

**Fassung  
Dezember 2012**

**Programm**

# **RX-HOLZ**

**Brettschichtholzträger, Durchlaufträger,  
Stützen, Rahmen, Koppelfetten und  
Verbände nach DIN 1052 und Eurocode 5**

## **Programm- Beschreibung**

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

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

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

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



# Inhalt

Inhalt		Seite	Inhalt		Seite
1.	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>	6.3	<b>RF-KOMBI</b>	<b>57</b>
1.1	Über RX-HOLZ	6	6.4	<b>Berechnung</b>	<b>58</b>
1.2	Firmenprofil	7	7.	<b>Ergebnisse</b>	<b>59</b>
1.3	RX-HOLZ Team	8	7.1	<b>Maske 2.1 Lastfallkombinationen</b>	<b>59</b>
1.4	Gebrauch des Handbuchs	8	7.2	<b>Maske 2.2 Nachweise - Alle</b>	<b>61</b>
2.	<b>Installation</b>	<b>9</b>	7.3	<b>Maske 2.3 Nachweise - X-stellenweise</b>	<b>62</b>
2.1	<b>Systemanforderungen</b>	<b>9</b>	7.4	<b>Maske 2.4 Lagerkräfte</b>	<b>63</b>
2.2	<b>Installationsvorgang</b>	<b>9</b>	7.5	<b>Maske 2.5 Verformungen</b>	<b>64</b>
2.2.1	Installation von der DVD	10	7.6	<b>Ergebnisverläufe</b>	<b>65</b>
2.2.2	Installation im Netzwerk	10	8.	<b>Ausdruck</b>	<b>66</b>
2.2.3	Parallelinstallation von Dlubal-Anwendungen	10	8.1	<b>Ausdruckprotokoll</b>	<b>66</b>
3.	<b>Grundsätze für RX-HOLZ</b>	<b>11</b>	8.2	<b>Auswahl der Druckdaten</b>	<b>69</b>
3.1	<b>Einschränkungen</b>	<b>11</b>	8.3	<b>Druckkopf</b>	<b>71</b>
3.2	<b>RX-HOLZ starten</b>	<b>11</b>	8.4	<b>Ergebnisverläufe</b>	<b>73</b>
4.	<b>Dateiverwaltung</b>	<b>12</b>	8.5	<b>Grafiken und Texte</b>	<b>75</b>
4.1	<b>Projektmanager</b>	<b>12</b>	8.6	<b>Ausdruckprotokoll-Muster</b>	<b>77</b>
4.1.1	Projektverwaltung	13	8.7	<b>Gestaltung</b>	<b>78</b>
4.1.2	Positionsverwaltung	17	8.7.1	Layout	78
4.1.3	Datensicherung	19	8.7.2	Deckblatt	79
4.1.4	Einstellungen	21	8.7.3	Sprache	80
4.1.4.1	Ansicht	21	8.8	<b>Druckausgabe</b>	<b>82</b>
4.1.4.2	Papierkorb	22	8.8.1	Direktdruck	82
4.1.4.3	Verzeichnisse	23	8.8.2	Export	83
4.2	<b>Neue Position anlegen</b>	<b>24</b>	9.	<b>Allgemeine Funktionen</b>	<b>84</b>
4.3	<b>Verwaltung im Netzwerk</b>	<b>25</b>	9.1	<b>Einheiten und Dezimalstellen</b>	<b>84</b>
5.	<b>Eingabe</b>	<b>26</b>	9.2	<b>Spracheinstellungen</b>	<b>85</b>
5.1	<b>Maske 1.1 Basisangaben</b>	<b>27</b>	9.3	<b>Anzeigeeigenschaften</b>	<b>86</b>
5.2	<b>Maske 1.2 Geometrie</b>	<b>34</b>	9.4	<b>Export der Ergebnisse</b>	<b>87</b>
5.3	<b>Maske 1.3 Belastung</b>	<b>39</b>	10.	<b>Brettschichtholzträger</b>	<b>89</b>
5.4	<b>Maske 1.4 Steuerungsparameter</b>	<b>49</b>	10.1	<b>Beispiel Satteldachträger</b>	<b>89</b>
6.	<b>Berechnung</b>	<b>52</b>	10.1.1	System und Belastung	89
6.1	<b>Berechnungsdetails</b>	<b>52</b>	10.1.2	Eingabedaten	90
6.2	<b>Norm und Nationaler Anhang</b>	<b>54</b>	10.1.2.1	Trägertyp und Material	90
6.2.1	Allgemeine Parameter	54	10.1.2.2	Geometrie	92
6.2.2	Andere Parameter	55	10.1.2.3	Belastung	93
6.2.3	Verwendete Normen	56	10.1.2.4	Steuerungsparameter	94
			10.1.3	Berechnung	95

# Inhalt

Inhalt		Seite	Inhalt		Seite
10.1.3.1	Kombinationen mit RF-KOMBI	95	12.3.3	Gebrauchstauglichkeit	132
10.1.3.2	Berechnung starten	95	12.3.4	Weitere Ergebnismasken	132
10.1.4	Ergebnisse	96	<b>13.</b>	<b>Rahmen</b>	<b>133</b>
10.1.5	Dokumentation	99	<b>13.1</b>	<b>System und Belastung</b>	<b>133</b>
<b>10.2</b>	<b>Beispiel Fischbauchträger</b>	<b>101</b>	<b>13.2</b>	<b>Eingabe der Strukturdaten</b>	<b>134</b>
10.2.1	Geometrie	101	13.2.1	Basisangaben	134
10.2.2	Kippnachweis	102	13.2.2	Geometrie	135
<b>11.</b>	<b>Durchlaufträger</b>	<b>104</b>	13.2.3	Belastung	137
<b>11.1</b>	<b>System und Belastung</b>	<b>104</b>	13.2.4	Steuerungsparameter	139
<b>11.2</b>	<b>Eingabe der Strukturdaten</b>	<b>105</b>	13.2.5	Modul RF-KOMBI	140
11.2.1	Basisangaben	105	<b>13.3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>141</b>
11.2.2	Geometrie	106	13.3.1	Lastfallkombinationen	141
11.2.3	Querschnitt	106	13.3.2	Nachweise	142
11.2.4	Belastung	107	13.3.3	Weitere Ergebnismasken	147
11.2.5	Steuerungsparameter	108	<b>14.</b>	<b>Pfette</b>	<b>148</b>
11.2.6	Effektive Längen	110	<b>14.1</b>	<b>System und Belastung</b>	<b>148</b>
<b>11.3</b>	<b>Modul RF-KOMBI</b>	<b>110</b>	<b>14.2</b>	<b>Eingabe der Strukturdaten</b>	<b>149</b>
<b>11.4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>114</b>	14.2.1	Basisangaben	149
11.4.1	Lastfallkombinationen	114	14.2.2	Geometrie	150
11.4.2	Nachweise - Trägerweise	115	14.2.3	Querschnitt und Kopplung	151
11.4.3	Nachweise - Feldweise	117	14.2.4	Belastung	152
11.4.4	Nachweise - X-stellenweise	117	14.2.5	Steuerungsparameter	154
11.4.5	Tragsicherheit	118	14.2.6	Effektive Längen	155
11.4.6	Gebrauchstauglichkeit	120	14.2.7	Details	155
11.4.7	Lagerkräfte	121	14.2.8	Modul RF-KOMBI	156
11.4.8	Schwingungsnachweis	122	<b>14.3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>157</b>
<b>11.5</b>	<b>Dokumentation</b>	<b>123</b>	14.3.1	Lastfallkombinationen	157
<b>12.</b>	<b>Stütze</b>	<b>124</b>	14.3.2	Nachweise der Tragsicherheit	157
<b>12.1</b>	<b>System und Belastung</b>	<b>124</b>	14.3.3	Weitere Ergebnismasken	161
<b>12.2</b>	<b>Eingabedaten</b>	<b>125</b>	<b>15.</b>	<b>Verband</b>	<b>162</b>
12.2.1	Basisangaben	125	<b>15.1</b>	<b>System und Belastung</b>	<b>162</b>
12.2.2	Belastung	126	<b>15.2</b>	<b>Eingabe der Strukturdaten</b>	<b>164</b>
12.2.3	RF-KOMBI	127	15.2.1	Basisangaben	164
12.2.4	Steuerungsparameter	128	15.2.2	Geometrie	167
<b>12.3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>129</b>	15.2.3	Materialien	168
12.3.1	Lastfallkombinationen	129	15.2.4	Querschnitte	169
12.3.2	Nachweise	130	15.2.5	Verbindungen	170

# Inhalt

Inhalt		Seite	Inhalt		Seite
15.2.6	Bauteile	173	15.3.3	Nachweise komponentenweise	187
15.2.7	Belastungen	175	15.3.4	Nachweise querschnittsweise	187
15.2.8	Steuerungsparameter	181	15.3.5	Nachweise stabweise	188
15.2.9	Effektive Längen	182	15.3.6	Nachweise x-stellenweise	188
15.2.10	Details	183	15.3.7	Lagerkräfte	192
15.2.11	Modul RF-KOMBI	183	15.3.8	Ausdruckprotokoll	192
<b>15.3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>184</b>	<b>A:</b>	<b>Literatur</b>	<b>193</b>
15.3.1	Lastfallkombinationen/Lastfallgruppen	184	<b>B:</b>	<b>Index</b>	<b>194</b>
15.3.2	Nachweise Alle	185			

# 1. Einleitung

## 1.1 Über RX-HOLZ

RX-HOLZ bezeichnet eine auf den Ingenieurholzbau abgestimmte Programmfamilie aus dem Hause DLUBAL. Mit den Programmen dieses Pakets lassen sich Brettschichtholzträger, Durchlaufträger, Stützen, Rahmen, Pfetten und Aussteifungsverbände bemessen.

Da das Modul RF-KOMBI in RX-HOLZ integriert ist, werden die maßgebenden Lastfallkombinationen automatisch generiert.

In allen Programmen können die Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit geführt werden. Die Bemessung erfolgt wahlweise nach diesen Holzbaunormen:

- EN 1995-1-1:2004-11
- DIN 1052:2008-12

Zusätzlich ist der Brandschutznachweis nach EN 1995-1-2 bzw. DIN 4102 Teil 22 möglich.

Für EN 1995-1-1:2004 stehen verschiedene Nationale Anwendungsdokumente zur Wahl. Die links dargestellte Liste der verfügbaren Nationalen Anhänge wird ständig erweitert.

CEN	Europäische Union
CSN	Tschechische Republik
DIN	Deutschland
DK	Dänemark
NEN	Niederlande
NF	Frankreich
ONORM	Österreich
PN	Polen
SFS	Finnland
SS	Schweden
UNI	Italien

Nationale Anhänge für EC 5

### RX-HOLZ Brettschichtholzträger

Das Programm eignet sich für die Bemessung von weitgespannten BSH-Trägern. Es können folgende Trägerarten nachgewiesen werden:

- Parallelträger
- Pultdachträger
- Bogenträger
- Satteldachträger mit geradem Untergurt
- Satteldachträger mit geneigtem Untergurt und konstanter oder veränderlicher Höhe
- Fischbauchträger – parabelförmig oder linear mit Ausrundung

Je nach Trägerart sind Eingabevarianten möglich, die die Berechnung von unsymmetrischen Trägern mit und ohne Kragarmen in verschiedenen Kombinationen gestatten. Zudem können typische Querszugverstärkungen wie eingeklebte Stahlstangen berücksichtigt werden.

### RX-HOLZ Durchlaufträger

Dieses Programm bemisst Mehrfeldträger mit bis zu 20 Feldern und Kragarmen für zweiachsige Biegung. Die Lasten können automatisch nach DIN 1055 oder Eurocode generiert werden. Im Programm sind die in den Normen angebotenen Optimierungsmöglichkeiten implementiert. Es können folgende Trägerarten nachgewiesen werden:

- Einfeldträger
- Durchlaufträger
- Gerberträger

Bei allen Trägertypen kann die Lagerung sowohl in x- und z- als auch in y- Richtung definiert werden. Optional lassen sich Momenten- und Querkraftgelenke zuweisen.

### RX-HOLZ Stütze

Das Programm führt die Nachweise für Stützen mit rechteckigem oder rundem Querschnitt. Um den Anschluss einer Stütze an einen Dachbinder wirklichkeitsnah abzubilden, können auch elastische Lagerungen für den Stützenkopf- und den Stützenfuß definiert werden.

## RX-HOLZ Rahmen

Mit diesem Programm lassen sich symmetrische oder unsymmetrische Dreigelenkrahmen bemessen. Als Verbindungsmittel wird eine keilgezinkte Eckverbindung wahlweise mit oder ohne Zwischenstück berechnet. Bei der Eingabe der Geometrie sind Schiefstellung und Seite des Faseranschnitts frei wählbar.

## RX-HOLZ Pfette

Das Programm bemisst Koppelpfetten im Dachbereich. Optional kann die Bemessung der Kopplungen deaktiviert werden, um einen reinen Durchlaufträger nachzuweisen (die Trägerhöhe kann jedoch nicht über Vouten an den Momentenverlauf angepasst werden). Durch eine detaillierte Wahl der Dachform werden Wind- und Schneelasten präzise berücksichtigt. Als Verbindungsmittel sind Nägel, Dübel besonderer Bauart, Schrauben nach dem System WT der Firma SFS oder eine benutzerdefinierte Tragfähigkeit möglich.

## RX-HOLZ Verband

Mit diesem Programm wird der Aussteifungsverband eines Dachtragwerks bemessen. Der Verband kann hierzu über drei Dachformen festgelegt und beliebig angepasst werden. Da bei einem Dachverband häufig Stahldiagonalen verwendet werden, stehen in diesem Programm auch Stahlprofile zur Verfügung. Die materiellen Nichtlinearitäten der Zugstäbe werden hierbei genauso wie die Abminderung der Steifigkeit automatisch beim Nachweis der Tragfähigkeit berücksichtigt.

Auf unserer Website [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) erhalten Sie immer aktuelle Informationen über die Weiterentwicklung der Programme und über neue Module.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit den Programmen der Familie RX-HOLZ.

Ihr Team von ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH

## 1.2 Firmenprofil

Die 1987 gegründete ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH beschäftigt sich mit der Entwicklung von benutzerfreundlichen und leistungsfähigen Programmen für Statik, Dynamik und Bemessung. 1990 siedelte sie sich an ihrem heutigen Standort Tiefenbach in Ostbayern an.

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

Die Software ist so konzipiert, dass der Anwender mit Computergrundkenntnissen selbstständig in kürzester Zeit den Umgang mit den leicht erlernbaren Programmen beherrscht. So kann die Firma heute mit einigem Stolz mehr als 7000 Ingenieurbüros, Baufirmen aus unterschiedlichen Sparten und Hochschulen europaweit 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 dem Kunden zudem eine qualifizierte Fax- und E-Mail-Hotline zur Verfügung, die schnell und unkompliziert weiterhilft.

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

## 1.3 RX-HOLZ Team

### Programmkoordination

Dipl.-Ing. Georg Dlubal  
 Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn

Ing. Jiří Hanzálek  
 Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem

### Programmierung

Ing. Martin Deyl  
 Dipl.-Ing. Georg Dlubal  
 Ing. Tomáš Drtina

Mgr. Jaroslav Krul  
 Mgr. Jiří Patrák

### Programmdesign, Dialogbilder und Icons

Dipl.-Ing. Georg Dlubal  
 Ing. Jan Miléř

MgrA. Robert Kolouch

### Programmkontrolle

Ing. Jiří Hanzálek  
 Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn  
 Ing. Vladimír Kabát

Ing. Zdeněk Kodera  
 Ing. Vladimír Pátý

### Handbuch und Hilfesystem

Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn  
 Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl  
 Ing. Hana Macková  
 Ing. Ladislav Kábrt

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

### Technische Unterstützung und Endkontrolle

Dipl.-Ing. (BA) Markus Baumgärtel  
 Dipl.-Ing. (FH) Steffen Clauß  
 Dipl.-Ing. (FH) Matthias Entenmann  
 Dipl.-Ing. Frank Faulstich  
 Dipl.-Ing. (FH) René Flori  
 Dipl.-Ing. (FH) Stefan Frenzel  
 Dipl.-Ing. (FH) Walter Fröhlich  
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hörold

Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn  
 M.Sc. Dipl.-Ing. Frank Lobisch  
 Dipl.-Ing. (BA) Sandy Matula  
 M. Eng. Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier  
 M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler  
 Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag  
 Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner  
 Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

## 1.4 Gebrauch des Handbuchs

Viele Wege führen zum Ziel. Dieser Grundsatz gilt auch für die Arbeit mit RX-HOLZ. Um der Funktion eines Nachschlagewerks gerecht zu werden, orientiert sich dieses Handbuch an der Reihenfolge und am Aufbau der einzelnen RX-HOLZ-Programme. In den ersten Kapiteln werden die allgemeinen Funktionen wie z. B. Dateiverwaltung, Konzept der Masken und Ausdruck beschrieben. Ab Kapitel 10 werden dann die diversen Programme anhand von Beispielen vorgestellt.



Im Handbuchttext sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Anwenden]. Gleichzeitig sind sie am linken Rand abgebildet. Im Fließtext sind **Begriffe**, die in Dialogen, Tabellen und Menüs erscheinen, in *Kursivschrift* hervorgehoben, um das Nachvollziehen der Erläuterungen zu erleichtern.

Am Ende dieses Handbuchs befindet sich ein Index, der das Nachschlagen eines bestimmten Themenbereichs erleichtert. Sollten Sie trotzdem nicht fündig werden, so können Sie die Suchfunktion auf unserer Website [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) zur Lösung des Problems nutzen.

## 2. Installation

### 2.1 Systemanforderungen

Folgende Mindestvoraussetzungen sollten für die Nutzung von RX-HOLZ erfüllt sein:

- Betriebssystem Windows XP/Vista/7/8
- X86-Prozessor mit 2 GHz
- 2 GB RAM
- DVD-ROM-Laufwerk für die Installation (alternativ ist die Installation auch über das Netzwerk möglich)
- 10 GB Gesamtfestplattenkapazität, davon zirka 1 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.



RX-HOLZ wird nicht von Windows 95/98/Me/NT/2000, Linux, Mac OS oder Serverbetriebssystemen unterstützt.

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

### 2.2 Installationsvorgang

Die Programmfamilie RX-HOLZ wird auf DVD geliefert. Auf dieser DVD befinden sich alle Programme, die in der RX-HOLZ-Produktpalette verfügbar sind.

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

Man benötigt für jeden Arbeitsplatz die Autorisierungsdatei *Author.ini*. In der Regel senden wir Ihnen die Datei *Author.ini* in einer E-Mail zu. Auch über das Extranet auf [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) haben Sie Zugang zu Ihrer Autorisierungsdatei. Speichern Sie diese *Author.ini* auf Ihrem Rechner, einem USB-Stick oder im Netzwerk. Die Datei kann beliebig oft kopiert werden. Sollte jedoch der Inhalt geändert werden, wird sie zur Autorisierung unbrauchbar.

Wenn Sie später einmal eine RX-HOLZ-DVD als Update erhalten, kann in der Regel die bestehende Autorisierungsdatei wieder verwendet werden. Falls Sie jedoch ein zusätzliches RX-HOLZ-Modul erwerben, erhalten Sie eine neue Autorisierungsdatei. Die alte darf dann nicht mehr benutzt werden.

Ehe Sie RX-HOLZ installieren, schließen Sie bitte die im Hintergrund geöffneten Anwendungen. Installieren Sie dann das Programm gemäß den Installationshinweisen auf der DVD-Hülle. Nach der Installation bringen Sie den USB-Dongle an einer beliebigen USB-Schnittstelle bzw. den LPT-Dongle an der Druckerschnittstelle des lokalen Computers an.



Beachten Sie bitte, dass Sie für die Installation als Administrator angemeldet sein müssen bzw. Administratorrechte besitzen. Für die spätere Arbeit mit RX-HOLZ sind dann Benutzerrechte ausreichend. Eine genaue Anleitung hierzu finden Sie in Form eines Demovideos auf unserer Website [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de).

### 2.2.1 Installation von der DVD

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

- Legen Sie die RX-HOLZ-DVD in Ihr DVD-ROM-Laufwerk.
- Die Installationsroutine startet automatisch.
- Klicken Sie im Startdialog [RX-HOLZ (Deutsch)].
- Folgen Sie den Anweisungen des Setup-Assistenten.

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

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

### 2.2.2 Installation im Netzwerk

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

### 2.2.3 Parallelinstallation von Dlubal-Anwendungen

RX-HOLZ verwendet zwar den Rechenkern von RFEM, wird jedoch unabhängig von RFEM standardmäßig in das Verzeichnis *C:\Program Files (x86)\Dlubal\RX-HOLZ1* installiert und ist somit unabhängig von einer eventuell vorhandenen RFEM-Installation.

Ein mit RX-HOLZ generiertes Projekt kann unabhängig davon mit RSTAB oder RFEM geöffnet werden. Bei der Installation mehrerer Dlubal-Anwendungen empfehlen wir die Installation aller Programme in dasselbe Stammverzeichnis *C:\Program Files (x86)\Dlubal*.

## 3. Grundsätze für RX-HOLZ

### 3.1 Einschränkungen

Für die Arbeit mit RX-HOLZ sind einige Grundsätze zu beachten. Lesen Sie bitte die folgenden Anmerkungen aufmerksam durch. Damit lässt sich verhindern, dass Automatismen in RX-HOLZ angenommen werden, die nicht gegeben sind.

Bei der Erstellung der Software wurde großer Wert darauf gelegt, unnötigen Eingaben vorzubeugen. Die Eingabe von Schnee- und Windlasten wurde durch integrierte Lastgenerierer so weit wie möglich vereinfacht. Allerdings können nicht sämtliche Variationsmöglichkeiten programmtechnisch abgefangen werden. Daher sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Bei der Lastgenerierung wird grundsätzlich von einer allseits geschlossenen Halle ausgegangen. Windlasten aus Unterwind bei einseitig offenen Hallen können über die Option *Durchlässige Wände* berücksichtigt werden.
- In gleicher Weise sind Anwehungen und Abrutschungen von Schneelasten manuell zu definieren.
- Im Programm Brettschichtholzträger werden keine Horizontallasten aus Wind und Erdbeben auf den Giebel generiert.
- Die Windbelastung im Programm *Durchlaufträger* wird immer für den maximal möglichen Wert der Belastung ermittelt. Hierfür wird stets der maximal und minimal belastete Bereich der jeweiligen Geometrie ermittelt.

### 3.2 RX-HOLZ starten

Das Programm RX-HOLZ lässt sich über

**Start → Alle Programme → Dlubal → Dlubal RX-HOLZ**

oder über das Icon **Dlubal RX-HOLZ** auf dem Desktop starten.

Die Dateiverwaltung mit dem Projektmanager ist im folgenden Kapitel 4 erläutert.

Nach dem Anlegen eines neuen Projekts oder dem Doppelklicken einer Position im Projektmanager startet RX-HOLZ automatisch.



# 4. Dateiverwaltung

Dieses Kapitel beschreibt, wie die Daten mit dem Projektmanager organisiert werden. Des Weiteren werden die integrierten Schnittstellen vorgestellt, die für den Import und Export von Daten genutzt werden können.

Das Programm kann entweder über das Desktop-Icon **Dlubal RX-HOLZ** oder den Eintrag **Start → Programme → Dlubal → Dlubal RX-HOLZ** gestartet werden. Zunächst erscheint der Projektmanager, in dem neue Positionen angelegt oder bereits vorhandene Dateien geöffnet werden können.



## 4.1 Projektmanager

In statischen Berechnungen ist ein Projekt meistens in mehrere Positionen untergliedert. Der programminterne Projektmanager hilft, die Daten aller Dlubal-Anwendungen zu organisieren. Der Projektmanager kann auch übergreifend zur netzwerkinternen Verwaltung von Strukturen genutzt werden (siehe Kapitel 4.3, Seite 25).

Der Projektmanager kann als eigenständige Anwendung im Hintergrund geöffnet bleiben, während in RX-HOLZ gearbeitet wird.

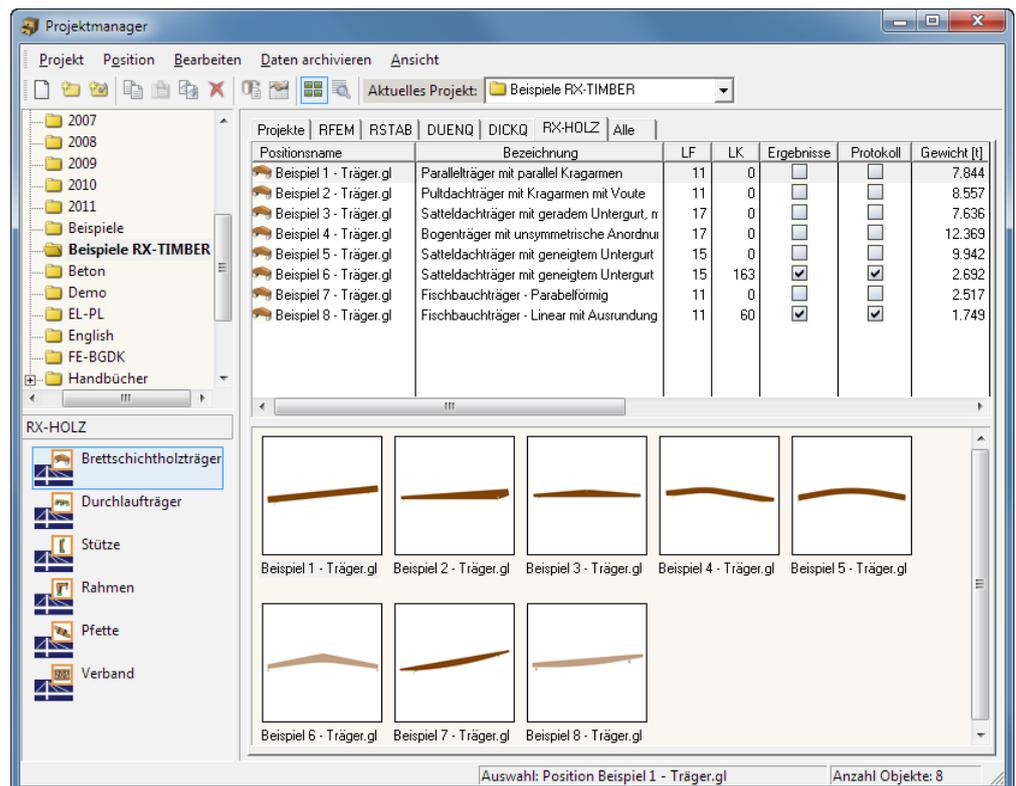


Bild 4.1: Projektmanager

### 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 Symbolleiste *Aktuelles Projekt* eingestellt. Rechts neben dem Navigator sind die im selektierten Projekt enthaltenen Positionen tabellarisch aufgelistet.

### RX-HOLZ-Programme

Unterhalb des Projekte-Navigators werden alle RX-HOLZ-Programme angezeigt. Sie stellen eine Filtermöglichkeit dar, um nur die Positionen anzuzeigen, die zu einem bestimmten Programm gehören.

Wählt man hier z. B. *Brettschichtholzträger*, so erscheinen in der rechten Fensterhälfte nur die Positionsdateien, die mit diesem Programm erstellt wurden. Durch Rechtsklicken eines Schalters kann eine neue Position im entsprechenden Programm angelegt werden.

### Tabelle der Positionen

Die Positionen sind in verschiedenen Registern nach Dlubal-Anwendungen geordnet. Im Register *RX-HOLZ* sind alle RX-HOLZ-Positionen des selektierten Projekts gelistet. Es werden jeweils der *Positionsname*, die *Bezeichnung*, wichtige Struktur- und Dateiinformationen einschließlich Namen des Erstellers und Bearbeiters angegeben.



Die darzustellenden Spalten können über Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten** oder die zugeordnete Schaltfläche angepasst werden (siehe Seite 21).

### Miniaturbilder

Der untere Bereich des Projektmanagers bietet eine grafische Übersicht über die Positionen, die im selektierten Projekt enthalten sind. Die Miniaturbilder wirken interaktiv mit der Tabelle oberhalb.

## 4.1.1 Projektverwaltung

### Neues Projekt anlegen



Ein neues Projekt wird angelegt mit

- dem Menü **Projekt** → **Neu**
- der Schaltfläche [Neues Projekt] in der Symbolleiste.

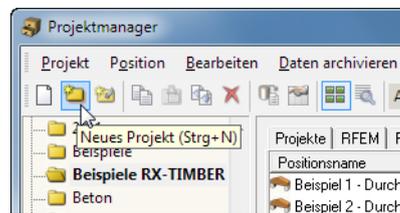


Bild 4.2: Schaltfläche Neues Projekt



In einem Dialog sind der *Name* des Projekts sowie der *Dateiordner* festzulegen, in dem die Positionen gespeichert werden sollen. Über die [Suchen]-Schaltfläche kann der Verzeichnispfad eingestellt werden. Die *Bezeichnung* dient optional als kurze Projektbeschreibung. Diese erscheint in der Kopfzeile des Ausdruckprotokolls; sie hat sonst keine weitere Bedeutung.

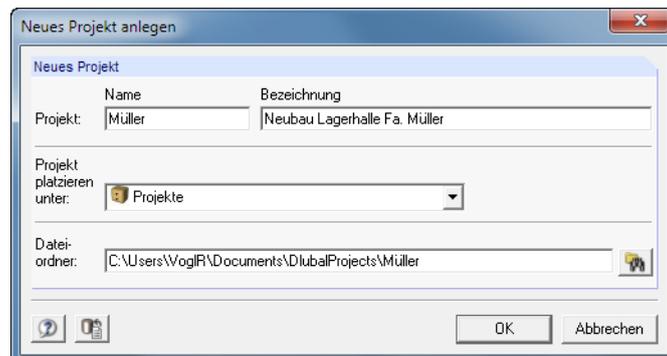


Bild 4.3: Dialog Neues Projekt anlegen

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 RX-HOLZ-Strukturen enthält, kann als Projekt eingebunden werden mit

- dem Menü **Projekt** → **Mit Dateiordner verknüpfen**
- der Schaltfläche [Projekt mit Dateiordner verknüpfen] in der Symbolleiste.

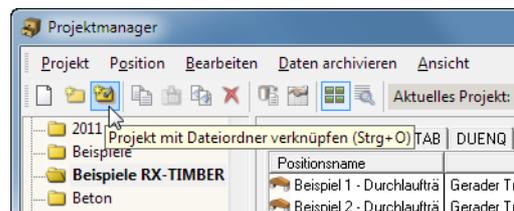


Bild 4.4: Schaltfläche *Dateiordner verknüpfen*

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 **ProMan** gespeichert (siehe Kapitel 4.1.4.3, Seite 23).



Es öffnet sich ein Dialog, der nach dem Konzept wie im Bild 4.3 gezeigt aufgebaut ist. Es sind *Name* und *Bezeichnung* des Projekts einzutragen und mit [Suchen] der Pfad für den zu verknüpfenden *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 jedoch der Dateiordner im Projektmanager als eigenständiges Projekt erscheinen, ist in der Liste der übergeordnete Eintrag *Projekte* zu wählen.

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)
- Kontextmenü des Projekts im Navigator.

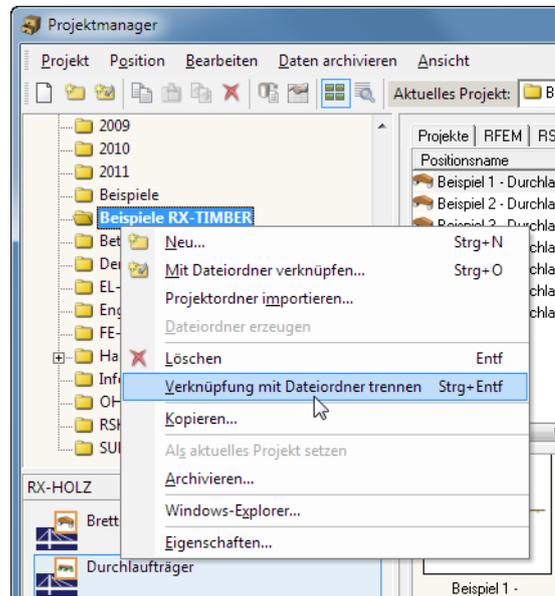


Bild 4.5: Kontextmenü *Projekt*



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 Menü **Projekt** → **Löschen** (zuvor Projekt selektieren)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü des Projekts im Navigator.

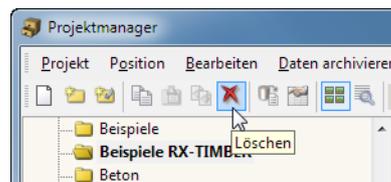


Bild 4.6: Schaltfläche *Projekt löschen*

Der Ordner auf der Festplatte wird mitsamt Inhalt gelöscht.

Sollten sich in diesem Ordner auch Dateien anderer Programme befinden, werden nur die Dateien der Dlubal-Anwendungen gelöscht und der Ordner bleibt erhalten.



Das Löschen von Projekten kann rückgängig gemacht werden über Menü

**Bearbeiten** → **Aus dem Dlubal-Papierkorb wiederherstellen**.

Der Dlubal-Papierkorb ist im Kapitel 4.1.4.2 auf Seite 22 beschrieben.

Falls Dateien gelöscht werden, die auf einem Netzlaufwerk liegen, werden entgegen dem Windows-Standard (die Daten sind unwiederbringlich verloren) die gelöschten Dateien über das Netzwerk auf die Festplatte in den Dlubal-Papierkorb kopiert. Somit können Dateien,

die auf Netzlaufwerken gelöscht wurden, vom betreffenden Rechner aus wiederhergestellt werden. Ist dies nicht gewünscht, sollte das Projekt lediglich getrennt werden (siehe oben). Anschließend können die Daten manuell vom Netzlaufwerk gelöscht werden.

### Projekt kopieren

Ein Projekt kann kopiert werden über das

- Menü **Projekt** → **Kopieren** (zuvor Projekt selektieren)
- Kontextmenü des Projekts im Navigator (siehe Bild 4.5).

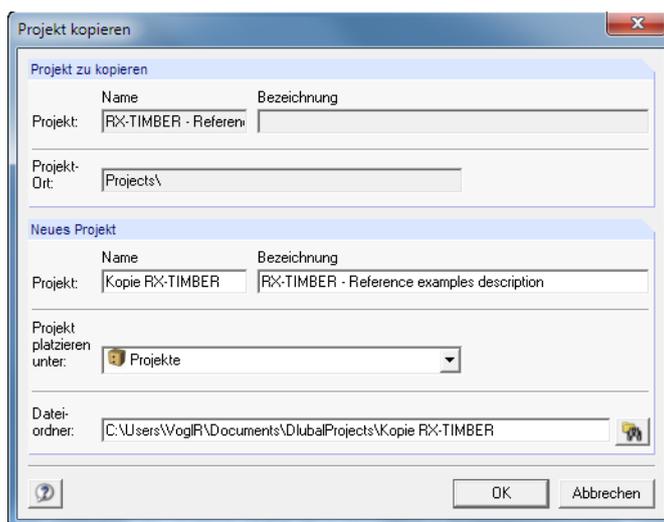


Bild 4.7: Dialog *Projekt kopieren*

Es sind *Name*, *Bezeichnung* und *Ort* des neuen Projekts im Projektmanager anzugeben sowie der *Dateiordner* festzulegen, der beim Kopieren erstellt wird.

Alternativ wird das Projekt mit dem Windows-Explorer kopiert. Der neue Ordner kann dann als verknüpfter Dateiordner in die Verwaltung des Projektmanagers eingebunden werden (siehe Bild 4.4, Seite 14).

### Projekt umbenennen / Bezeichnung ändern

Die Bezeichnung eines Projekts kann nachträglich geändert werden über das

- Menü **Projekt** → **Eigenschaften** (zuvor Projekt selektieren)
- Kontextmenü des Projekts im Navigator.

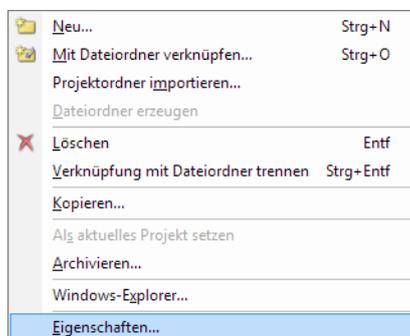
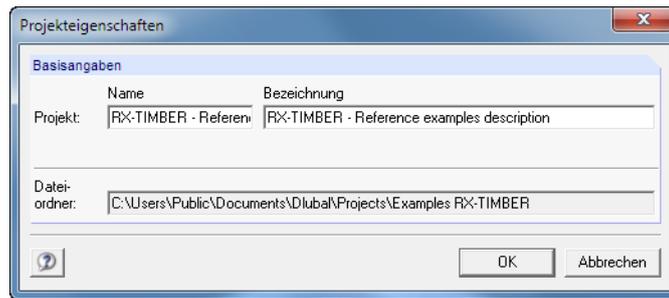


Bild 4.8: Kontextmenü eines Projekts

Im Dialog *Projekteigenschaften* können der *Projekt*-Name und die *Bezeichnung* geändert werden. Es wird auch der *Dateiordner* des Projekts angezeigt.

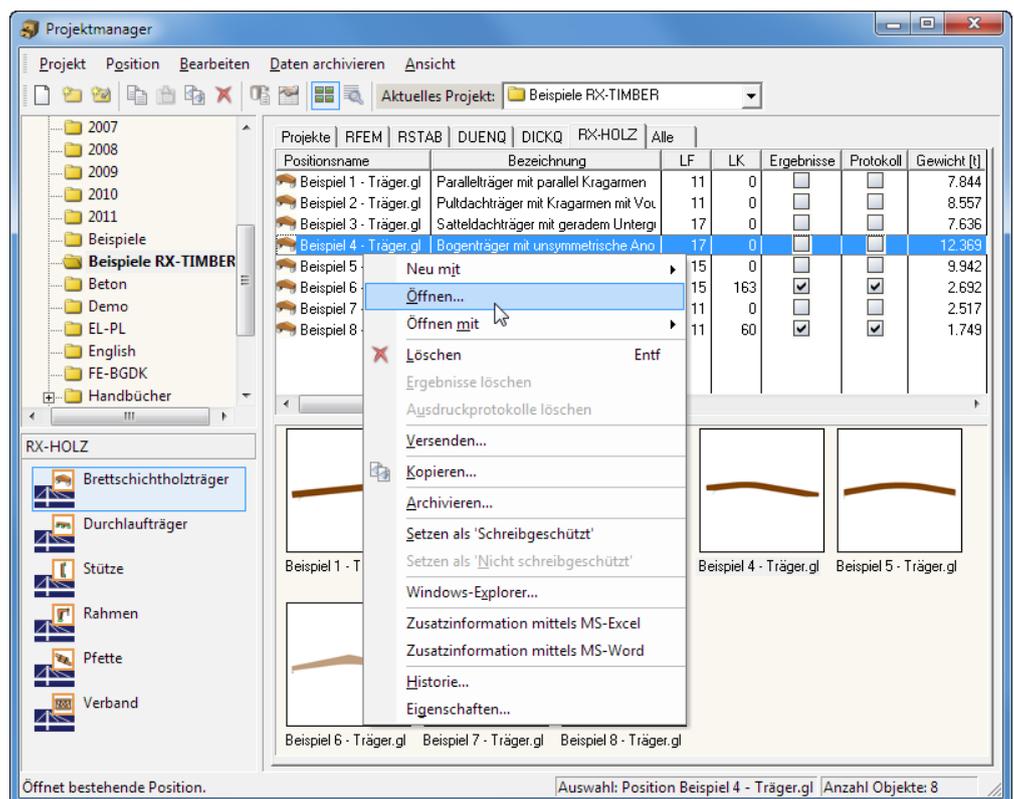
Bild 4.9: Dialog *Projekteigenschaften*

## 4.1.2 Positionsverwaltung

### Position öffnen

Eine Position kann aus dem Projektmanager geöffnet werden durch

- einen Doppelklick auf den Positionsnamen oder das Miniaturbild
- das Menü **Position** → **Öffnen** (zuvor Position selektieren)
- das Kontextmenü der Position.

Bild 4.10: Kontextmenü *Position*

### Position kopieren / verschieben

Eine Position wird in ein anderes Projekt kopiert mit

- dem Menü **Position** → **Kopieren** (zuvor Position selektieren)
- dem Kontextmenü der Position
- Drag & Drop mit gedrückter [Strg]-Taste.

Im Dialog *Position kopieren* sind das Zielprojekt sowie der *Name* und die *Bezeichnung* für die Kopie der Position anzugeben.

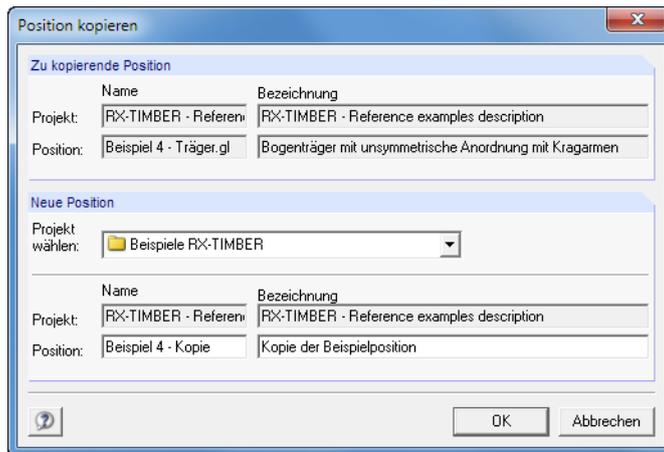


Bild 4.11: Dialog *Position kopieren*

Um eine Position zu verschieben, wird sie einfach mit der Maus in einen anderen Ordner gezogen.

### Position umbenennen

Eine Position kann wie ein Projekt umbenannt werden über das

- Menü **Position** → **Eigenschaften** (zuvor Position selektieren)
- Kontextmenü der Position-*Eigenschaften*.

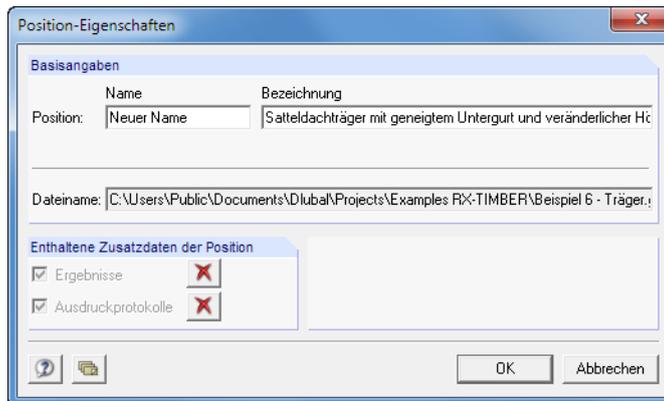


Bild 4.12: Dialog *Position-Eigenschaften*

In einem Dialog können der *Name* und die *Bezeichnung* der Position geändert werden. Es werden auch der *Dateiname* und der Verzeichnispfad der Position angezeigt.

Enthält die Position *Zusatzdaten* wie *Ergebnisse* oder *Ausdruckprotokolle*, so können diese mit den [Löschen]-Schaltflächen aus dem Datensatz entfernt werden.

### Position löschen

Eine Position wird gelöscht mit

- dem Menü **Position** → **Löschen** (zuvor Position selektieren)
- der Schaltfläche [Löschen] in der Symbolleiste
- dem Kontextmenü der Position (siehe Bild 4.10).

Es lassen sich auch gezielt die *Ergebnisse* und/oder *Ausdruckprotokolle* der Position löschen.

Das Löschen von Positionen kann rückgängig gemacht werden über Menü

**Bearbeiten** → **Aus dem Dlubal-Papierkorb wiederherstellen** (siehe Kapitel 4.1.4.2).



## Historie anzeigen

Der Bearbeitungsverlauf an einer Position kann kontrolliert werden über das

- Menü **Position** → **Historie** (zuvor Position selektieren)
- Kontextmenü der Position.

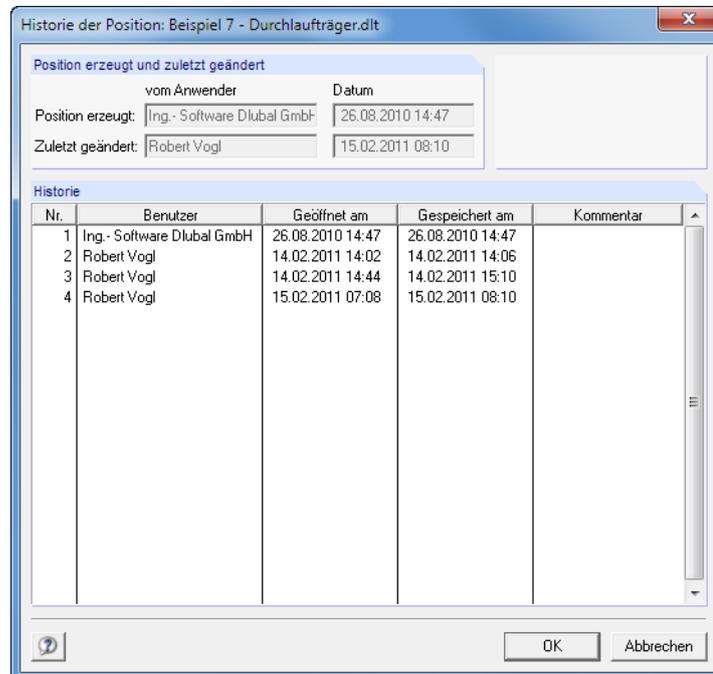


Bild 4.13: Fenster *Historie der Position*

Ein Dialog gibt Auskunft darüber, welche Personen die Position erstellt, geöffnet oder geändert haben und zu welchem Zeitpunkt dies jeweils geschehen ist.

### 4.1.3 Datensicherung

#### Archivieren

Ausgewählte Positionen oder auch ein ganzer Projektordner können in einer komprimierten Archivdatei gesichert werden. Die ursprünglichen Positionen bleiben erhalten.

Die Archivierung wird gestartet über das

- Menü **Daten archivieren** → **Archivieren** (zuvor Position bzw. Projekt selektieren)
- Kontextmenü des Projekts oder der Position.

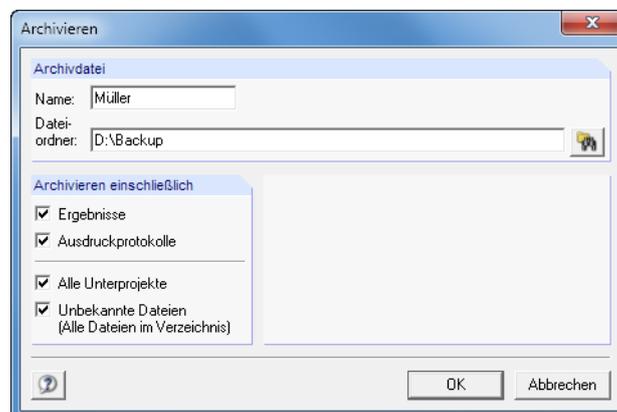


Bild 4.14: Dialog *Archivieren*

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 Menü

**Daten archivieren** → **Projekt dearchivieren** bzw. **Positionen dearchivieren**.

Es erscheint der Windows-Dialog *Öffnen* zur Auswahl der ZIP-Archivdatei. Nach [OK] wird der Inhalt angezeigt:

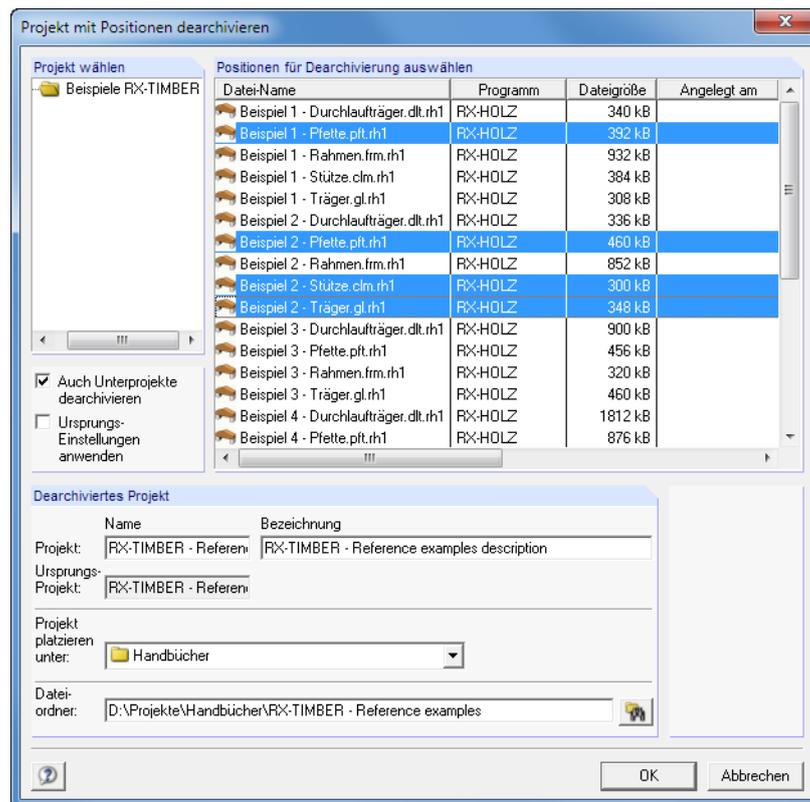


Bild 4.15: Dialog *Projekt mit Positionen dearchivieren*



Im Abschnitt *Positionen für Dearchivierung auswählen* sind die Strukturen zu selektieren, die wiederhergestellt werden sollen. Diese können mit den ursprünglichen Projekteinstellungen oder auch als neues Projekt entpackt werden. In der Liste *Projekt platzieren unter* kann die Einordnung in der Hierarchie des Projektmanagers festgelegt werden. Alternativ wird über die Schaltfläche [Suchen] ein neues Verzeichnis erstellt.

## 4.1.4 Einstellungen

### 4.1.4.1 Ansicht

#### Miniaturbilder und Details anzeigen

Der Bereich unterhalb der Positionen-Tabelle kann benutzerdefiniert angepasst werden. Es stehen zwei Optionen für Zusatzfenster zur Wahl, die sich unabhängig voneinander aktivieren lassen.

Die Steuerung erfolgt über die Menüpunkte

**Ansicht** → **Vorschaugrafiken aller Positionen** und

**Ansicht** → **Details mit aktuellen Positionen.**

oder die zugeordneten Schaltflächen:

Schaltfläche	Funktion
	Die Miniaturbilder aller Positionen im Projekt werden angezeigt.
	Die Positionsdetails und das Vorschaubild der Position werden angezeigt.

Tabelle 4.1: Schaltflächen zur Steuerung der Anzeige

#### Positionen sortieren

Die Anordnung der Positionen 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** → **Positionen sortieren.**

#### Spalten anpassen

Die Spalten lassen sich benutzerdefiniert arrangieren mit

- dem Menü **Ansicht** → **Spalten bearbeiten**
- der Schaltfläche [Registerspalten bearbeiten] in der Symbolleiste.

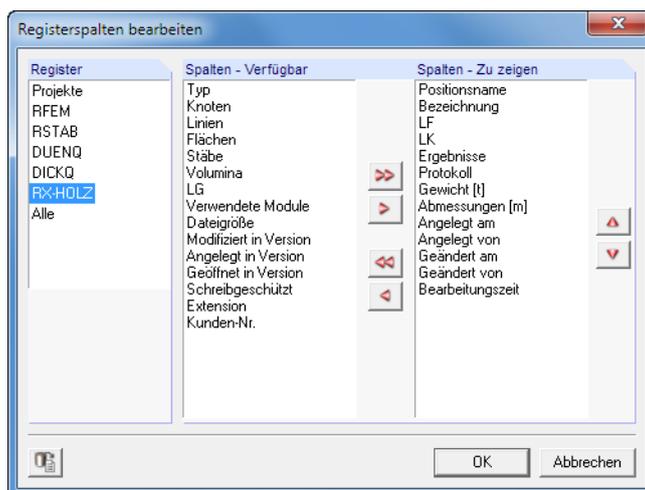
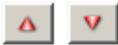


Bild 4.16: Dialog *Registerspalten bearbeiten*



Im Dialog ist zunächst das *Register* RX-HOLZ festzulegen. Aus der Liste *Spalten - Verfügbar* können nun bestimmte Einträge in die Liste *Spalten - Zu zeigen* übergeben werden. Die Auswahl erfolgt mit den [▶]-Schaltflächen oder per Doppelklick. Umgekehrt lassen sich mit den [◀]-Schaltflächen bestimmte oder alle Kategorien wieder entfernen.



Die Reihenfolge der Spalten in der Positionen-Liste wird geändert, indem man in der Liste *Spalten - Zu zeigen* einen Eintrag mit den Schaltflächen [▲] und [▼] nach oben oder unten schiebt.



Über Menü **Ansicht** → **Automatisch anordnen** oder die zugeordnete Schaltfläche werden die Spaltenbreiten der Positionsliste optimiert.

#### 4.1.4.2 Papierkorb

Versehentlich gelöschte Projekte und Positionen lassen sich restaurieren über das Menü **Bearbeiten** → **Aus dem Dlubal-Papierkorb wiederherstellen**.

In einem Dialog werden alle gelöschten Positionen nach Projekten aufgelistet.

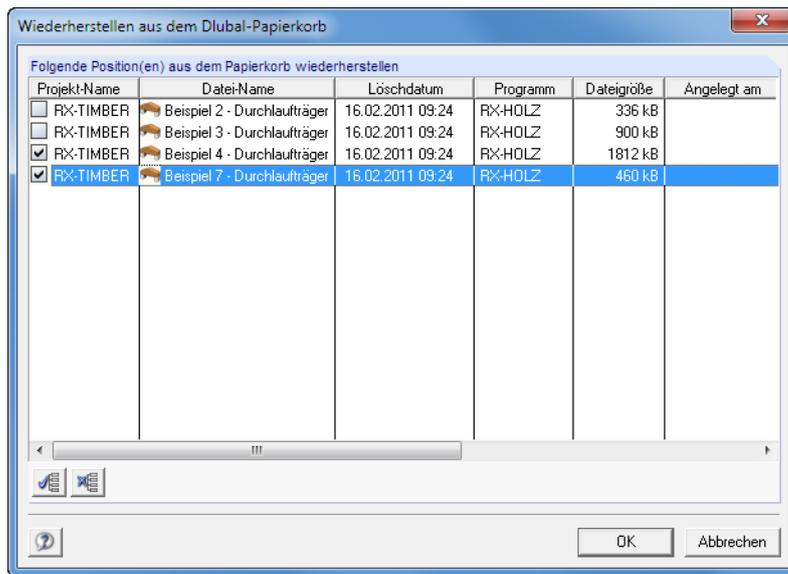


Bild 4.17: Dialog *Wiederherstellen aus dem Dlubal-Papierkorb*



Die wiederherzustellenden Positionen können hier per Mausklick ausgewählt werden. Mit der Schaltfläche [Alles selektieren] lassen sich alle gelöschten Objekte auf einmal markieren. [OK] fügt die gelöschten Positionen wieder in die ursprünglichen Projektordner ein.

Die im Dlubal-Papierkorb abgelegten Strukturen 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 (siehe Bild 4.18).

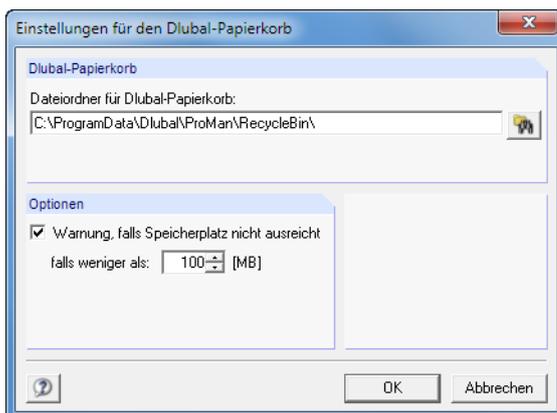


Bild 4.18: Dialog *Einstellungen für den Dlubal-Papierkorb*

### 4.1.4.3 Verzeichnisse

Die Verzeichnispfade des Projektmanagers lassen sich im Dialog *Einstellungen* überprüfen. Dieser wird aufgerufen über das Menü

**Bearbeiten** → **Programmoptionen**.

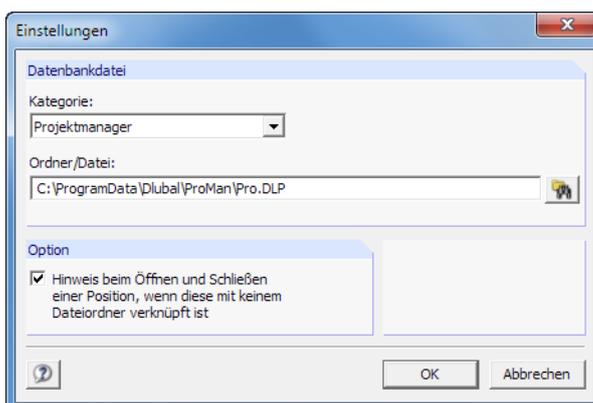


Bild 4.19: Dialog *Einstellungen*



In der *Kategorie* werden die Einstellungen für den Projektmanager und den Blockmanager verwaltet. Der Ordner und der Dateiname werden im Eingabefeld unterhalb angezeigt und können dort bei Bedarf angepasst werden. Die Projekte werden in der **PRO.DLP** verwaltet, die sich standardmäßig im Ordner *C:\ProgramData\DLuba\ProMan* befindet. Die [Suchen]-Schaltfläche unterstützt das Einstellen eines anderen Verzeichnispfades.

Da der Projektmanager netzwerkfähig ist, kann das Datenmanagement für die im Projektmanager verwalteten Strukturen auch an zentraler Stelle erfolgen: Es wird der Verzeichnispfad zur Datei PRO.DLP auf dem Server eingestellt (siehe Kapitel 4.3, Seite 25).

Der Abschnitt *Option* steuert, ob beim direkten Öffnen einer Datei aus dem Explorer o. ä. eine Meldung erscheint, wenn dieser Dateiordner noch nicht in die Dateiverwaltung des Projektmanagers integriert ist.

## 4.2 Neue Position anlegen



Ein neues Strukturmodell kann – ausschließlich im Projektmanager – angelegt werden mit

- der Schaltfläche [Neue Position] in der Symbolleiste
- dem Menü **Position** → **Neu mit** → **RX-HOLZ**.

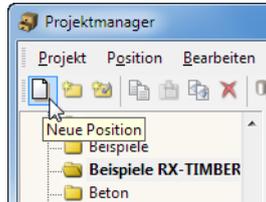


Bild 4.20: Schaltfläche *Neue Position*

Es erscheint der Dialog *Neue Position für RX-HOLZ - Basisangaben*.

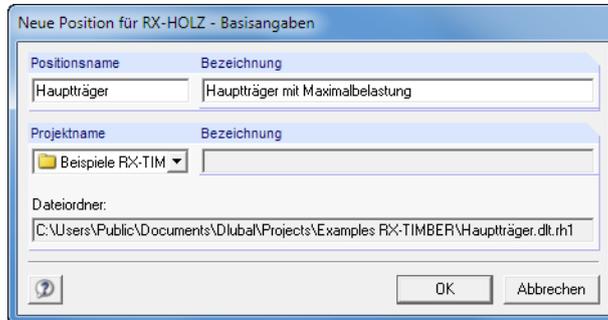


Bild 4.21: Dialog *Neue Position - Basisangaben*

Um zu einem späteren Zeitpunkt die Basisangaben zu bearbeiten, so ist das Kontextmenü der Position zu benutzen (siehe Bild 4.10, Seite 17). Klicken Sie hierzu die Position mit der rechten Maustaste an und wählen den Kontextmenü-Eintrag *Eigenschaften*.

### Positionsname / Bezeichnung

Im Eingabefeld *Positionsname* ist ein Name für die Struktur anzugeben, der gleichzeitig als Dateiname der Position dient. Mit einer *Bezeichnung* kann die Position näher beschrieben werden. Sie erscheint im Ausdruckprotokoll, hat jedoch wie die Projektbezeichnung keine weitere Funktion.



Bild 4.22: Positionsbezeichnung im Ausdruckprotokoll

### Projektname / Bezeichnung

Aus der Liste *Projektname* kann der Projektordner ausgewählt werden, in dem die Position angelegt werden soll. Voreingestellt ist immer das aktuelle Projekt. Dieses lässt sich im Projektmanager abändern (siehe Kapitel 4.1.1, Seite 13).

Zur Information werden auch die *Bezeichnung* und der *Dateiordner* des gewählten Projekts angezeigt.

## 4.3 Verwaltung im Netzwerk

Arbeiten mehrere Anwender an den gleichen Projekten, so kann die Positionsverwaltung über den Projektmanager organisiert werden. Die Voraussetzung ist, dass die Strukturen 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 4.1.1 auf Seite 14 beschrieben. Damit ist es möglich, im Projektmanager direkt auf die Positionen dieses Ordners zuzugreifen, d. h. zu öffnen, kopieren oder mit einem Schreibschutz zu versehen, den Bearbeitungsstand zu verfolgen etc.

Arbeitet ein Kollege bereits an der Position, die geöffnet werden soll, so erscheint ein entsprechender Hinweis. Diese Position kann dann als Kopie geöffnet werden.

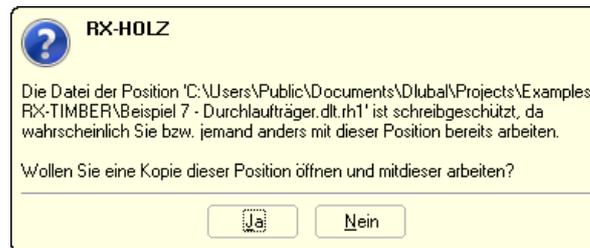


Bild 4.23: Abfrage Position öffnen

Ein automatischer Abgleich der Änderungen ist nicht möglich.



Die Informationen zu den im Projektmanager registrierten Projekten werden in der Datei **PRO.DLP** abgelegt. Es handelt sich hierbei um eine ASCII-Datei, die standardmäßig unter `C:\ProgramData\Dlubal\ProMan` angelegt ist.

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.

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 Menü

**Bearbeiten → Programmoptionen.**

Es öffnet sich ein Dialog, in dem der Speicherort der Datei PRO.DLP festgelegt werden kann (siehe Bild 4.19, Seite 23).

Der Projektmanager läuft auf jedem lokalen Rechner, aber es wird jeweils die zentrale Datei PRO.DLP des Servers genutzt. Alle Anwender können damit gleichzeitig Änderungen an der Projektstruktur vornehmen. Für Schreibzugriffe auf die Datei PRO.DLP wird diese nur ganz kurz gesperrt und dann sofort wieder freigegeben.

# 5. Eingabe

Ehe die Eingabe von Struktur- und Belastungsdaten erfolgen kann, muss eine Position angelegt oder geöffnet werden (siehe Kapitel 4.2, Seite 24).

Es erscheint das Programmfenster des gewählten RX-HOLZ-Programms. Links in diesem Fenster wird ein Navigator angezeigt, der alle verfügbaren Masken verwaltet: Als „Maske“ wird der mittlere Fensterbereich bezeichnet, in dem die Eingaben zum Modell vorgenommen werden können bzw. in dem nach der Berechnung die Ergebnisdetails aufgelistet sind.

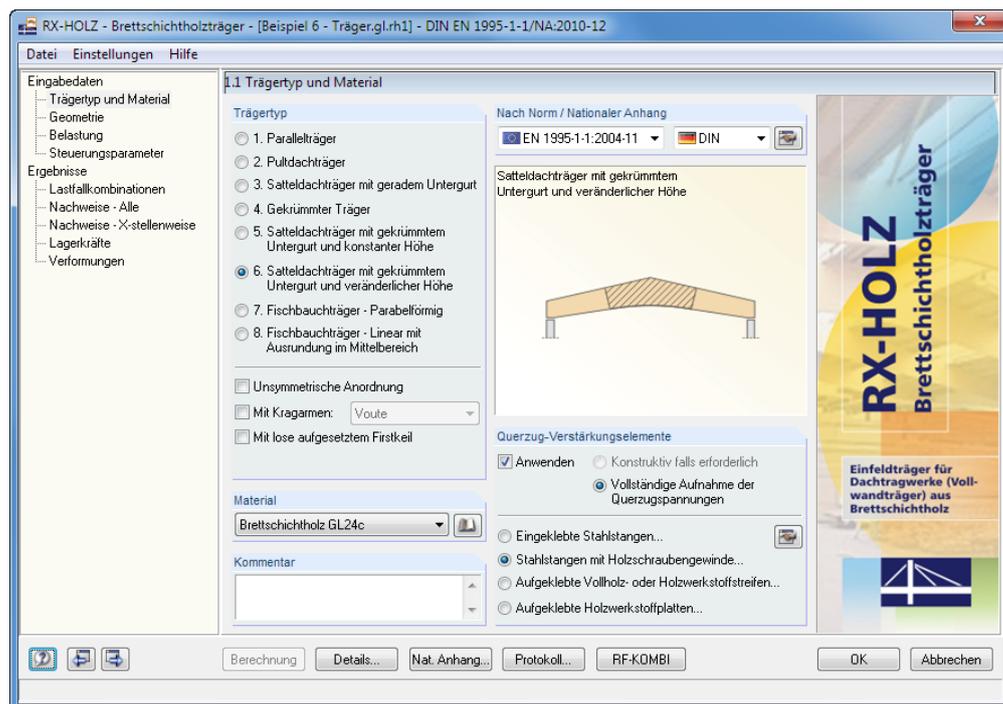
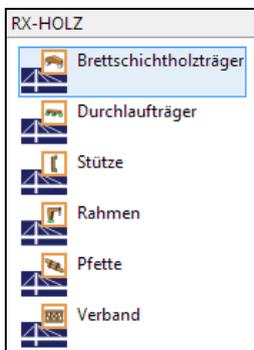


Bild 5.1: RX-HOLZ Brettschichtholzträger Maske 1.1 *Trägertyp und Material*



Die Ansteuerung der Masken erfolgt entweder durch Anklicken eines bestimmten Eintrags im RX-HOLZ-Navigator oder durch Blättern mit den beiden links gezeigten Schaltflächen. Die Funktionstasten [F2] und [F3] blättern ebenfalls eine Maske vorwärts bzw. zurück.

Mit [OK] werden die vorgenommenen Eingaben gesichert und RX-HOLZ verlassen. Ein Klick auf [Abbrechen] beendet das Programm, ohne die Daten zu speichern.

Die weiteren Schaltflächen im unteren Fensterbereich sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
Berechnung	Start der Berechnung
Details...	Aufruf eines Dialogs mit Detaileinstellungen (→ Kapitel 6.1)
Nat. Anhang...	Aufruf der Normparameter für Nationalen Anhang (→ Kapitel 6.2)
Protokoll...	Anzeige der Druckvorschau (→ Kapitel 8)
RF-KOMBI	Aufruf des Moduls RF-KOMBI (→ Kapitel 6.3)

Tabelle 5.1: Standardschaltflächen



In diesem Kapitel werden die einzelnen Eingabemasken am Beispiel des Programms **RX-HOLZ Brett-schichtholzträger** vorgestellt.

## 5.1 Maske 1.1 Basisangaben

Nach dem Programmstart erscheint die Maske 1.1 *Trägertyp und Material* (siehe Bild 5.1). Hier sind grundlegende Einstellungen für den zu bemessenden Träger zu treffen. Eine Grafik stellt den Träger schematisch dar.

### Trägertyp

Im Abschnitt *Trägertyp* stehen acht Trägertypen zur Wahl:

- Parallelträger
- Pultdachträger
- Satteldachträger mit geradem Untergurt
- Bogenträger
- Satteldachträger mit geneigtem Untergurt und konstanter Höhe
- Satteldachträger mit geneigtem Untergurt und veränderlicher Höhe
- Fischbauchträger - Parabelförmig
- Fischbauchträger - Linear mit Ausrundung im Mittelbereich

Unterhalb der Liste sind je nach Typ bis zu drei Optionen verfügbar, über die die Geometrie näher spezifiziert werden kann:

- Unsymmetrische Anordnung
- Mit Kragarmen: Waagrecht, Parallel, Voute oder Absatz
- Mit loseem Firstkeil

Folgende Tabelle bietet einen Überblick über die Möglichkeiten, verschiedene Trägertypen zu definieren:

Trägertyp	Unsymmetrische Anordnung	Mit Kragarmen				Mit loseem Firstkeil	Querzug-Verstärkungselemente
		Waagrecht	Parallel	Voute	Absatz		
1			x	x	x		
2		x		x	x		
3	x	x		x	x		x
4	x	x	x	x	x		x
5	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x
7			x	x	x		
8			x	x	x		

Tabelle 5.2: Überblick Trägertypen

### Norm / Nationaler Anhang

Die Bemessungsnorm wird einheitlich für alle Nachweisarten festgelegt. Es stehen diese beiden Holzbaunormen zur Auswahl.



Bild 5.2: Auswahl der Bemessungsnorm

Für EN 1995-1-1:2004 kann in der Liste rechts der *Nationale Anhang* ausgewählt werden.



Bild 5.3: Auswahl des Nationalen Anhangs



Mit der Schaltfläche [Bearbeiten] lassen sich die Beiwerte des gewählten Nationalen Anhangs überprüfen und ggf. anpassen.

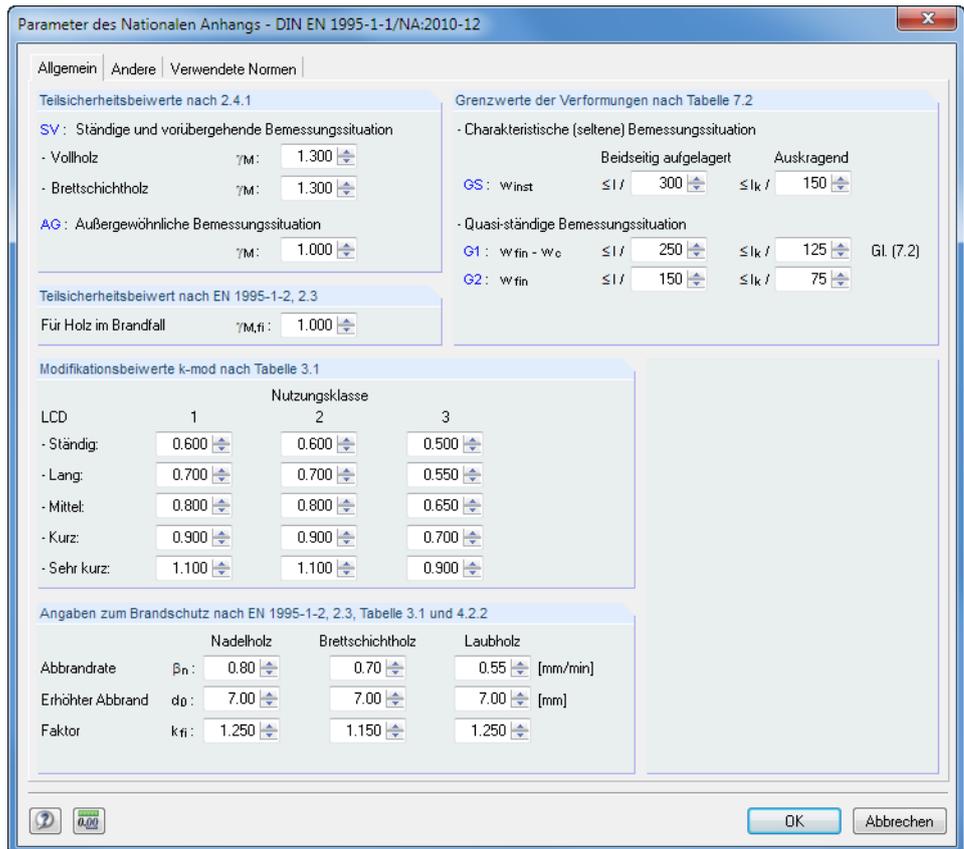


Bild 5.4: Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs*, Register *Allgemein*

Dieser Dialog ist im Kapitel 6.2 auf Seite 54 näher beschrieben.

### Material

Im Abschnitt *Material* kann die gewünschte Holzgüte aus einer Liste ausgewählt werden. Zur Verfügung stehen die nach DIN 1052:2008-12 und EN 1995-1-1:2004-11 genormten Materialgüten für Brettschichtholz. Weiterhin besteht für den Anwender die Möglichkeit, eine Festigkeitsklasse mit benutzerdefinierten Materialkennwerten zu generieren.

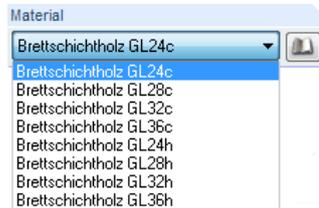


Bild 5.5: Auswahl der Brettschichtholz-Festigkeitsklasse



Über die Schaltfläche [Bibliothek] ist die Materialdatenbank zugänglich. Dort können die für die Berechnung verwendeten Werkstoffeigenschaften eingesehen werden. Die vordefinierten Holzgüten sind nicht editierbar. Damit ist sichergestellt, dass die verwendeten Materialeigenschaften denen der angezeigten Brettschichtholzklasse entsprechen.

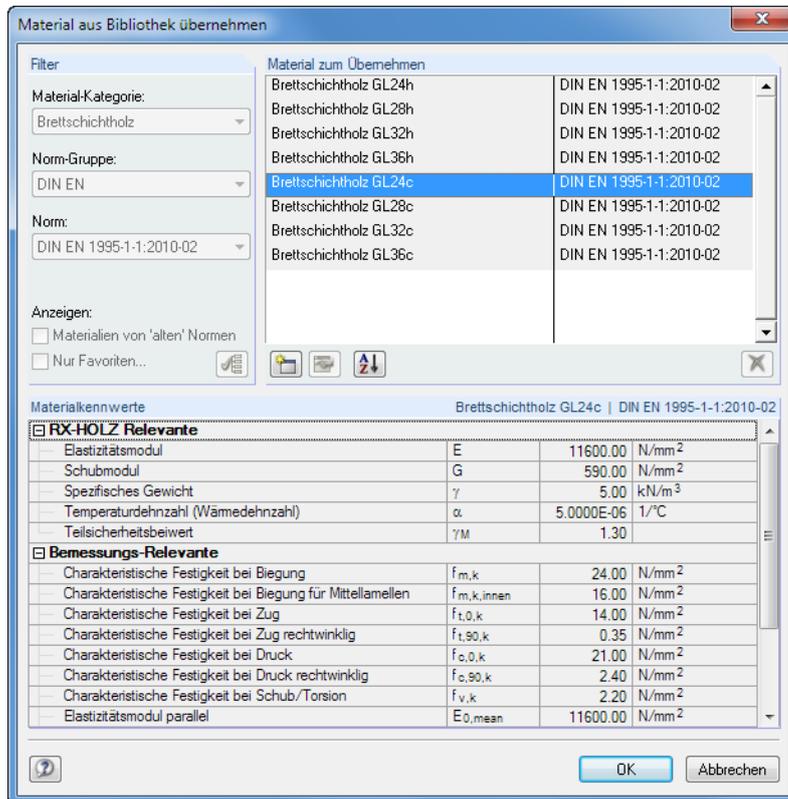


Bild 5.6: Materialbibliothek



In der Materialbibliothek besteht die Möglichkeit, eine benutzerdefinierte Holzgüte zu definieren: Über die Schaltfläche [Neu] wird zunächst ein neues Material auf der Basis des aktuell ausgewählten Materials erstellt. Zunächst muss die Materialbezeichnung geändert werden, da sich das neue Material ansonsten nicht speichern lässt. Anschließend können die Parameter angepasst werden. [OK] speichert das neue Material in der Bibliothek ab. Die neue Holzgüte steht nun für alle weiteren Berechnungen zur Verfügung.



Bei Bedarf lassen sich benutzerdefinierte Materialien in der Bibliothek wieder [Bearbeiten] oder [Löschen].

## Querzug-Verstärkungselemente

Der Abschnitt *Querzug-Verstärkungselemente* steuert, ob eine Querzugverstärkung berücksichtigt wird. Diese Einstellung ist nur für die Trägertypen 3 bis 6 relevant; sie ist bei den übrigen Trägertypen nicht zugänglich.

Ist das Kontrollfeld *Anwenden* aktiviert, kann zunächst zwischen den Optionen

- Konstruktiv falls erforderlich
- Vollständige Aufnahme der Querzugspannungen

gewählt werden.

Bei der ersten Option wird überprüft, ob eine konstruktive Querzugverstärkung nach den Vorgaben der Norm erforderlich ist und ggf. berücksichtigt werden muss.

Bei Auswahl der zweiten Option wird die gesamte Querzugspannung von Verstärkungselementen aufgenommen – unabhängig davon, ob konstruktiv eine Bewehrung überhaupt erforderlich wäre.

Für die Querzugverstärkung können folgende Verstärkungselemente definiert werden:

- Eingeklebte Stahlstangen
- Stahlstangen mit Holzschraubengewinde
- Aufgeklebte Vollholz- oder Holzwerkstoffstreifen
- Aufgeklebte Holzwerkstoffplatten

Die Definitionsparameter sind jeweils über die Schaltfläche [Bearbeiten] zugänglich.

### Eingeklebte Stahlstangen

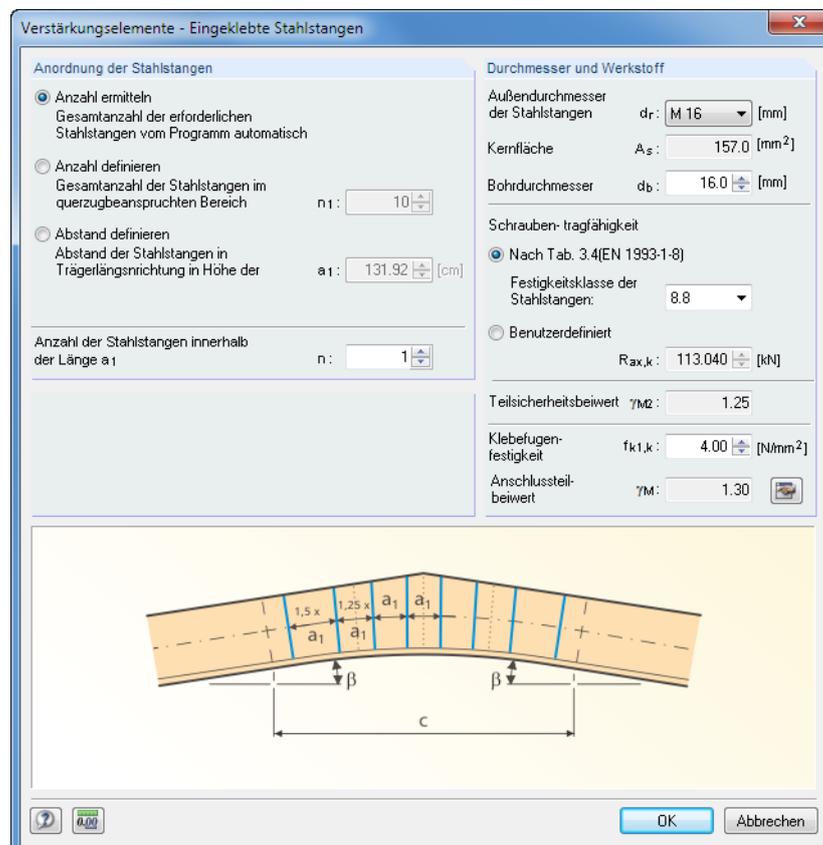


Bild 5.7: Dialog *Verstärkungselemente - Eingeklebte Stahlstangen*

Im Abschnitt *Anordnung der Stahlstangen* kann festgelegt werden, wie die Stahlstangen arangiert werden sollen. Es stehen drei Varianten zur Wahl:

- *Anzahl ermitteln*  
RX-HOLZ berechnet die Anzahl der erforderlichen Stahlstangen und die daraus resultierenden Abstände automatisch.
- *Anzahl definieren*  
Man definiert die Anzahl  $n_1$  der zu verwendenden Stahlstangen. RX-HOLZ versucht, damit den Nachweis zu führen. Die Stäbe werden automatisch über die Länge  $c$  verteilt (siehe Dialoggrafik).
- *Abstand definieren*  
Man legt den Abstand  $a_1$  der Stangen fest. RX-HOLZ ermittelt die erforderliche Anzahl der Stangen und versucht, diese mit dem vorgegebenen Abstand unterzubringen.

Unabhängig von der gewählten Variante kann die Anzahl  $n$  der Stahlstangen innerhalb der Länge  $a_1$  vorgegeben werden. Die Stangen können in der Ausführung sowohl nebeneinander als auch versetzt zueinander angeordnet sein.

Im Abschnitt *Durchmesser und Werkstoff* werden die Eigenschaften der Stahlstangen definiert. Zur Auswahl stehen die gängigen *Außendurchmesser*  $d_r$  der Stahlstangen, die *Festigkeitsklasse* sowie die *Schraubentragfähigkeit* und *Klebefugenfestigkeit*. Es besteht noch die Möglichkeit von Feineinstellungen: Bei der Vorgabe eines Außendurchmessers wird automatisch ein geeigneter *Bohrdurchmesser*  $d_b$  angegeben. Dieser lässt sich ggf. anpassen, um spezielle Produktionsweisen in der Berechnung berücksichtigen zu können.



Über die Schaltfläche [Bearbeiten] kann Einfluss auf den *Teilsicherheitsbeiwert*  $\gamma_{M2}$  und den *Anschlussbeiwert*  $\gamma_M$  genommen werden: Es wird der Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* aufgerufen (siehe Bild 6.3, Seite 54), in dem sich die Beiwerte entsprechend anpassen lassen.

Bei einer vollständigen Aufnahme der Querspannungen werden die Verstärkungen nach EN 1995-1-1/NA:2010, Gleichung (NA.95a) bzw. (NA.95b) bemessen. Gleichung (NA.95b) ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Abstände der Querspannung um 50 %. Deshalb wird bei einer vollständigen Aufnahme im äußeren Bereich der Faktor 1,5 verwendet.

Im Falle einer konstruktiven Verstärkung wird eine gleichmäßige Verteilung über den gesamten Querschnitt angeordnet.



Werden die Anzahl oder der Abstand benutzerdefiniert festgelegt, so stellt auch die Grafik des Trägers in Maske 1.2 *Geometrie* die entsprechenden Stahlstangen dar (siehe Bild 5.10, Seite 34). Bei einer programmseitigen Ermittlung kann die Visualisierung erst nach der Berechnung erfolgen.

### Stahlstangen mit Holzschraubengewinde

Der Dialog zur Definition von Stahlstangen mit Holzschraubengewinde ist bis auf eine Ausnahme mit dem oben beschriebenen Dialog identisch (siehe Bild 5.7): Anstelle des Außendurchmessers ist hier der *Nenn Durchmesser der Stahlstangen* anzugeben.

## Aufgeklebte Vollholz- oder Holzwerkstoffstreifen

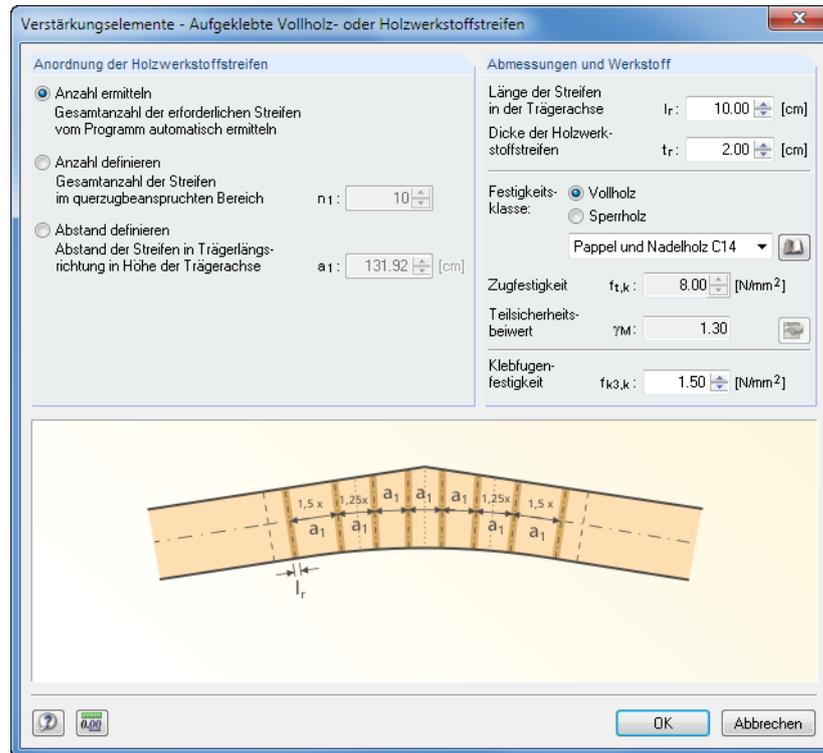


Bild 5.8: Dialog *Verstärkungselemente - Aufgeklebte Vollholz- oder Holzwerkstoffstreifen*

Im Abschnitt *Anordnung der Holzwerkstoffstreifen* kann festgelegt werden, wie die Streifen arrangiert werden sollen. Es stehen drei Varianten zur Wahl:

- *Anzahl ermitteln*  
RX-HOLZ berechnet die Anzahl der erforderlichen Vollholz- oder Holzwerkstoffstreifen und die daraus resultierenden Abstände automatisch.
- *Anzahl definieren*  
Man definiert die Anzahl  $n_1$ , der zu verwendenden Holzwerkstoffstreifen. RX-HOLZ versucht, damit den Nachweis zu führen. Die angenommene Verteilung der Streifen wird in der Grafik symbolisch dargestellt.
- *Abstand definieren*  
Man legt den Abstand  $a_1$ , der Streifen fest. RX-HOLZ ermittelt die erforderliche Anzahl der Streifen und versucht, diese mit dem vorgegebenen Abstand unterzubringen.

Im Abschnitt *Abmessungen und Werkstoff* werden die Eigenschaften der Holzstreifen definiert. Zunächst sind die *Länge*  $l_r$ , bezogen auf die Trägerlängsachse und die *Dicke*  $t_r$ , der Streifen festzulegen. Zudem ist anzugeben, ob die Streifen aus *Vollholz* oder *Sperrholz* bestehen. Bei Vollholz wird davon ausgegangen, dass der Faserverlauf der Streifen rechtwinklig zur Trägerlängsachse verläuft. Zur Information werden die *Zugfestigkeit*  $f_{t,k}$  und der *Teilsicherheitsbeiwert*  $\gamma_M$  der gewählten Holzfestigkeitsklasse angegeben.

Die *Klebefugenfestigkeit*  $f_{k3,k}$  definiert die Kraftübertragung zwischen den Holzwerkstoffstreifen und dem Träger.



Bei Sperrholz kann über die Schaltfläche [Bearbeiten] der *Teilsicherheitsbeiwert*  $\gamma_M$  geändert werden: Es wird der Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* aufgerufen (siehe Bild 6.3, Seite 54), in dem sich der Beiwert entsprechend anpassen lässt.

## Aufgeklebte Holzwerkstoffplatten

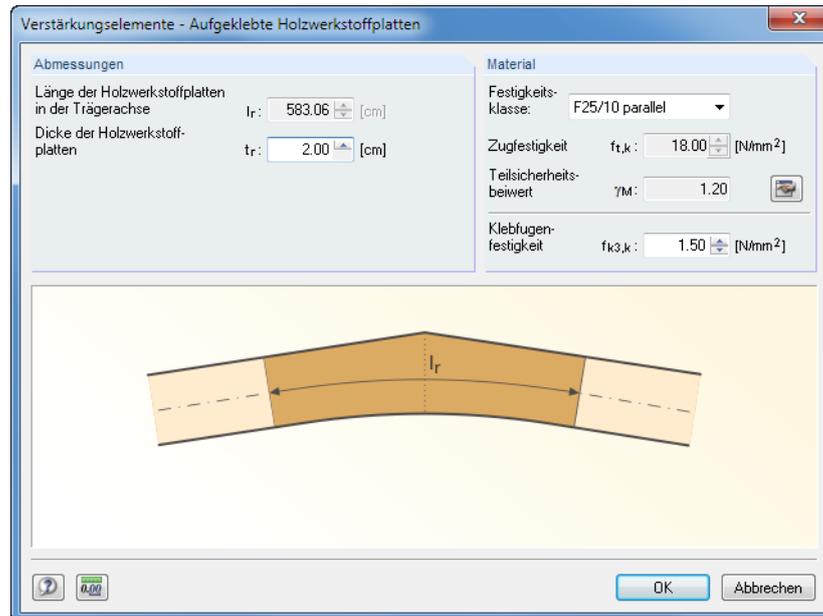


Bild 5.9: Dialog *Verstärkungselemente - Aufgeklebte Holzwerkstoffplatten*

Im Abschnitt *Abmessungen* gibt RX-HOLZ die *Länge*  $l_r$  der aufgeklebten Holzwerkstoffplatten vor: Sie entspricht der Länge der gebogenen Trägerachse, die sich aus den Eingaben in der folgenden Maske 1.2 *Geometrie* ergibt. Die *Dicke*  $t_r$  der Platten kann benutzerdefiniert festgelegt werden.

Im Abschnitt *Material* kann in der Liste *Festigkeitsklasse* zusätzlich zur Holzgüte zwischen paralleler und senkrechter Anordnung der Holzwerkstoffplatten gewählt werden. Zur Information wird die verwendete *Zugfestigkeit*  $f_{t,k}$  angezeigt.

Über die Schaltfläche [Bearbeiten] kann Einfluss auf den *Teilsicherheitsbeiwert*  $\gamma_M$  genommen werden: Es wird der Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* aufgerufen (siehe Bild 6.3, Seite 54), in dem sich der Beiwert entsprechend anpassen lässt.

Die *Klebfugenfestigkeit*  $f_{k3,k}$  definiert die mögliche Kraftübertragung zwischen Holzwerkstoffplatte und Träger.

### Kommentar

Im Abschnitt *Kommentar* der Maske 1.1 kann ein Kommentar eingegeben werden, um z. B. den Träger kurz zu beschreiben. Der Kommentar erscheint auch im Ausdruckprotokoll.

## 5.2 Maske 1.2 Geometrie

In Maske 1.2 *Geometrie* ist die Trägergeometrie zu definieren – basierend auf der in Maske 1.1 *Trägertyp und Material* gewählten Grundform. Je nach zuvor gewähltem Trägertyp und Zusatzoptionen (unsymmetrisch, mit/ohne Kragarm, loser Firstkeil) erscheinen die folgenden Parametergruppierungen:

- Gebäude-Abmessungen
- Dachträger-Geometrie
- Kragarm/e (ggf. links/rechts)
- Querschnitt
- Angaben für Kippen
- Attika links
- Attika rechts
- Info-Parameter

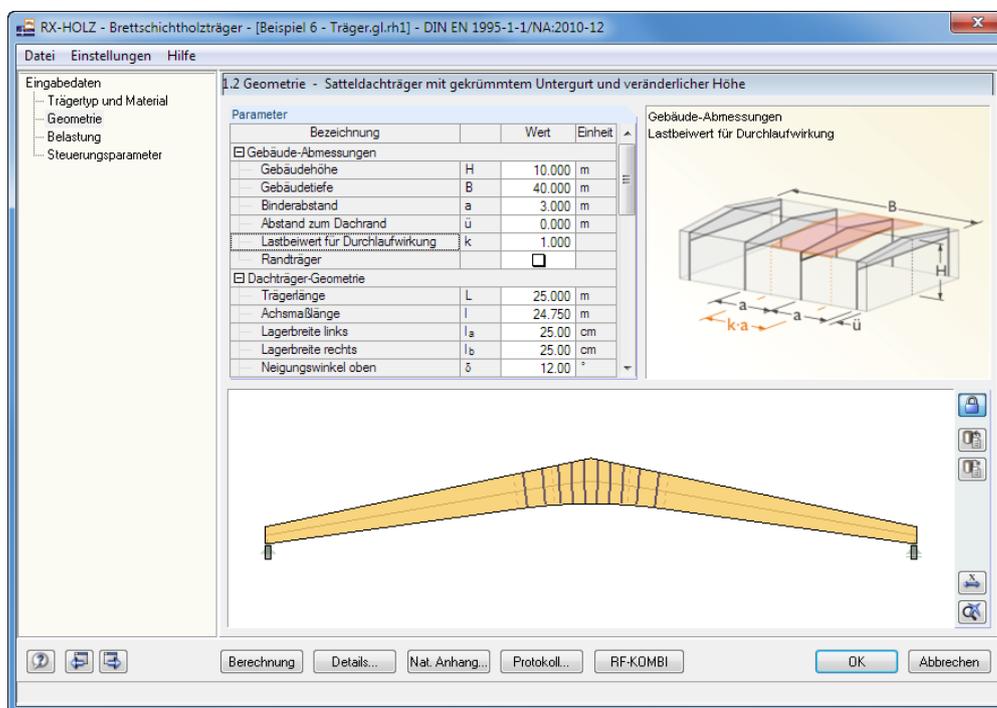


Bild 5.10: Maske 1.2 *Geometrie*

Die Gruppen lassen sich zur Erhöhung der Übersichtlichkeit durch einen Klick auf das [-] bzw. [+] Zeichen vor dem Gruppennamen auf- bzw. zuklappen.

Zu jedem Parameter erscheint rechts eine beschreibende Grafik. Der relevante Wert ist dabei in der Gebäude- bzw. Trägerskizze farbig hervorgehoben.

### Gebäude-Abmessungen

Die Gruppe *Gebäude-Abmessungen* (siehe Bild 5.10) ist bei allen Trägervarianten identisch. Diese Parameter werden für die automatische Lastermittlung von Wind- und Schneelasten (*Gebäudehöhe H* und *Gebäudetiefe B*) sowie für die Festlegung der Einzugsfläche (*Binderabstand a* und *Abstand zum Dachrand ü*) benötigt.

Der *Abstand zum Dachrand ü* ermöglicht es, eine zusätzliche Last einzugsfläche für Randbinder zu berücksichtigen. RX-HOLZ nimmt als Last einzugsfläche standardmäßig  $2 \cdot a/2$ , für Randbinder  $a/2 + \ddot{u}$  an.

Der *Lastbeiwert für Durchlaufwirkung*  $k$  ermöglicht die Erhöhung der resultierenden Binderlast mit einem Faktor, um so den Einfluss aus Durchlaufwirkung zu berücksichtigen. Dieser Einfluss variiert je nach Dachbereich, sodass der geeignete Faktor manuell ermittelt und entsprechend eingetragen werden kann.

Beim Aktivieren der Option *Randträger* wird die reduzierte Lasteinzugsfläche eines Randbinders angenommen.

### Dachträger-Geometrie

In dieser Gruppe sind die einzelnen Abmessungen des Trägers festzulegen. Die Anzahl der Parameter variiert je nach Trägertyp. Zur Erläuterung wird jeder Eingabewert in der Grafik rechts angezeigt. Manche Werte sind voneinander abhängig und wirken daher interaktiv: Bei der Eingabe der *Trägerlänge*  $L$  ändert sich automatisch die *Achismaßlänge*  $l$ ; bei der Eingabe der *Lagerbreite links*  $l_a$  bzw. *rechts*  $l_b$  wird die Achismaßlänge entsprechend angepasst.

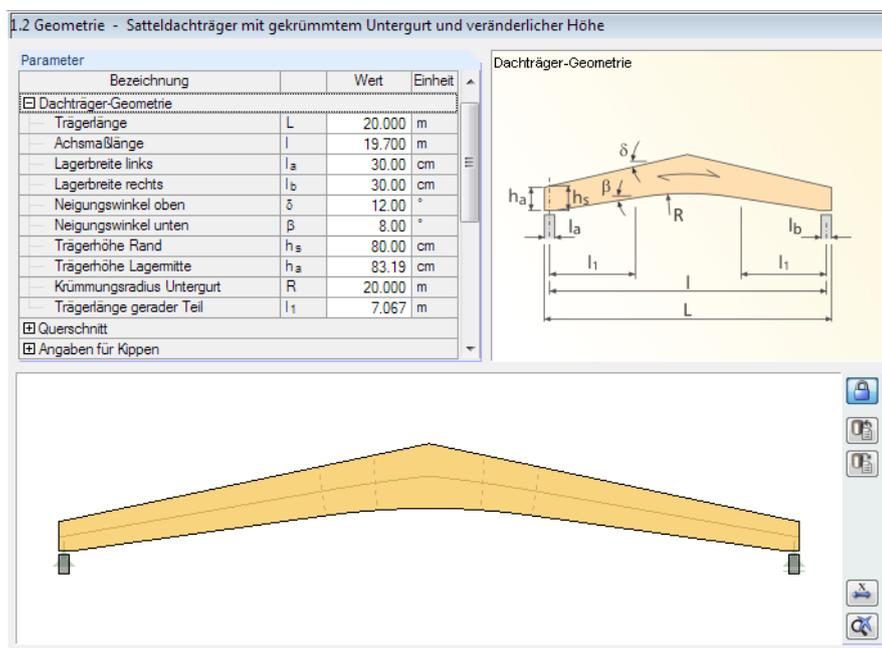


Bild 5.11: Parameter der *Dachträger-Geometrie*



Die interaktive Anpassung der Parameter lässt sich über nebenstehende Schaltfläche unterbinden bzw. wieder aktivieren. Ist diese [Plausibilitätskontrolle] ausgeschaltet, können beliebige Eingaben gemacht werden. Am Ende der Eingabe sollte die Kontrolle wieder aktiviert werden, um die korrekte Definition der Geometrie sicherzustellen. Falls die Geometrie nicht innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte liegt, so erscheint eine entsprechende Meldung.

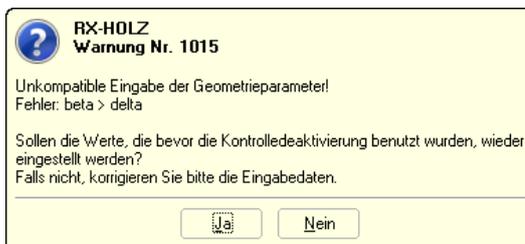


Bild 5.12: Plausibilitätskontrolle: Warnung bei Unstimmigkeit der Geometrie

Die Meldung benennt die problematischen Parameter und bietet zwei Möglichkeiten an, um das Problem zu behandeln: [Ja] stellt die Standardwerte mit einer stimmigen Geometrie her; [Nein] bewirkt die Rückkehr zur Eingabemaske, um die Parameter manuell zu korrigieren. Die problematischen Parameter werden dabei farbig hervorgehoben.

### Kragarme

Diese Gruppe erscheint nur, wenn in Maske 1.1 die Option *Mit Kragarmen* aktiviert wurde. Je nachdem, ob ein symmetrischer oder unsymmetrischer Träger vorliegt, erscheinen ein oder zwei Gruppierungen, um den bzw. die Überstände zu definieren.

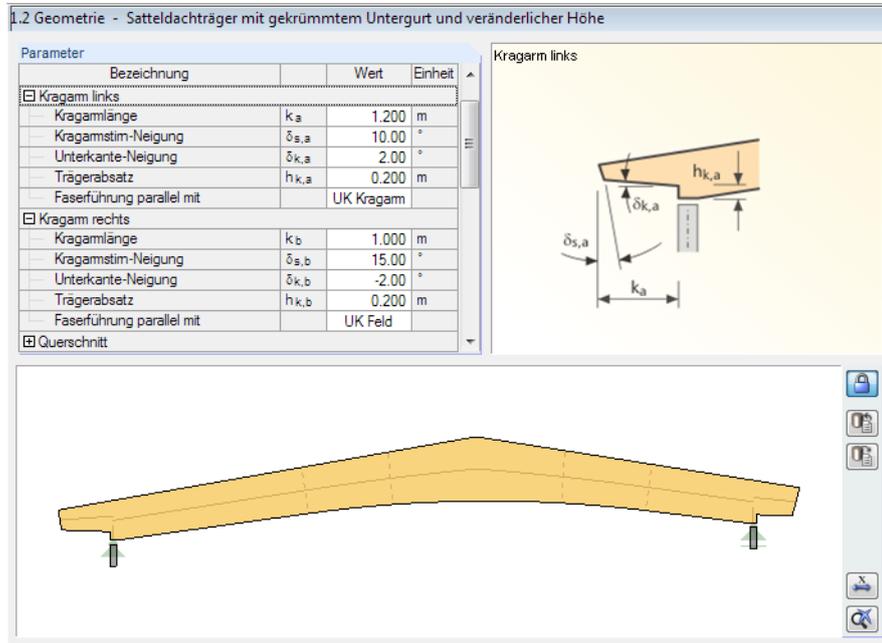


Bild 5.13: Parameter der *Kragarme*

Auch für die Kragarme wird je nach Kragarmtyp eine Grafik angezeigt, die die Bedeutung der Parameter erläutert.

### Querschnitt

Hier ist die *Querschnittsbreite*  $b$  sowie die *Lamellendicke*  $t$  anzugeben. Die Dicke  $t$  wirkt sich auch auf die Schrittweite aus, die später bei der Trägeroptimierung festgelegt werden kann.

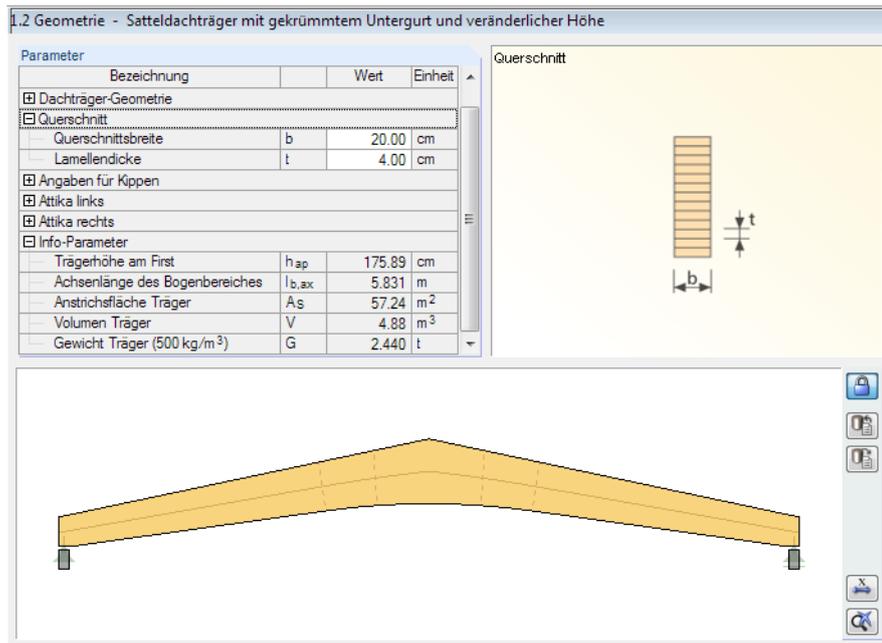


Bild 5.14: Parameter für *Querschnitt*

## Angaben für Kippen

Diese Gruppe steuert, ob ein Kippsicherheitsnachweis geführt wird. Wird hier die Option *Träger kippgefährdet* aktiviert, so werden die relevanten Parameter zugänglich.

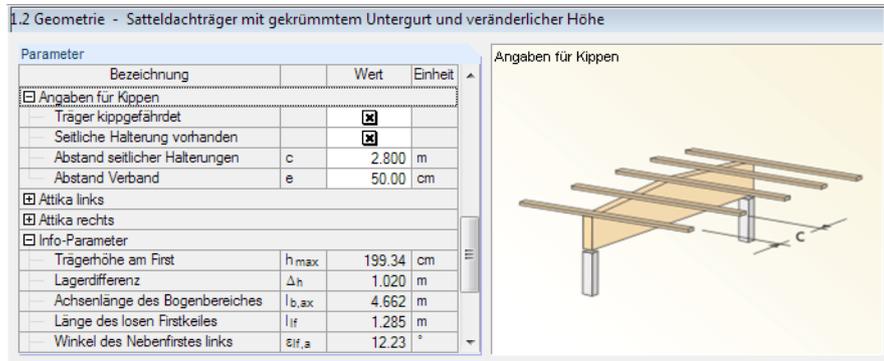


Bild 5.15: Parameter der Angaben für Kippen

Über die Option *Seitliche Halterung vorhanden* können zusätzliche seitliche Stützungen z. B. durch Pfetten berücksichtigt und anschließend deren Abstände und Lage definiert werden.

Mit dem Wert *Abstand Verband*  $e$  kann das Kippmoment  $T_d$  am Auflager für Gabellagerung ermittelt werden.

$$T_d = M_d \cdot \left[ \frac{1}{80} - \frac{1}{60} \cdot \frac{e}{h} \cdot (1 - k_m) \right]$$

Gleichung 5.1: Ermittlung des Kippmoments  $T_d$  gemäß DIN 1052: 2004-08, Gleichung (14)

Nach EN 1995-1-1 sollte folgendes Moment am Auflager durch die Gabellagerung oder einen Verband aufgenommen werden können.

$$M_{\text{tor,d}} = M_d / 80$$

Gleichung 5.2: Moment  $M_{\text{tor,d}}$  gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, Gleichung (NA.129)

Bei der Bemessung nach EN 1995-1-1 wird überprüft, ob die Kippschlankheit  $\lambda_{\text{ef}}$  kleiner oder gleich 225 ist. Ist dies nicht der Fall, unterbleibt der Nachweis.

## Attika links/rechts

In den Gruppen *Attika links* bzw. *Attika rechts* kann festgelegt werden, ob eine Attika am Dach berücksichtigt werden soll oder nicht.

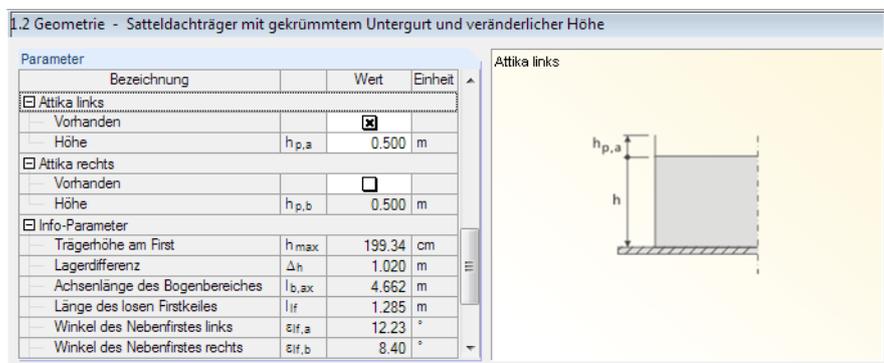


Bild 5.16: Parameter für Attika links und Attika rechts

Die Parameter der Attika wirken sich auf die Schneelastgenerierung aus (siehe Bild 5.17).

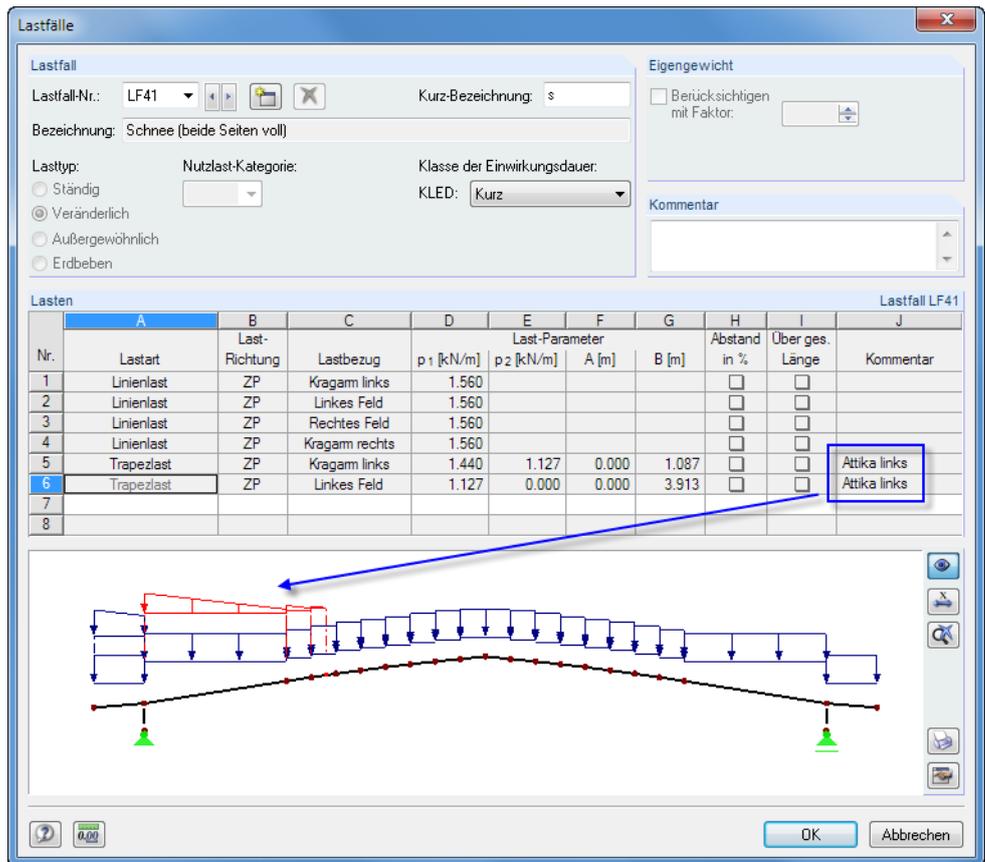


Bild 5.17: Einfluss der Attika auf die Generierung der Schneelasten

### Info-Parameter

Als letzte Gruppe erscheinen die *Info-Parameter* mit verschiedenen Geometriedaten. Diese Werte können nicht geändert werden und haben ausschließlich informativen Charakter. Je nach Trägertyp variiert die Anzahl der angezeigten Werte.

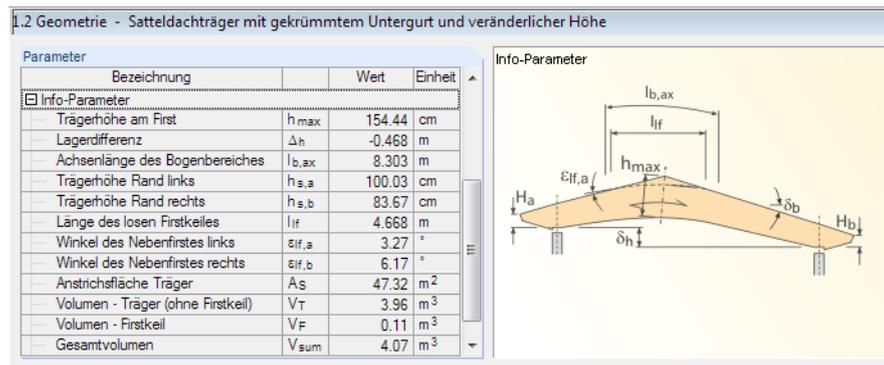


Bild 5.18: Info-Parameter

Auch hier wird für jeden einzelnen Wert eine Grafik angezeigt, die die Bedeutung des Parameters erläutert.

## 5.3 Maske 1.3 Belastung

In dieser Maske sind alle Belastungen zu definieren. Die einzelnen Abschnitte der Maske werden im Folgenden näher erläutert.

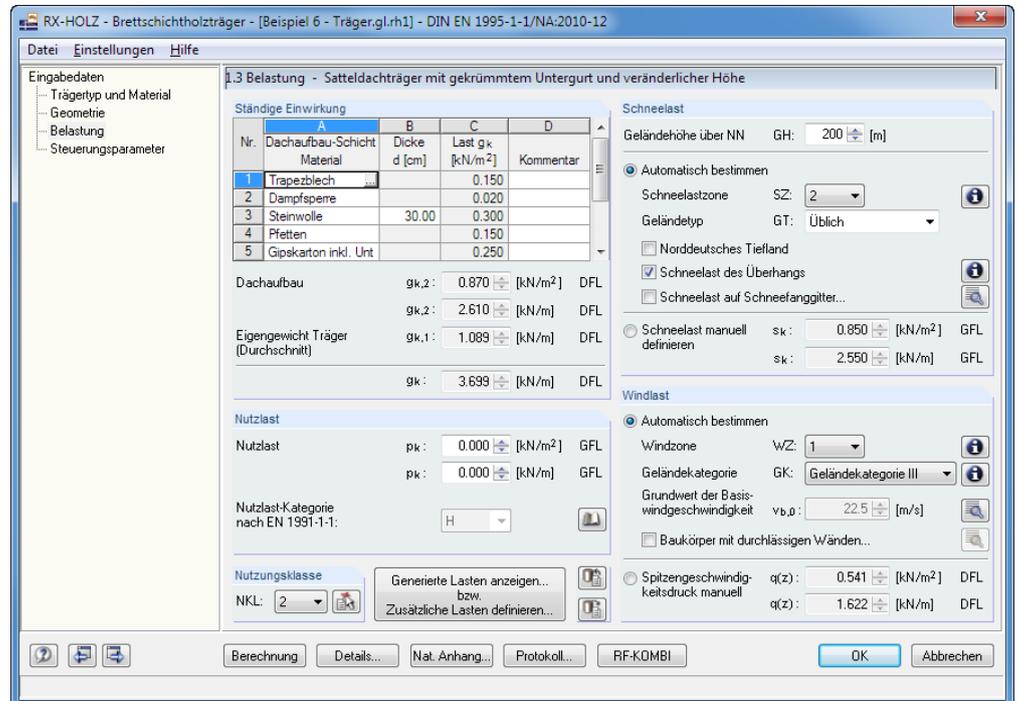


Bild 5.19: Maske 1.3 *Belastung*

### Ständige Einwirkung



Das Eigengewicht des Trägers wird automatisch berücksichtigt; es muss nicht speziell definiert werden. Auf Seite 47 ist beschrieben, wie die Berücksichtigung des Eigengewichts aufgehoben werden kann.



In der Tabelle können zusätzliche, ständig wirkende Dachlasten wie z. B. der Dachaufbau definiert werden. Mit einem Mausklick in eine Zelle der Tabellenspalte A erscheint dort die Schaltfläche [...] (siehe Bild 5.19). Diese eröffnet den Zugang zur Materialbibliothek mit vordefinierten Dachlasten (siehe Bild 5.20). Diese sind nach verschiedenen *Kategorien* geordnet und flächenbezogen in  $[kN/m^2]$  oder volumenbezogen in  $[kN/m^3]$  angegeben. Ein Material kann mit einem Mausklick ausgewählt und mit [OK] übernommen werden. Ein Doppelklick übergibt das Material ebenfalls in die ursprüngliche Tabelle.



Die Tabelleneinträge der Materialbibliothek (Bild 5.20) werden über die [Bearbeiten]-Schaltfläche für Änderungen zugänglich. Damit lässt sich die Bezeichnung und das spezifische Gewicht des aktuellen Materials anpassen.

Am Ende der Materialbibliothek-Tabellen befindet sich eine Leerzeile, die für die Erweiterung der Datenbank benutzt werden kann: Nach dem Eintragen eines neuen Materials wird die Tabelle automatisch um eine neue leere Zeile ergänzt. Damit lässt sich die Bibliothek beliebig erweitern.



Wenn die Materialbibliothek erweitert oder bearbeitet wurde, sollte sie mit [OK] geschlossen werden, um die Änderungen dauerhaft abzuspeichern. Die Anpassungen lassen sich auch mit der links dargestellten Schaltfläche [Anwenden] speichern.

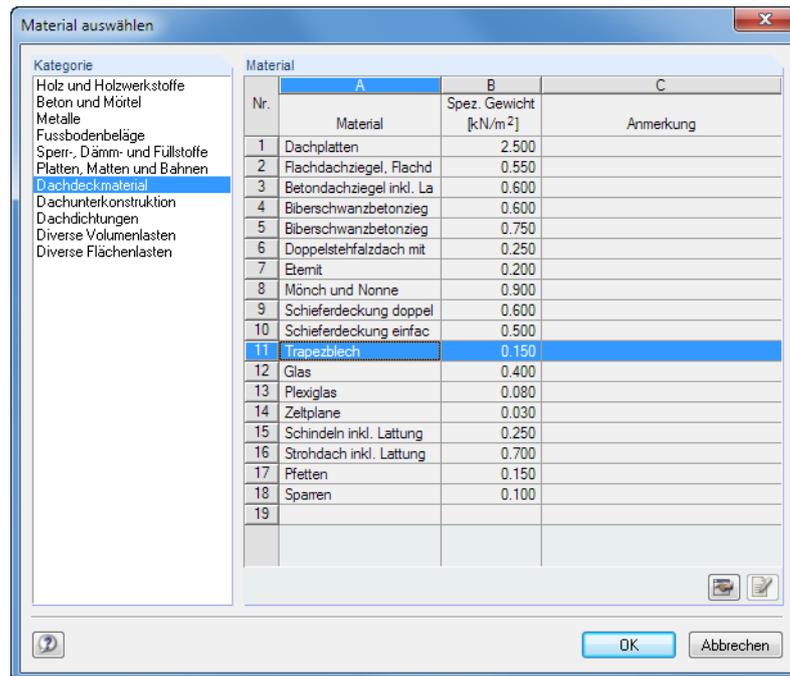


Bild 5.20: Materialbibliothek für ständige Einwirkungen

Bei Lasten, die in der Bibliothek als Volumenlasten angegeben sind, muss in Spalte B der Maske 1.3 zusätzlich die *Dicke d* angegeben werden.

Jede Last kann in Spalte D zusätzlich mit einem Kommentar versehen werden.

Unterhalb der Tabelle werden die Flächenlasten aufsummiert ( $g_{k,2}'$ ), in eine Streckenlast umgerechnet ( $g_{k,2}$ ) und zusammen mit dem Eigengewicht ( $g_{k,1}$ ) als ständige Last ( $g_k$ ) ausgewiesen. Das Eigengewicht des Trägers wird hier als Durchschnittswert angegeben, in der Berechnung jedoch exakt als veränderliche Streckenlast berücksichtigt.

### Nutzlast

In diesem Abschnitt stehen zwei Eingabefelder zur Verfügung, die miteinander verbunden sind. Entweder wird die Flächenlast  $p_k'$  [kN/m²] definiert, die dann automatisch in die entsprechende Streckenlast  $p_k$  [kN/m] für einen Binder umgerechnet wird. Die Umrechnung zwischen den beiden Werten erfolgt unter Berücksichtigung der Vorgaben für die *Gebäude-Abmessungen* in Maske 1.2:

- Randträger:  $p_k = p_k' \cdot \left(\frac{a}{2} + \ddot{u}\right) \cdot k$
- Innenträger:  $p_k = p_k' \cdot a \cdot k$

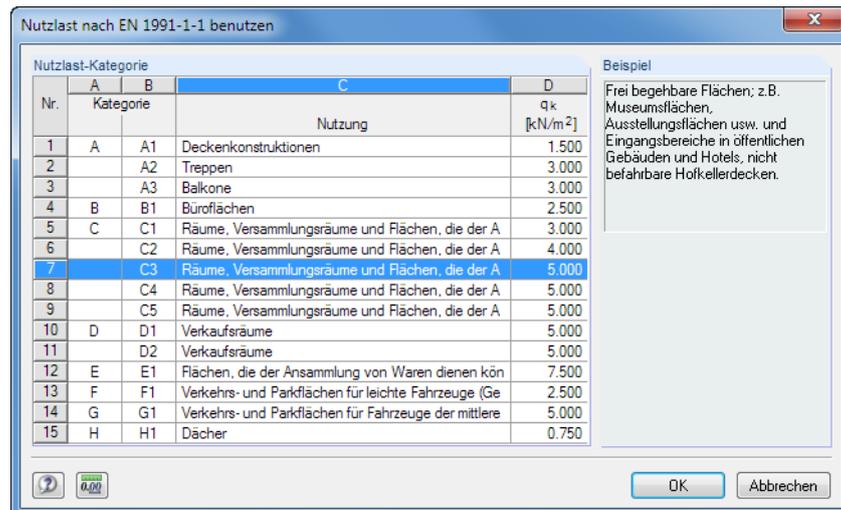
Gleichung 5.1: Umrechnung von Flächen- in Streckenlasten

Alternativ wird die Streckenlast  $p_k$  direkt eingegeben. In diesem Fall erscheint dann im Feld für  $p_k'$  der entsprechende Wert der Flächenlast.



Über die links dargestellte Schaltfläche kann die Nutzlast nach [3] bzw. [7] auch in einer Tabelle ausgewählt werden (siehe Bild 5.21).

Ist eine Nutzlast definiert, sind die Auswahlfelder zur Festlegung der *Nutzlast-Kategorie* nach *DIN 1052* und *DIN 1055-100* bzw. *EN 1991-1-1* aktiv. In den meisten Fällen kann die voreingestellte Kategorie *H* ohne Änderung übernommen werden. Die Kategorie steuert die  $\psi$ -Beiwerte nach [2] Tabelle A.2 bzw. [9] Tabelle A.1.1 sowie die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) nach [1] Tabelle 4 bzw. [7] Tabelle NA.1.

Bild 5.21: Dialog *Nutzlast nach EN 1991-1-1 benutzen*

Die  $\psi$ -Beiwerte werden aus dem Modul RF-KOMBI übernommen und können dort bei Bedarf angepasst werden (siehe Bild 11.12, Seite 112). Nähere Informationen hierzu finden sich im Kapitel 6.3 sowie im Handbuch von RF-KOMBI.

### Nutzungsklasse



Im linken unteren Abschnitt der Maske 1.3 ist die Nutzungsklasse *NKL* für den gesamten Träger anzugeben. Die links dargestellte Schaltfläche ruft einen Auswahldialog mit kurzen Erläuterungen zu den einzelnen Nutzungsklassen auf.

### Schneelast

Dieser Abschnitt verwaltet die Parameter zur automatischen Erzeugung der Schneelastfälle. Die Generierung erfolgt nach den Regeln der DIN 1055-5 bzw. EN 1991-1-3.

Zunächst ist die *Geländehöhe* über Meeresniveau in Metern einzugeben. Anschließend lässt sich die Schneelast entweder *Automatisch bestimmen* oder *Manuell definieren*.

#### Automatisch bestimmen



Die *Schneelastzone SZ* kann direkt aus der Liste gewählt oder durch einen Doppelklick in die Schneelastkarte (Bild 5.22) festgelegt werden. Die Karte der Schneelastzonen ist über die [Info]-Schaltfläche zugänglich.

Für EN 1991-1-3 ist zusätzlich der *Geländetyp GT* anzugeben. In der Liste stehen die Optionen *Windig*, *Üblich* und *Geschützt* zur Auswahl.



Zusätzlich stehen die Optionen *Norddeutsches Tiefland*, *Schneelast des Überhangs* und *Schneelast auf Schneefanggitter* zur Verfügung, die mit den entsprechenden Zusatzangaben eine gezielte Steuerung der Lastgenerierung erlauben. Auch für diese Optionen lassen sich mit [Info] zusätzliche Informationen einblenden.



In der Schneelastkarte von Deutschland (siehe folgendes Bild) ist auch der Bereich *Norddeutsches Tiefland* gekennzeichnet. Bei Auswahl dieser Option wird ein zusätzlicher außergewöhnlicher Lastfall mit den 2,3-fachen Schneelasten erzeugt.

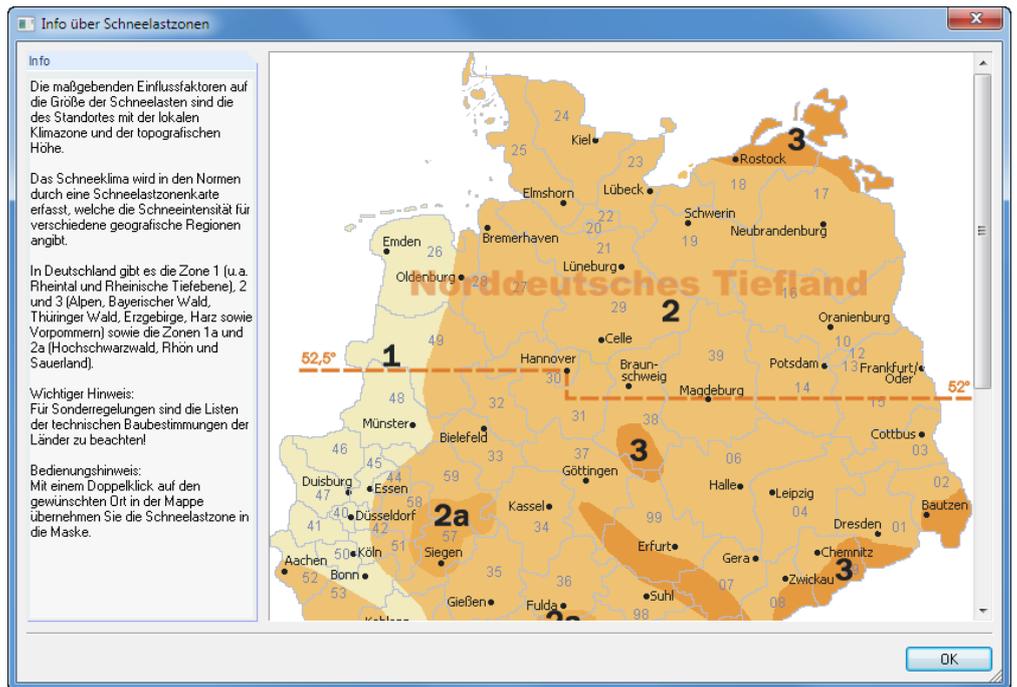


Bild 5.22: Schneelastzonenkarte für Deutschland



Für die Berücksichtigung der *Schneelast aus Überhang* gibt ein Fenster Aufschluss über die Gleichung, die zur Ermittlung dieser Zusatzlast verwendet wird.

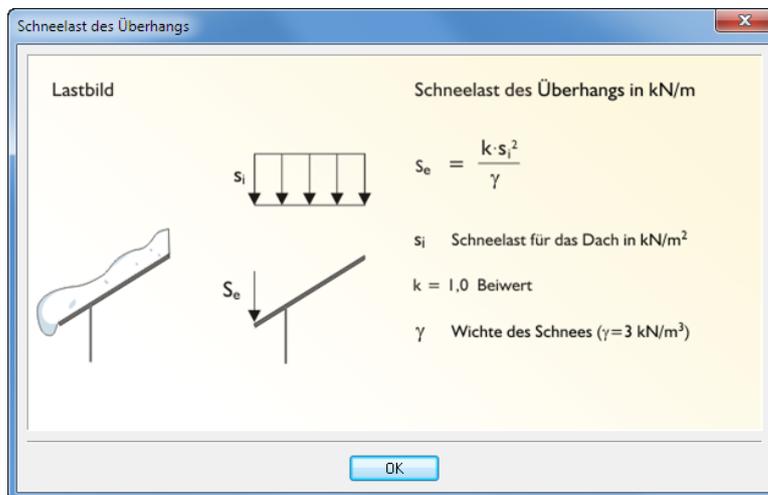


Bild 5.23: Dialog *Schneelast des Überhangs*



Wird eine *Schneelast auf Schneefanggitter* berücksichtigt, ist zusätzlich der *Abstand*  $a_R$  des Schneefanggitters vom Dachrand anzugeben.

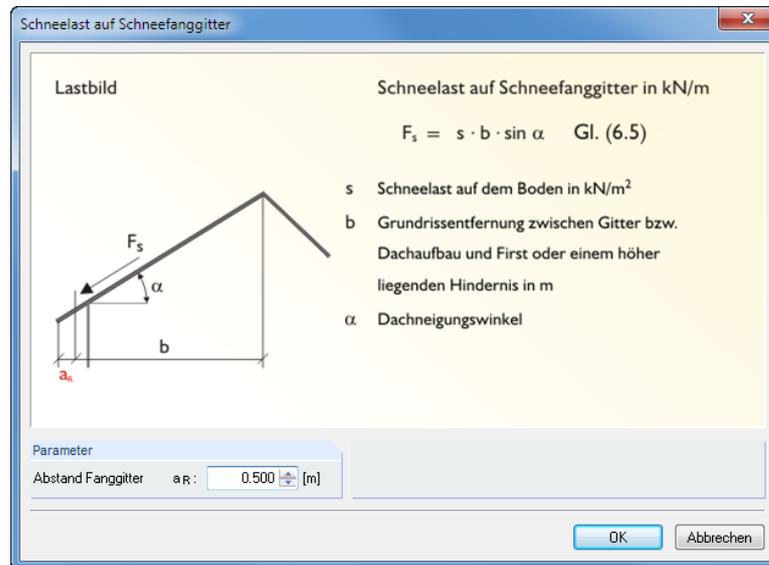


Bild 5.24: Dialog *Schneelast auf Schneefanggitter*

Die Schneelast, die sich aus der Geländehöhe und der Schneelastzone ergibt, wird zur Information in den deaktivierten Eingabefeldern des Bereichs *Manuell definieren* als Flächen- und als Streckenlast angezeigt. Dieser Wert entspricht der charakteristischen Schneelast  $s_k$ . Bei der damit generierten Schneelast wird zusätzlich der Formbeiwert nach [5] Abschnitt 4.2.5 bzw. [10] Abschnitt 6.3, Gleichung (6.5) berücksichtigt, weshalb der hier angezeigte Wert in der späteren Lastdarstellung nicht direkt wiederzufinden ist.

#### Manuell definieren

Wird das Auswahlfeld *Manuell definieren* aktiviert, kann die Schneelast entweder als Flächenlast  $s_k'$  oder als Streckenlast  $s_k$  eingegeben werden. Die jeweilige Umrechnung zwischen den Lasten erfolgt analog zur Ermittlung der Nutzlast  $p_k$  (siehe Gleichung 5.1, Seite 40).

Bei den generierten Lasten wird der entsprechende Formbeiwert ebenfalls berücksichtigt.

#### Windlast

Dieser Abschnitt verwaltet die Parameter zur automatischen Erzeugung der Windlastfälle. Die Generierung erfolgt nach den Regeln der DIN 1055-4 bzw. EN 1991-1-4.



Windlasten beziehen sich immer auf eine geschlossene Halle. Zusätzliche Windlasten, die bei ein- oder mehrseitig offenen Gebäuden hinzukommen, sind gesondert einzugeben. Zur Definition der Windlasten sind analog zu den Schneelasten zwei Möglichkeiten verfügbar: Die Lasten lassen sich entweder *Automatisch bestimmen* oder *Manuell definieren*.

#### Automatisch bestimmen

Bei der automatischen Generierung sind die *Windzone WZ* sowie die *Geländekategorie GK* anzugeben. Die Windzone lässt sich wie die Schneelastzone auch mit einem Doppelklick auf den entsprechenden Bereich der Windzonenkarte definieren, die über die [Info]-Schaltfläche zugänglich ist (siehe folgendes Bild).



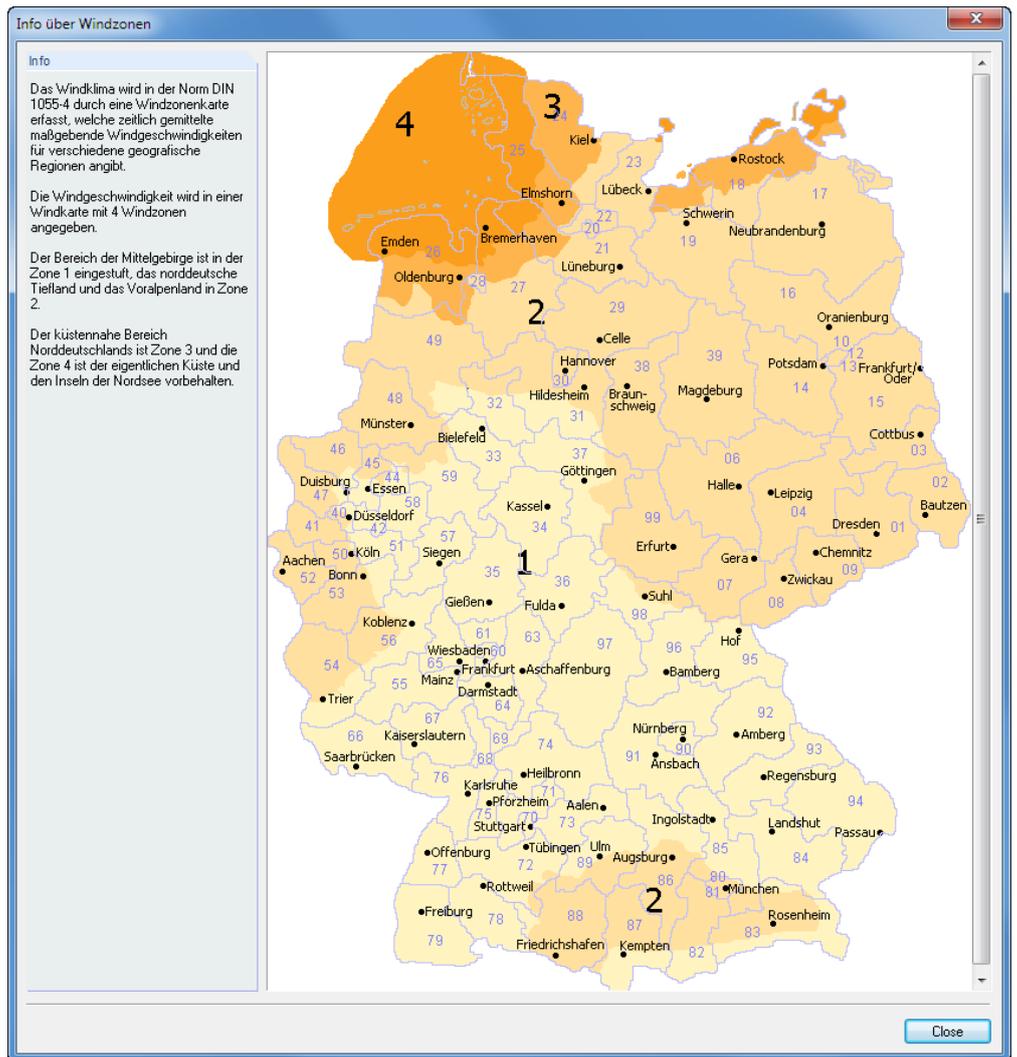


Bild 5.25: Windzonenkarte für Deutschland



Die Windzone gibt den *Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit*  $v_{b,0}$  nach [11] Abschnitt 4.2 vor. Über die Schaltfläche [Details] können die Geschwindigkeitsdruckbeiwerte beeinflusst werden. Es erscheint folgender Dialog.



Bild 5.26: Dialog *Beiwerte für Windlastgenerierung* gemäß EN 1991-1-4

Über die Option *Baukörper mit durchlässigen Wänden* kann ein  $\mu$ -Wert nach [4] Gleichung (19) bzw. [11] Gleichung (7.3) definiert werden, um zusätzliche abhebende Kräfte infolge durchlässiger Wände zu berücksichtigen. Bei einem Kragarm des Trägers wird der Lastfall „Unterwind“ ebenfalls entsprechend der anschließenden Wandfläche ermittelt. Die Lastgenerierung kann aber nicht alle Bereiche und Sonderfälle nach [4] bzw. [11] berücksichtigen,

sodass weitere Einwirkungen aus solchen Lasten ggf. zusätzlich zu definieren sind (siehe folgenden Abschnitt *Generierte Lasten anzeigen / Zusätzliche Lasten definieren*).



Die Schaltfläche [Details] ruft einen Dialog auf, in dem die Parameter der Wände im Detail festgelegt werden können.

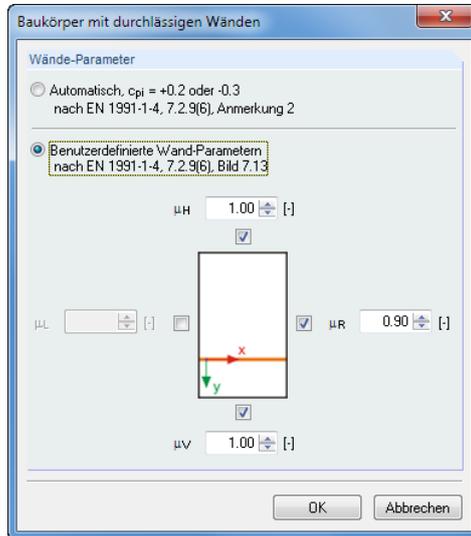


Bild 5.27: Dialog *Baukörper mit durchlässigen Wänden* gemäß EN 1991-1-4

Maßgebend für die Windlastgenerierung sind die Gebäudeabmessungen. Aus den in Maske 1.2 angegebenen Maßen werden die Bereiche F, G, H, I nach [4] bzw. [11] für den jeweiligen Trägertyp ermittelt und die Windlasten entsprechend generiert. Für die Bereiche, in denen sowohl Druck- als auch Sogkräfte angesetzt werden, erzeugt das Programm für jeden Windlastfall zwei Lastfälle mit jeweils Sog- oder Druckkräften.

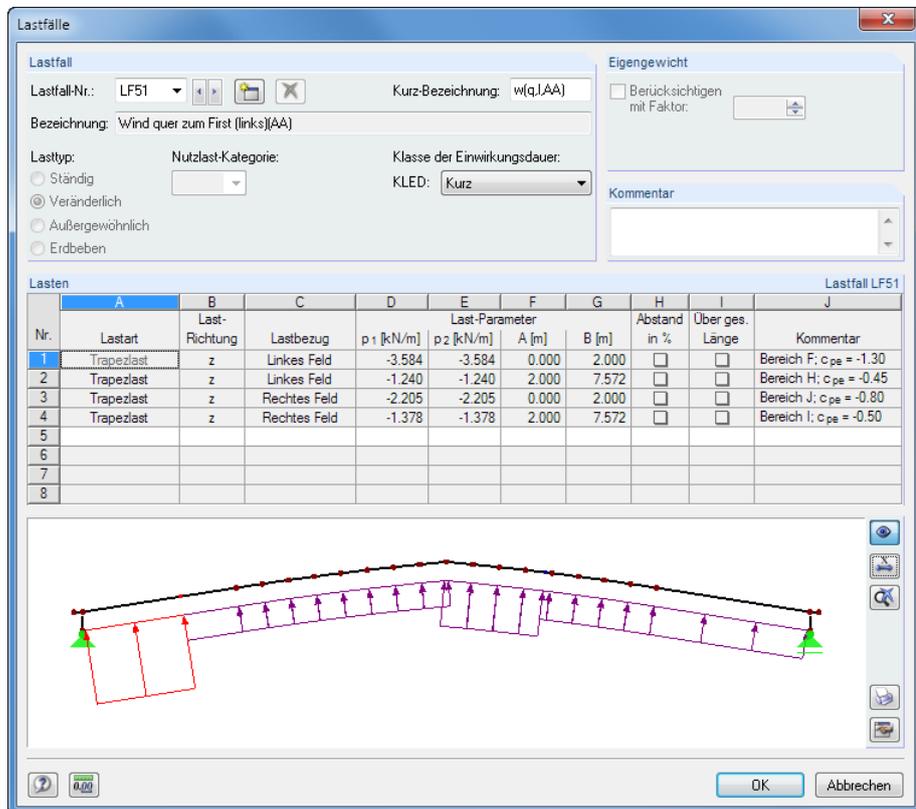


Bild 5.28: Windsog im Lastfall 51 (Fall AA)

Für Sonderregelungen sind – wie bei der Generierung der Schneelast – die Listen der technischen Baubestimmungen der Länder zu beachten.

**Manuell definieren**

Wird das Auswahlfeld *Spitzengeschwindigkeitsdruck manuell* aktiviert, kann die Windlast entweder als Flächenlast  $q(z)'$  oder als Streckenlast  $q(z)$  eingegeben werden. Die jeweilige Umrechnung zwischen den Lasten erfolgt analog zur Berechnung der Nutzlast  $p_k$  (siehe Gleichung 5.1, Seite 40).

**Generierte Lasten anzeigen / Zusätzliche Lasten definieren**

Die Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen bzw. Zusätzliche Lasten definieren] verschafft einen Einblick in die Lasten, die mit den Vorgaben der Maske 1.3 generiert werden. Es öffnet sich der Dialog *Lastfälle*.

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

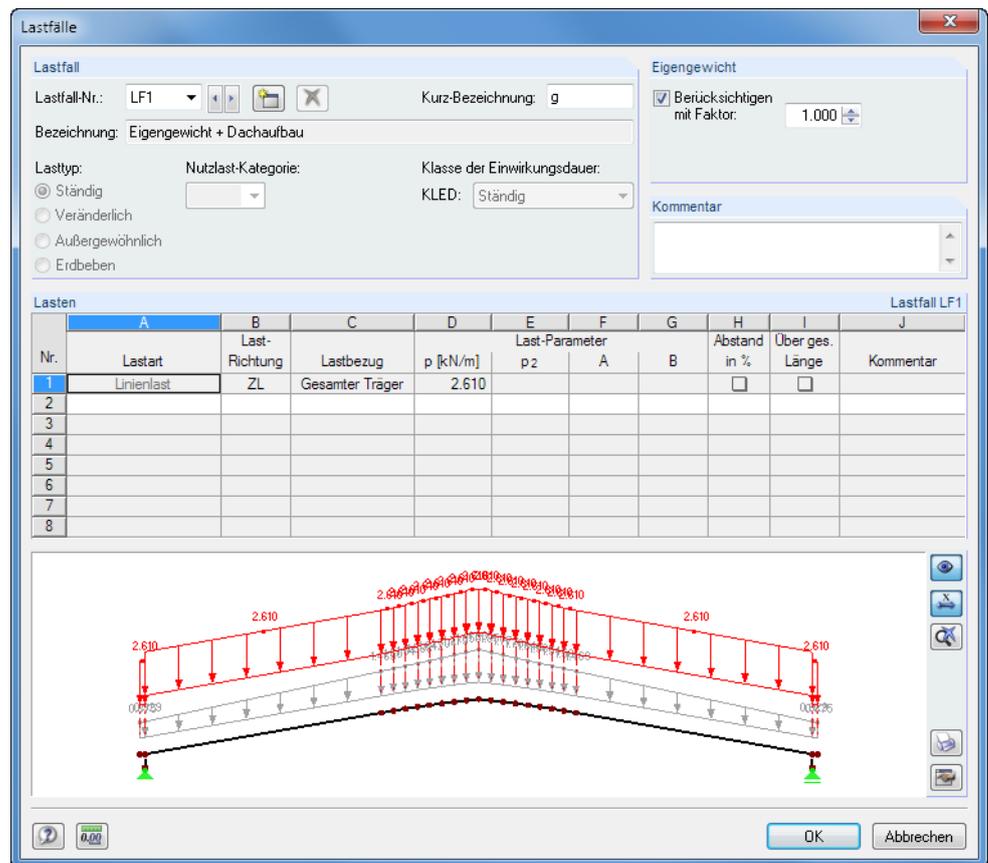


Bild 5.29: Dialog *Lastfälle*

**Lastfall**

In diesem Abschnitt kann in der Liste *Lastfall Nr.* ausgewählt werden, welcher Lastfall im unteren Abschnitt *Lasten* dargestellt werden soll. Mit den Schaltflächen [◀] und [▶] kann auch zwischen den Lastfällen gewechselt werden.

Über die Schaltfläche [Neu] lassen sich zusätzliche Lastfälle erstellen. Damit können Lasten berücksichtigt werden, die nicht automatisch generiert werden. Der Wert einer benutzerdefinierten Last ist als *Last-Parameter* in Spalte D anzugeben. Ab Seite 48 ist beschrieben, wie zusätzliche Lasten eingegeben werden können.

Zusätzliche Lastfälle lassen sich über die links gezeigte Schaltfläche wieder [Löschen]. Bitte beachten Sie, dass generierte Lastfälle weder gelöscht noch verändert werden können.



Die *Kurzbezeichnung* erleichtert den Überblick über die gebildeten Lastfallkombinationen (siehe Kapitel 7.1, Seite 59).

Die *Bezeichnung* bietet die Möglichkeit, die Last zu benennen. Diese Bezeichnung erscheint auch im Ausdruckprotokoll bei der Auflistung der Lastfälle.

Bei benutzerdefinierten Lastfällen ist der *Lasttyp* anzugeben. Zur Wahl stehen die Optionen *Ständig*, *Veränderlich*, *Außergewöhnlich* und *Erdbeben*. Bei veränderlichen Lasten lässt sich die *Nutzlast-Kategorie* analog zur Maske 1.3 und die *Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED* zuweisen.



**Eigengewicht**

Im Abschnitt *Eigengewicht* kann die Berücksichtigung des Eigengewichts deaktiviert oder mit einem Faktor skaliert werden. Als Standard ist der Faktor 1,0 eingestellt.

**Kommentar**

Jeder Lastfall kann mit einer benutzerdefinierten Anmerkung versehen werden.

**Lasten**

Im unteren Abschnitt werden die Lasten des oben eingestellten Lastfalls tabellarisch und grafisch dargestellt.

Im Lastfall 1 „Eigengewicht + Dachaufbau“ wird das Eigengewicht grafisch dargestellt. In der Tabelle jedoch wird dieses nicht gesondert ausgewiesen. Dort finden sich lediglich die Lasten, die in der Maske 1.3 als Dachaufbau definiert wurden ( $g_{k,2}$ ).



Die Werte der Schnee- und Windbelastung werden mit den entsprechenden Beiwerten generiert. Demzufolge zeigt die Grafik die tatsächlich am Träger angesetzte Belastung an.

Die Windbelastung wird in den einzelnen Lastfällen jeweils senkrecht und parallel zur Firstrichtung generiert. Wenn das Dach laut Norm sowohl auf Sog als auch auf Druck belastet werden kann, werden zwei separate Lastfälle für die gleiche Windrichtung generiert. Diese werden mit den Indizes *A* und *B* unterschieden.



Zur Veranschaulichung der Lastparameter lassen sich über die links dargestellte Schaltfläche die Erläuterungsgrafiken aktivieren. Ein erneuter Klick auf die Schaltfläche stellt die Ansicht der Lastengrafik wieder her.

Lasten										Lastfall LF51
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Lastart	Last-Richtung	Lastbezug	Last-Parameter			Abstand	Über ges.		Kommentar
				p1 [kN/m]	p2 [kN/m]	A [m]	B [m]	in %	Länge	
1	Trapezlast	z	Linkes Feld	-3.699	-3.699	0.000	2.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bereich F; c <sub>pe</sub> = -1.14
2	Trapezlast	z	Linkes Feld	-1.265	-1.265	2.000	10.137	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bereich H; c <sub>pe</sub> = -0.39
3	Trapezlast	z	Rechtes Feld	-2.855	-2.855	0.000	2.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bereich J; c <sub>pe</sub> = -0.88
4	Trapezlast	z	Rechtes Feld	-1.492	-1.492	2.000	10.137	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bereich I; c <sub>pe</sub> = -0.46
5										
6										
7										
8										

Lastart 'Trapezlast'

Lastrichtung 'Lokal in z'

Lastbezug 'Linkes Feld'

Bild 5.30: Dialog *Lastfälle*: Erläuterungsgrafiken für Lastparameter

Die Tabelle und die Grafik sind interaktiv: Wird eine Last in der Tabelle ausgewählt, so wird sie in der Grafik farbig hervorgehoben. Wählt man eine Last in der Grafik mit der Maus an, wird die entsprechende Tabellenzeile markiert.

### Zusätzliche Lasten definieren

Zusätzliche Lasten können direkt in die nächste freie Tabellenzeile eingetragen werden. In der Regel jedoch ist ein Lastfall [Neu] anzulegen, um sie separat zu verwalten. Hierbei sind die Bezeichnungen, der Lasttyp sowie ggf. die Nutzlastkategorie und die KLED festzulegen.

In der Tabelle im Abschnitt *Lasten* (siehe Bild 5.30) ist in Spalte A die *Lastart* anzugeben. In der Liste stehen die links dargestellten Lastarten zur Auswahl. Wenn die Erläuterungsgrafiken angezeigt werden, erscheint im unteren Bereich jeweils eine Skizze, die die einzelnen **Parameter** für die Lastdefinition veranschaulicht. Je nach gewählter Lastart sind die weiteren Tabellenspalten in dieser Zeile aktiv oder inaktiv.

Bei der *Lastrichtung* wird zwischen drei Möglichkeiten unterschieden: Die Lasten lassen sich auf die lokalen Stabachsen bezogen, in Richtung der globalen Achsen auf die wahre Länge bezogen oder in Richtung der globalen Achsen auf die projizierte Länge bezogen definieren. Auch hier ist die Grafik im unteren Fensterbereich hilfreich.

Des Weiteren ist der *Lastbezug* festzulegen, d. h. auf welchen Trägerteil die Last wirken soll. Um die Eingabe auf Teilbereiche zu vereinfachen, stehen folgende Varianten zur Verfügung: Gesamter Träger, Innenfeld, linkes Feld, rechtes Feld, linker Kragarm, rechter Kragarm. Die *Kragarm*-Optionen werden nur bei entsprechender Trägergeometrie angeboten.

Um Lasten auf beliebigen Teilbereichen eines Trägers anzuordnen, sind Linienlasten als Trapezlasten und Linienmomente als Trapezmomente zu definieren. Nur bei diesen Lastarten können die Anfangs- und Endpunkte der Last frei festgelegt werden. Zur Kontrolle der Eingabe sollte stets die Grafik der Lasten aktiviert werden.

In den Spalten D bis I können die Lasten entsprechend der gewählten Lastart eingegeben werden. Für Trapezlasten besteht die Möglichkeit, die Last mit der Option *Über gesamte Länge* auf den ganzen Träger aufzubringen. Anderenfalls müssen die Start- und Endpunkte (A und B) der Last sowie die entsprechenden Lastwerte  $p_1$  und  $p_2$  festgelegt werden.

Die links dargestellte Schaltfläche ermöglicht das Ein- und Ausblenden der Lastwerte in der Grafik der Lasten.

Bestimmte Teilbereiche der Grafik lassen sich über die Zoom-Funktion genauer betrachten: Durch einen einfachen Mausklick in die Grafik und anschließendes Drehen des Scrollrades kann die Ansicht der Grafik verkleinert bzw. vergrößert werden.

Das Scrollrad der Maus ist auch als „Taster“ verwendbar: Die Grafik kann durch Gedrückthalten des Scrollrades beliebig in ihrem Fenster verschoben werden. Wenn dabei zusätzlich die [Strg]-Taste gedrückt wird, kann der Träger in isometrischer Ansicht betrachtet werden.

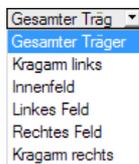
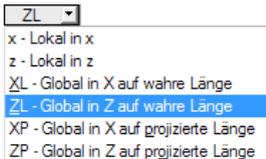
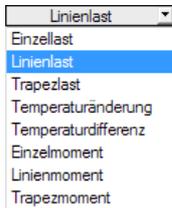
Ein Klick auf die Schaltfläche [Zoom aufheben] stellt die Grafik wieder in ihrem Ursprungszustand dar.

Am Ende der Eingabe muss der Dialog *Lastfälle* mit [OK] beendet werden, damit die Änderungen übernommen werden. [Abbrechen] beendet den Dialog, ohne die Änderungen zu speichern. Alle Änderungen seit Öffnen des Dialogs gehen dadurch verloren.

### RF-KOMBI

Die Schaltfläche [RF-KOMBI] ermöglicht den Zugang zum Modul RF-KOMBI, das für die Kombinatorik der Lastfälle nach [2] bzw. [9] zuständig ist. Normalerweise sind dort keine Änderungen erforderlich, denn die Erstellung der Kombinationen wird auch für benutzerdefinierte Lasten automatisch im Hintergrund durchgeführt. Die Schaltfläche kann daher in der Regel benutzt werden, um das Zustandekommen der Kombinationen nachzuvollziehen.

Einen tieferen Einblick in die Möglichkeiten von RF-KOMBI bietet das Handbuch zu diesem Modul, das unter [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) im Downloadbereich für Handbücher verfügbar ist.



## 5.4 Maske 1.4 Steuerungsparameter

In Maske 1.4 *Steuerungsparameter* können verschiedene Einstellungen zur Berechnung vorgenommen werden.

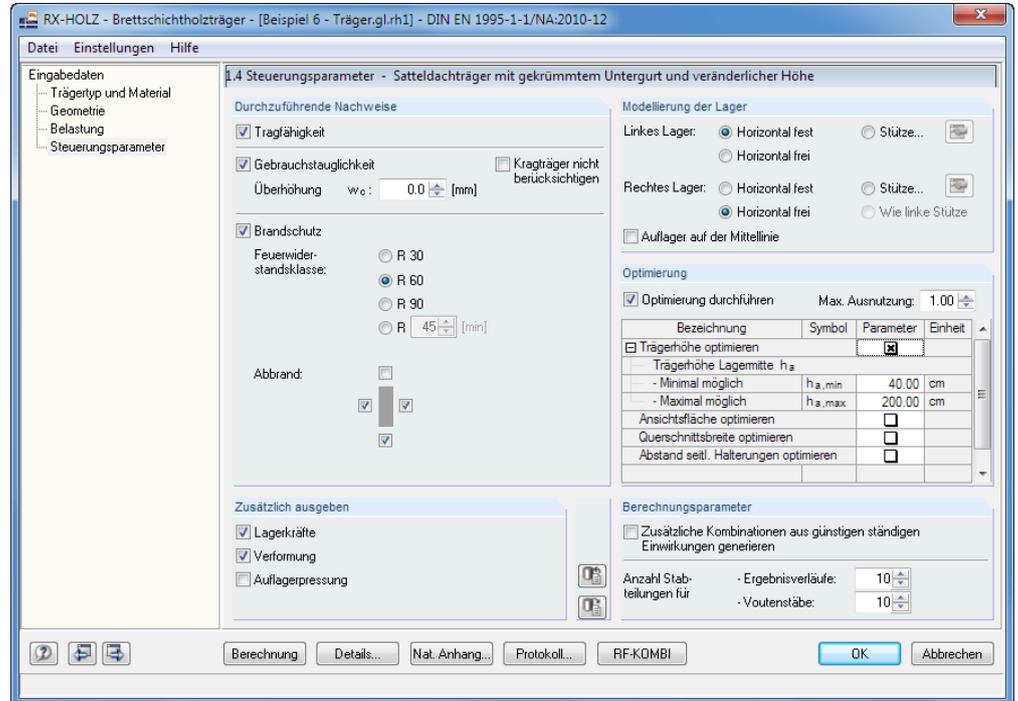


Bild 5.31: Maske 1.4 *Steuerungsparameter*

### Durchzuführende Nachweise

Dieser Abschnitt steuert, welche Nachweise geführt werden. Die Nachweise der *Tragfähigkeit* und der *Gebrauchstauglichkeit* sind voreingestellt.

Für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise kann eine angenommene *Überhöhung* des Trägers berücksichtigt werden, die hier als  $w_c$  bzw.  $w_o$  vorzugeben ist. Optional lässt sich die Untersuchung für *Kragträger* unterbinden.

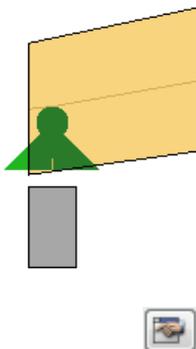
Durch Aktivierung der Option *Brandschutz* werden die Parameter für die Brandbemessung zugänglich. Die Branddauer ist anhand einer der Feuerwiderstandsklassen (R 30, R 60, R 90) oder benutzerdefiniert festzulegen. Unterhalb können in der Skizze die Trägerseiten festgelegt werden, für die ein *Abbrand* berücksichtigt werden soll.

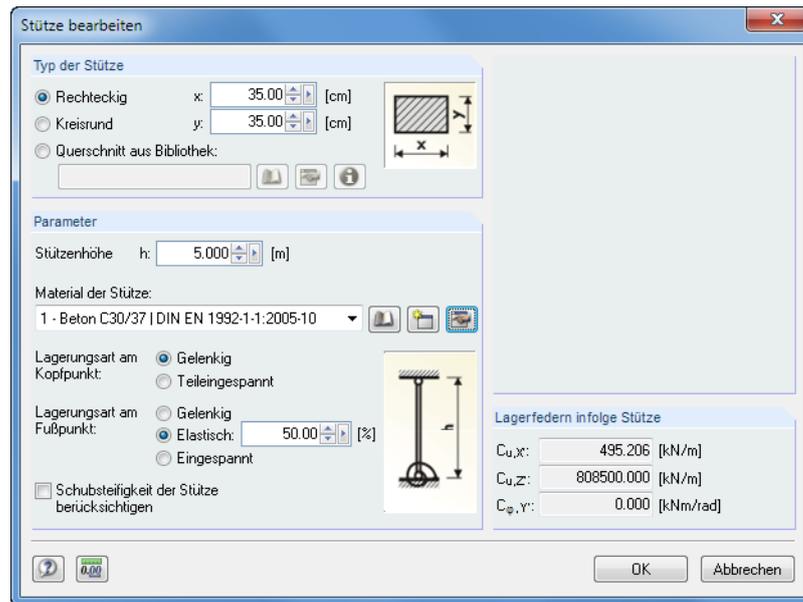
### Modellierung der Lager

In diesem Abschnitt sind die Lagerungsbedingungen des Trägers anzugeben. Für eine erfolgreiche Berechnung muss das Lager mindestens auf einer Seite als *Horizontal fest* definiert bzw. über die Option *Stütze* über eine biegesteife Stütze gehalten sein.

Im Standardfall werden die Lager exzentrisch angesetzt. Damit wird das wandartige Tragverhalten der meist schlanken und hohen Träger berücksichtigt. Mit der Option *Auflager auf der Mittellinie* lassen sich die Lager in die Schwerachse des Stabes verschieben (siehe Skizze links), um die hohen Randmomente infolge einer Druckkraft zu reduzieren oder eliminieren.

Die Stützenparameter können über die Schaltfläche [Bearbeiten] angegeben werden. Es öffnet sich folgender Dialog.



Bild 5.32: Dialog *Stütze bearbeiten* zur Ermittlung der Lagerfedern

Im Abschnitt *Typ der Stütze* stehen die Varianten *Rechteckig* und *Kreisrund* für die direkte Geometrieingabe zur Wahl. Die Parameter sind in der Grafik rechts symbolisiert. Bei speziellen Stützenquerschnitten ermöglicht die Option *Querschnitt aus Bibliothek* den Zugriff auf eine umfangreiche Querschnittsdatenbank.

Die Angaben im Abschnitt *Parameter* zu *Stützhöhe* und *Material* sowie zur *Lagerungsart* üben einen großen Einfluss auf die Ermittlung der Lagerfedern aus. Während am Stützenfuß zwischen drei Lagerungsarten gewählt werden kann, ist am Stützenkopf nur ein gelenkiger Anschluss oder eine Teileinspannung möglich: Die Federsteifigkeit am Lager wird aus Sicht des Trägers ermittelt. Da die Stütze keine vollständige Einspannung bieten kann, wird bei der Option *Teileingespannt* die Drehfedersteifigkeit der definierten Stütze angesetzt.

Aus den angegebenen Werten werden die Federsteifigkeiten in X- und Z-Richtung ermittelt, die anschließend als Lagerbedingungen für die Berechnung angesetzt werden. Im Abschnitt *Lagerfedern infolge Stütze* werden die berechneten Federkennwerte angezeigt.

Die Option *Wie linke Stütze* in Maske 1.4 (Bild 5.31) übernimmt die Stützendefinition auch für das rechte Lager. Die Werte der linken Stütze sind dann im Dialog *Stütze bearbeiten* voreingestellt und können ggf. angepasst werden.

## Optimierung

Dieser Abschnitt steuert, ob und in welcher Weise RX-HOLZ für den Trägerquerschnitt eine *Optimierung durchführen* soll. Die Optimierung kann nach unterschiedlichen Kriterien erfolgen: Entsprechend des Trägertyps kann die *Trägerhöhe*, die *Ansichtsfläche* oder die *Querschnittsbreite* angepasst werden.

Falls die *Max. Ausnutzung* auf einen anderen Wert als 100 % abzielt, kann im Eingabefeld ein benutzerdefinierter Grenzwert angegeben werden.

Bei der Optimierung der *Trägerhöhe* sind die Ober- und Untergrenzen für die Höhe in Lagermitte festzulegen. Zur Optimierung der *Ansichtsfläche* können mehrere Randbedingungen definiert werden (Trägerhöhe in Lagermitte und am First, Krümmungsradius, Untergurtneigung etc.) Durch eine Eingrenzung der Parameter lässt sich die Optimierung beschleunigen.

Die *Querschnittsbreite* kann innerhalb benutzerdefinierter Grenzwerte optimiert werden. Als *Schrittweite* ist die in Maske 1.2 gewählte Lamellendicke voreingestellt, die bei Bedarf angepasst werden kann. Je nach Trägertyp unterscheidet sich die Vorgehensweise.

Für den Kippnachweis ist der *Abstand seitlicher Halterungen* bedeutsam. Bei stabilitätsgefährdeten Trägern kann dieser Abstand innerhalb bestimmter Grenzen und einer benutzerdefinierten Schrittweite optimiert werden, um den Nachweis zu erfüllen.

### Zusätzlich ausgeben

Die Kontrollfelder steuern, ob *Lagerkräfte*, *Verformung* und *Auflagerpressung* in separaten Ausgabemasken erscheinen. Bei der Bemessung nach DIN 1052:2008-12 kann auch der *Schwingungsnachweis* geführt werden (siehe Kapitel 11.4.8, Seite 122).

Die Anzahl der Ergebnismasken hängt davon ab, welche Nachweise und Ausgaben in diesem Abschnitt angehakt sind.

### Berechnungsparameter

Die Vorgaben dieses Abschnitts beeinflussen die Anzahl der generierten Lastfallkombinationen sowie die Genauigkeit der Berechnung.

Die Option *Zusätzliche Kombinationen aus günstigen ständigen Einwirkungen generieren* bewirkt, dass günstig und ungünstig wirkende ständige Einwirkungen unterschieden und mit unterschiedlichen Teilsicherheitsbeiwerten berücksichtigt werden. Damit erhöht sich zwangsläufig die Anzahl der generierten Kombinationen.

Die Vorgaben der *Anzahl Stabteilungen für Ergebnisverläufe* steuert, wie viele x-Stellen am längsten Stab im System angesetzt werden. Diese Teilungslänge gilt dann auch für die x-Stellen aller anderen Stäbe im Modell. Die x-Stellen sind die Stellen am Träger, an denen die Nachweise erfolgen. Der voreingestellte Teilungswert 10 für die Ergebnisverläufe hat sich als guter Kompromiss zwischen Rechengenauigkeit und -geschwindigkeit erwiesen.

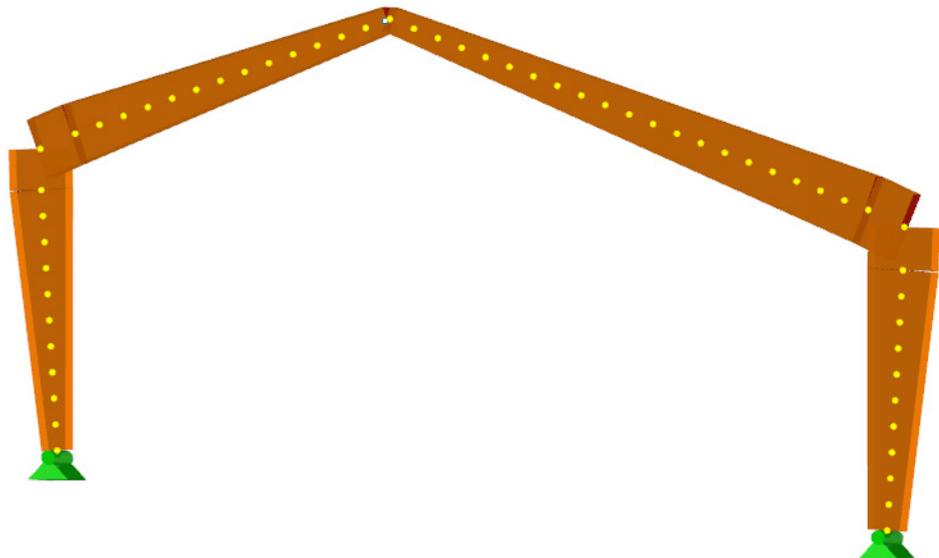


Bild 5.33: Prinzip der Stabteilungen für Ergebnisverläufe

Um für *Voutenstäbe*, die meist relativ kurz sind, eine ausreichende Wertemenge für die Berechnung zu erhalten, kann die interne Teilung für Vouten gesondert festgelegt werden. Dieser Teilungswert ist ebenfalls mit 10 voreingestellt. Durch diese Einstellung erhöht sich nicht die Anzahl der ausgegebenen Ergebnisse, sondern es wird lediglich die Teilungslänge für die interne Berechnung der Schnittgrößen reduziert.

## 6. Berechnung

Berechnung

In jeder Eingabemaske kann die [Berechnung] über die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden. Die Nachweise erfolgen mit den in RF-KOMBI generierten Lastfallkombinationen. Vorher empfiehlt sich, noch die Einstellungen zu den Berechnungsdetails und zur gewählten Norm zu überprüfen.

### 6.1 Berechnungsdetails

Details...

In jeder Maske kann mit der Schaltfläche [Details] der gleichnamige Dialog zur Kontrolle wichtiger Bemessungsparameter aufgerufen werden. Der Dialog ist an die Norm bzw. den gewählten Nationalen Anhang angepasst. Bild 6.1 zeigt den *Details*-Dialog für EN 1995-1-1 mit dem Nationalen Anhang für Deutschland.



Bild 6.1: Dialog *Details* nach DIN EN 1995-1-1 für RX-HOLZ Brettschichtholzträger

#### Maximaler Faseranschnittswinkel

EN 1995-1-1 nennt keine Begrenzung des Faseranschnittswinkels. In DIN 1052 hingegen ist dieser Winkel auf  $10^\circ$  begrenzt, da die Gleichungen der Norm nur für Winkel bis  $10^\circ$  gelten. In diesem Abschnitt kann der Grenzwert benutzerdefiniert festgelegt werden. Die Voreinstellung in RX-HOLZ beträgt  $20^\circ$ .

#### Torsionsmoment an Auflagern

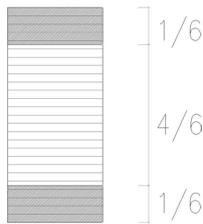
Der Torsionsnachweis an den Lagern ist nach [7] NAD für Deutschland entscheidend entschärft: Der Nachweis ist nur zu führen, wenn die Schlankheit größer als 225 ist. RX-HOLZ prüft diese Voraussetzung automatisch ab.

Bei der Bemessung nach DIN 1052 besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Seitenlasten der Binder als stabilisierend anzusetzen (siehe Erläuterungen zu DIN 1052).

Wurde das Torsionsmoment  $T_d$  manuell ermittelt, kann es auch direkt eingetragen werden. Das Moment wird dabei als Kosinus-Funktion von den Auflagern abfallend angesetzt.

#### Sondereinstellungen für Holz

Bei gedrungenen Trägern (Höhe  $h < 600$  mm) ist es in vielen Bemessungsnormen gestattet, die Festigkeitswerte des Materials zu erhöhen: Bei Brettschichtholz wird davon ausgegangen, dass sich die Schwächung des Materials durch die Keilzinkung nicht so stark auswirkt.



Ist das Kontrollfeld *Kombiniertes Brettschichtholz in homogenes umwandeln* angehakt, so prüft das Programm an jeder Bemessungsstelle, ob geometrisch die Bedingungen für kombiniertes Brettschichtholz vorliegen. Falls die höhere Festigkeit in den beiden Randbereichen von 1/6 oben und unten nicht eingehalten ist, wählt RX-HOLZ automatisch die nächstniedrigere Festigkeitsklasse aus und gibt eine entsprechende Meldung aus. Es kann dann entweder in den kritischen Bereichen eine höhere Materialgüte gewählt oder mit reduzierten Festigkeiten bemessen werden.

### Reduktion der Schnittgrößen

Mit den Optionen dieses Abschnitts können Momente und Querkräfte im Auflagerbereich reduziert werden. Die Abminderung des Stützmoments durch eine *Momentenausrundung* ist nur möglich, wenn ein Mehrfeldträger oder Kragarm vorliegt.

Da nach EN 1995-1-1 nur die Reduzierung von Einzellasten im Auflagerbereich möglich ist, wird die Option zur Reduzierung von Querkräften bei Streckenlasten nicht angezeigt. Die Forderung nach einer kompletten Reduzierung der Einzellasten kann von RX-HOLZ nicht umgesetzt werden, da eine getrennte Berechnung von Schnittgrößen erforderlich wäre.

Das folgende Bild zeigt den *Details*-Dialog des Programms RX-HOLZ Durchlaufträger für die Bemessung nach DIN 1052.

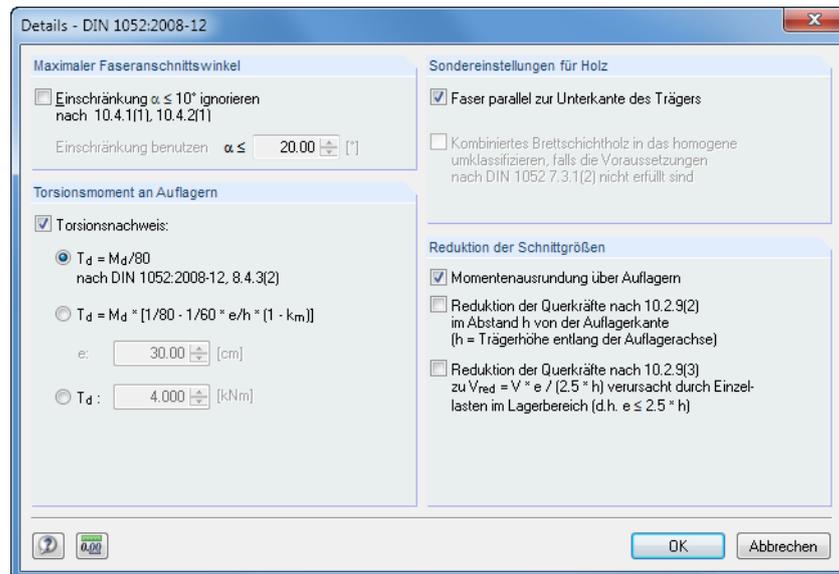


Bild 6.2: Dialog *Details* nach DIN 1052 für RX-HOLZ Durchlaufträger

Im Abschnitt *Sondereinstellungen für Holz* kann angegeben werden, ob die *Faser parallel zur Unterkante des Trägers* ausgerichtet ist. Die übrigen Einstellmöglichkeiten sind auf die Norm DIN 1052 abgestimmt. Sie entsprechen den im Bild 6.1 dargestellten Optionen.

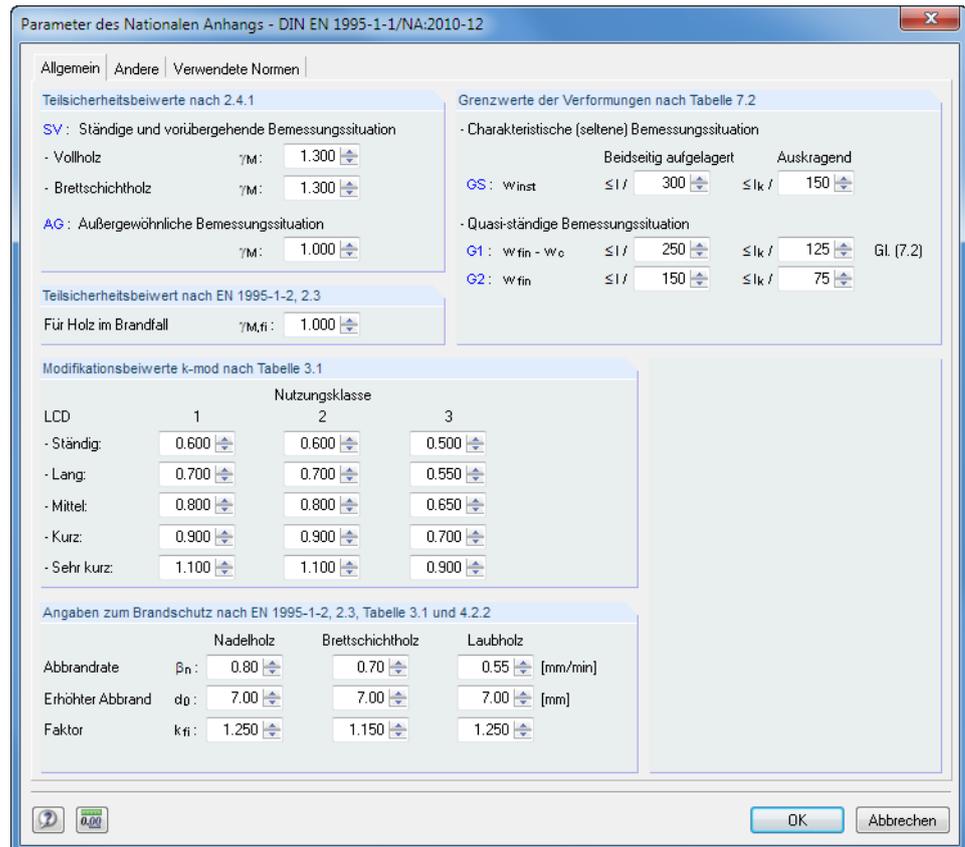
## 6.2 Norm und Nationaler Anhang

Nat. Anhang...

Die Schaltfläche [Nationaler Anhang] bietet Zugang zu wichtigen Bemessungsparametern wie z. B. Teilsicherheits- und Modifikationsbeiwerten oder Grenzwerten der Verformungen. Der Dialog ist an die Norm bzw. den gewählten Nationalen Anhang angepasst. Das folgende Bild zeigt die Parameter für EN 1995-1-1 mit dem Nationalen Anhang für Deutschland.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist der *Parameter*-Dialog in drei Register unterteilt.

### 6.2.1 Allgemeine Parameter



Parameter des Nationalen Anhangs - DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Allgemein | Andere | Verwendete Normen

**Teilsicherheitsbeiwerte nach 2.4.1**

SV: Ständige und vorübergehende Bemessungssituation

- Vollholz:  $\gamma_M$ : 1.300
- Brettschichtholz:  $\gamma_M$ : 1.300

AG: Außergewöhnliche Bemessungssituation

- $\gamma_M$ : 1.000

**Teilsicherheitsbeiwert nach EN 1995-1-2, 2.3**

- Für Holz im Brandfall:  $\gamma_{M,fi}$ : 1.000

**Grenzwerte der Verformungen nach Tabelle 7.2**

- Charakteristische (seltene) Bemessungssituation

- OS:  $w_{inst}$  ≤ l / 300 ≤ l<sub>k</sub> / 150

- Quasi-ständige Bemessungssituation

- G1:  $w_{fin} - w_c$  ≤ l / 250 ≤ l<sub>k</sub> / 125 Gl. (7.2)
- G2:  $w_{fin}$  ≤ l / 150 ≤ l<sub>k</sub> / 75

**Modifikationsbeiwerte k-mod nach Tabelle 3.1**

LCD	Nutzungsklasse		
	1	2	3
- Ständig:	0.600	0.600	0.500
- Lang:	0.700	0.700	0.550
- Mittel:	0.800	0.800	0.650
- Kurz:	0.900	0.900	0.700
- Sehr kurz:	1.100	1.100	0.900

**Angaben zum Brandschutz nach EN 1995-1-2, 2.3, Tabelle 3.1 und 4.2.2**

	Nadelholz	Brettschichtholz	Laubholz
Abbrandrate $\beta_n$ :	0.80	0.70	0.55 [mm/min]
Erhöhter Abbrand $d_0$ :	7.00	7.00	7.00 [mm]
Faktor $k_{fi}$ :	1.250	1.150	1.250

OK Abbrechen

Bild 6.3: Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs*, Register *Allgemein*

### Teilsicherheitsbeiwerte

In diesem Abschnitt können die Teilsicherheitsbeiwerte der Materialfestigkeiten für die verschiedenen Bemessungssituationen überprüft und ggf. angepasst werden. Die Faktoren sind nach den Vorgaben der Norm voreingestellt, die in Maske 1.1 *Basisangaben* gewählt wurde.

### Grenzwerte der Verformungen

Die Grenzwerte der Verformung können für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis individuell angepasst werden, sodass die Bemessung nach den spezifischen Vorschriften unterschiedlicher Regelwerke möglich ist.

Die zulässigen Durchbiegungen können gesondert für die einzelnen Bemessungssituationen und Randbedingungen (Feld, Kragträger) festgelegt werden.

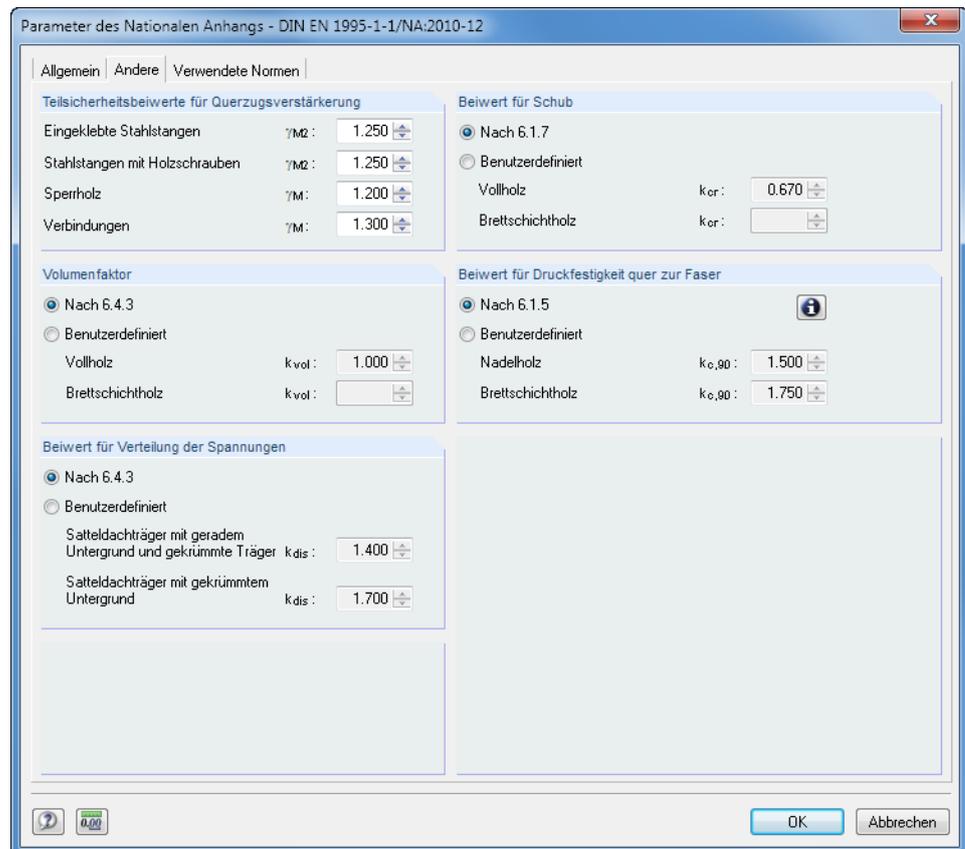
## Modifikationsbeiwerte $k_{mod}$

Um die feuchtigkeitsabhängige Langzeitauswirkung von Holz zu berücksichtigen, können die Modifikationsbeiwerte angepasst werden. Diese sind von der Nutzungsklasse und der Klasse der Lasteinwirkungsdauer abhängig. Die Rechenwerte der Modifikationsbeiwerte sind in [1] Tabelle F.1 und [7] Tabelle 3.1 geregelt.

## Angaben zum Brandschutz

Die Nachweise werden nach dem vereinfachten Verfahren nach [6] Abschnitt 5.5.2.1 a) bzw. [8] Abschnitt 2.3, 3.4.2 und 4.2.2 geführt. Die vorgegebenen Werte für  $\beta_n$ ,  $d_0$  und  $k_{fi}$  gelten für Brettschichtholz und brauchen daher im Regelfall nicht verändert zu werden.

## 6.2.2 Andere Parameter



Parameter des Nationalen Anhangs - DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Allgemein | **Andere** | Verwendete Normen

**Teilsicherheitsbeiwerte für Querzugverstärkung**

Eingeklebte Stahlstangen	$\gamma_{M2}$ :	1.250
Stahlstangen mit Holzschrauben	$\gamma_{M2}$ :	1.250
Sperholz	$\gamma_M$ :	1.200
Verbindungen	$\gamma_M$ :	1.300

**Beiwert für Schub**

Nach 6.1.7

Benutzerdefiniert

Vollholz  $k_{cr}$ : 0.670

Brettschichtholz  $k_{cr}$ :

**Volumenfaktor**

Nach 6.4.3

Benutzerdefiniert

Vollholz  $k_{vol}$ : 1.000

Brettschichtholz  $k_{vol}$ :

**Beiwert für Druckfestigkeit quer zur Faser**

Nach 6.1.5

Benutzerdefiniert

Nadelholz  $k_{c,90}$ : 1.500

Brettschichtholz  $k_{c,90}$ : 1.750

**Beiwert für Verteilung der Spannungen**

Nach 6.4.3

Benutzerdefiniert

Satteldachträger mit geradem Untergrund und gekrümmte Träger  $k_{dis}$ : 1.400

Satteldachträger mit gekrümmtem Untergrund  $k_{dis}$ : 1.700

OK Abbrechen

Bild 6.4: Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs*, Register *Andere*

## Teilsicherheitsbeiwerte für Querzugverstärkung

Dieser Abschnitt steuert die Teilsicherheitsfaktoren, die für die verschiedenen Varianten von Querzugverstärkungen (siehe Kapitel 5.1, Seite 30) zu berücksichtigen sind.

Es sind die in der Norm empfohlenen Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften und Beanspruchbarkeiten voreingestellt (z. B. EN 1995-1-1, Tabelle 2.3).

## Beiwert für Schub

Für Schubbeanspruchungen in Faserrichtung und rechtwinklig zur Faserrichtung sind gemäß EN 1995-1-1, Abschnitt 6.1.7 spezifische Bedingungen einzuhalten.

Der Beiwert  $k_{cr}$  kann *Benutzerdefiniert* für Vollholz und Brettschichtholz angegeben werden. In vielen Ländern liegt noch keine einheitliche Materialnorm vor, die diese Festigkeit regelt.

## Volumenfaktor

Bei Brettschichtholzträgern kann in diesem Abschnitt der Volumenfaktor  $k_{vol}$  für Voll- und Brettschichtholz angepasst werden. Die entsprechenden Normvorgaben finden sich in EN 1995-1-1, Abschnitt 6.4.3 (6).

## Beiwert für Druckfestigkeit quer zur Faser

Im Nachweis der Auflagerpressung wird mit dem Beiwert  $k_{c,90}$  (siehe EN 1995-1-1, Abschnitt 6.1.5) die Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung angepasst. Bei der Standardeinstellung nach Normvorgabe erhöht RX-HOLZ die Festigkeit entsprechend der Materialsorte und der Belastungssituation. Da es in manchen Ländern jedoch üblich ist, generell mit einer Erhöhung der Festigkeit von 75% zu rechnen, kann der Beiwert benutzerdefiniert eingestellt werden.



Über die [Info]-Schaltfläche sind weitere Informationen zur Ermittlung des Beiwerts zugänglich.

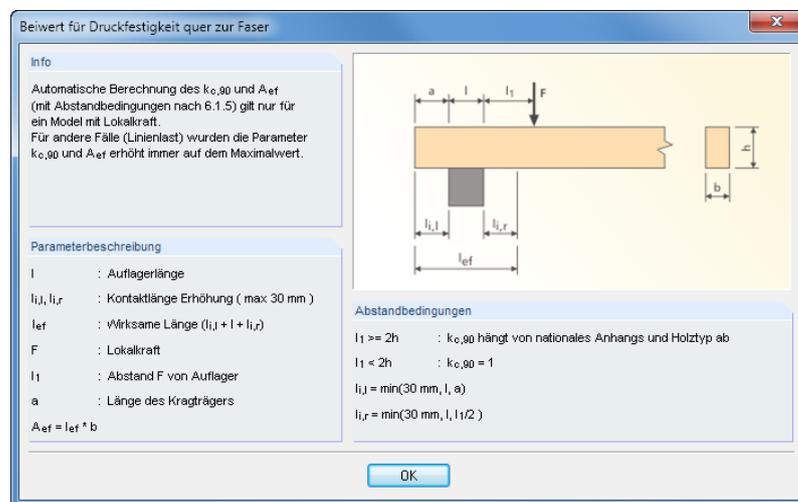


Bild 6.5: Dialog *Beiwert für Druckfestigkeit quer zur Faser*

## Beiwert für Verteilung der Spannungen

Bei Brettschichtholzträgern kann in diesem Abschnitt der Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung im Firstbereich  $k_{dis}$  angepasst werden. Die entsprechenden Normvorgaben finden sich in EN 1995-1-1, Abschnitt 6.4.3 (6).

## 6.2.3 Verwendete Normen

Das letzte Register listet alle Regelwerke auf, die für die Generierung der Lasten und für die Bemessung nach der gewählten Norm relevant sind.

## 6.3 RF-KOMBI

RF-KOMBI

Das Modul RF-KOMBI ist direkt in RX-HOLZ integriert. Damit lassen sich sämtliche Lastfallkombinationen automatisch generieren. Das Modul wird über die Schaltfläche [RF-KOMBI] gestartet.

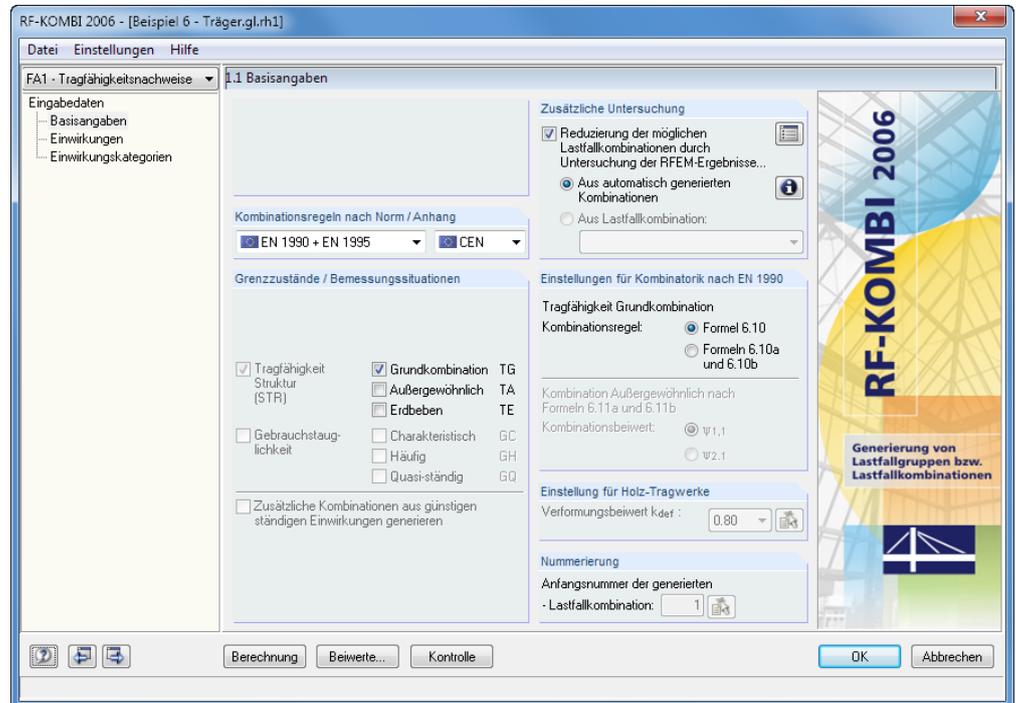


Bild 6.6: RF-KOMBI Maske 1.1 *Basisangaben*

Um keine unnötig hohe Anzahl an Lastfallkombinationen zu erzeugen, empfiehlt es sich, in Maske 1.1 *Basisangaben* im Abschnitt *Zusätzliche Untersuchung* eine *Reduzierung der möglichen Lastfallkombinationen* zu erzwingen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Ergebnisse von RF-KOMBI alle maßgebenden Lastfallkombinationen umfassen, jedoch nicht mehr Lastfälle als erforderlich generiert werden.



Berechnung

Nähere Informationen zum Modul RF-KOMBI finden Sie im Handbuch zu diesem Programm, das auf [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) als PDF-Dokument zum Download bereitsteht.

Nach der [Berechnung] können die Ergebnisse der Kombinatorik überprüft werden: Die generierten Lastfallkombinationen werden in drei Ergebnismasken nach verschiedenen Kriterien geordnet präsentiert.

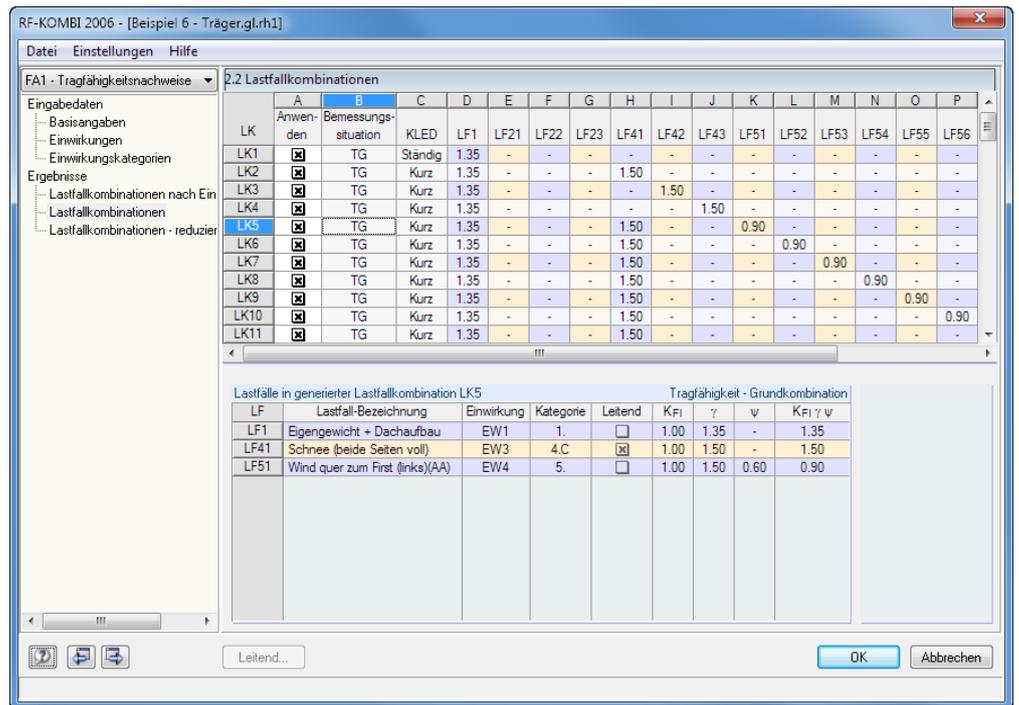


Bild 6.7: RF-KOMBI Maske 2.2 Lastfallkombinationen

Mit [OK] erfolgt die Rückkehr in das Programm RX-HOLZ.

## 6.4 Berechnung

Berechnung

In jeder Eingabemaske von RX-HOLZ kann die [Berechnung] über die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden. Während der Berechnung zeigt das Fenster des FE-Solvers einige Informationen zum aktuellen Berechnungsstatus an.

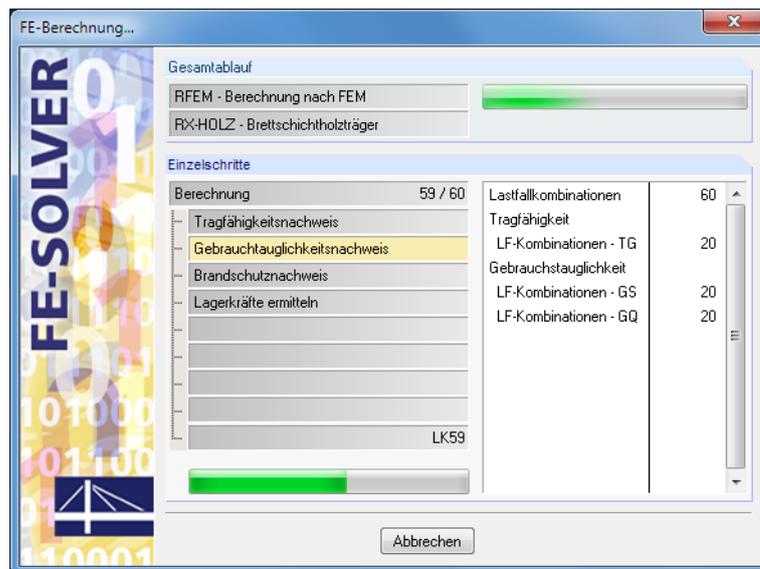


Bild 6.8: Fenster FE-Berechnung

Nach der erfolgreichen Berechnung erscheint die Ergebnistabelle 2.1 Lastfallkombinationen (siehe Bild 7.1).

# 7. Ergebnisse



Die Masken 2.1 bis 2.3 geben die Nachweise nach diversen Kriterien geordnet aus. In den Masken 2.4 bis 2.5 werden die Lagerkräfte und die Verformungen angezeigt. Die einzelnen Masken können über den Navigator angesteuert werden. Alternativ werden die beiden links dargestellten Schaltflächen oder die Funktionstasten [F2] und [F3] benutzt, um eine Maske vor- oder zurückzublättern.

[OK] sichert die Ergebnisse und beendet das Programm RX-HOLZ.

Das Kapitel 7 *Ergebnisse* stellt die Ergebnismasken der Reihe nach vor.

## 7.1 Maske 2.1 Lastfallkombinationen

In dieser Maske werden die maximalen Auslastungen für jede einzelne Lastfallkombination ausgegeben. Die Spalte *LK-Bezeichnung* listet die Kombinationen mit den Kurzbezeichnungen der enthaltenen Lastfälle auf (siehe Seite 47: *Kurzbezeichnung*). Die Spalte *B Lastfälle* zeigt das genaue Kombinationskriterium mit Lastfallnummer und berücksichtigten Faktoren aus RF-KOMBI an.

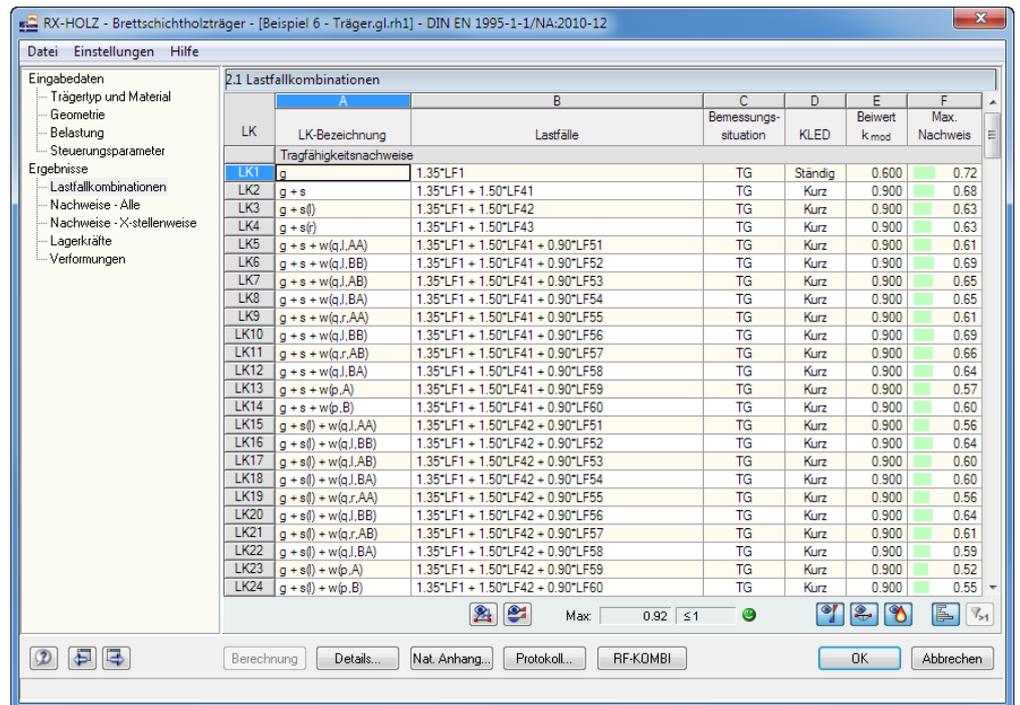


Bild 7.1: Maske 2.1 Lastfallkombinationen

Spalte C *Bemessungssituation* gibt Aufschluss darüber, zu welcher Bemessungssituation die Kombination gehört. In RX-HOLZ werden folgende Situationen unterschieden:

TG	Grundkombination für die Tragfähigkeit
TA	Außergewöhnliche Kombination für die Tragfähigkeit
G1	Grundkombination1 für Gebrauchstauglichkeit
G2	Grundkombination 2 für Gebrauchstauglichkeit
GQ	Quasi ständige Kombination für Gebrauchstauglichkeit

Tabelle 7.1: Bemessungssituationen in RX-HOLZ

In den Spalten D *KLED* und E *Beiwert  $k_{mod}$*  werden die Klassen der Lasteinwirkungsdauer und die Modifikationsbeiwerte aufgelistet.



Die letzte Spalte F *Max. Nachweis* gibt für jede Lastfallkombination den maximalen Ausnutzungsgrad an. Die Ausnutzungen sind auch farbig umgesetzt: Für Nachweise  $\leq 1$  ist die Zelle grün, für Nachweise  $> 1$  rot hinterlegt. Die farbliche Hervorhebung lässt sich bei Bedarf über die links dargestellt Schaltfläche deaktivieren.

### Filterfunktionen

Die Ergebnisse sind in Blöcken angeordnet: Zunächst werden die Tragfähigkeitsnachweise, dann die Gebrauchstauglichkeitsnachweise und zuletzt ggf. die Brandschutznachweise ausgegeben. Am unteren Rand der Tabelle befinden sich drei Schaltflächen, über die die Liste nach Nachweisen gefiltert werden kann.

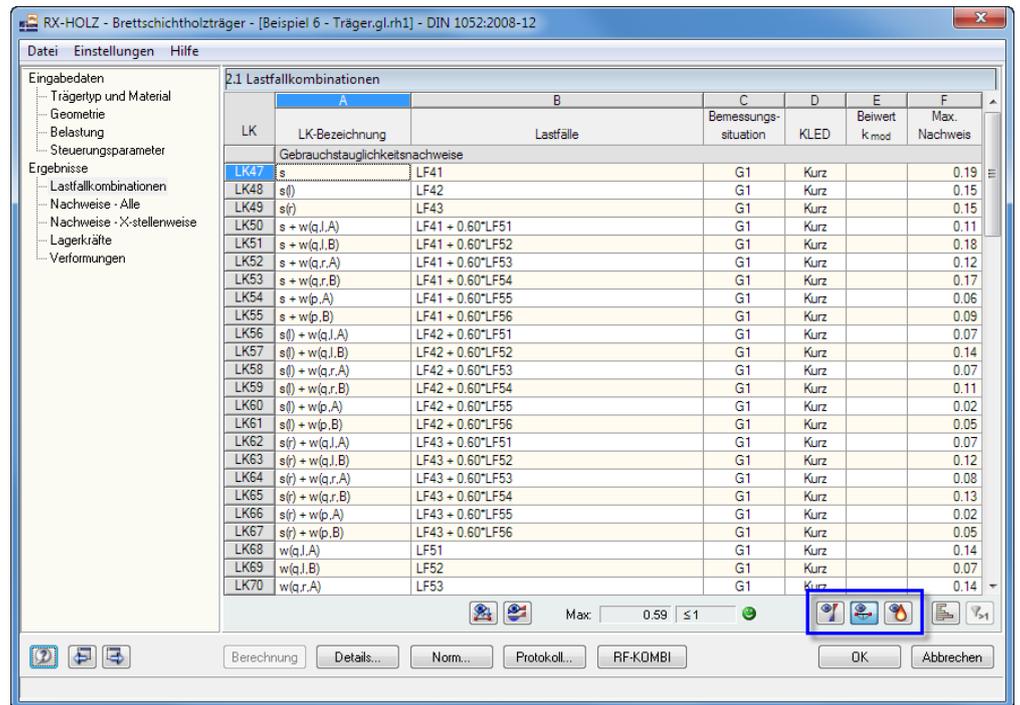


Bild 7.2: Maske 2.1 *Lastfallkombinationen* mit Filter nur für Gebrauchstauglichkeitsnachweise

Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
	Blendet die Tragfähigkeitsnachweise ein und aus
	Blendet die Gebrauchstauglichkeitsnachweise ein und aus
	Blendet die Brandschutznachweise ein und aus

Tabelle 7.2: Schaltflächen für Nachweise

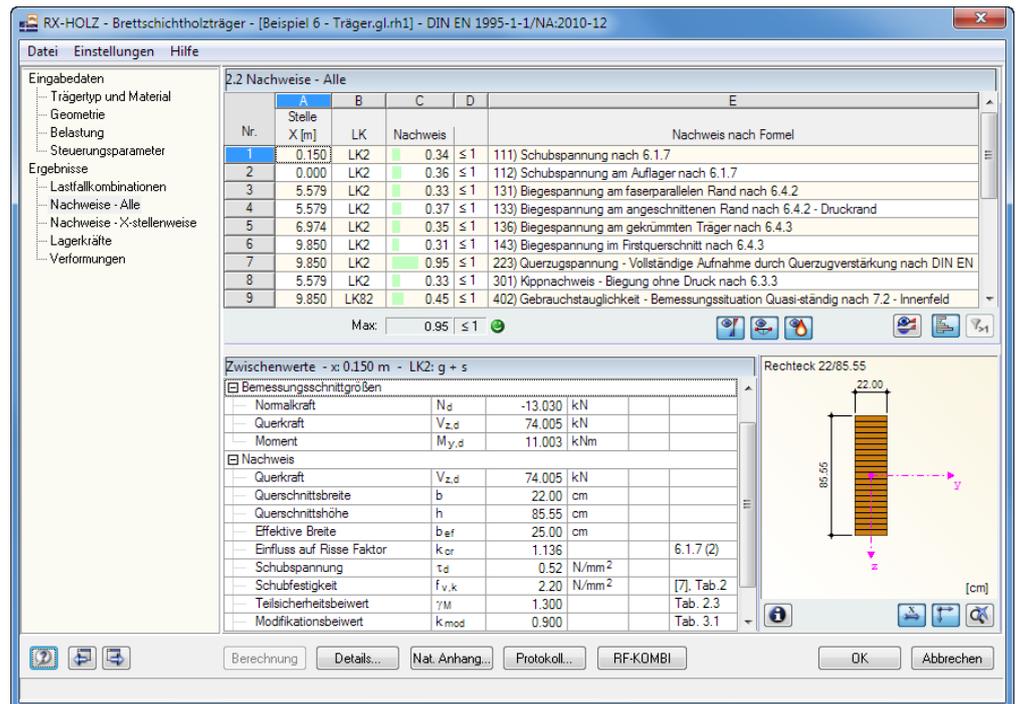


Falls Nachweise  $> 1$  vorliegen, ist eine zusätzliche Filterfunktion zugänglich: Ein Klick auf die links dargestellte Schaltfläche blendet alle Nachweise  $\leq 1$  aus. Damit können alle nicht erbrachten Nachweise auf einen Blick eingesehen werden.

## 7.2 Maske 2.2 Nachweise - Alle

Die zweite Ergebnismaske präsentiert eine Übersicht über alle geführten Nachweise. Im oberen Teil wird jeweils die maximale Ausnutzung für jede Nachweisart angegeben. Damit ist eine schnelle Beurteilung der größten Ausnutzungsgrade bei den einzelnen Nachweisen (Schubspannung, Biegespannung, Kippnachweis, Auflagerpressung etc.) möglich.

Im unteren Teil werden die *Zwischenwerte* für den oben eingestellten Lastfall ausgegeben. Dort finden sich detaillierte Angaben zu Querschnitts- und Bemessungsschnittgrößen sowie Nachweisparametern einschließlich Hinweisen zu Tabellen und Gleichungen der Norm.



The screenshot shows the '2.2 Nachweise - Alle' window. It contains a table with columns: Nr., Stelle X [m], LK, Nachweis, and Nachweis nach Formel. Below the table, there are sections for 'Zwischenwerte' (Intermediate values) and 'Rechteck 22/85.55' (Cross-section diagram).

Nr.	Stelle X [m]	LK	Nachweis	Nachweis nach Formel
1	0.150	LK2	0.34 ≤ 1	111) Schubspannung nach 6.1.7
2	0.000	LK2	0.36 ≤ 1	112) Schubspannung am Auflager nach 6.1.7
3	5.579	LK2	0.33 ≤ 1	131) Biegespannung am faserparallelen Rand nach 6.4.2
4	5.579	LK2	0.37 ≤ 1	133) Biegespannung am angeschnittenen Rand nach 6.4.2 - Druckrand
5	6.974	LK2	0.35 ≤ 1	136) Biegespannung am gekrümmten Träger nach 6.4.3
6	9.850	LK2	0.31 ≤ 1	143) Biegespannung im Firstquerschnitt nach 6.4.3
7	9.850	LK2	0.95 ≤ 1	223) Querspannung - Vollständige Aufnahme durch Querszugverstärkung nach DIN EN
8	5.579	LK2	0.33 ≤ 1	301) Kippnachweis - Biegung ohne Druck nach 6.3.3
9	9.850	LK82	0.45 ≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld

Max: 0.95 ≤ 1

Zwischenwerte - x: 0.150 m - LK2: g + s

Bemessungsschnittgrößen			
Normalkraft	N <sub>d</sub>	-13.030	kN
Querkraft	V <sub>z,d</sub>	74.005	kN
Moment	M <sub>y,d</sub>	11.003	kNm

Nachweis			
Querkraft	V <sub>z,d</sub>	74.005	kN
Querschnittsbreite	b	22.00	cm
Querschnittshöhe	h	85.55	cm
Effektive Breite	b <sub>ef</sub>	25.00	cm
Einfluss auf Risse Faktor	k <sub>cr</sub>	1.136	6.1.7 (2)
Schubspannung	τ <sub>d</sub>	0.52	N/mm <sup>2</sup>
Schubfestigkeit	f <sub>v,k</sub>	2.20	N/mm <sup>2</sup> [7], Tab. 2
Teilsicherheitsbeiwert	γ <sub>M</sub>	1.300	Tab. 2.3
Modifikationsbeiwert	k <sub>mod</sub>	0.900	Tab. 3.1

Rechteck 22/85.55

Diagram showing a rectangular cross-section with dimensions 22.00 cm width and 85.55 cm height.

Bild 7.3: Maske 2.2 Nachweise - Alle

### Stelle X

Es wird jeweils die X-Stelle im Stab angegeben, für die das größte Nachweiskriterium ermittelt wurde. Zur tabellarischen Ausgabe werden folgende Stabstellen X herangezogen:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß Stabteilungen der Maske 1.4 *Steuerungsparameter* (siehe Kapitel 5.4, Seite 51)
- Extremwerte der Schnittgrößen

### LK

In Spalte B werden die Nummern der Lastfallkombinationen angegeben, deren Schnittgrößen zu den jeweiligen Maximalausnutzungen führen.

### Nachweis

Für jede Nachweisart werden die Nachweisquotienten gemäß der gewählten Norm ausgegeben. Die farbigen Balken veranschaulichen jeweils die Auslastung.

Max: 0.95 ≤ 1

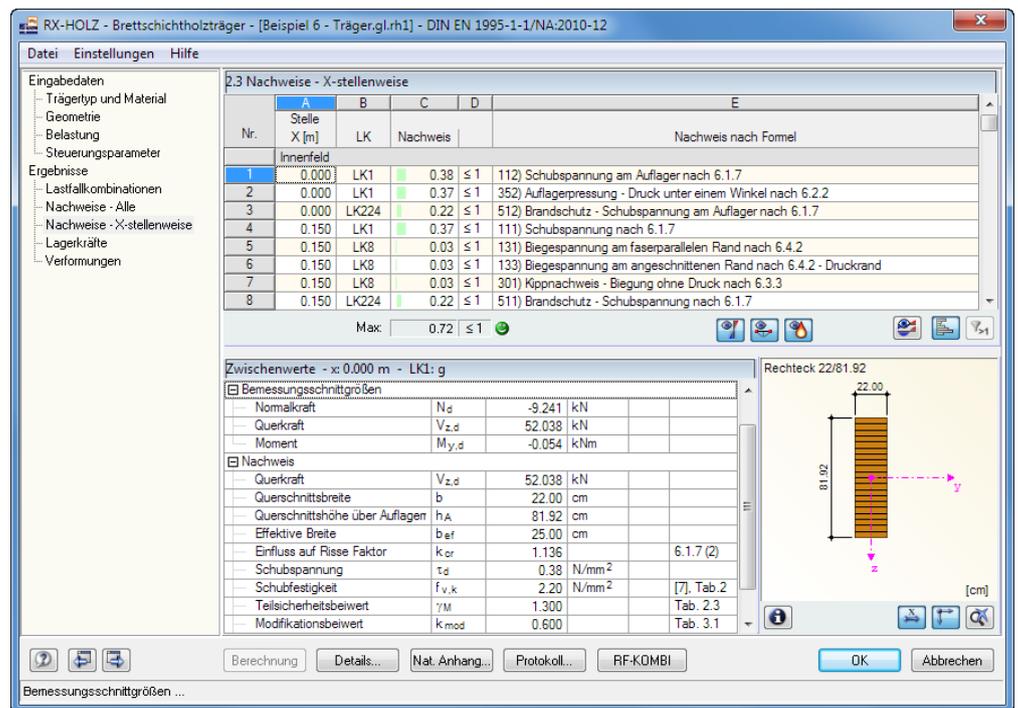
### Nachweis nach Formel

In der letzten Spalte werden die Gleichungen nach DIN 1052 bzw. EN 1995-1-1 angegeben, mit denen der Nachweis geführt wurde.

## 7.3 Maske 2.3 Nachweise - X-stellenweise

Diese Ergebnismaske ist wie die im vorherigen Kapitel beschriebene Maske 2.2 aufgebaut. Hier werden die Ergebnisse im Detail für jede untersuchte *Stelle X* des Trägers aufgelistet.

Die Ergebnisse sind nach Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Brandschutz gruppiert. Über die links dargestellten Schaltflächen kann nach Nachweistypen gefiltert werden (siehe Kapitel 7.1, Seite 60).

The screenshot shows the software interface for '2.3 Nachweise - X-stellenweise'. It features a table with columns for 'Nr.', 'Stelle X [m]', 'LK', 'Nachweis', and 'Nachweis nach Formel'. Below the table, there are sections for 'Zwischenwerte' and 'Nachweis' with various parameters and values. A diagram on the right shows a cross-section of a beam with dimensions 22.00 cm and 81.92 cm.

Nr.	Stelle X [m]	LK	Nachweis	Nachweis nach Formel
1	0.000	LK1	0.38 ≤ 1	112) Schubspannung am Auflager nach 6.1.7
2	0.000	LK1	0.37 ≤ 1	352) Auflagerpressung - Druck unter einem Winkel nach 6.2.2
3	0.000	LK224	0.22 ≤ 1	512) Brandschutz - Schubspannung am Auflager nach 6.1.7
4	0.150	LK1	0.37 ≤ 1	111) Schubspannung nach 6.1.7
5	0.150	LK8	0.03 ≤ 1	131) Biegespannung am faserparallelen Rand nach 6.4.2
6	0.150	LK8	0.03 ≤ 1	133) Biegespannung am angeschnittenen Rand nach 6.4.2 - Druckrand
7	0.150	LK8	0.03 ≤ 1	301) Kippnachweis - Biegung ohne Druck nach 6.3.3
8	0.150	LK224	0.22 ≤ 1	511) Brandschutz - Schubspannung nach 6.1.7

Max: 0.72 ≤ 1

Zwischenwerte - x: 0.000 m - LK1: g

Bemessungsschnittgrößen			
Normalkraft	$N_d$	-9.241	kN
Querkraft	$V_{z,d}$	52.038	kN
Moment	$M_{y,d}$	-0.054	kNm

Nachweis			
Querkraft	$V_{z,d}$	52.038	kN
Querschnittsbreite	$b$	22.00	cm
Querschnittshöhe über Auflagen	$h_A$	81.92	cm
Effektive Breite	$b_{ef}$	25.00	cm
Einfluss auf Risse Faktor	$k_{cr}$	1.136	6.1.7 (2)
Schubspannung	$\tau_d$	0.38	N/mm <sup>2</sup>
Schubfestigkeit	$f_{v,k}$	2.20	N/mm <sup>2</sup> [7], Tab. 2
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_M$	1.300	Tab. 2.3
Modifikationsbeiwert	$k_{mod}$	0.600	Tab. 3.1

Bild 7.4: Maske 2.3 Nachweise - X-stellenweise

Aufgrund der vielen Belastungsvarianten kann die maßgebende Trägerstelle nicht auf Anhieb eindeutig lokalisiert werden. Der Träger wird deshalb an verschiedenen Bemessungsstellen *X* untersucht:

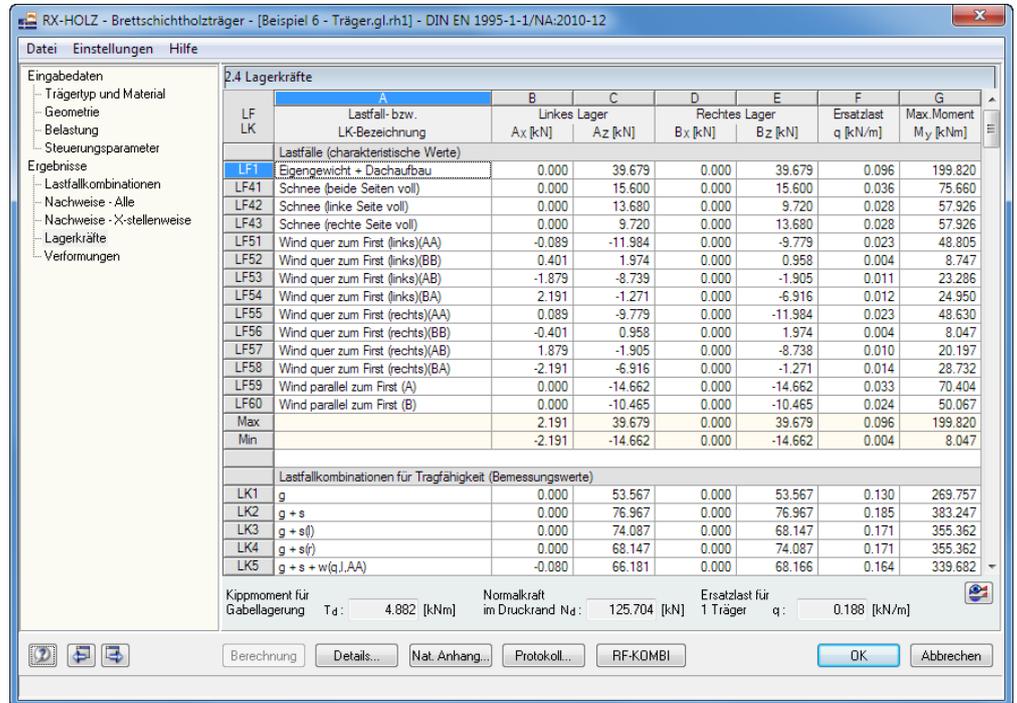
- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß Stabteilungen der Maske 1.4 *Steuerungsparameter* (siehe Kapitel 5.4, Seite 51)
- Extremwerte der Schnittgrößen



In den Ergebnismasken werden generell die *X-Stellen* ausgegeben. Diese sind auf das globale Koordinatensystem bezogen und stellen die auf den Grundriss projizierte Länge *X* dar. Die Ergebnisverläufe (siehe Kapitel 7.6, Seite 65) hingegen sind auf die lokale Stabachse *x* bezogen. Dort wird die Länge *x* des geneigten Trägers angegeben.

## 7.4 Maske 2.4 Lagerkräfte

Diese Maske listet die Auflagerkräfte der einzelnen Lastfälle und Lastfallkombinationen auf. Die Extremwerte der Lastfallkombinationen sind nach Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Brandschutz gruppiert.



LF LK	A Lastfall- bzw. LK-Bezeichnung	B Linkes Lager		D Rechtes Lager		F Ersatzlast q [kN/m]	G Max. Moment My [kNm]
		Ax [kN]	Az [kN]	Bx [kN]	Bz [kN]		
<b>Lastfälle (charakteristische Werte)</b>							
LF1	Eigengewicht + Dachaufbau	0.000	39.679	0.000	39.679	0.096	199.820
LF41	Schnee (beide Seiten voll)	0.000	15.600	0.000	15.600	0.036	75.660
LF42	Schnee (linke Seite voll)	0.000	13.680	0.000	9.720	0.028	57.926
LF43	Schnee (rechte Seite voll)	0.000	9.720	0.000	13.680	0.028	57.926
LF51	Wind quer zum First (links)(AA)	-0.089	-11.984	0.000	-9.779	0.023	48.805
LF52	Wind quer zum First (links)(BB)	0.401	1.974	0.000	0.958	0.004	8.747
LF53	Wind quer zum First (links)(AB)	-1.879	-8.739	0.000	-1.905	0.011	23.286
LF54	Wind quer zum First (links)(BA)	2.191	-1.271	0.000	-6.916	0.012	24.950
LF55	Wind quer zum First (rechts)(AA)	0.089	-9.779	0.000	-11.984	0.023	48.805
LF56	Wind quer zum First (rechts)(BB)	-0.401	0.958	0.000	1.974	0.004	8.047
LF57	Wind quer zum First (rechts)(AB)	1.879	-1.905	0.000	-8.738	0.010	20.197
LF58	Wind quer zum First (rechts)(BA)	-2.191	-6.916	0.000	-1.271	0.014	28.732
LF59	Wind parallel zum First (A)	0.000	-14.662	0.000	-14.662	0.033	70.404
LF60	Wind parallel zum First (B)	0.000	-10.465	0.000	-10.465	0.024	50.067
Max		2.191	39.679	0.000	39.679	0.096	199.820
Min		-2.191	-14.662	0.000	-14.662	0.004	8.047
<b>Lastfallkombinationen für Tragfähigkeit (Bemessungswerte)</b>							
LK1	g	0.000	53.567	0.000	53.567	0.130	269.757
LK2	g + s	0.000	76.967	0.000	76.967	0.185	383.247
LK3	g + s(l)	0.000	74.087	0.000	68.147	0.171	355.362
LK4	g + s(r)	0.000	68.147	0.000	74.087	0.171	355.362
LK5	g + s + w(q, AA)	-0.080	66.181	0.000	68.166	0.164	339.682

Kippmoment für Gabelagerung  $T_d$ : 4.882 [kNm]    Normalkraft im Druckrand  $N_d$ : 125.704 [kN]    Ersatzlast für 1 Träger  $q$ : 0.188 [kN/m]

Bild 7.5: Maske 2.4 Lagerkräfte

Die Lagerkräfte werden für Lastfälle als charakteristische Lasten ausgegeben. Damit können sie für weitere Berechnungen übernommen werden. Für die Lastfallkombinationen werden die Lagerkräfte unter Berücksichtigung der Designlasten ausgewiesen.

Am unteren Tabellenende werden folgende Werte zusätzlich angegeben:

- $T_d$  Kippmoment für Gabelagerung nach [1] Gl. (14) bzw. [7] (NA.129)
- $N_d$  Normalkraft im Druckrand nach [1] Gl. (15) bzw. [7] Gl. (9.36)
- $q$  Ersatzlast für 1 Träger nach [1] Gl. (16) bzw. [7] Gl. (9.37)

Die angegebenen Werte werden jedoch bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

## 7.5 Maske 2.5 Verformungen

Die letzte Ergebnismaske listet die maximalen Verformungen für die einzelnen Lastfälle und Lastfallkombinationen auf.

LF	A	B	C	D	E	F	G	H	I
LK	Lastfall- bzw. LK-Bezeichnung	Lager links [mm] u <sub>z</sub>	Lager links [mm] u <sub>x</sub>	Max. Felddurchbiegung X [m]	Max. Felddurchbiegung max u <sub>z</sub> [mm]	Lager rechts [mm] u <sub>z</sub>	Lager rechts [mm] u <sub>x</sub>	Verdrehungen [mrad] φ <sub>y,A</sub>	Verdrehungen [mrad] φ <sub>y,B</sub>
<b>Lastfälle</b>									
LF1	Eigengewicht + Dachaufbau	0.0	0.0	9.850	16.2	0.0	8.3	-3.2	3.2
LF41	Schnee (beide Seiten voll)	0.0	0.0	9.850	6.1	0.0	3.1	-1.2	1.2
LF42	Schnee (linke Seite voll)	0.0	0.0	9.124	4.6	0.0	2.4	-1.0	0.9
LF43	Schnee (rechte Seite voll)	0.0	0.0	10.576	4.6	0.0	2.4	-0.9	1.0
LF51	Wind quer zum First (links)(A)	0.0	0.0	10.032	-4.6	0.0	-2.3	0.9	-0.9
LF52	Wind quer zum First (links)(B)	0.0	0.0	12.014	-2.1	0.0	-1.0	0.3	-0.5
LF53	Wind quer zum First (rechts)(A)	0.0	0.0	9.668	-4.5	0.0	-2.3	0.9	-0.9
LF54	Wind quer zum First (rechts)(B)	0.0	0.0	7.865	-2.2	0.0	-1.1	0.5	-0.3
LF55	Wind parallel zum First (A)	0.0	0.0	9.850	-6.7	0.0	-3.4	1.4	-1.4
LF56	Wind parallel zum First (B)	0.0	0.0	9.850	-5.2	0.0	-2.7	1.1	-1.1
<b>Lastfallkombinationen</b>									
LK47	s	0.0	0.0	9.850	6.1	0.0	3.1	-1.2	1.2
LK48	s(l)	0.0	0.0	9.124	4.6	0.0	2.4	-1.0	0.9
LK49	s(r)	0.0	0.0	10.576	4.6	0.0	2.4	-0.9	1.0
LK50	s + w(q,l,A)	0.0	0.0	9.850	3.4	0.0	1.7	-0.7	0.7
LK51	s + w(q,l,B)	0.0	0.0	9.124	5.0	0.0	2.5	-1.1	0.9
LK52	s + w(q,r,A)	0.0	0.0	9.850	3.4	0.0	1.8	-0.7	0.7
LK53	s + w(q,r,B)	0.0	0.0	10.576	4.9	0.0	2.5	-0.9	1.0
LK54	s + w(p,A)	0.0	0.0	9.850	2.1	0.0	1.1	-0.4	0.4
LK55	s + w(p,B)	0.0	0.0	9.850	3.0	0.0	1.5	-0.6	0.6
LK56	s(l) + w(q,l,A)	0.0	0.0	8.223	1.9	0.0	1.0	-0.4	0.3
LK57	s(l) + w(q,l,B)	0.0	0.0	8.223	3.5	0.0	1.8	-0.8	0.6

Schwingungsnachweis nach 9.3 (1)  $w_{G,inst} + w_2 * w_{Q,inst} : 16.2 > 6.0$  [mm]

Bild 7.6: Maske 2.5 Verformungen mit Schwingungsnachweis nach DIN 1052

In der Tabelle werden die Verschiebungen an jedem Lager  $u_z$ ,  $u_x$  sowie die Maximale Felddurchbiegung  $max u_z$  an den maßgebenden X-Stellen ausgegeben.

Falls das Modell mit Kragarmen versehen ist, wird die Tabelle um die Spalten Kragarm mit den Verschiebungen  $u_{z,k}$  erweitert.

Der rechte Bereich der Tabelle gibt Aufschluss über die Verdrehungen  $\phi$  an den Lagern und ggf. Kragarmen.

Wurde in Maske 1.4 der Schwingungsnachweis gemäß [1] Abschnitt 9.3 (1) ausgewählt (siehe Kapitel 5.4, Seite 51), so findet sich dieser Nachweis im unteren Fensterbereich der Maske 2.5.

## 7.6 Ergebnisverläufe

Der Ergebnisverlauf eines Trägers kann im Ergebnisdiagramm grafisch ausgewertet werden. Diese Funktion ist über die links gezeigte Schaltfläche zugänglich, die in jeder Ergebnismaske zur Verfügung steht.

Es öffnet sich ein neues Fenster mit einem Navigator und den Ergebnisverläufen am Träger.

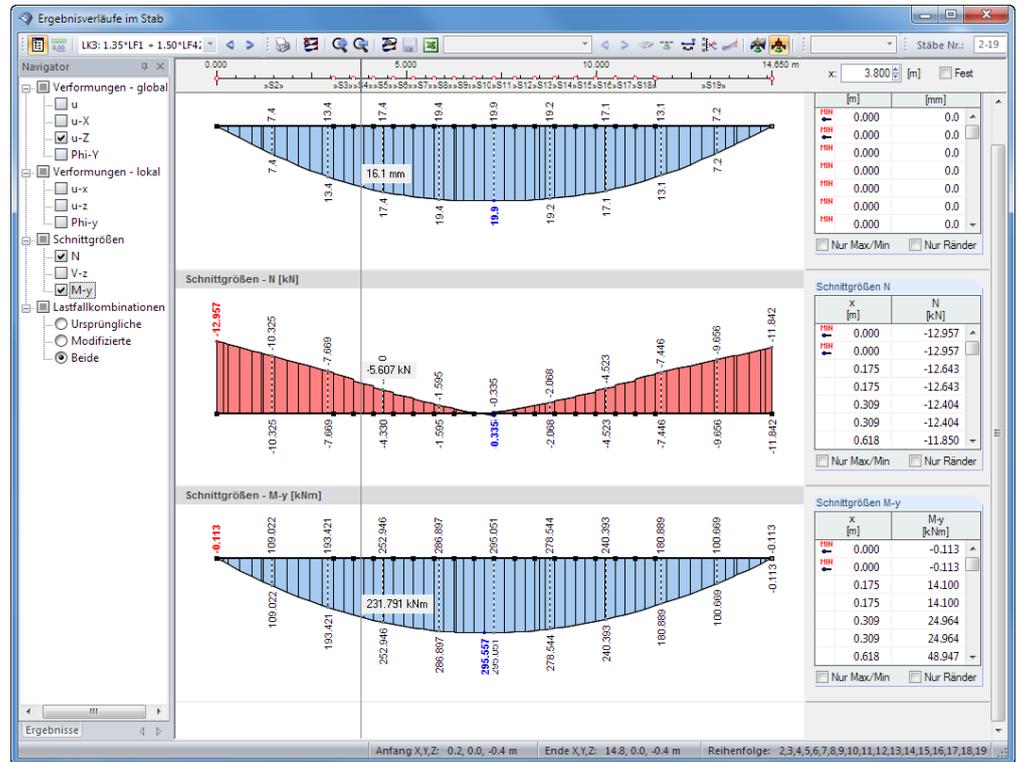
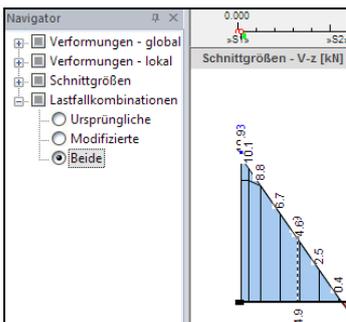


Bild 7.7: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*



Im Navigator links können die Verformungen und Schnittgrößen ausgewählt werden, die im Ergebnisdiagramm erscheinen sollen. Über die Liste in der Symbolleiste kann zwischen den Lastfällen, Lastfallkombinationen und dem RX-HOLZ-Nachweis gewechselt werden.

Im Ergebnisverlauf des RX-HOLZ-Nachweises zeigt eine gestrichelte Linie den Ausnutzungsgrad von 1,0 an (siehe Bild 8.12, Seite 73). Damit lässt sich die Größenordnung der Ergebnisse schnell beurteilen.

Der Navigatoreintrag *Lastfallkombinationen* bietet die Möglichkeit, *Ursprüngliche* oder *Modifizierte* Schnittgrößen anzuzeigen, die wegen einer Momenten- oder Querkraftreduktion für die Bemessung verwendet werden. Es lassen sich auch *Beide* Schnittgrößen darstellen.

In den RX-HOLZ-Ergebnismasken werden die globalen Stellen X angegeben, an denen die Nachweise erfolgen. Die Ergebnisverläufe hingegen sind auf die lokale Stabachse x bezogen. Der Bezug zwischen den globalen und lokalen Stellen ist dennoch gewährleistet: Nach der Wahl einer (globalen) X-Stelle in einer Tabelle und anschließendem Öffnen des Ergebnisdiagramms springt die Positionslinie automatisch an die entsprechende (lokale) x-Stelle im Ergebnisverlauf.

Die Ergebnisverläufe lassen sich über die Druckfunktion entweder direkt ausdrucken oder in das Ausdruckprotokoll übergeben (siehe Kapitel 8.4, Seite 73).

Eine ausführliche Beschreibung des Dialogs *Ergebnisverläufe* finden Sie im Kapitel 10.5 des RFEM-Handbuchs, das auf [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) als PDF-Dokument zum Download bereitsteht.

# 8. Ausdruck

Die Eingabe- und Ergebnisdaten von RX-HOLZ werden nicht direkt auf den Drucker geleitet. Stattdessen wird zunächst aus den Daten ein so genanntes „Ausdruckprotokoll“ generiert, das mit Grafiken, Erläuterungen, Skizzenscans etc. ergänzt werden kann. In diesem Ausdruckprotokoll wird festgelegt, welche Daten schließlich im Ausdruck erscheinen.



Ein Ausdruckprotokoll kann nur geöffnet werden, wenn unter Windows ein Standarddrucker installiert ist. Die Vorschau im Ausdruckprotokoll verwendet diesen Druckertreiber.

## 8.1 Ausdruckprotokoll

Das Ausdruckprotokoll wird über die links dargestellte Schaltfläche aufgerufen.

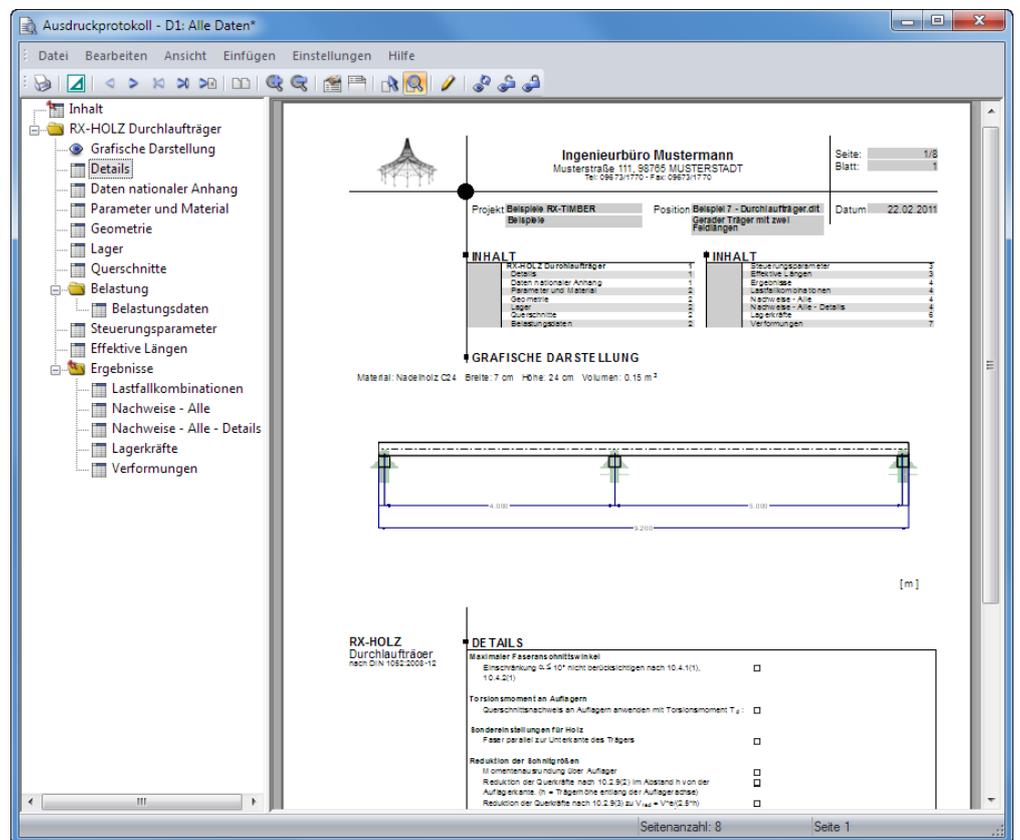


Bild 8.1: Ausdruckprotokoll

Bei Bedarf kann das Ausdruckprotokoll umbenannt werden. Dies erfolgt über das Menü

**Datei** → **Umbenennen**.



Bild 8.2: Dialog *Ausdruckprotokoll umbenennen*

Ist das Ausdruckprotokoll aufgebaut, wird links der Protokoll-Navigator, rechts die Seitenansicht mit dem zu erwartenden Aussehen des Ausdrucks angezeigt.

Die einzelnen Kapitel des Protokolls können im Navigator per Drag & Drop an jede beliebige Stelle verschoben werden.

## Kontextmenü

Das Kontextmenü bietet weitere Möglichkeiten zur Anpassung des Ausdruckprotokolls. Wie in Windows üblich, ist eine Mehrfachselektion mit den Tasten [Strg] und [⇧] möglich.

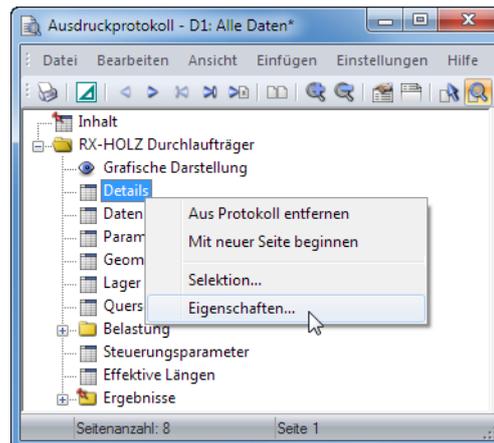


Bild 8.3: Kontextmenü des Protokoll-Navigators

### Aus Protokoll entfernen

Das markierte Kapitel wird gelöscht. Soll es wieder in das Protokoll eingefügt werden, ist dies über die Selektion möglich: Menü *Bearbeiten* → *Globale Selektion*.

### Mit neuer Seite beginnen

Mit diesem Kapitel wird eine neue Seite begonnen. Im Navigator ist das Kapitel dann mit einem roten Pin gekennzeichnet (wie z. B. Kapitel *Inhalt* im Bild oben).



### Selektion

Die globale Selektion wird aufgerufen, die auf den folgenden Seiten beschrieben ist. Das gewählte Kapitel ist voreingestellt.

### Eigenschaften

Einige allgemeine Eigenschaften eines Kapitels können beeinflusst werden.



Bild 8.4: Dialog *Eigenschaften*

## Navigation im Ausdruckprotokoll

Am einfachsten wird eine bestimmte Stelle im Ausdruckprotokoll mit einem Klick auf den Kapiteleintrag im Navigator angesteuert.

Das Menü **Ansicht** bietet weitere Funktionen zur Navigation. Diese sind auch über die entsprechenden Schaltflächen in der 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.
	Es wird zwischen ein- und zweiseitiger Darstellung in der Vorschau umgeschaltet.
	Die Darstellung in der Vorschau wird vergrößert.
	Die Darstellung in der Vorschau wird verkleinert.
	Selektion-Modus: Per Mausklick können Kapitel selektiert und bearbeitet werden.
	Zoom-Modus: Ein Mausklick vergrößert die Darstellung des angeklickten Kapitels.
	Das Ausdruckprotokoll wird neu gezeichnet.

Tabelle 8.1: Navigations-Schaltflächen in der Symbolleiste

## 8.2 Auswahl der Druckdaten



In der globalen Selektion können die Kapitel ausgewählt werden, die im Ausdruckprotokoll erscheinen sollen. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

**Bearbeiten** → **Globale Selektion**,

die links dargestellte Schaltfläche in der Symbolleiste oder das *Inhalt*-Kontextmenü.

Es erscheint folgender Dialog.

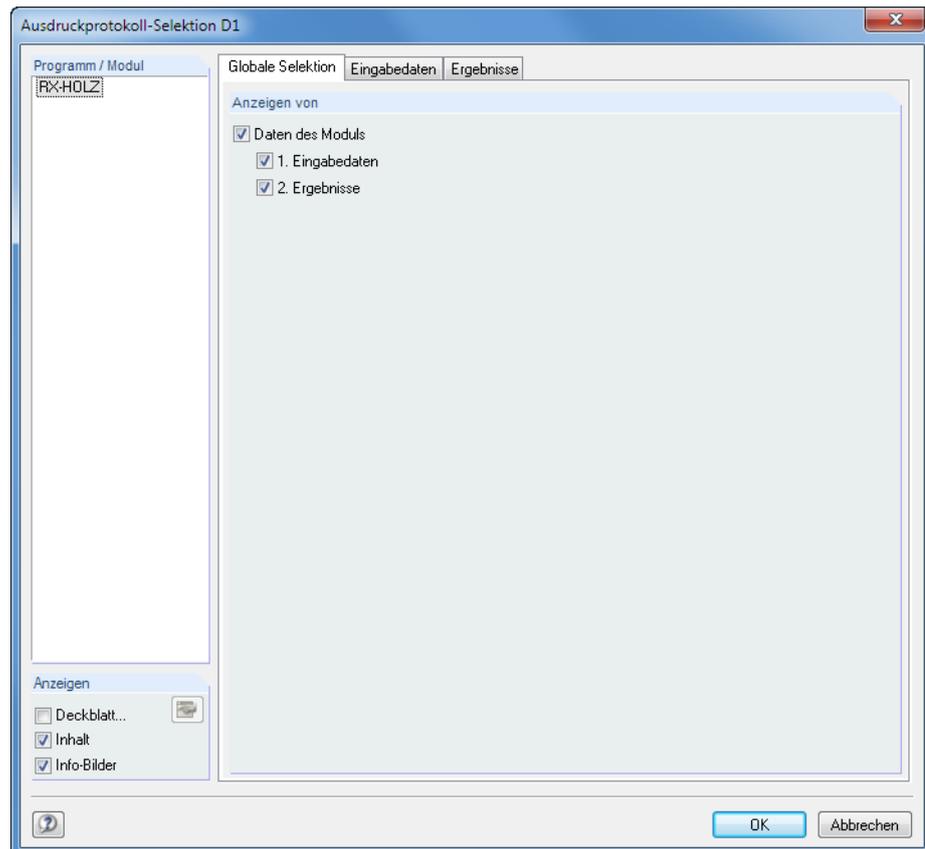


Bild 8.5: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Globale Selektion*

### Globale Selektion

Das Register *Globale Selektion* verwaltet die Oberkapitel des Protokolls. Wenn hier ein Eintrag deaktiviert wird, verschwindet auch das zugehörige Detailregister.

Der Abschnitt *Anzeigen* in der linken unteren Ecke enthält drei Kontrollfelder. Damit lässt sich steuern, ob *Deckblatt*, *Inhaltsverzeichnis* und kleine *Info-Bilder* in der Randspalte des Protokolls erscheinen sollen.

### Eingabedaten / Ergebnisse

Über die Selektion in den Registern *Eingabedaten* und *Ergebnisse* kann der Umfang des Ausdrucks beeinflusst werden. Die Nachweise für einen Träger können dabei von einigen wenigen Seiten bis zu über 150 Seiten variieren. Daher ist eine sinnvolle Auswahl der Ausgabedaten wichtig. Als sehr umfangreich erweisen sich die Details der Nachweise – insbesondere die der X-stellenweisen Ergebnisse.

Die Daten im Ausdruck spiegeln die Gruppierung der Ein- und Ausgabe im Programm wider.

Jede Auswahl wird im Protokoll-Navigator dokumentiert und kann dort auch wieder entfernt werden.

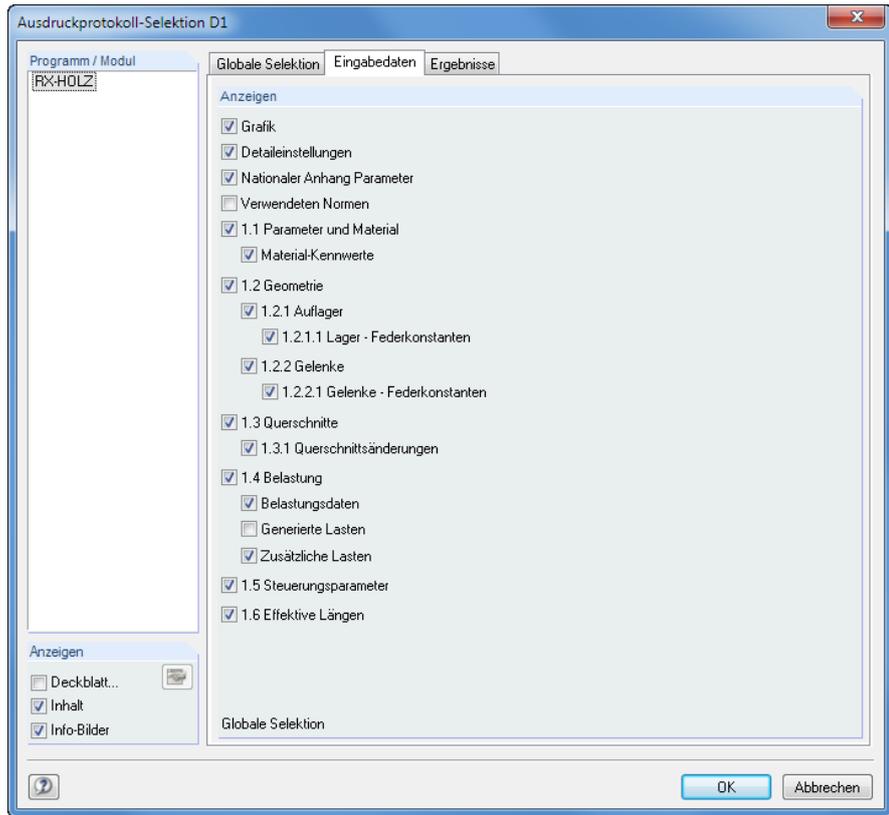


Bild 8.6: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Eingabedaten*



Im Register *Ergebnisse* besteht wie in den Ergebnismasken eine *Filter*-Möglichkeit nach den Nachweisen der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und des Brandschutzes.

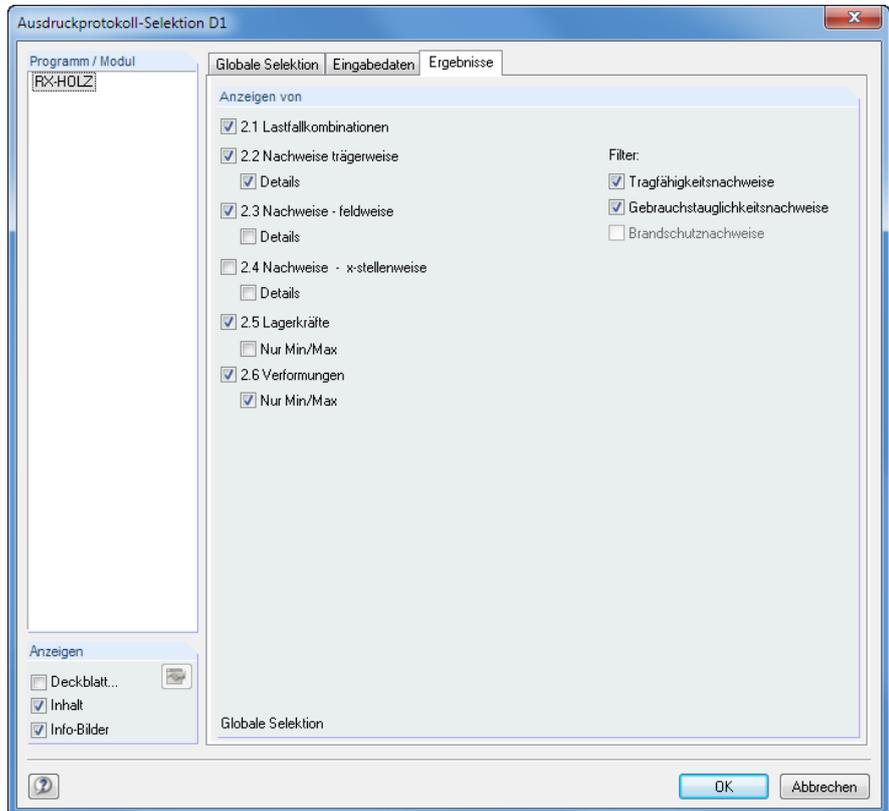


Bild 8.7: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*, Register *Ergebnisse*

## 8.3 Druckkopf



Im Zuge der Installation wird ein Druckkopf aus den Kundendaten angelegt. Diese Angaben können im Ausdruckprotokoll geändert werden über Menü

**Einstellungen → Druckkopf**

oder die zugeordnete Schaltfläche in der Symbolleiste.

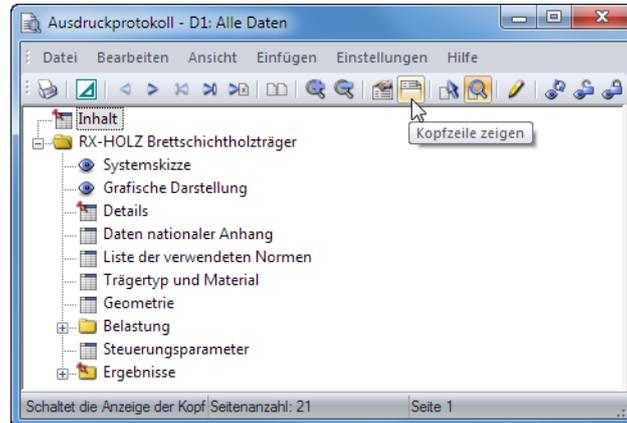


Bild 8.8: Schaltfläche *Kopfzeile zeigen*

Es erscheint ein Dialog, in dem die Einstellungen für den Druckkopf vorgenommen werden können.

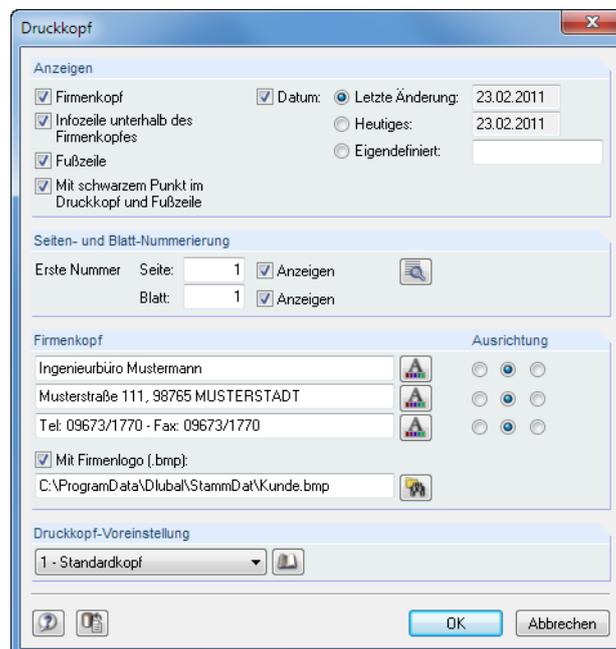


Bild 8.9: Dialog *Druckkopf*

Der Abschnitt *Anzeigen* steuert, welche Elemente des Druckkopfes generell dargestellt werden und welches *Datum* dort erscheinen soll.

Die *Infozeile unterhalb des Firmenkopfes* umfasst die Projekt- und Positionsangaben einschließlich Datum. Die Projektbezeichnung wird im Projektmanager bei den Basisangaben des Projekts verwaltet und kann dort angepasst werden (siehe Kapitel 4.1.1, Seite 13), die Positionsbezeichnung wird von den Basisangaben der Position übernommen (siehe Kapitel 4.2, Seite 24).

Im Abschnitt *Seiten- und Blatt-Nummerierung* kann die Nummerierung angepasst werden. Sind für *Seite* und *Blatt* die gleichen Anfangsnummern angegeben und ist das Kontrollfeld *Anzeigen* angehakt, besteht kein Unterschied in der Nummerierung. Sollen aber mehrere Seiten einem Blatt zugeordnet werden, so sind detaillierte Vorgaben für die Nummerierung über die Schaltfläche [Weitere Einstellungen] möglich.

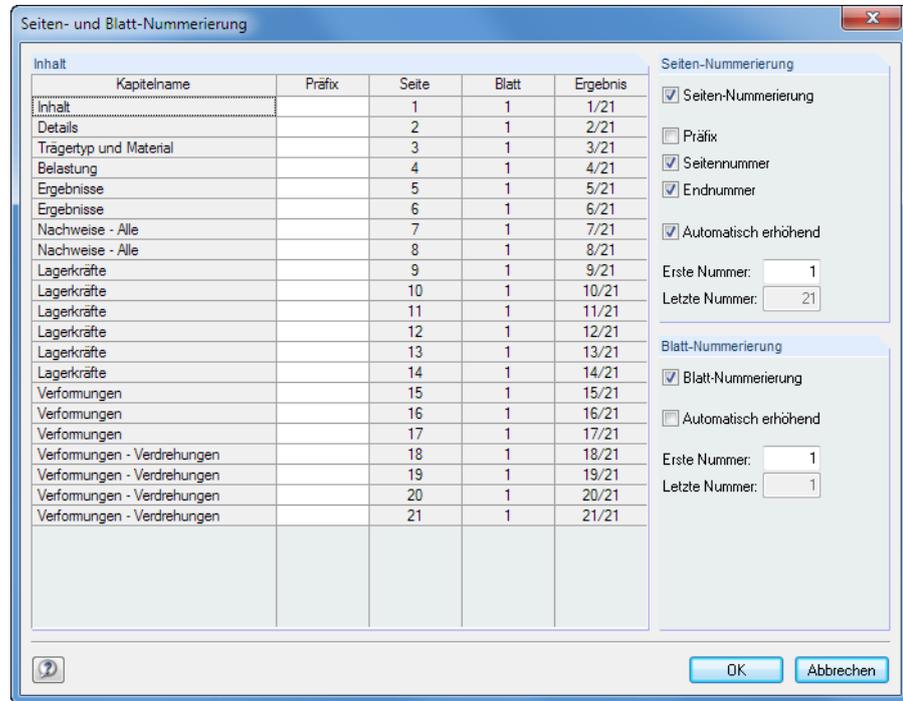


Bild 8.10: Dialog *Seiten- und Blattnummerierung*

Der Abschnitt *Firmenkopf* im Dialog *Druckkopf* (Bild 8.9) enthält die Angaben aus den Kundendaten, die hier angepasst werden können. Für jede der drei Druckkopfzeilen steht ein Eingabefeld zur Verfügung. Über die Schaltfläche [A] 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 muss als Bitmap vorliegen (z. B. MS Paint speichert Grafiken im \*.bmp-Format ab).

Um den geänderten Druckkopf zu sichern, klicken Sie unten im Dialog auf die Schaltfläche [Als Standard setzen]. Es erscheint der Dialog *Name des Druckkopfes*, in dem eine Bezeichnung anzugeben ist. Der neue Druckkopf wird dann in der Liste voreingestellt.

Die Schaltfläche [Druckkopf-Bibliothek] ermöglicht den Zugriff auf verschiedene Druckköpfe. In der *Druckkopf-Bibliothek* können Musterköpfe erstellt, geändert und gelöscht werden.



Bild 8.11: Dialog *Druckkopf- Bibliothek*

Sind mehrere Druckköpfe vorhanden, kann der geeignete Firmenkopf in der Liste des Abschnitts *Druckkopf-Voreinstellung* (Bild 8.9) ausgewählt werden. Mit der Schaltfläche [Als Standard setzen] wird dieser Kopf für alle folgenden RX-HOLZ-Positionen voreingestellt.

Die Druckköpfe werden in der Datei **DlubalProtocolConfig.cfg** im Stammdatenordner der Dlubal-Anwendungen (z. B. *C:\ProgramData\Dlubal\Stammdat*) gespeichert. Die Datei wird bei der Installation nicht überschrieben; trotzdem ist eine Sicherungskopie ratsam.

## 8.4 Ergebnisverläufe

Das Ausdruckprotokoll kann mit Grafiken der Ergebnisverläufe (siehe Kapitel 7.6, Seite 65) ergänzt werden. Stellen Sie zunächst in RX-HOLZ über die links dargestellte Schaltfläche die gewünschten Ergebnisverläufe ein.

Mit der Schaltfläche [Drucken] wird die aktuelle Grafik in das Ausdruckprotokoll übergeben.

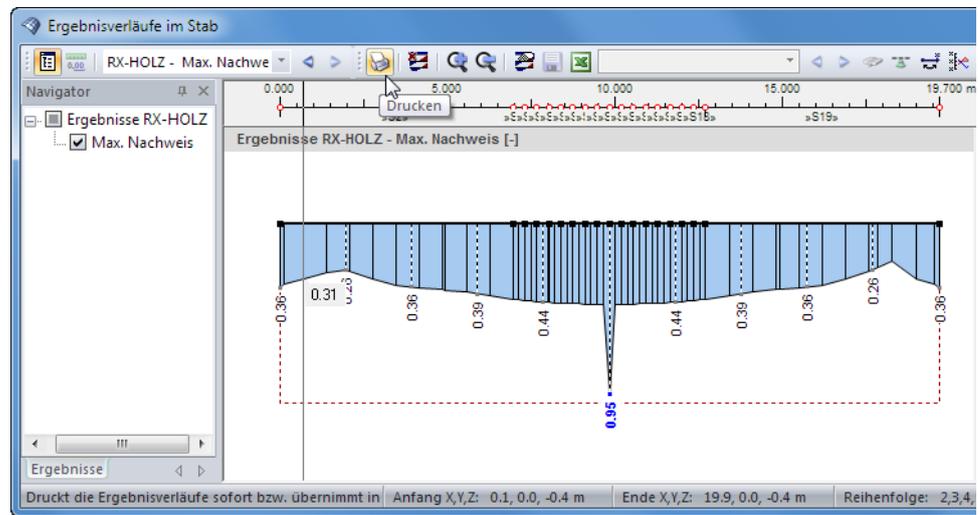


Bild 8.12: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Ergebnisverläufe-Fensters

Es erscheint folgender Dialog.

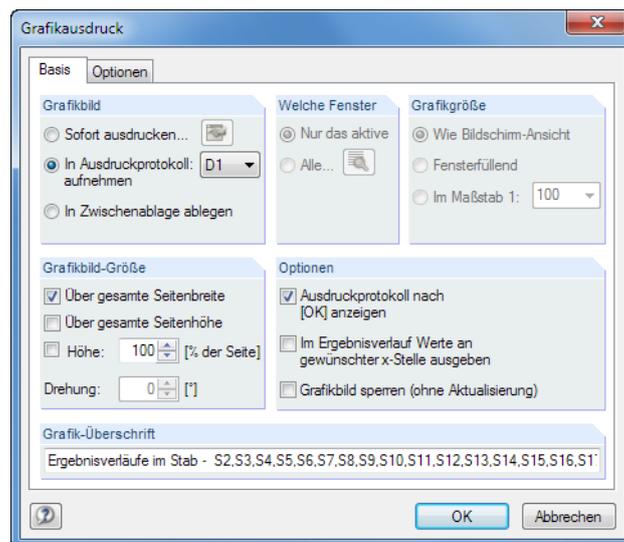


Bild 8.13: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Im Abschnitt *Grafikbild* ist die Option *In Ausdruckprotokoll aufnehmen* zu wählen.

Die Abschnitte *Welche Fenster* und *Grafikgröße* sind in RX-HOLZ nicht zugänglich, da es sich hier um spezielle Einstellungen für RFEM handelt.

Die Einstellungen im Abschnitt *Grafikbild-Größe* regeln die Ausdehnung der Grafik auf dem Papier. Ist das Kontrollfeld *Über gesamte Seitenbreite* angehakt, wird auch der linke Rand neben der vertikalen Trennlinie für die Grafik genutzt. Die *Höhe* des Grafikbereichs kann als prozentualer Anteil der Seite angegeben werden, falls nicht die gesamte Seitenhöhe für die Grafik genutzt werden soll.

Wird der Dialog mit [OK] geschlossen, öffnet sich normalerweise das Ausdruckprotokoll. Dies kann hinderlich sein, wenn mehrere Grafiken hintereinander in das Protokoll gedruckt werden sollen. Der Aufruf des Ausdruckprotokolls lässt sich unterdrücken, indem das Kontrollfeld *Ausdruckprotokoll nach [OK] anzeigen* im Abschnitt *Optionen* deaktiviert wird.

Im Ergebnisverläufe-Fenster steht eine frei platzierbare senkrechte Linie zur Verfügung, um Werte an einer beliebigen Stelle abzulesen. Das Kontrollfeld *Im Ergebnisverlauf Werte an gewünschter x-Stelle ausgeben* steuert, ob die Werte an der Position der vertikalen Linie im Ausdruck der Ergebnisverläufe erscheinen.

Standardmäßig werden dynamische Grafiken erzeugt: Bei einer Änderung des Modells werden die Grafiken im Ausdruckprotokoll automatisch aktualisiert. Ist dies nicht gewünscht, kann die Aktualisierung über das Kontrollfeld *Grafikbild sperren* 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 8.3, Seite 67). Über die *Eigenschaften* ist der Dialog *Grafikausdruck* dieses Bildes wieder zugänglich. Alternativ selektieren Sie die Grafik im Protokoll-Navigator und wählen Menü *Bearbeiten* → *Abschnitt-Eigenschaften*.

Die Schloss-Schaltflächen in der Symbolleiste des Ausdruckprotokolls bieten eine weitere Möglichkeit, Grafiken als statisch oder dynamisch zu klassifizieren. 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 8.2: Grafik-Schaltflächen im Ausdruckprotokoll

Die *Grafik-Überschrift* der Ergebnisverläufe beinhaltet standardmäßig die Liste der angezeigten Stabnummern. Im untersten Abschnitt des Dialogs *Grafikausdruck* (Bild 8.13) kann ein beliebiger Erläuterungstext eingegeben werden.

## 8.5 Grafiken und Texte

Es können auch Grafiken und Texte in das RX-HOLZ-Ausdruckprotokoll integriert werden.

### Grafiken einfügen

Um ein Bild einzufügen, das keine RX-HOLZ-Grafik ist, muss die Grafikdatei zunächst mit einem Bildbearbeitungsprogramm wie z. B. MS Paint geöffnet werden. Dort kann die Grafik 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.

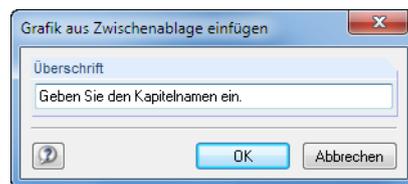


Bild 8.14: Dialog *Grafik aus Zwischenablage einfügen*

Die Grafik erscheint dann als eigenständiges Kapitel im Ausdruckprotokoll.

### Texte einfügen

Das Ausdruckprotokoll kann mit eigenen, kurzen Anmerkungen ergänzt werden. Diese Funktion wird aufgerufen über das Ausdruckprotokoll-Menü

**Einfügen** → **Text**.

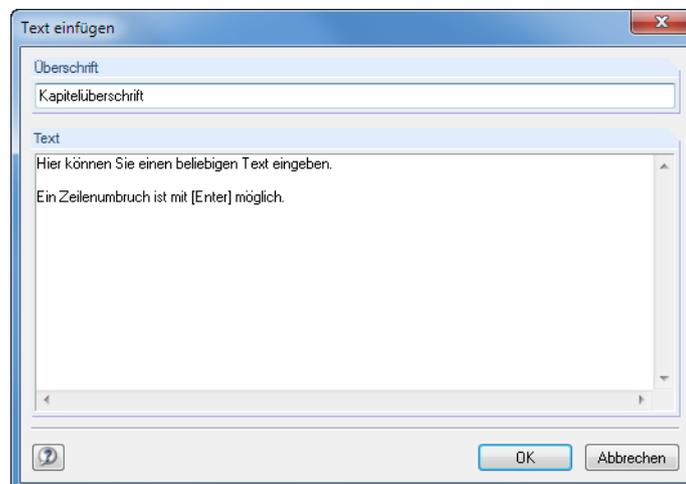


Bild 8.15: Dialog *Text einfügen*

Geben Sie im Dialog die *Überschrift* und den *Text* ein. Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag & Drop lässt es sich dann an die gewünschte Stelle verschieben.



Im Selektionsmodus (siehe Tabelle 8.1, Seite 68) 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-Dateien einfügen

Textdateien im ASCII-Format lassen sich ebenfalls in das Ausdruckprotokoll einbinden. Dadurch können wiederkehrende Texte in Dateien abgelegt und im Protokoll genutzt werden.

Diese Funktion ermöglicht es auch, die Nachweise anderer Bemessungsprogramme in das Ausdruckprotokoll zu integrieren. Die Ergebnisse müssen im ASCII-Format vorliegen.

Textdateien werden eingefügt über das Ausdruckprotokoll-Menü

**Einfügen** → **ASCII-Datei**.

Im Windows-Dialog *Öffnen* ist zunächst die Datei auszuwählen. Ehe der Inhalt dieser Datei in das Ausdruckprotokoll übernommen wird, erscheint folgender Dialog.

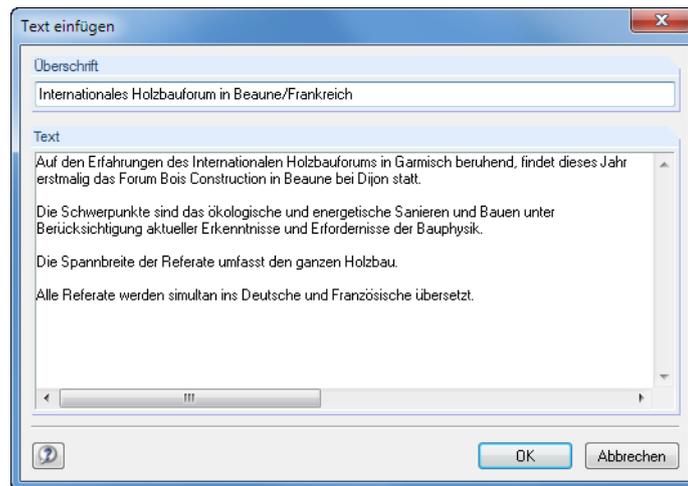


Bild 8.16: Dialog *Text einfügen*

Der Text kann noch angepasst und mit einer Kapitelüberschrift versehen werden.

Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag & Drop lässt es sich dann an die gewünschte Stelle verschieben.



Im Selektionsmodus (siehe Tabelle 8.1, Seite 68) kann der Text über einen Doppelklick nachträglich geändert werden.

## RTF-Dateien einfügen

Die oben beschriebene Möglichkeit eignet sich für einfach formatierte Texte, die keine Grafiken enthalten. Um formatierte Texte einschließlich eingebetteter Grafiken in das Protokoll zu integrieren, ist der Import von RTF-Dateien zu nutzen.

Die Funktion wird aufgerufen über Menü

**Einfügen** → **RTF-Datei**.

Im Windows-Dialog *Öffnen* ist zunächst die Datei auszuwählen. Ehe der Inhalt dieser Datei in das Ausdruckprotokoll übernommen wird, ist der Kapitelname anzugeben.

Nach [OK] wird das Kapitel am Ende des Ausdruckprotokolls eingefügt. Mit Drag & Drop kann es dann an die gewünschte Stelle verschoben werden.

## 8.6 Ausdruckprotokoll-Muster

Die im Kapitel 8.2 beschriebene Selektion ist relativ zeitaufwändig. Um eine Auswahl einschließlich Grafiken für weitere Positionen zu nutzen, kann sie als Muster abgelegt werden. Ausdruckprotokolle lassen sich auf Basis dieser Vorlagen wesentlich rationeller erstellen.

Ein bestehendes Ausdruckprotokoll kann im Nachhinein auf ein Muster umgestellt 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 8.2 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 8.17: Dialog *Neues Ausdruckprotokoll-Muster*

### Neu aus aktuellem Protokoll

Die Selektion des aktuellen Ausdruckprotokolls wird für die neue Vorlage verwendet. Im Dialog *Neues Ausdruckprotokoll-Muster* ist die *Bezeichnung* des neuen Musterprotokolls festzulegen.

### 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** → **Wählen**.

In einem Dialog kann dann die Vorlage in der Liste *Vorhandene Ausdruckprotokoll-Muster* ausgewählt werden.

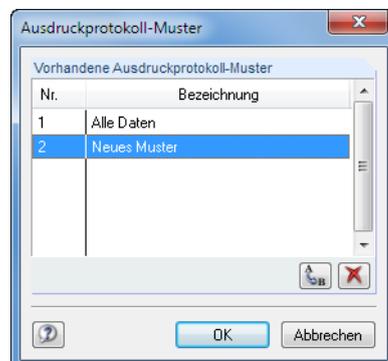


Bild 8.18: Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*

Die Schaltflächen dieses Dialogs sind in Tabelle 8.3 erläutert.

Die aktuelle Selektion wird nach einer Sicherheitsabfrage durch das Muster überschrieben.

### Muster verwalten

Die Verwaltung aller Vorlagen erfolgt im Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*. Dieser Dialog wird aufgerufen über Menü

**Einstellungen → Ausdruckprotokoll-Muster → Wählen.**

Es erscheint der im Bild 8.18 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 8.3: Schaltflächen im Dialog *Ausdruckprotokoll-Muster*



Die Ausdruckprotokoll-Muster werden in der Datei **RfemProtocolConfig.cfg** gespeichert, die sich im Stammdatenordner für RX-HOLZ (*C:\ProgramData\Dluba\RX-HOLZ1\Stammdat*) befindet. Diese Datei wird bei der Installation eines Updates nicht überschrieben; dennoch ist eine Sicherungskopie zu empfehlen.

## 8.7 Gestaltung

### 8.7.1 Layout

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

**Bearbeiten → Seite einrichten.**

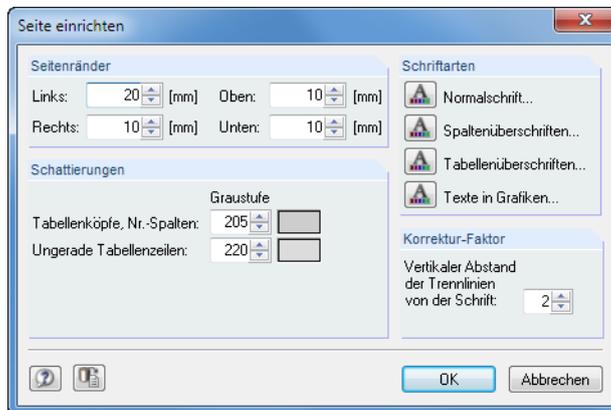


Bild 8.19: Dialog *Seite einrichten*



Es sind relativ kleine Standardfonts für Normal- und Spaltenüberschriften vorgesehen. Dennoch sollte man vorsichtig sein, die Voreinstellung **Arial 8** zu verändern. Mit größeren Fonts passen die Einträge nicht immer in die vorgesehenen Spalten und werden abgeschnitten.

## 8.7.2 Deckblatt

Das Ausdruckprotokoll kann mit einem Deckblatt versehen werden. Zur Eingabe der Deckblattdaten ist ein Dialog aufzurufen über Menü

**Bearbeiten** → **Deckblatt anzeigen**.



Bild 8.20: Dialog *Deckblatt*

Wenn alle Einträge vorliegen, kann das Deckblatt mit [OK] im Protokoll erstellt werden.

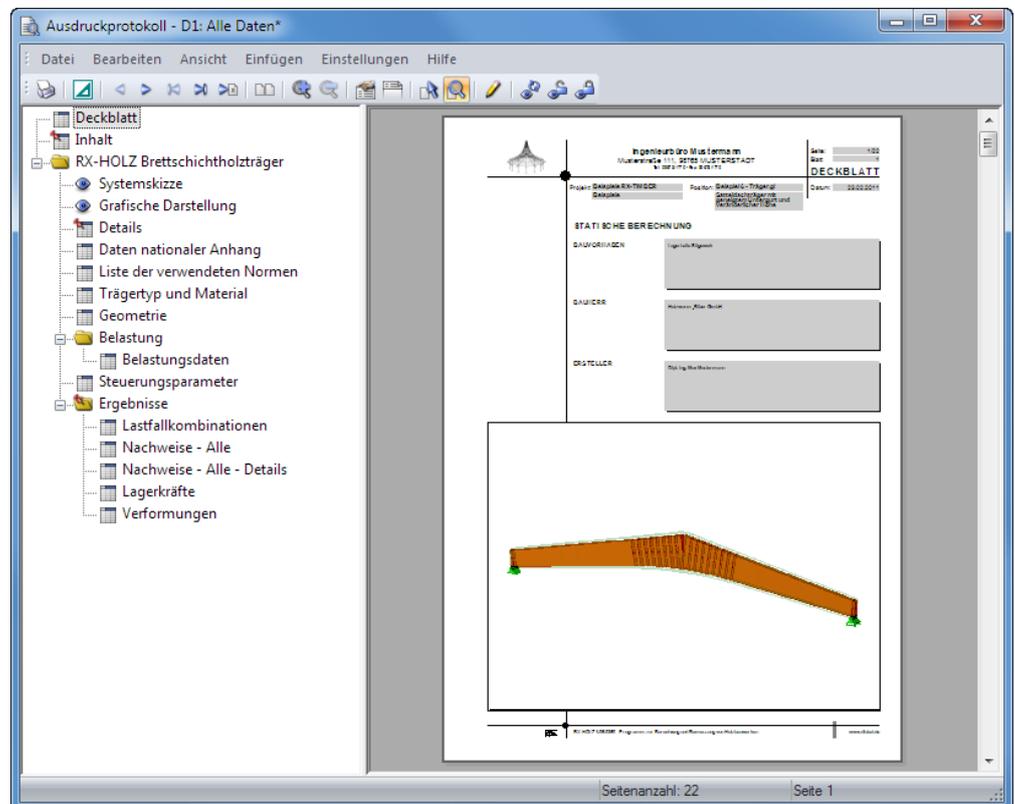


Bild 8.21: Deckblatt im Ausdruckprotokoll



Der Inhalt des Deckblatts kann im Selektionsmodus (siehe Tabelle 8.1, Seite 68) über einen Doppelklick nochmals geändert werden. Alternativ klicken Sie das Deckblatt im Navigator mit der rechten Maustaste an und benutzen den Kontextmenü-Eintrag *Eigenschaften*.

### 8.7.3 Sprache

Die Spracheinstellung im Ausdruckprotokoll ist unabhängig von der Sprache der RX-HOLZ-Benutzeroberfläche (siehe Kapitel 9.2, Seite 85). Mit der deutschen RX-HOLZ-Version kann also z.B. auch ein englisches oder italienisches Ausdruckprotokoll erzeugt werden.

Die im Ausdruckprotokoll benutzte Sprache wird geändert über Menü

**Einstellungen** → **Sprache**.

Im folgenden Dialog kann die gewünschte Sprache in der Liste ausgewählt werden.



Bild 8.22: Dialog *Sprachen*

Zurzeit stehen folgende Sprachen zur Verfügung:

- Deutsch
- Englisch
- Italienisch
- Tschechisch

#### Erweitern der vorhandenen Sprachen

Die im Ausdruckprotokoll verwendeten Begriffe sind als Strings (Zeichenketten) abgelegt. Dadurch ist es relativ einfach möglich, weitere Sprachen einzubinden.

Über die Schaltflächen im Dialog *Sprachen* kann eine neue Sprache angelegt werden.



#### 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.

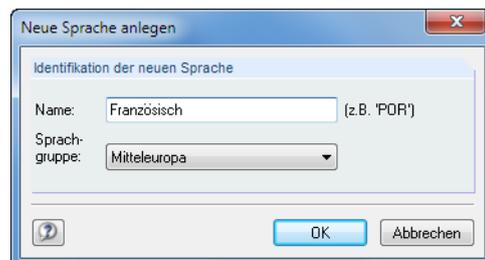


Bild 8.23: Dialog *Neue Sprache anlegen*

Nach [OK] steht die neue Sprache in der Liste *Vorhandene Sprachen* zur Verfügung.



Bild 8.24: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Selektierte Sprache bearbeiten*

Über [Bearbeiten] können die Strings der neuen Sprache eingegeben werden.

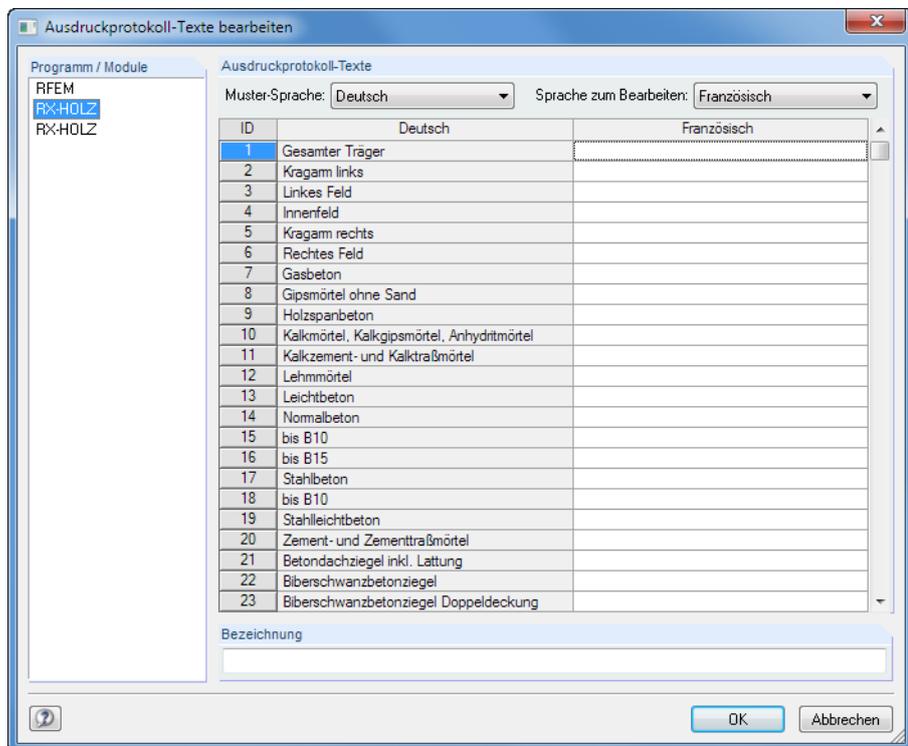


Bild 8.25: Dialog *Ausdruckprotokoll-Texte bearbeiten*

Es können nur benutzerdefinierte Sprachen bearbeitet werden.

### Sprache kopieren



Bild 8.26: Dialog *Sprachen*, Schaltfläche *Neue Sprache erzeugen mit Kopieren*

Diese Funktion ähnelt dem Anlegen einer neuen Sprache. Der Unterschied besteht darin, dass keine „leere“ Sprache angelegt wird (siehe Bild 8.25, Spalte *Französisch*), 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.



## 8.8 Druckausgabe

### 8.8.1 Direktdruck

Der eigentliche Druckvorgang wird gestartet mit dem Ausdruckprotokoll-Menü

**Datei → Drucken**

oder der entsprechenden Schaltfläche in der Symbolleiste.

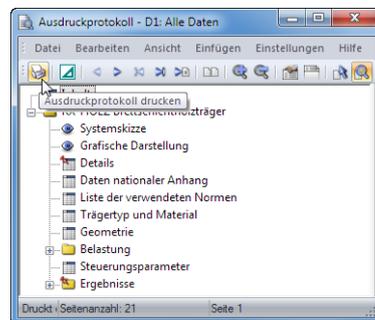


Bild 8.27: Schaltfläche *Ausdruckprotokoll drucken*

Es wird der Standard-Druckerdialog von Windows aufgerufen, in dem der Drucker und die zu druckenden Seiten festzulegen sind.

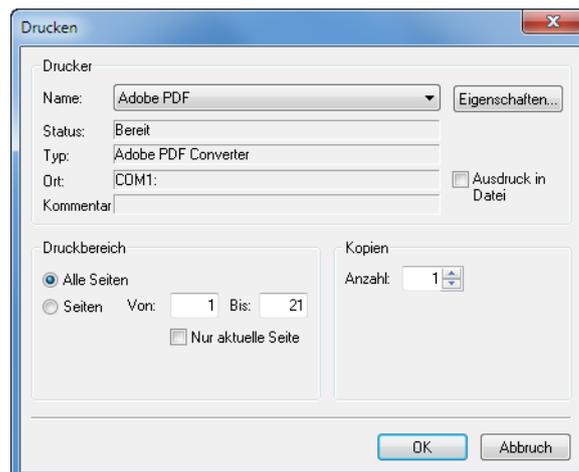


Bild 8.28: Dialog *Drucken*

Falls nicht der Standarddrucker verwendet wird, kann der Seitenumbruch und damit auch die Seitenzahl auf dem Papier von der Vorschau in RX-HOLZ 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.

## 8.8.2 Export

Das Ausdruckprotokoll kann als RTF-Datei oder direkt nach *BauText* exportiert werden.

### RTF-Export

Alle gängigen Textverarbeitungsprogramme unterstützen das RTF-Format. Das Ausdruckprotokoll einschließlich der Grafiken wird als RTF-Dokument exportiert über Menü

**Datei** → **Export in RTF-Datei bzw. BauText.**



Bild 8.29: Dialog *Ausdruckprotokoll im RTF-Format exportieren*

Im Dialog sind der Verzeichnispfad und der Dateiname für die RTF-Datei anzugeben. Wird das Kontrollfeld *Export nur der selektierten Daten* angehakt, so wird nicht das ganze Protokoll exportiert, sondern nur das bzw. die Kapitel, die zuvor im Navigator selektiert wurden.

### BauText-Export

*BauText* aus dem Hause VEIT CHRISTOPH ist ein Textverarbeitungsprogramm mit speziellen Erweiterungen für statische Berechnungen.

Der direkte Export nach *BauText* wird gestartet über Menü

**Datei** → **Export in RTF-Datei bzw. BauText**

oder die Schaltfläche [BauText] in der Symbolleiste.

Es öffnet sich der im Bild oben dargestellte Dialog, in dem das Kontrollfeld *Direkter Export in das Programm BauText* aktiviert werden muss.

Es ist nicht erforderlich, einen Dateinamen anzugeben, allerdings sollte *BauText* bereits im Hintergrund laufen. Nach [OK] wird das Importmodul von *BauText* gestartet.

### PDF-Export

Ein direkter Export des Ausdruckprotokolls in ein PDF-Dokument ist nicht möglich. Wenn jedoch Adobe Acrobat® oder ein ähnliches Produkt installiert ist, steht im Dialog *Drucken* ein virtueller Drucker zur Verfügung, mit dem ein PDF-Dokument erzeugt werden kann.

Zum Erstellen von PDF-Dateien gibt es auch im Internet verschiedene kostenlose Tools wie beispielsweise *Ghostscript* oder *Win2PDF*. Es muss zusätzlich ein Drucker installiert sein, der PostScript drucken kann, z. B. HP Color LaserJet 5/5M PS. Ist dieser Drucker so eingestellt, dass er in eine Datei druckt, lässt sich aus jedem Ausdrucksprotokoll eine PostScript-Datei erstellen, die dann mit *Ghostscript* in eine PDF-Datei umgewandelt werden kann.



# 9. Allgemeine Funktionen

## 9.1 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Dezimalstellen können während der Modellierung oder Auswertung beliebig geändert werden. Alle Zahlenwerte werden umgerechnet oder angepasst.

### Einheiten und Dezimalstellen ändern

In manchen Dialogen ist der Dialog zum Ändern der Einheiten und Nachkommastellen über die links gezeigte Schaltfläche zugänglich.

In RX-HOLZ wird der Dialog *Einheiten und Dezimalstellen* aufgerufen über Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen**.

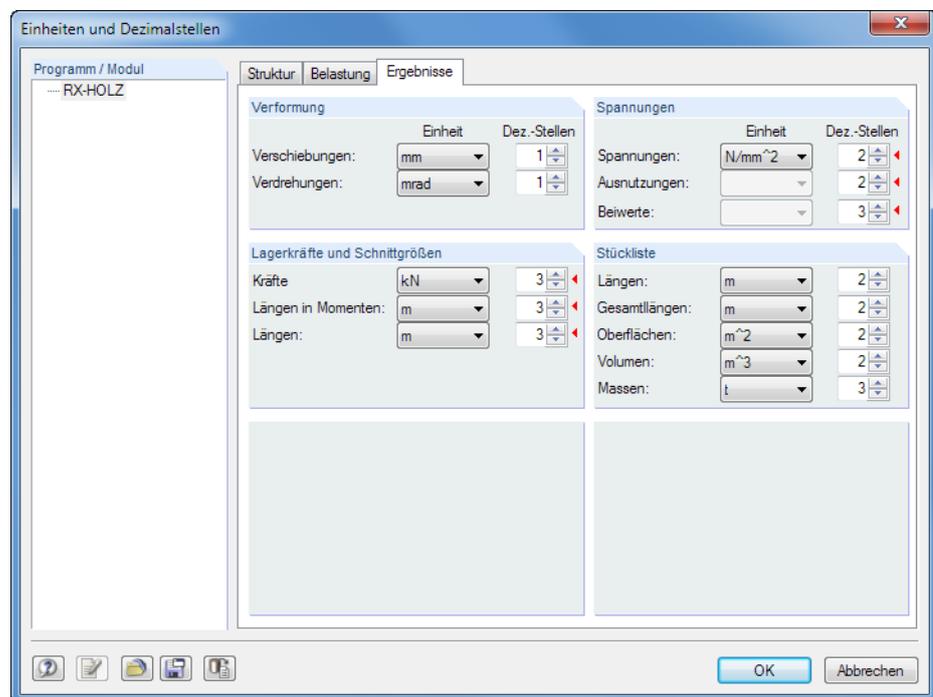


Bild 9.1: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*

Es werden drei Register angeboten. Somit können die Vorgaben getrennt für die Daten der *Struktur*, *Belastung* und *Ergebnisse* erfolgen. Die Einheiten und Nachkommastellen sind in Abschnitten gruppiert.

Die Einheiten und Dezimalstellen, die für die aktuelle Maske relevant sind, werden 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 Positionen wieder verwendet werden. Dadurch sind spezifische Einheitenprofile für Holzstrukturen möglich.

Die links dargestellte Schaltfläche ruft einen Dialog auf, in dem der *Name* des neuen Einheiten-Benutzerprofils anzugeben ist.



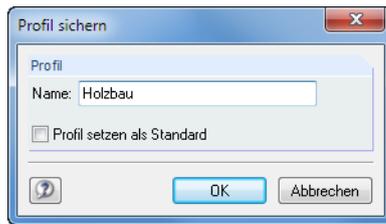


Bild 9.2: Dialog *Profil sichern*

Um dieses Profil als Voreinstellung für neue Positionen 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 Wahl stehen. Als Voreinstellungen sind ein metrisches und ein imperiales (angloamerikanisches) Einheitenprofil enthalten.



Bild 9.3: Dialog *Profil einlesen*

## 9.2 Spracheinstellungen

Die Benutzeroberfläche von RX-HOLZ steht zurzeit in folgenden Sprachen zur Verfügung:

- Deutsch
- Englisch
- Tschechisch

Die Steuerung der Sprache erfolgt im Projektmanager (siehe Kapitel 4.1) über Menü **Bearbeiten** → **Sprache (RX-HOLZ)**.

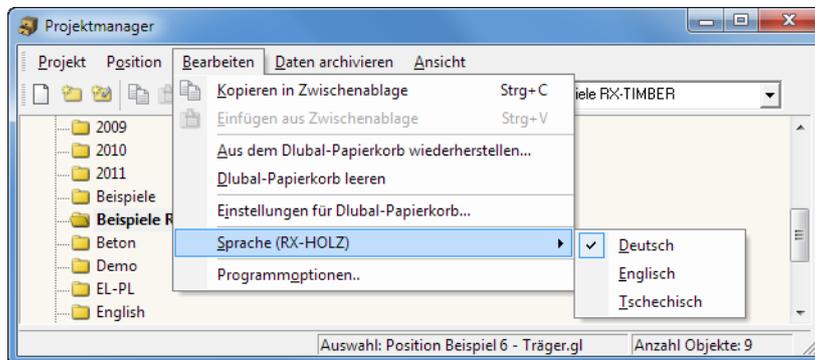


Bild 9.4: Projektmanager-Menü *Bearbeiten* → *Sprache*

Die Sprache im Ausdruckprotokoll kann unabhängig von der Sprache der Benutzeroberfläche eingestellt werden (siehe Kapitel 8.7.3, Seite 80).

### 9.3 Anzeigeeigenschaften

Die Anzeigeeigenschaften steuern, wie die grafischen Objekte in den Ein- und Ausgabemas-ken dargestellt wird.

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

Der Dialog *Anzeigeeigenschaften* ist nur zugänglich in Maske 1.3 *Belastung*. Zunächst ist über die Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen bzw. Zusätzliche Lasten definieren] der Dialog *Lastfälle* aufzurufen (siehe Bild 5.29, Seite 46).

Wird im Abschnitt *Lasten* eine Zeile mit Eingaben selektiert, so ist rechts neben der Grafik die Schaltfläche [Bearbeiten] zugänglich.

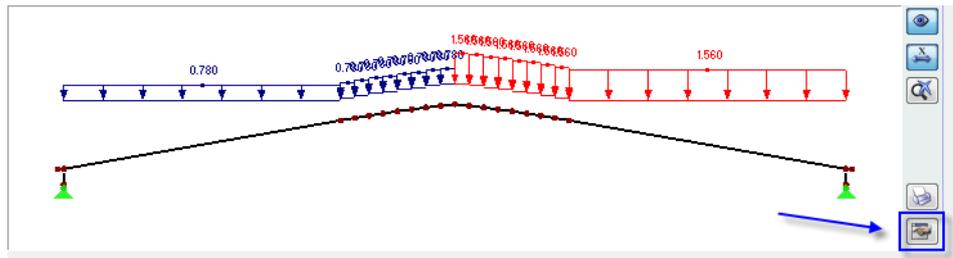


Bild 9.5: Schaltfläche *Bearbeiten* im Dialog *Lasten*

Sie ruft den Dialog *Anzeigeeigenschaften* auf.

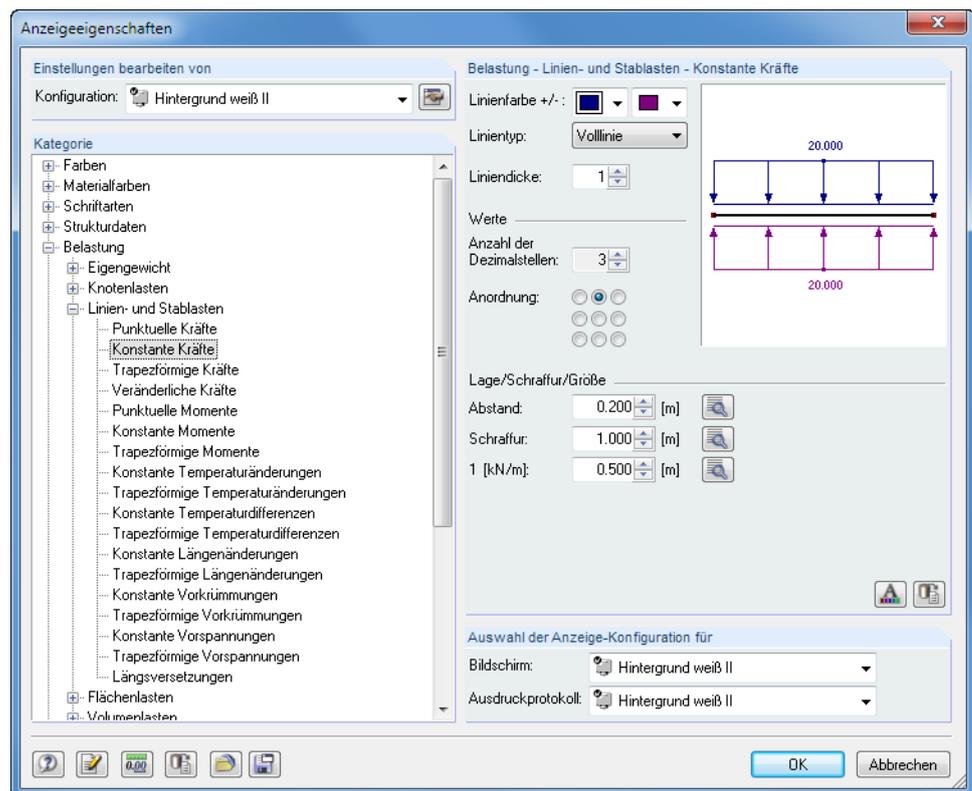


Bild 9.6: Dialog *Anzeigeeigenschaften*

Im Abschnitt *Kategorie* ist die Lastart der aktuellen Tabellenzeile voreingestellt, sodass die Parameter direkt angepasst werden können: Farbe, Linientyp und Liniendicke, Schriftart und Anordnung der Lastwerte, Größe und Abstand des Lastvektors etc.

Es ist auch möglich, eine andere *Anzeige-Konfiguration* einzustellen wie z. B. einen weißen Hintergrund.

## 9.4 Export der Ergebnisse

Die Ergebnisse der RX-HOLZ-Bemessung können anderen Programmen auf verschiedene Weise zur Verfügung gestellt werden.

### Zwischenablage

Markierte Zellen der RX-HOLZ-Ergebnismasken können mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage kopiert und mit [Strg]+[V] z. B. in ein Textverarbeitungsprogramm eingefügt werden. Die Überschriften der Tabellenspalten bleiben dabei unberücksichtigt.

### Ausdruckprotokoll

Die RX-HOLZ-Daten lassen sich in das zentrale Ausdruckprotokoll drucken (siehe Kapitel 8.1, Seite 66) und können dort dann exportiert werden über Menü

**Datei → Export in RTF-Datei bzw. BauText.**

Diese Funktion ist im Kapitel 8.8.2 auf Seite 83 beschrieben.

### Excel / OpenOffice

RX-HOLZ ermöglicht den direkten Datenexport zu MS Excel, OpenOffice.org Calc oder in das CSV-Format. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

**Datei → Tabellen exportieren.**

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

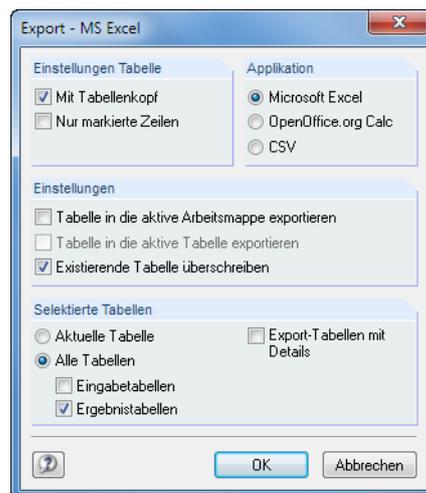
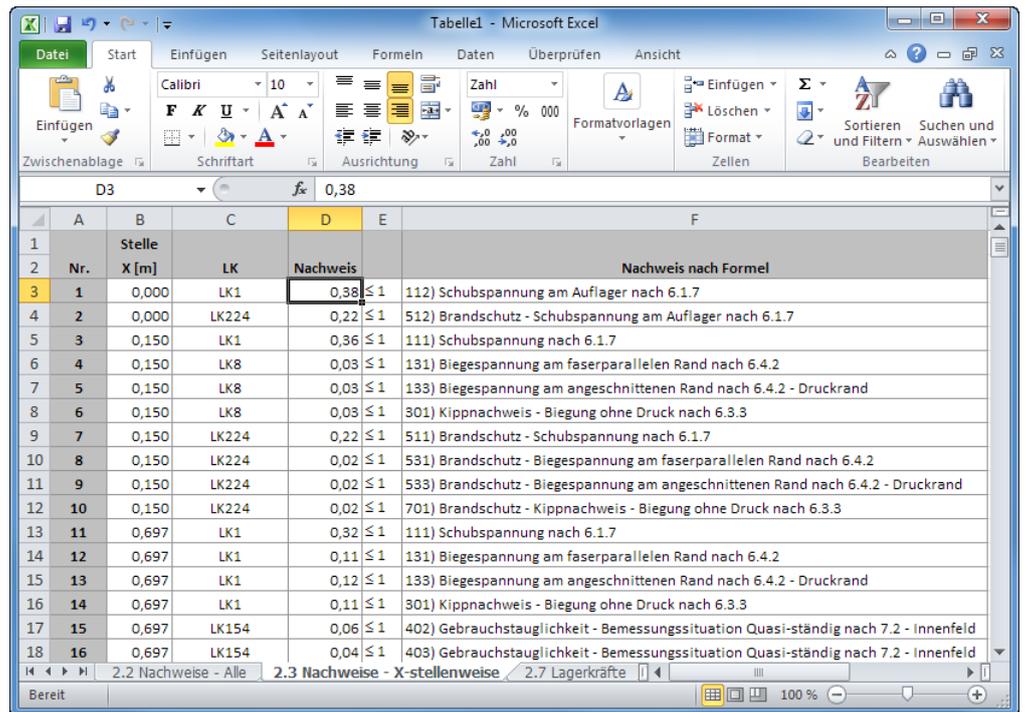


Bild 9.7: Dialog *Export - MS Excel*

Sind die gewünschten Parameter ausgewählt, kann der Export mit [OK] gestartet werden. Excel bzw. OpenOffice werden automatisch aufgerufen. Die Programme brauchen nicht im Hintergrund geöffnet sein.

Protokoll...



	A	B	C	D	E	F
1		Stelle				
2	Nr.	X [m]	LK	Nachweis		Nachweis nach Formel
3	1	0,000	LK1	0,38 ≤ 1		112) Schubspannung am Auflager nach 6.1.7
4	2	0,000	LK224	0,22 ≤ 1		512) Brandschutz - Schubspannung am Auflager nach 6.1.7
5	3	0,150	LK1	0,36 ≤ 1		111) Schubspannung nach 6.1.7
6	4	0,150	LK8	0,03 ≤ 1		131) Biegespannung am faserparallelen Rand nach 6.4.2
7	5	0,150	LK8	0,03 ≤ 1		133) Biegespannung am angeschnittenen Rand nach 6.4.2 - Druckrand
8	6	0,150	LK8	0,03 ≤ 1		301) Kippnachweis - Biegung ohne Druck nach 6.3.3
9	7	0,150	LK224	0,22 ≤ 1		511) Brandschutz - Schubspannung nach 6.1.7
10	8	0,150	LK224	0,02 ≤ 1		531) Brandschutz - Biegespannung am faserparallelen Rand nach 6.4.2
11	9	0,150	LK224	0,02 ≤ 1		533) Brandschutz - Biegespannung am angeschnittenen Rand nach 6.4.2 - Druckrand
12	10	0,150	LK224	0,02 ≤ 1		701) Brandschutz - Kippnachweis - Biegung ohne Druck nach 6.3.3
13	11	0,697	LK1	0,32 ≤ 1		111) Schubspannung nach 6.1.7
14	12	0,697	LK1	0,11 ≤ 1		131) Biegespannung am faserparallelen Rand nach 6.4.2
15	13	0,697	LK1	0,12 ≤ 1		133) Biegespannung am angeschnittenen Rand nach 6.4.2 - Druckrand
16	14	0,697	LK1	0,11 ≤ 1		301) Kippnachweis - Biegung ohne Druck nach 6.3.3
17	15	0,697	LK154	0,06 ≤ 1		402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld
18	16	0,697	LK154	0,04 ≤ 1		403) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld

Bild 9.8: Ergebnis in MS Excel: Tabelle 2.3 Nachweise – X-stellenweise

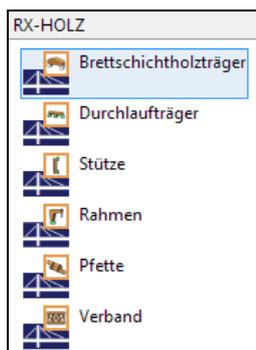
# 10. Brettschichtholzträger

Die wichtigsten Funktionen des Programms **RX-HOLZ Brettschichtholzträger** werden anhand von zwei Beispielen vorgestellt.

Im ersten Beispiel wird ein Satteldachträger mit geneigtem Untergurt und veränderlicher Höhe (*Trägertyp 6*) eingegeben und berechnet. Das zweite Beispiel im Kapitel 10.2 behandelt den Kippnachweis eines Fischbauchträgers (*Trägertyp 8*).

Starten Sie das Programm über das Icon **Dlubal RX-HOLZ** (siehe Kapitel 3.2, Seite 11) und wählen im Projektmanager das Programm **Brettschichtholzträger**.

Die Daten dieser Beispiele finden Sie auch in den Positionen *Beispiel 6* und *Beispiel 8* des Projekts *Beispiele RX-TIMBER*, das bei der Installation automatisch mit angelegt wird. Für die ersten Schritte mit RX-HOLZ ist es jedoch empfehlenswert, wenn Sie das Beispiel selbst eingeben.



## 10.1 Beispiel Satteldachträger

### 10.1.1 System und Belastung

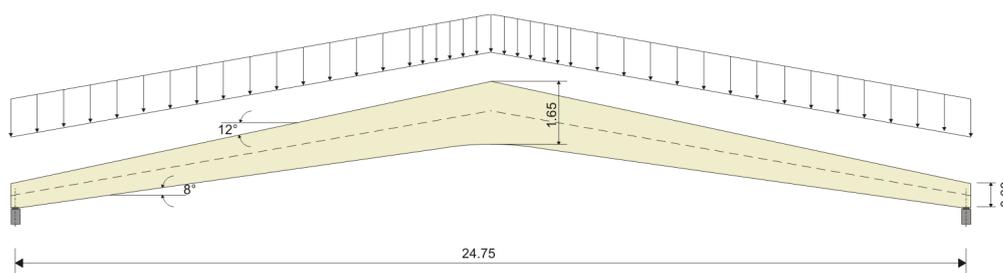


Bild 10.1: System und Belastung

### Geometrie und Material

Als Material wird kombiniertes Brettschichtholz **GL24c** verwendet.

Der linear veränderliche Querschnitt des Trägers beträgt am Auflagerrand  $h_s = 629,2 \text{ mm}$  und in Feldmitte  $h_{ap} = 1650 \text{ mm}$ . Daraus ergibt sich eine Neigung der oberen Trägerseite von  $12^\circ$  und der unteren Trägerseite von  $8^\circ$ .

Die Trägerbreite beträgt **180 mm**.

### Ermittlung der Belastung

#### Lastfall 1: Eigengewicht

Die Last ergibt sich aus dem Eigengewicht der Struktur sowie dem Dachaufbau des Gebäudes. Zur Ermittlung der Belastung sowie der Eingabe des Dachaufbaus wird auf das Kapitel 5.3 ab Seite 39 verwiesen.

In unserem Fall gehen wir von einem Dachaufbau von  $0,595 \text{ kN/m}^2$  aus. Bei einem Binderabstand von 3 m ergibt sich hieraus eine Streckenlast von  $1,79 \text{ kN/m}$  zuzüglich des Eigengewichts des Trägers.

Lastfall 2: Schnee

Für das Beispiel nehmen wir an, dass das Bauvorhaben in der Zone 1 liegt mit einer Höhe von 200 m über NN. Mit dem Formbeiwert ergibt sich daraus eine Schneelast von:

$$s = 0,8 \times 0,65 \text{ kN/m}^2 \times 3 \text{ m} = 1,56 \text{ kN/m}$$

Die Schneelast wird als projizierte Länge mit der Lastrichtung Z angesetzt.

Der Lastfall *Wind* wird in diesem Beispiel nicht näher behandelt.



## 10.1.2 Eingabedaten

### 10.1.2.1 Trägertyp und Material

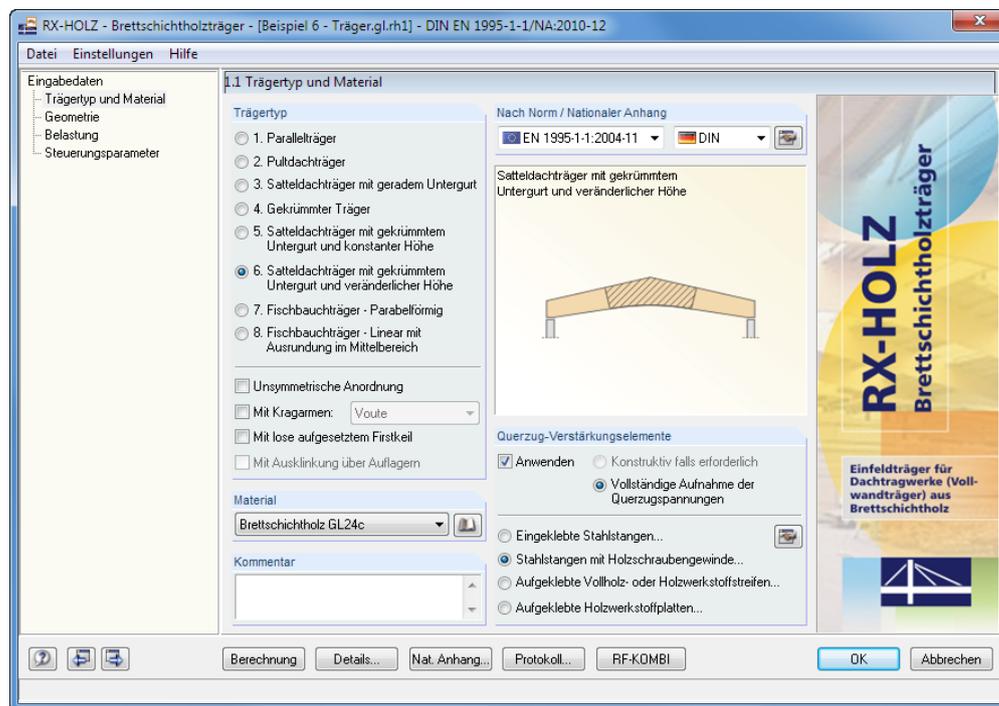


Bild 10.2: Maske 1.1 *Trägertyp und Material*

Um einen Satteldachträger mit veränderlicher Höhe einzugeben, legen wir in Maske 1.1 *Trägertyp und Material* den **Trägertyp 6** und das Material **Brettschichtholz GL24c** fest.



Über die [Materialbibliothek] besteht die Möglichkeit, zusätzlich zu den vorhandenen Materialien ein benutzerdefiniertes Material anzulegen, dem die entsprechenden Material- und Festigkeitskennwerte zugeordnet werden können.

Standardmäßig ist ein Träger *Mit Kragarmen* voreingestellt. Für unser Beispiel deaktivieren wir diese Option, da ein Träger **ohne Kragarme** berechnet werden soll.

Der Träger soll nach **EN 1995-1-1:2004-11** und dem deutschen Nationalen Anhang gemäß **DIN** bemessen werden.

Bei diesem Trägertyp besteht generell eine große Gefahr eines Querzugversagens des Trägers. Deshalb lassen wir die erforderlichen **Querzug-Verstärkungselemente** berechnen.

Für unser Beispiel wählen wir **Stahlstangen mit Holzschraubengewinde**. Es öffnet sich ein neuer Dialog, in dem drei Möglichkeiten bestehen, die *Anordnung der Stahlstangen* zu steuern. Wir wählen die erste Option **Anzahl ermitteln**.

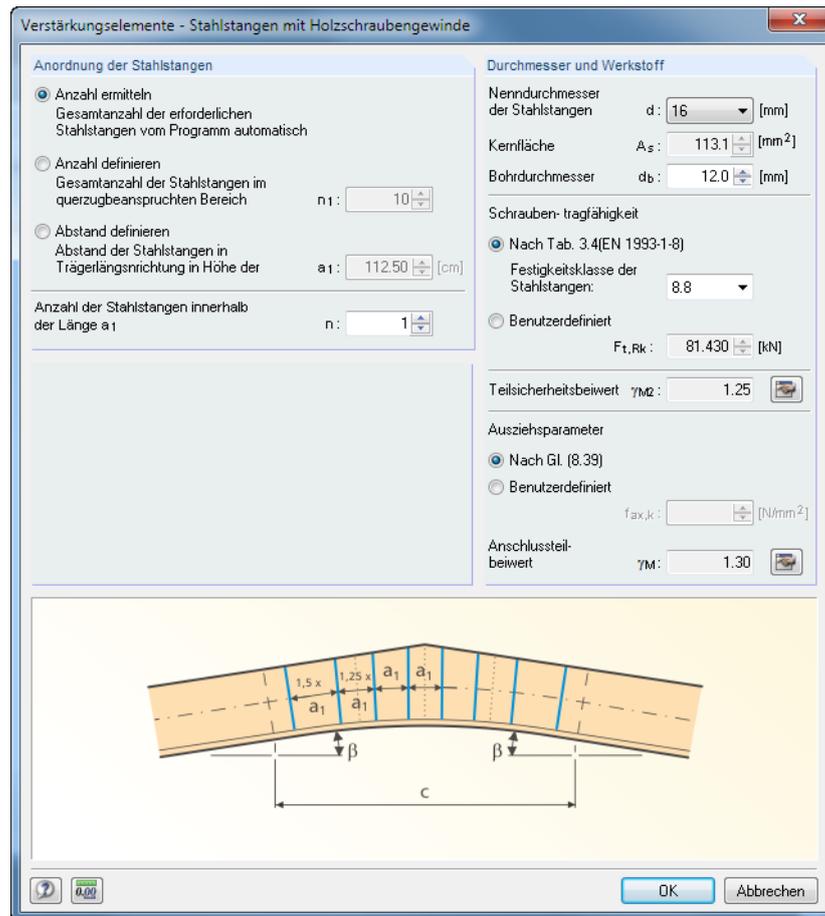


Bild 10.3: Dialog *Verstärkungselemente - Stahlstangen mit Holzschraubengewinde*

Der Nenn Durchmesser der Stahlstangen beträgt **16 mm**. Die Schraubentragfähigkeit  $F_{t,Rk}$  ermittelt sich aus der Festigkeitsklasse der Stahlstangen **8.8** nach EN 1993-1-8, Tabelle 3.4.

10.1.2.2 Geometrie

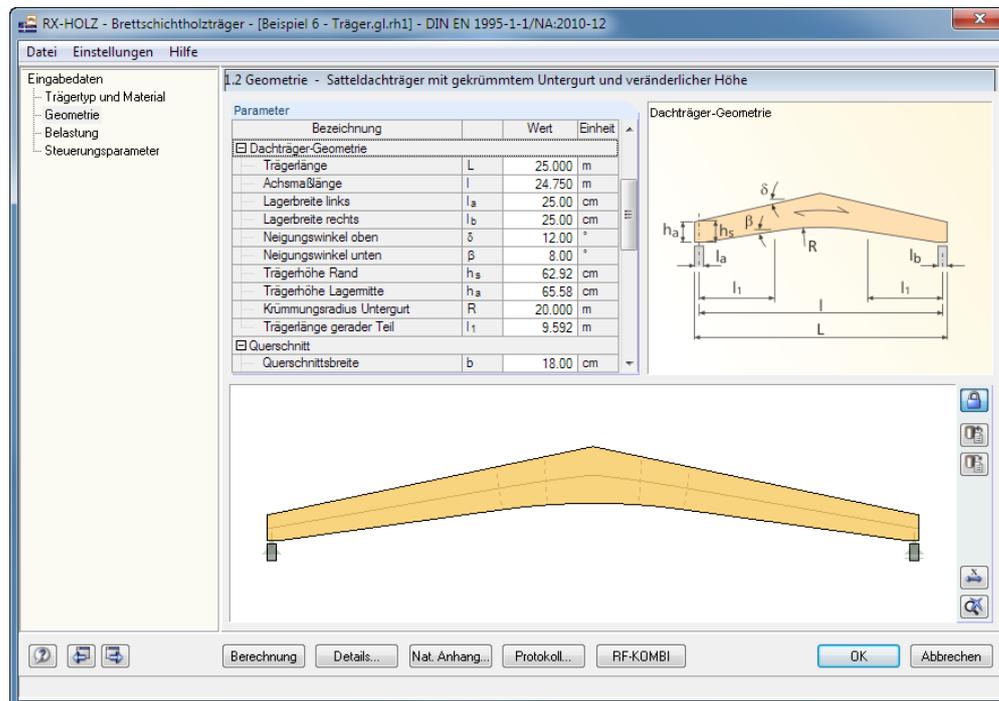


Bild 10.4: Maske 1.2 Geometrie - Satteldachträger mit geneigtem Untergurt und veränderlicher Höhe

In der zweiten Maske wird die Geometrie des Trägers und des Gebäudes eingegeben. Anhand der Gebäudeabmessungen ermittelt der programminterne Wind- und Schneelastgenerierer die Größe der Lastbereiche auf dem Dach sowie der anschließenden Wandflächen. Die Eingabe dieser Daten ist interaktiv: Sobald eine Änderung der Geometrie vorgenommen wird, ändert sich auch die Belastung des Trägers.

Als *Gebäudehöhe* wählen wir für unser Beispiel **10,00 m**, als *Gebäudetiefe* **40,00 m** und als *Binderabstand* **3,00 m**. Die gesamte *Trägerlänge* soll **25,00 m** betragen. Als *Lagerbreite* wählen wir **25 cm**. Die *Trägerhöhe Rand* beträgt **62,92 cm**, der *Neigungswinkel oben* **12°**, der *Neigungswinkel unten* **8°**.

Der *Krümmungsradius* ist nach [1] Gleichung (H.1) und [7] Abschnitt NA 11.4 in der Nutzungsklasse 1-2 zu begrenzen:

$$r = 2,5 \times 40^2 \text{ mm} + 117,5 \times 40 \text{ mm} = 8700 \text{ mm}$$

Um ein wirtschaftliches Verhältnis von Querszugbeanspruchung zu Holzvolumen zu erreichen, legen wir den Radius *R* mit **20,00 m** fest.

Als *Lamellendicke* wählen wir **4,0 cm** aus. Die Eingabe jeder gewünschten Lamellenstärke für einen Bereich von 0,5 bis 4,0 cm ist im Programm möglich. Standardmäßig auswählbar ist eine Stärke von 3,3 und 4,0 cm. Als *Querschnittsbreite* stellen wir **18,0 cm** ein.

Unter den *Angaben für Kippen* des Trägers geben wir als *Abstand seitlicher Halterungen* den Wert **3,00 m** und als *Abstand Verband* von der Trägerachse der Wert **31,50 cm** ein.

Der Abstand *e* als Mittenabstand der Aussteifung von der horizontalen Festhaltung des Stabes am Auflager ist in DIN 1052: 2004-08, Bild E.2 dargestellt. Je geringer der Abstand gewählt wird, desto größer wird das Moment, das von der Gabellagerung aufgenommen werden muss, da der Hebelarm zur Aufnahme des Kippmoments verringert wird.

$$T_d = M_d \cdot \left[ \frac{1}{80} - \frac{1}{60} \cdot \frac{e}{h} \cdot (1 - k_m) \right]$$

Gleichung 10.1: Ermittlung der Gabellagerung gemäß Erläuterungen zu DIN 1052: 2008-12, Gleichung (14)

10.1.2.3 Belastung

Als erste Einwirkung in Maske 1.3 *Belastung* geben wir die *Ständige Einwirkung* für die Belastung „Eigengewicht und Dachaufbau“ ein. Als *Dachaufbau-Schicht* werden gewählt:

- Trapezblech mit 0,15 kN/m<sup>2</sup>
- Dampfsperre mit 0,02 kN/m<sup>2</sup>
- Steinwolle (d = 30 cm) mit 0,30 kN/m<sup>2</sup>
- Pfetten mit 0,15 kN/m<sup>2</sup>
- Gipskarton inkl. Unterkonstruktion mit 0,02 kN/m<sup>2</sup>

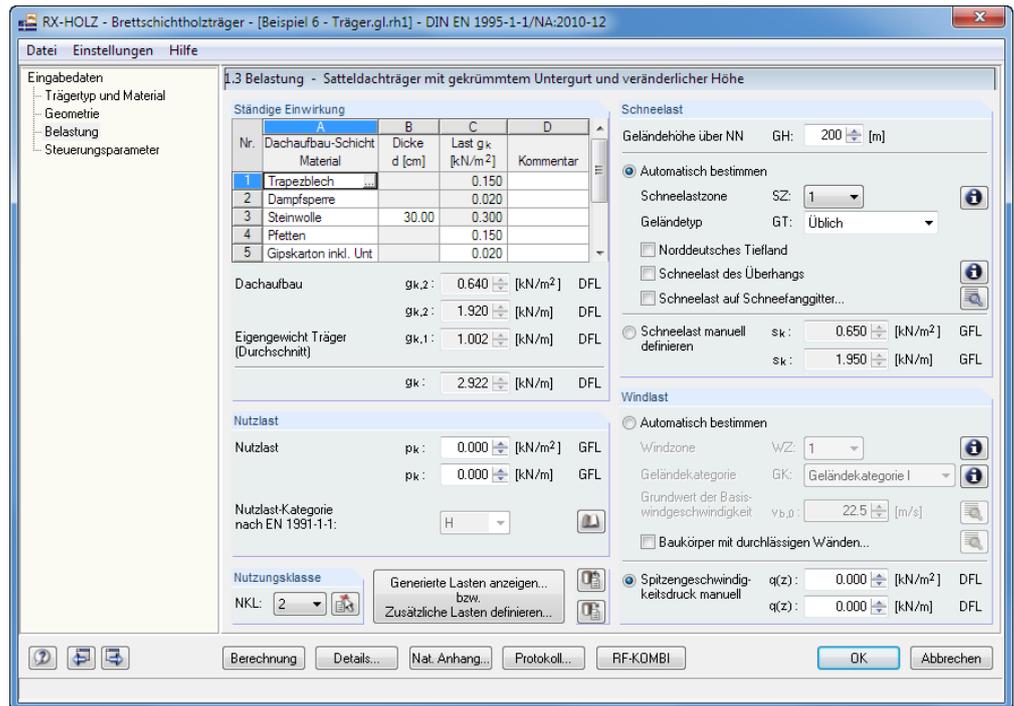
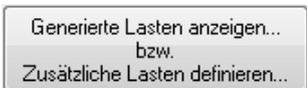


Bild 10.5: Maske 1.3 *Belastung*



Über die Schaltfläche [...] in Spalte *Dachaufbau-Schicht* können die Materialien aus der Bibliothek ausgewählt werden. Dort besteht auch die Möglichkeit, eine neue Belastung in die Materialbibliothek zu integrieren.



Aus diesem Dachaufbau ergibt sich die ständige Last  $g_k$  von 2,92 kN/m. Diese Belastung beinhaltet das Eigengewicht des Trägers. Da der Träger eine linear veränderliche Höhe aufweist, wird für das Eigengewicht des Trägers automatisch eine Trapezlast angesetzt. Über die Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen bzw. zusätzliche Lasten definieren] kann die Belastung betrachtet werden (siehe beispielsweise Bild 5.28, Seite 45). In dieser Tabelle können auch benutzerdefinierte Lasten eingegeben werden.



Es könnte hier eine zusätzliche *Nutzlast* definiert werden, indem man diese über die links dargestellte Schaltfläche aus einer Tabelle auswählt und anschließend die entsprechende *Nutzlast-Kategorie* aus der Liste für *EN 1991-1-1* zuweist. Wir legen für unseren Träger allerdings nur noch die **Nutzungs-kategorie 2** fest.



Zur Ermittlung der *Schneelast* geben wir die *Geländehöhe* von **200 m** über NN an. Die *Schneelastzone SZ 1* wird über einen Doppelklick in der Schneelastkarte definiert.

Die *Windlast* soll im Beispiel nicht untersucht werden. Dies lässt sich erreichen, indem der *Spitzengeschwindigkeitsdruck* *manuell* in den beiden Eingabefeldern auf **0.00** gesetzt wird.

### 10.1.2.4 Steuerungsparameter

Die letzte Eingabemaske 1.4 *Steuerungsparameter* verwaltet die Vorgaben zu den Nachweisen, die geführt werden sollen.

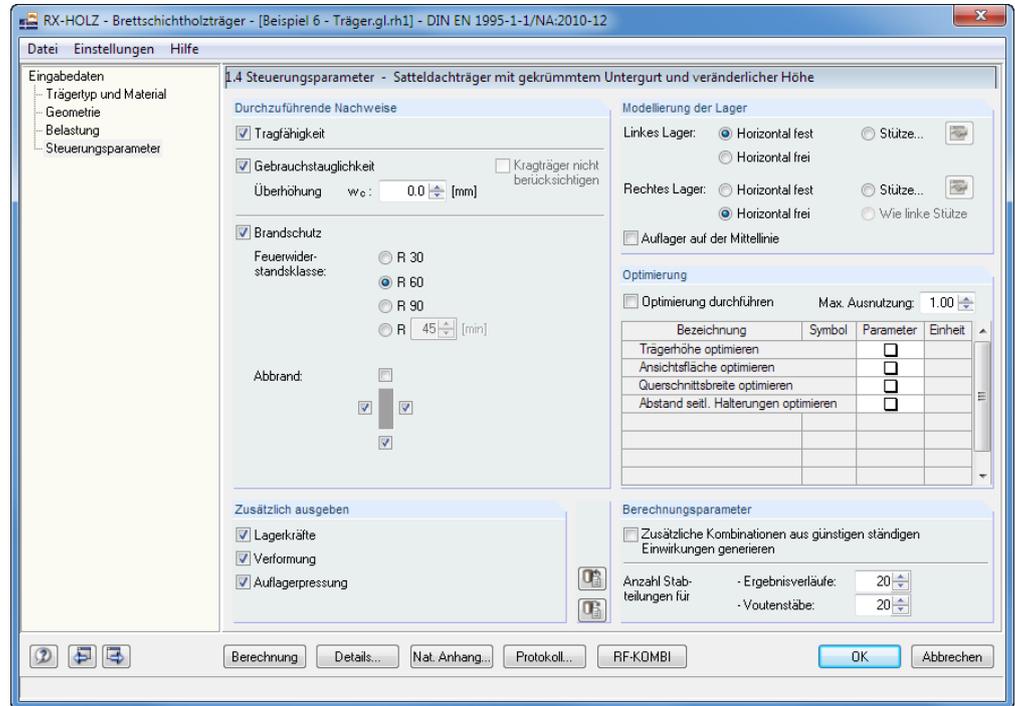


Bild 10.6: Maske 1.4 *Steuerungsparameter*

Für das Beispiel sind die **Tragfähigkeit**, die **Gebrauchstauglichkeit** und der **Brandschutz** nachzuweisen. Als Feuerwiderstandsklasse wählen wir **R 60**. Da an der Trägeroberseite kein **Abbrand** stattfindet, deaktivieren wir diese Seite am Trägersymbol.

Wir überprüfen, ob die weiteren Einstellungen mit denen des oben dargestellten Bildes übereinstimmen. Die Eingabe der Geometrie und der Belastung ist damit abgeschlossen.

### 10.1.3 Berechnung

#### 10.1.3.1 Kombinationen mit RF-KOMBI

RF-KOMBI

Das Modul RF-KOMBI ist direkt in RX-HOLZ integriert. Damit lassen sich sämtliche Lastfallkombinationen automatisch generieren. Das Modul wird über die Schaltfläche [RF-KOMBI] gestartet.

Um keine unnötig hohe Anzahl an Lastfallkombinationen zu erzeugen, empfiehlt es sich, in der RF-KOMBI-Maske 1.1 *Basisangaben* im Abschnitt *Zusätzliche Untersuchung* die *Reduzierung der möglichen Lastfallkombinationen* vorzugeben.

Dadurch wird gewährleistet, dass die Ergebnisse von RF-KOMBI alle maßgebenden Lastfallkombinationen umfassen, jedoch nicht mehr Lastfälle als erforderlich generiert werden. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zu RF-KOMBI, das auf [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de) zum Download bereitsteht.

Für unser Beispiel betrachten wir nur die Lastfallkombination 2. Zu diesem Zweck haken wir in Maske 2.3 *LF-Kombinationen - reduziert* alle Lastfallkombinationen bis auf LK 2 ab und verlassen das Modul RF-KOMBI anschließend mit [OK].

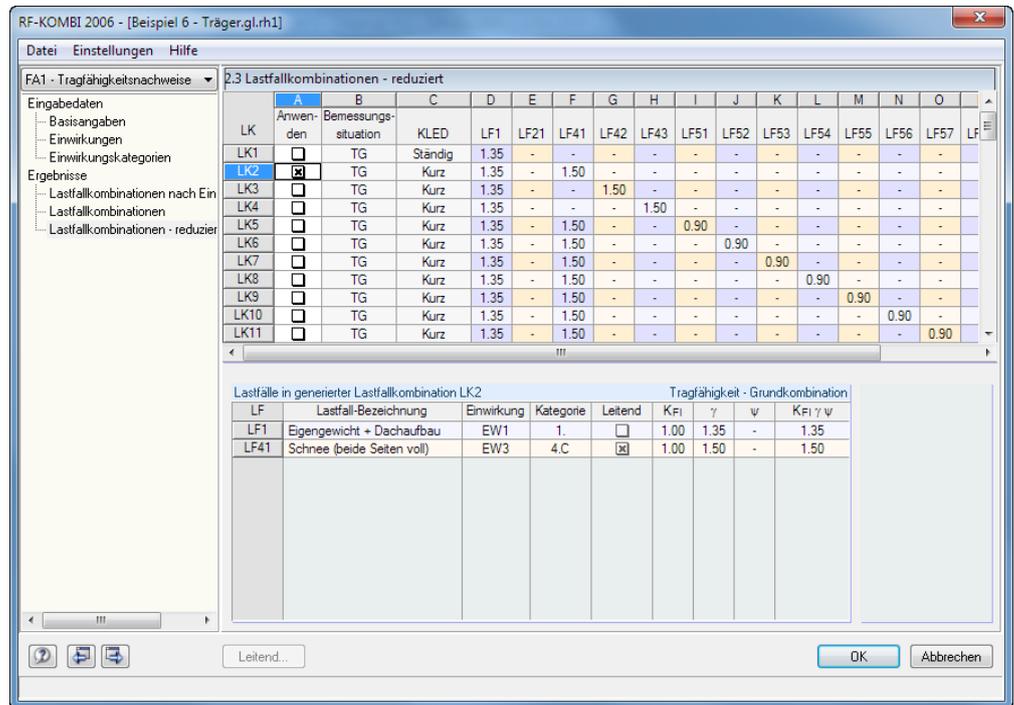


Bild 10.7: RF-KOMBI Maske 2.3 *LF-Kombinationen - reduziert*

#### 10.1.3.2 Berechnung starten

Berechnung

Wurden alle Eingaben entsprechend dieser Vorgaben getätigt, kann die [Berechnung] im Programm RX-HOLZ durch einen Klick auf die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden.

### 10.1.4 Ergebnisse

Nach der Berechnung zeigt der Navigator weitere Felder mit verschiedenen Ergebnissen an. Da in einem Träger die Stelle der größten Biegespannung nicht zwangsläufig die Stelle des größten Moments ist, unterteilt RX-HOLZ den Träger in kleine Abschnitte. Es werden damit alle erforderlichen Nachweise an diesen Stellen des Trägers geführt. Falls eine noch genauere Berechnung erfolgen soll, kann die Stabteilung in Maske 1.4 *Steuerungsparameter*, Abschnitt *Berechnungsparameter* weiter verfeinert werden.

Die Nachweise für jedes Element des Trägers können in Maske 2.3 *Nachweise X-stellenweise* eingesehen werden.

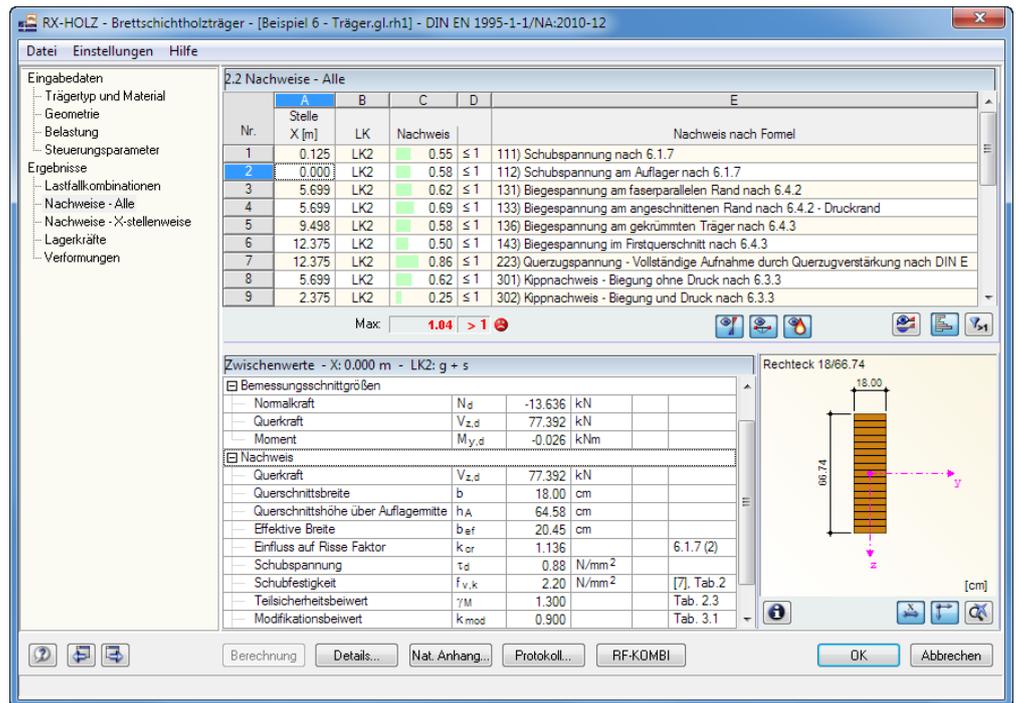


Bild 10.8: Maske 2.2 *Nachweise - Alle* für Tragfähigkeit



Für unser Beispiel betrachten wir die Nachweise der [Tragfähigkeit] für LK 2. Anhand der in Spalte E aufgeführten Hinweise zu den benutzten Gleichungen der EN 1995-1-1:2004-11 sind die einzelnen Nachweise leicht nachvollziehbar. Der Abschnitt *Zwischenwerte* unterhalb gibt Auskunft über die Bemessungsdetails des aktuell eingestellten Nachweises.

In unserer Handrechnung wird eine Linienlast von 5,78 kN/m mit gemitteltem Trägereigen-gewicht angesetzt. RX-HOLZ hingegen berücksichtigt für den Eigengewichtsanteil exakt die linear veränderliche Trägerhöhe.

#### Nachweis der Schubspannung

Nach [7] ist für dieses Beispiel keine Reduzierung der Querkraft möglich.

#### Schubspannung am Lagerknoten

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h_A} = 1,5 \cdot \frac{77,39 \cdot 10^3}{204,5 \cdot 645,8} = 0,88 \frac{N}{mm^2}$$

mit  $k_{cr} = \frac{2,5}{f_{v,k}}$

$$b_{ef} = b \cdot k_{cr} = 180mm \cdot 1,136 = 204,5$$

**Bemessungswert der Festigkeit**

$$f_{v,d} = f_{v,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 2,2 \cdot \frac{0,9}{1,3} = 1,52 \frac{N}{mm^2}$$

**Nachweis**

$$\frac{\tau_d}{\tau_{v,d}} = \frac{0,88}{1,52} = 0,58 < 1$$

Dieser Wert wird wie in Bild 10.8 dargestellt auch in RX-HOLZ für den Schubnachweis am Auflager ausgewiesen.

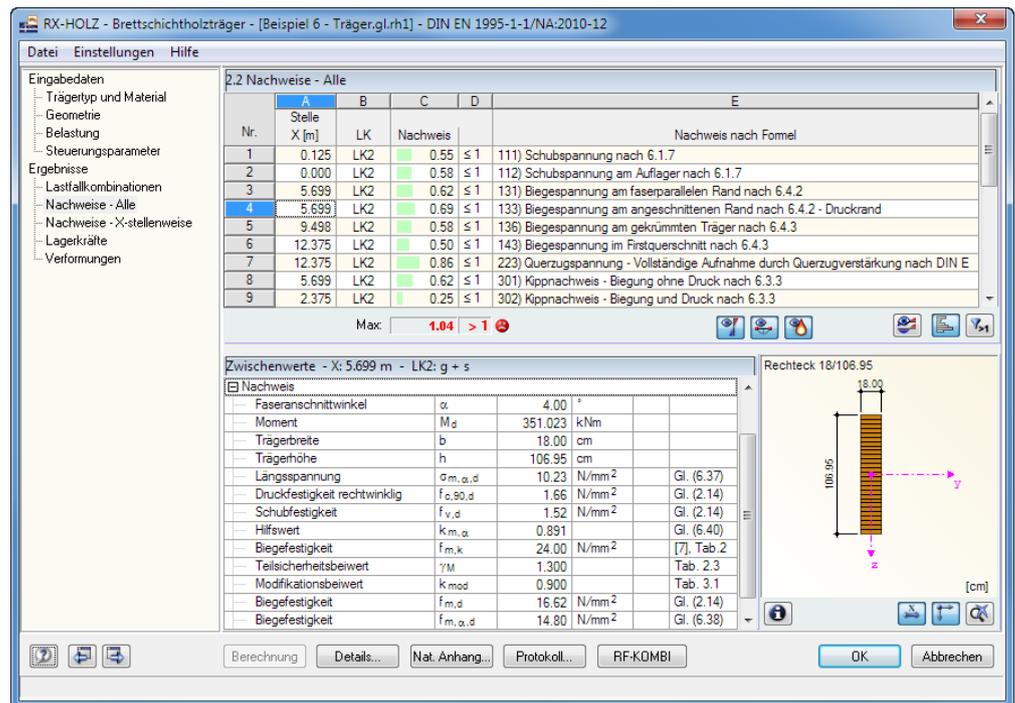


Bild 10.9: Maske 2.2 Nachweise - Alle für Tragfähigkeit

**Nachweis der Biegespannung**

Wie bereits erwähnt, erfolgt der Nachweis für die Biegebeanspruchung des Trägers nicht zwangsläufig an der Stelle des maximalen Biegemoments. Für unser Beispiel berechnen wir die Stelle der maximalen Beanspruchung und vergleichen die Ergebnisse für diese Stelle mit den Werten, die RX-HOLZ hierfür ermittelt.

**Stelle der maximalen Beanspruchung**

$$x = \frac{l \cdot h_a}{2 \cdot h_1} = \frac{25,00 \cdot 0,656}{2 \cdot 1,56} = 5,26 \text{ m}$$

**Trägerhöhe an Stelle x = 5,26 m**

$$h'_x = h_a \cdot \left( 2 - \frac{h_a}{h_{ap}} \right) = 0,656 \cdot \left( 2 - \frac{0,656}{1,76} \right) = 1,06 \text{ m}$$

$$h_x = h_{x'} \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} = 1,06 \cdot \cos \frac{12 + 8}{2} = 1,05 \text{ m}$$

**Widerstandsmoment**

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{18 \cdot 105^2}{6} = 33075 \text{ cm}^3$$

**Bemessungsmoment**

$$M_{x,d} = \frac{q \cdot x \cdot (l - x)}{2} = \frac{6,34 \cdot 5,26 \cdot (25,00 - 5,26)}{2} = 329,2 \text{ kNm}$$

**Biegespannung**

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{M_{x,d}}{W_x} = \frac{329,2 \cdot 10^3}{33075} = 9,95 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Für den Nachweis im Druckbereich am oberen Trägerrand ergibt sich für unser Beispiel ein Materialwiderstand von:

$$f_{m,\alpha,d} = f_{m,d} \cdot k_{m,\alpha} = 24 \cdot \frac{0,9}{1,3} \cdot 0,891 = 14,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{m,\alpha} = 0,891 \quad \text{gemäß Gleichung (6.40)}$$

**Nachweis**

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,\alpha,d}} = \frac{9,95}{14,8} = 0,67$$

Der Nachweisquotient des Programms weicht mit 0,69 geringfügig ab (siehe Bild 10.9): Der Nachweis wird wie erwähnt meist nicht an der Stelle der maximalen Biegebeanspruchung geführt. Zudem wurde in der Handrechnung die gemittelte Eigenlast des Trägers angesetzt.

**Kippnachweis**

Zur Aussteifung des Trägers sind zwischengehängte Pfetten mit einem Kippabstand von 3,00 m vorgesehen.

**Bezogener Kipp schlankheitsgrad an Stelle  $x = 5,70 \text{ m}$** 

$$\lambda_{\text{rel},m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{0,78 \cdot b^2}} = \sqrt{\frac{2,4}{18^2 \cdot 0,78}} = 0,587 \leq 0,7$$

$$\sqrt{\frac{f_{m,k}}{h \cdot l_{\text{ef}} \cdot E_{0,05}}} = \sqrt{\frac{2,4}{113,60 \cdot 300 \cdot 940}}$$

Um die Stabilitätsberechnung für gevoutete Querschnitte durchzuführen, setzt RX-HOLZ die Querschnittswerte an, die im Abstand der 0,65fachen Stablänge vom Stabende mit dem kleineren Querschnitt vorliegen. Damit ist gewährleistet, dass der Nachweis nach dem Ersatzstabverfahren korrekt erfolgt.

Daraus folgt gemäß Gleichung (6.34):

$$k_{\text{crit}} = 1$$

**Bemessungswert der Festigkeit**

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 24 \cdot \frac{0,9}{1,3} = 16,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

**Nachweis**

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} = \frac{10,23}{1 \cdot 16,62} = 0,62 < 1$$

Nach Gleichung (6.35) muss auch eine Überlagerung mit Druckkraft durchgeführt werden.

$$\left( \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \left( \frac{8,13}{1 \cdot 16,62} \right)^2 + \frac{0,07}{0,86 \cdot 14,54} = 0,24 < 1$$

### Torsionsnachweis

Bei derartigen Trägertypen ruft die Einspannung der Gabellager eine Tordierung des Querschnitts hervor. Es sind daher spezielle Torsionsnachweise erforderlich, die hier jedoch nicht durchgeführt werden. Die Vorgaben können im Dialog *Details* getroffen werden, der über die gleichnamige Schaltfläche zugänglich ist.

Für die korrekte Anwendung ist auch der Abstand  $e$  des aussteifenden Verbandes bedeutsam, der in Maske 1.2 *Geometrie* bei den Angaben für Kippen angegeben wird. RX-HOLZ vergrößert den Abstand bei einem gevouteten Querschnitt automatisch. Ausgangspunkt für das Programm ist hierbei die Achse des Auflagers. Der Abstand  $e$  der Aussteifungen wird vom Anfang des Stabes und dort zur Achse bezogen gemessen. Er ist somit auch relevant für den Nachweis der Verdrehung des Querschnitts um seine Achse.

## 10.1.5 Dokumentation

Ein Klick auf die Schaltfläche [Protokoll] startet die Druckvorschau der berechneten Daten.

Das geladene Ausdruckprotokoll kann angepasst werden über das Protokoll-Menü

**Bearbeiten** → **Globale Selektion**.

Im Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion* wählen wir für das Programm **RX-HOLZ** im Register *Ergebnisse* ausschließlich die Nachweise der **Tragsicherheit** aus, indem wir die Häkchen für die Optionen *Gebrauchstauglichkeit* und *Brandschutz* entfernen.

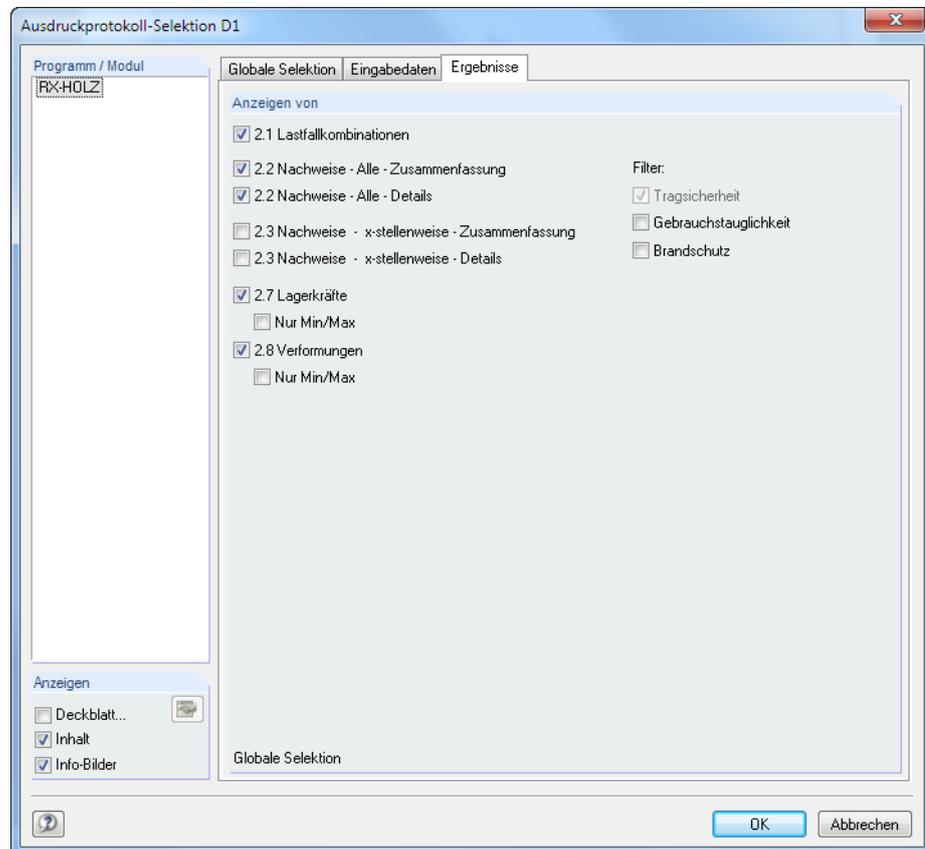


Bild 10.10: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*

Alle anderen voreingestellten Werte belassen wir und bestätigen unsere Eingaben mit [OK].

Über die diversen Menüfunktionen wie z. B. *Einfügen* → *Grafik aus Zwischenablage* kann das Protokoll durch eine Vielzahl von Texten und Grafiken ergänzt werden.

Weitere Informationen zur Gestaltung des Ausdruckprotokolls finden Sie im Kapitel 8.

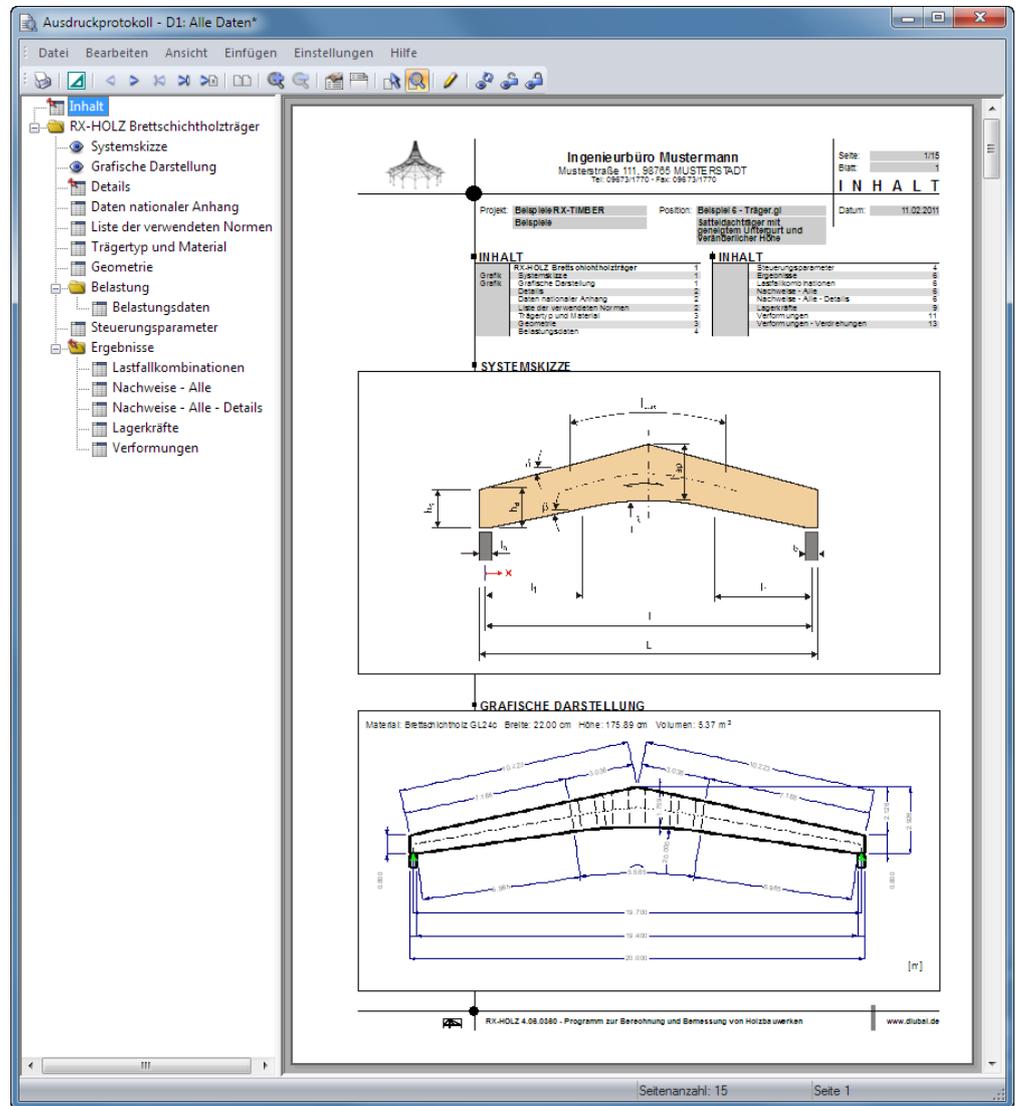


Bild 10.11: Druckvorschau im Ausdruckprotokoll

## 10.2 Beispiel Fischbauchträger

Beim vorherigen Beispiel des Satteldachbinders mit geneigtem Untergurt und veränderlicher Höhe ist zu erkennen, dass die Auslastung im Programm um wenige Prozentpunkte höher liegt als beim händischen Nachweis. Dies liegt daran, dass die Nachweise über eine Unterteilung des Trägers in eine Vielzahl von  $x$ -Stellen berechnet werden. Die Häufigkeit dieser Stellen und damit die Genauigkeit der Ergebnisse können über die Anzahl der Stabteilungen in Maske 1.4 *Steuerungsparameter* eingestellt werden.

Die Vorgehensweise sowie aus dieser Berechnungsmethode resultierende Vor- oder Nachteile werden an einem Fischbauchträger (*Trägertyp 8*) erläutert.

Material: Brettschichtholz GL24c Breite: 20.00 cm Höhe: 120.00 cm Volumen: 3.50 m<sup>3</sup>

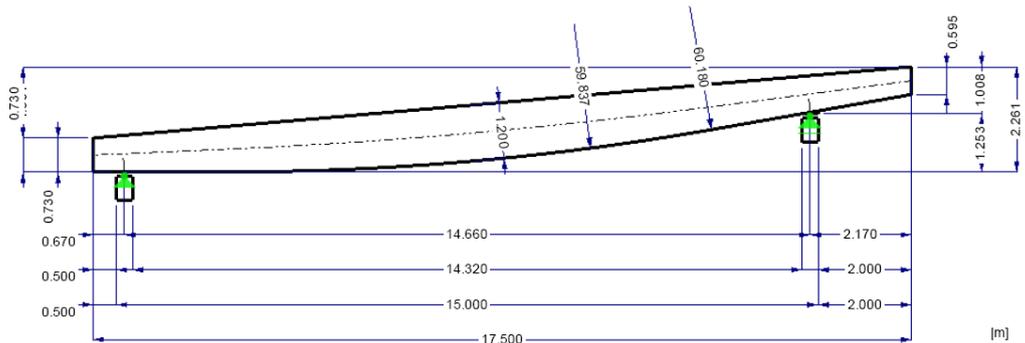


Bild 10.12: Geometrie des Fischbauchträgers

### 10.2.1 Geometrie

Der hier vorgestellte *Trägertyp 8* besitzt eine lineare Ausrundung im Mittelbereich mit einer Gerade  $l_1$  zu beiden Auflagern hin. Die Trägerhöhe am Auflager wird an der inneren Kante des Auflagers generiert und muss am linken und rechten Auflager identisch sein.

Bei der Generierung der Geometrie fragt das Programm analog zu den anderen Trägertypen die geometrischen Bedingungen des Trägers ab und prüft dabei, ob es möglich ist, den Mindestradius der Unterkante nach [1] Anhang H sowie [7] Abschnitt NA11.4 in Abhängigkeit der Lamellendicke in die Neigung der Geraden  $l_1$  einzubinden: Wenn die Neigung der Geraden aufgrund der Höhe des Firstes zu steil oder flach wird und damit der Radius nicht mehr in den Träger integriert werden kann, ist die Eingabe eines unzulässigen Wertes nicht möglich.

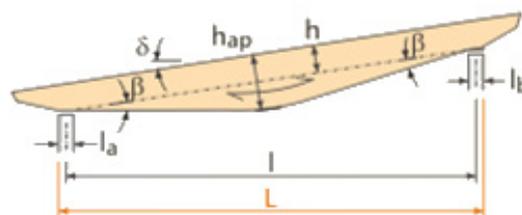


Bild 10.13: Definitionsparameter

### 10.2.2 Kippnachweis

Die Generierung der Belastung wird nicht mehr behandelt, da sie im vorherigen Beispiel vorgestellt wurde. Zum Vergleich der Ergebnisse empfiehlt sich die Position *Beispiel 8*, die automatisch mit installiert wurde. Zur Untersuchung des Kippnachweises betrachten wir die Lastfallkombination 2 mit den Belastungen aus Dachaufbau und Schnee.

$$LK2 = 1,35 * LF1 + 1,50 * LF41$$

Berechnung

Für den Nachweis wählen wir in Maske 1.4 *Steuerungsparameter* eine relativ exakte Teilung des Binders mit **20 Teilungen**. Anschließend führen wir die [Berechnung] durch.

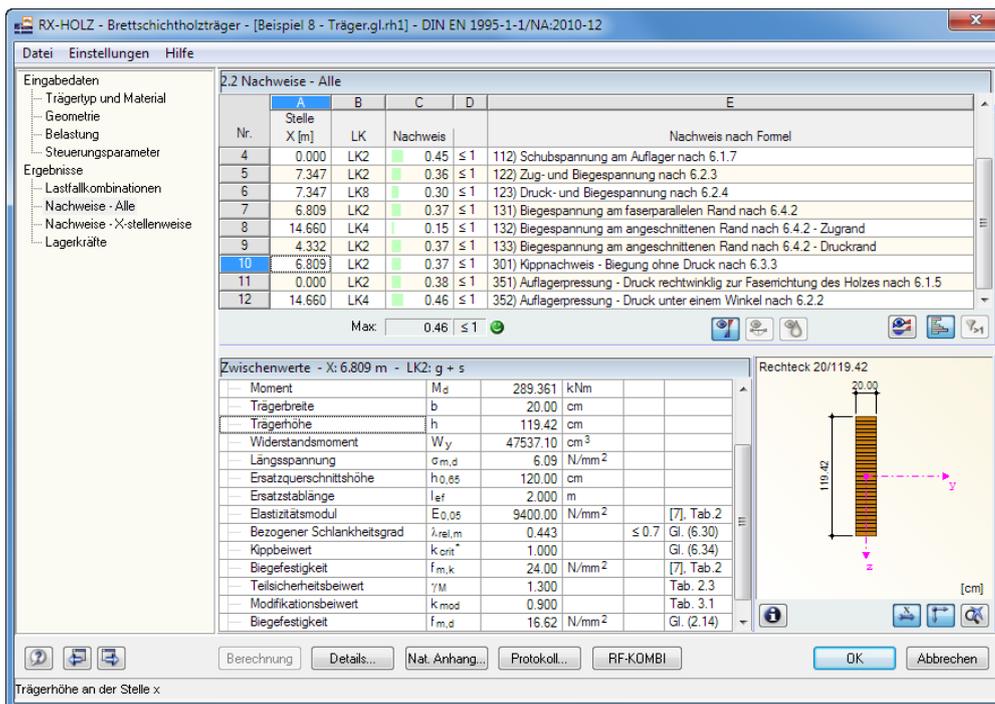


Bild 10.14: Maske 2.2 Nachweise - Alle für Tragfähigkeit

Für die X-Stelle von 6,809 m gibt das Programm eine Auslastung von 37 % im Kippnachweis aus. Der zugehörige Schlankheitsgrad wird mit  $\lambda = 0,443$  angegeben. Als Ersatzhöhe errechnet das Programm 120,0 cm. Als Ersatzhöhe für den Schlankheitsgrad nimmt RX-HOLZ hierbei wie bereits im Kapitel 10.1.4 erläutert die Höhe an, die im Abstand von 65% der eingegebenen Ersatzstablänge vom Stabende mit dem kleineren Querschnitt aus vorliegt (siehe DIN 1052:2008-12, 8.4.3 (3), 8.4.3 (4) und 8.4.4 (2)).

Die Ersatzstablänge wurde bei diesem Träger auf 2,00 m festgesetzt. In einem händischen Nachweis würde man nun die Höhe an jedem Punkt, an dem die Kipplänge verkürzt wird, ermitteln und mit dieser Höhe die Spannung für den Punkt ermitteln. Den Kippbeiwert z. B. im Nachweis (6.34) der DIN EN 1995-1-1 ermitteln wir mit einer Ersatzhöhe im Abstand von  $0,65 * l_{ef}$ .

Für den Handnachweis benutzen wir folgende Werte:

- X-Stelle = 6,81 m
- Höhe des Querschnitts = 1,19 m
- Ersatzhöhe  $h_{0,65}$  = 1,20 m
- Biegefestigkeit  $f_{m,k}$  = 24 N/mm<sup>2</sup> (GL24c)
- Trägerbreite  $b$  = 180 mm

**Bezogener Schlankheitsgrad nach Gl. (6.30)**

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{0,78 \cdot b^2}} = \sqrt{\frac{2,4}{18^2 \cdot 0,78}} = 0,49 \leq 0,7$$

$$\sqrt{\frac{f_{m,k}}{h_{0,65} \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}} = \sqrt{\frac{2,4}{120 \cdot 200} \cdot 940}$$

Kippbeiwert  $k_{crit} = 1$ **Bemessungswert der Festigkeit**

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 24 \cdot \frac{0,9}{1,3} = 16,62 \frac{N}{mm^2}$$

**Widerstandsmoment an X-Stelle = 6,81 m**

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{18 \cdot 119,7^2}{6} = 42984,3 cm^3$$

**Spannung an X-Stelle = 6,81 m**

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{28541 kNcm}{42984,3 cm^3} = 0,664 \frac{kN}{cm^2} = 6,64 \frac{N}{mm^2}$$

**Nachweis**

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} = \frac{6,64}{1 \cdot 16,62} = 0,40 < 1$$

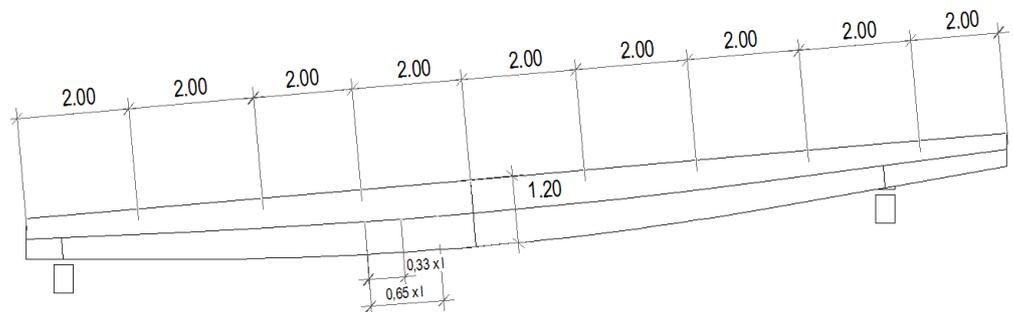
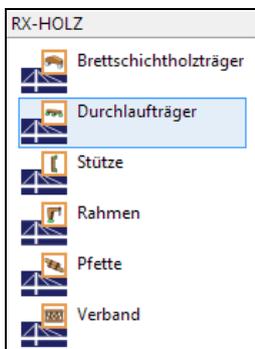


Bild 10.15: Ersatzhöhe im händischen Nachweis

Im Bild oben ist erkennbar, dass das Programm im Gegensatz zum Handnachweis nicht mit der 0,65fachen, sondern mit der 0,33fachen effektiven Stablänge rechnet.

Dies liegt unter anderem daran, dass ein Programm nicht erkennen kann, ob die Teilung in X-Stellen bzw. die daraus resultierende Ersatzhöhe zu einem sinnvollen Ergebnis führt. Im Firstbereich des Trägers könnte es sonst u. U. vorkommen, dass die Ersatzhöhe hinter dem First gewählt wird und damit deutlich zu gering berechnet wird.

# 11. Durchlaufträger



Dieses Beispiel stellt die Nachweise gemäß DIN 1052:2008-12 anhand eines Zweifeldträgers mit 4,00 m und 5,00 m Feldlänge vor.

Die Modelldaten sind in der Position *Beispiel 7* des Projekts *Beispiele RX-TIMBER* abgelegt. Sie ist unter den Beispieldateien des Programms **Durchlaufträger** zu finden.

## 11.1 System und Belastung

LF1 - Eigengewicht und Aufbau

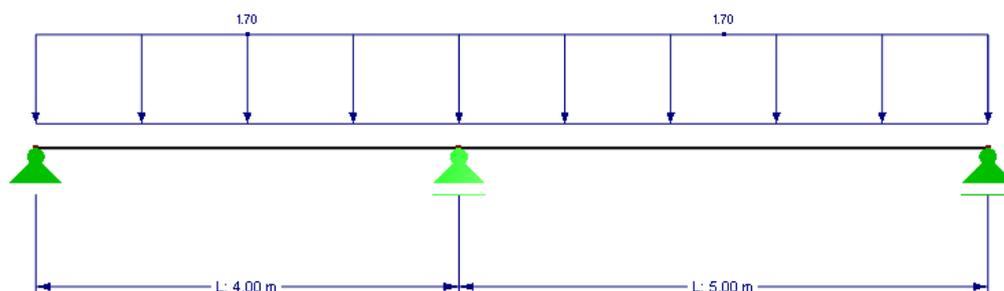


Bild 11.1: System und Belastung

### Struktur

Querschnitt:  $b/d = 70/240 \text{ mm}$  NKL 1  $\rightarrow k_{def} = 0,6$   
 Material: NH C24

Die Decke befindet sich oberhalb eines Wohnraums. Daraus folgt die Nutzlast Kategorie A und die KLED **mittel**.

Feldlängen:  $l_1 = 4,00\text{m}$   $l_2 = 5,00\text{m}$

### Belastung

Lastfall 1: Eigengewicht und Aufbau  $g = 1,7 \text{ kN/m}$  KLED = ständig  
 Lastfall 2: Nutzlast  $q = 2,0 \text{ kN/m}$  KLED = mittel

### Lastfallkombinationen

Tragfähigkeit  $LK 1 = 1,35 \times LF 1 = 2,3 \text{ kN/m}$   
 $LK 2 = 1,35 \times LF 1 + 1,5 \times LF 2 = 5,3 \text{ kN/m}$

### Gebrauchstauglichkeit

- **Charakteristisch seltene Situation**

Beschränkung der Durchbiegung infolge

- veränderlicher Belastung  $G_1 = p \cdot 1,0 = 2,0 \text{ kN/m}$
- sämtlicher Belastungen  $G_2 = p \cdot 1,0 + (g \cdot 1,0 + \psi_{2,1} \cdot p) \cdot k_{def} = 2 \text{ kN/m} \cdot 1 + (1,7 \text{ kN/m} \cdot 1 + 0,3 \cdot 2 \text{ kN/m}) \cdot 0,6 = 3,38 \text{ kN/m}$

- **Quasi-ständige Bemessungssituation gemäß Gleichung (42)**

$$G_Q = (g \cdot 1,0 + \psi_{2,1} \cdot p) \cdot (1 + k_{def}) - w_o = (1,7 \text{ kN/m} + 0,3 \cdot 2 \text{ kN/m}) \cdot (1 + 0,6) = 3,68 \text{ kN/m}$$

Um die Ergebnisse der Handrechnung besser mit denen des Programms vergleichen zu können, wird das Eigengewicht des Trägers nicht berücksichtigt.

## 11.2 Eingabe der Strukturdaten

### 11.2.1 Basisangaben



Starten Sie das Programm über das Icon **Dlubal RX-HOLZ** (siehe Kapitel 3.2, Seite 11) und wählen im Projektmanager das Programm **Durchlaufträger**.

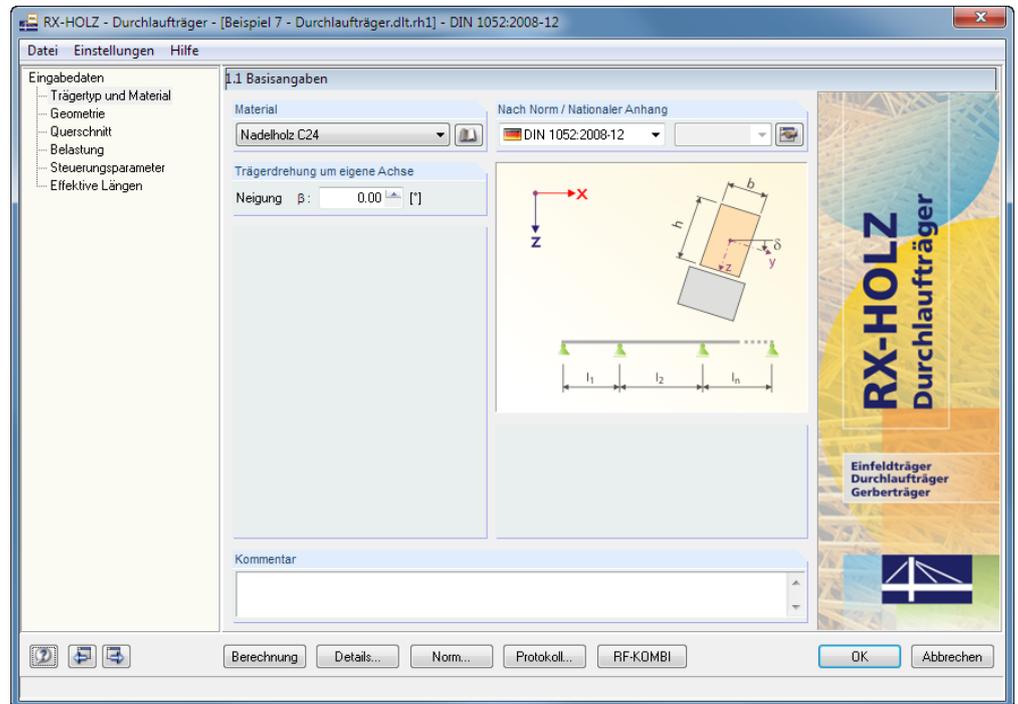


Bild 11.2: Maske 1.1 *Basisangaben*



Zur Eingabe des Materials steht eine umfangreiche Datenbank zur Verfügung. Neben der direkten Auswahl in die Drop-Down Liste besteht auch die Möglichkeit, über die [Bibliothek] eine benutzerdefinierte Holzgüte mit speziellen Festigkeitseigenschaften zu definieren.

Als *Material* wählen wir **Nadelholz** der Festigkeitsklasse **C24**.

Die *Trägerdrehung* um die eigene Achse belassen wir bei  $\beta = 0^\circ$ .



Da auch ein Schwingungsnachweis erfolgen soll, wird der Träger nach **DIN 1052:2008-12** bemessen. In EN 1995-1-1:2004-11 ist dieser Nachweis nicht geregelt.

### 11.2.2 Geometrie

In der zweiten Maske sind die Anzahl der Felder, die Feldlängen sowie die Lager- und Gelenkbedingungen des Trägers einzugeben. Optional können den Lagern und Gelenken auch benutzerspezifische Federkonstanten zugewiesen sowie Kragträger definiert werden.

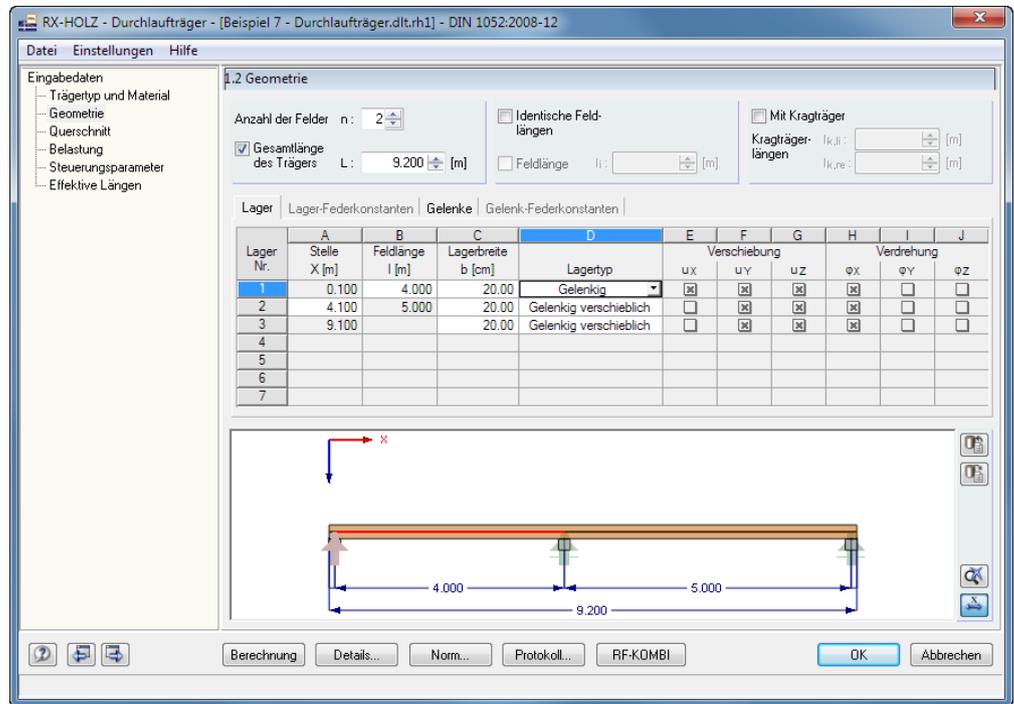


Bild 11.3: Maske 1.2 Geometrie

Für unser Beispiel wählen wir:

- Anzahl der Felder n: 2
- Gesamtlänge L: 9,20 m
- Zwei Felder mit Feldlänge l: 4,00 m bzw. 5,00 m
- Lagerbreite b: 20 cm

Aus der Lagerbreite resultiert die erste Stelle X von 0,10 m.

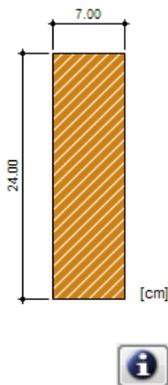
Als Lagertyp wählen wir ein Gelenkiges Lager Nr. 1 und zwei Gelenkig verschiebliche Lager in x-Richtung Nr. 2 und 3. Über die Option Benutzerdefiniert wäre es möglich, dem Lager jeden individuellen Freiheitsgrad sowie Weg- und Drehfedersteifigkeiten zuzuweisen.

### 11.2.3 Querschnitt

In der nächsten Maske sind die Querschnittsabmessungen sowie ggf. Vouten zu definieren, die an die Momentenverläufe angepasst sind. Im Abschnitt Querschnittsänderungen lässt sich der Träger mit Angabe der Länge sowie Höhe und Neigung der Änderung beschreiben.

Als Querschnitt wählen wir die Abmessungen  $b = 7 \text{ cm}$  und  $h = 24 \text{ cm}$ . Die Nullpunkt-Lage wählen wir für den Trägeranfang. Alle übrigen Werte belassen wir (siehe Bild 11.4).

Unterhalb werden Informationen zu Fläche, Volumen und Masse des Trägers angezeigt. Mit der [Info]-Schaltfläche können die Querschnittswerte des Trägers wie Widerstandsmoment etc. eingeblendet werden.



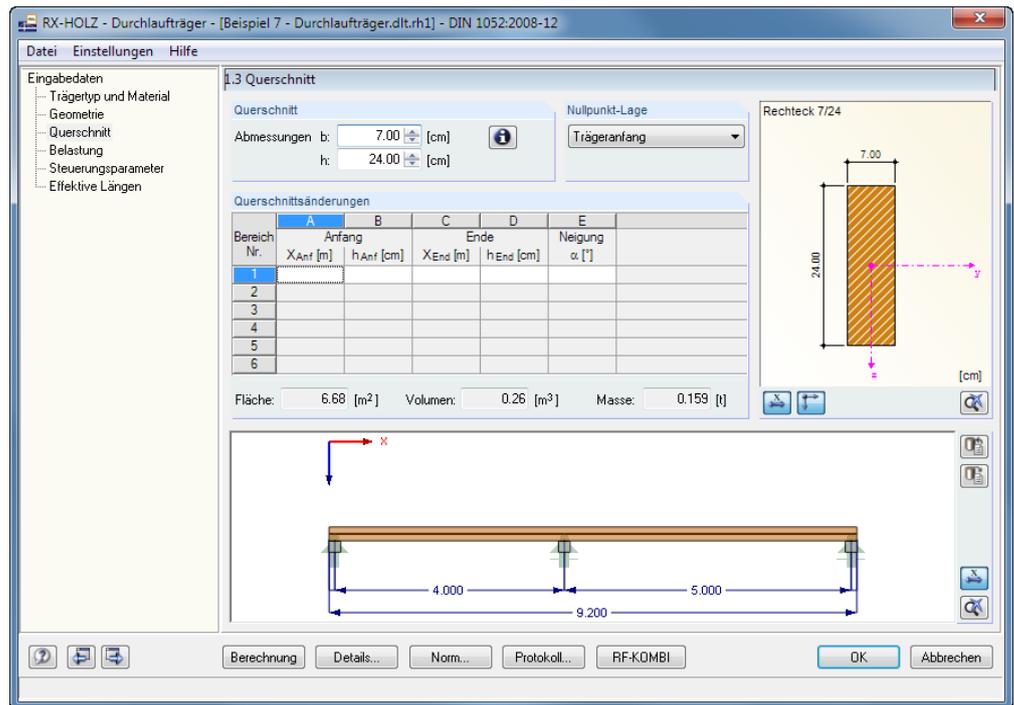


Bild 11.4: Maske 1.3 Querschnitt

### 11.2.4 Belastung

In dieser Maske sind die diversen Lastarten einzugeben. Es stehen Gleichlasten, Blocklasten, Trapezlasten, Einzellasten und Momente zur Verfügung. Diese Lasten können im Dialog *Lastfälle* (vgl. Bild 11.6) getrennt nach x-, y- und z-Richtung eingegeben werden.

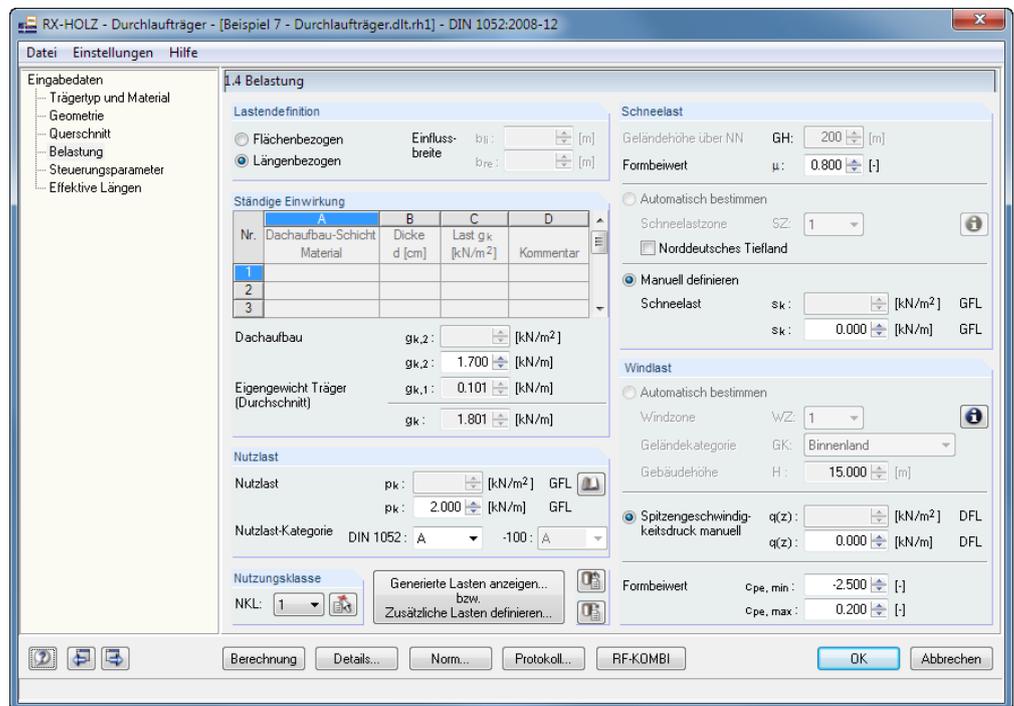


Bild 11.5: Maske 1.4 Belastung

Für das Beispiel wählen wir eine längenbezogene Belastung. Die Belastungen werden wie im Bild oben gezeigt eingegeben. Die Wind- und Schneelasten setzen wir manuell zu null.

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

Mit der Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen] wechseln wir in den Dialog *Lastfälle*, um die generierten Lasten zu betrachten.

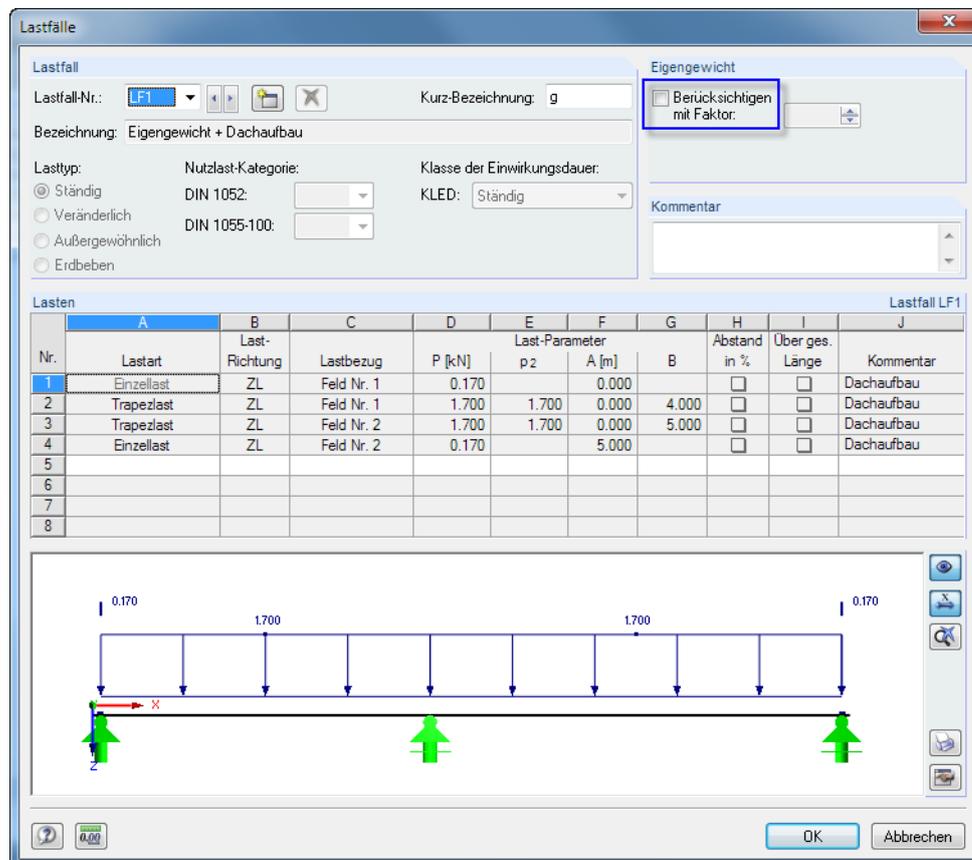


Bild 11.6: Dialog *Lastfälle*

Es wird eine Einzellast resultierend aus der Linienlast außerhalb der Auflagerachse generiert, die ein negatives Moment an dem kurzen Überhang des Trägers verhindert.

Wie erwähnt deaktivieren wir das *Eigengewicht* für die Berechnung.

### 11.2.5 Steuerungsparameter

In Maske 1.5 *Steuerungsparameter* (siehe Bild 11.7) sind die Nachweise für *Tragfähigkeit*, *Gebrauchstauglichkeit* und *Brandschutz* auszuwählen. Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit kann eine eventuelle *Überhöhung* vorgegeben werden. Wir verzichten auf die Nachweise des Brandschutzes, indem wir die entsprechende Option deaktivieren.

Im Abschnitt *Zusätzlich ausgeben* haken wir alle Optionen (*Lagerkräfte*, *Verformungen*, *Auflagerpressung* und *Schwingungsnachweis*) an.

Wenn der Träger aus dem Material *Brettschichtholz* bestünde, könnten Sondereinstellungen vorgenommen werden: Es wäre möglich, bei einer *Flachkant-Biegebeanspruchung* und einer Trägerhöhe  $\leq 600$  mm die Materialfestigkeitsklasse analog zu Tabelle F9 der DIN 1052 sowie bei einer *Hochkant-Biegebeanspruchung* die Festigkeit nach Anmerkung c der Tabelle F9 zu erhöhen.

Es soll keine *Umlagerung der Momente* zu nicht ausgenutzten Querschnittsbereichen nach 8.1(6) der DIN 1052 erfolgen.

Die Anzahl der *Stabteilungen* steuert die Stellen, an denen RX-HOLZ die Nachweise führt.

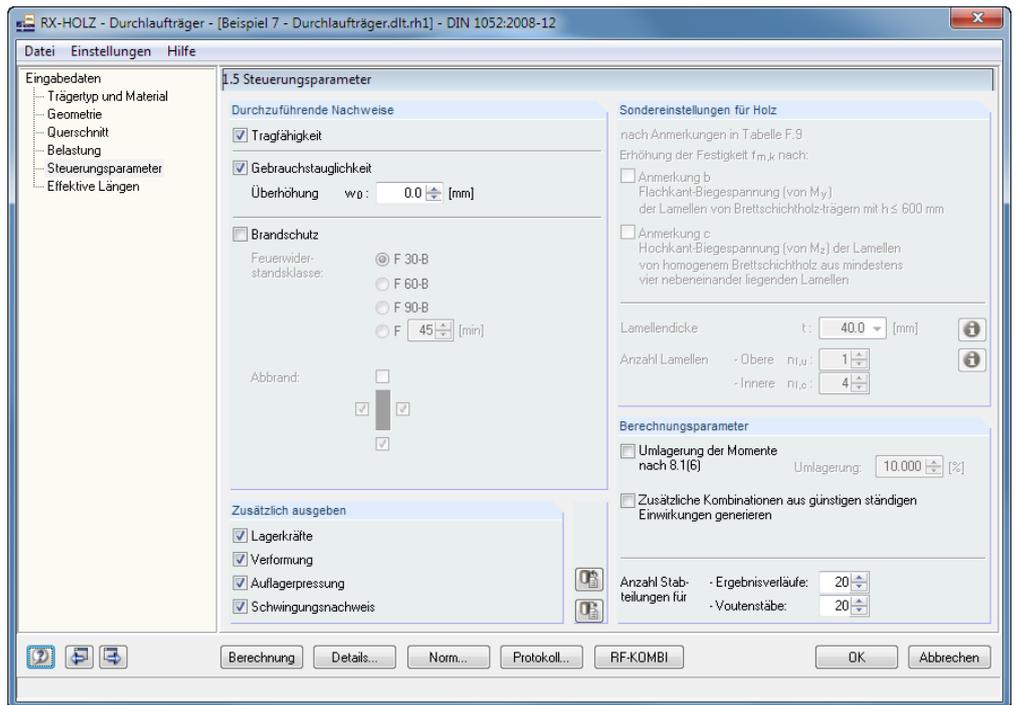


Bild 11.7: Maske 1.5 Steuerungsparameter

Norm...

Über die Schaltfläche [Norm] rufen wir den Dialog *Normeinstellungen* auf. Dort können wir die Teilsicherheitsbeiwerte und die Grenzwerte der Verformungen überprüfen.

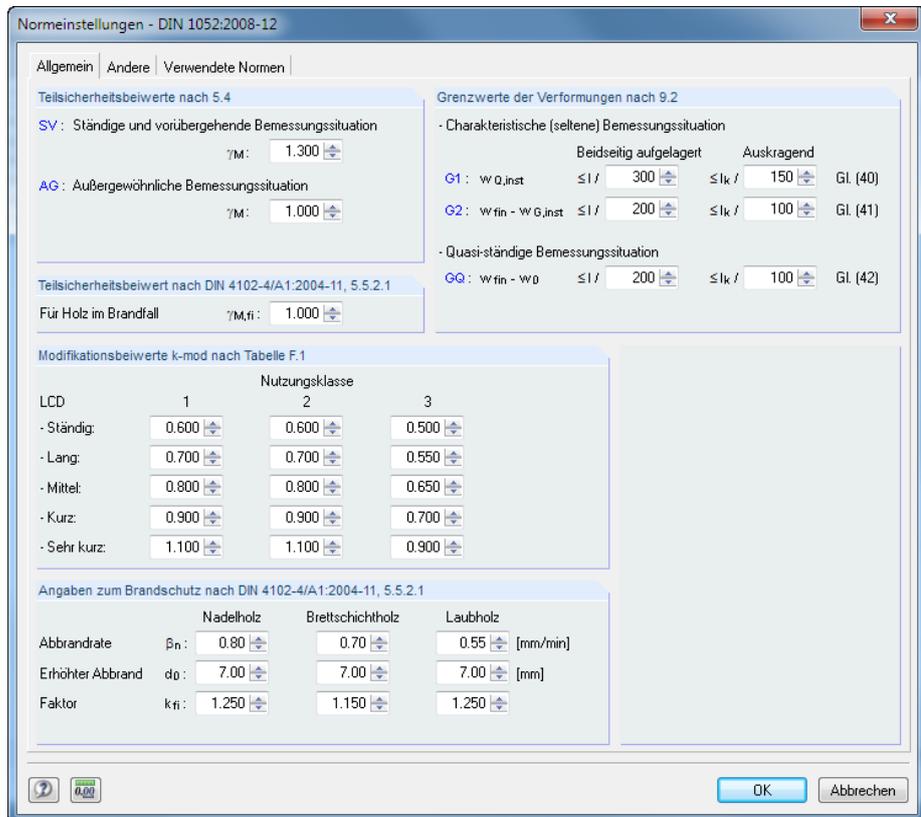


Bild 11.8: Dialog Normeinstellungen

Die Verformung kann unabhängig für das Feld und den Kragarm festgelegt werden. Es sind die Empfehlungen der DIN 1052 nach den Gleichungen (40) bis (42) voreingestellt.

### 11.2.6 Effektive Längen

Für unser Beispiel nehmen wir den Faktor  $\beta$  auf der sicheren Seite liegend mit 1,0 an. Diese Werte werden vom Programm automatisch voreingestellt, sodass wir in dieser Maske keine weiteren Einstellungen vornehmen.

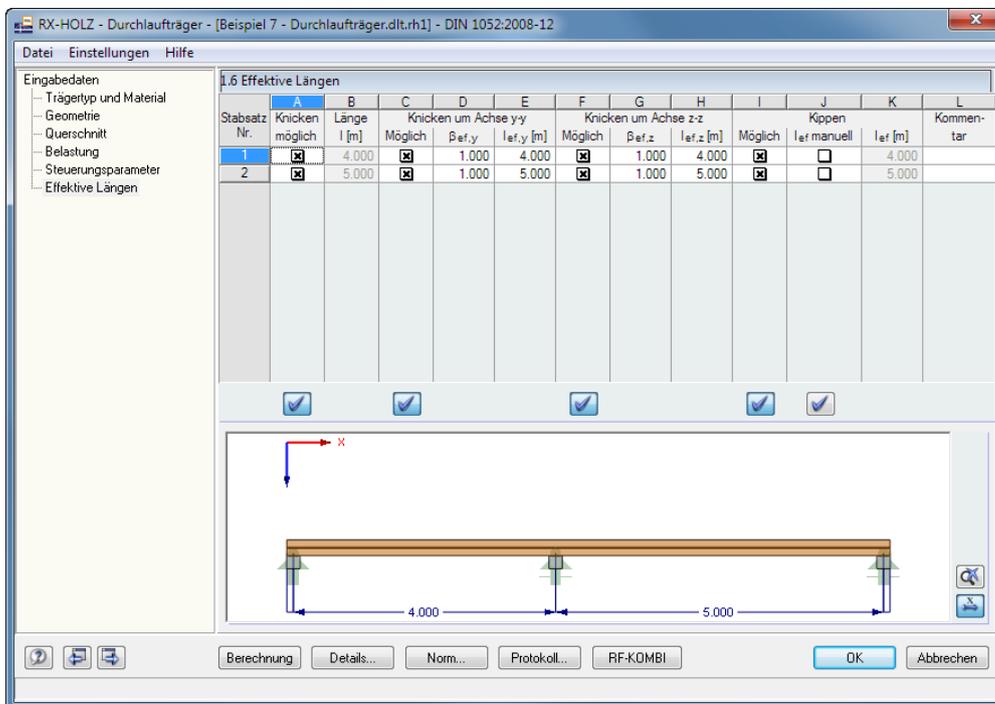


Bild 11.9: Maske 1.6 Effektive Längen

RF-KOMBI

## 11.3 Modul RF-KOMBI

In RX-HOLZ ist das Modul RF-KOMBI zur Erzeugung von Kombinationen nach DIN 1055-100 sowie DIN 1052:2008-12 integriert. Die Lastfälle werden dabei automatisch kombiniert, sodass dieses Modul in der Regel nicht extra aufgerufen werden muss. Wir wechseln jedoch über die Schaltfläche [RF-KOMBI] in dieses Modul, um die Kombinationen einzusehen, die im Hintergrund generiert werden.

Wir betrachten die Kombinatorik zur *Gebrauchstauglichkeit*. Um die komplette Berechnung dieses Falles nachzuvollziehen, entfernen wir die optionale und generell sinnvolle *Reduzierung der möglichen Lastfallkombinationen*.

Der *Deformationsbeiwert* wird mit  $k_{def} = 0,6$  automatisch entsprechend der jeweiligen Nutzungsklasse definiert. Für unser Beispiel hatten wir die Nutzungsklasse 1 vorgegeben.

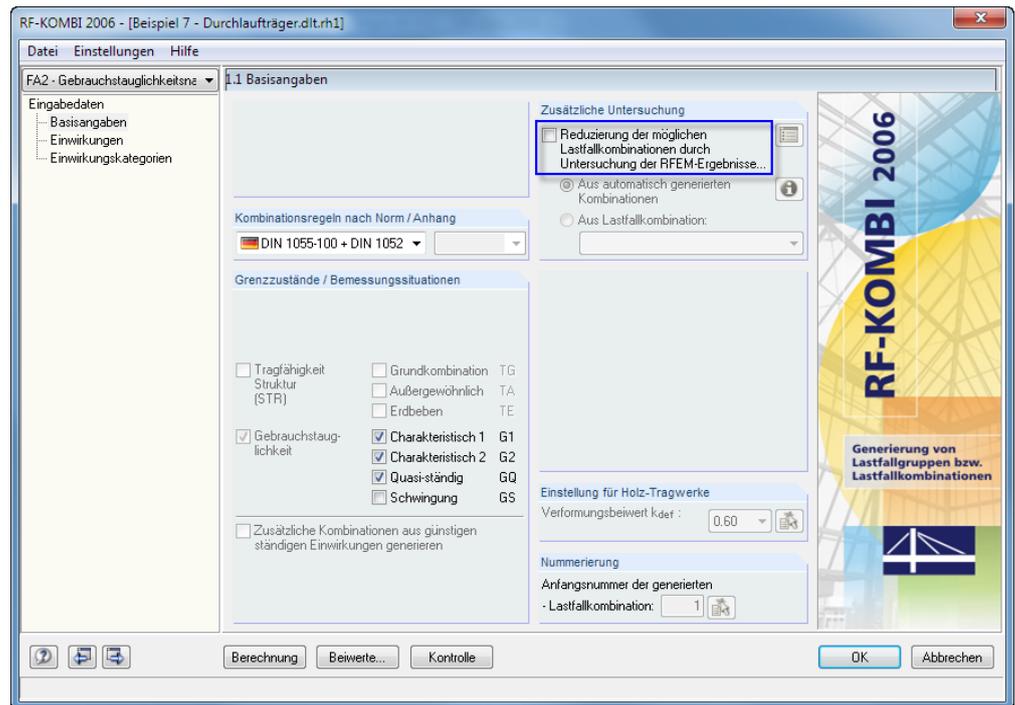


Bild 11.10: Modul RF-KOMBI, Fall 2 Gebrauchstauglichkeitsnachweise

In der nächsten Maske 1.2 *Einwirkungen* werden die Lasten den entsprechenden Einwirkungen zugewiesen und damit die KLED gebildet.

Für die Nutzlast wird bereits die Klasse der Lasteinwirkungsdauer nach Einwirkung A und damit die Lastdauer *mittel* berücksichtigt.

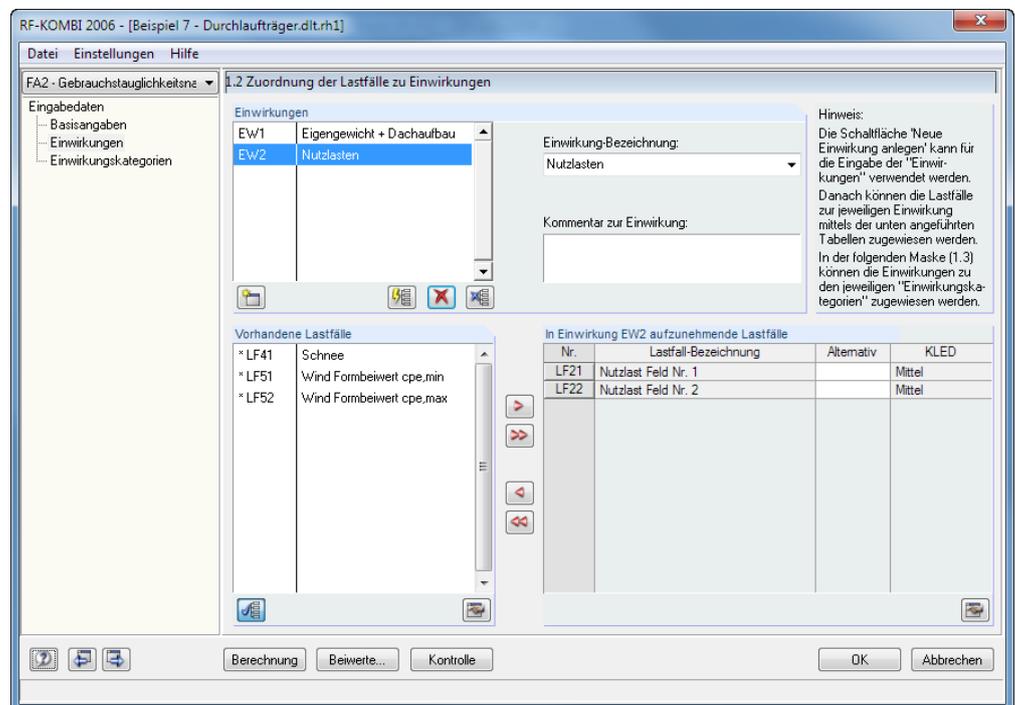


Bild 11.11: RF-KOMBI Maske 1.2: Zuordnung der Lastfälle zu Einwirkungen

Um die Möglichkeiten von RF-KOMBI auszuschöpfen, wird auf das Handbuch zu diesem Modul verwiesen. Für unser einfaches Beispiel wurden die Einwirkungen und zugehörigen Klassen der Lasteinwirkungsdauer automatisch korrekt gebildet.

Beiwerte...

Es besteht jedoch stets die Möglichkeit, andere KLEDs zu bilden und die [Beiwerte] entsprechend anzupassen. In einem neuen Dialog können dann alle Beiwerte der DIN 1052 und der DIN 1055-100 frei editiert werden.

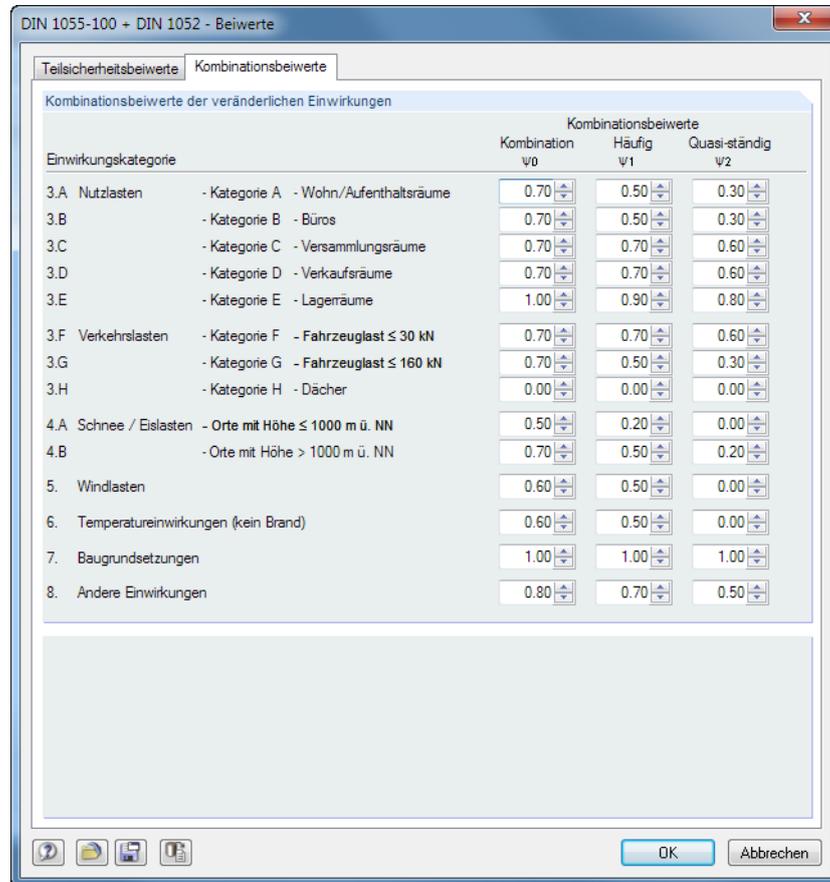


Bild 11.12: Dialog *Beiwerte*, Register *Kombinationsbeiwerte*

Berechnung

Nach der [Berechnung] können wir die Ergebnisse der Kombinatorik mit unserer Handrechnung nachvollziehen (siehe Kapitel 11.1, Seite 104). Die Berechnung erfolgt korrekt für die Gleichungen (40) bis (42) der DIN 1052:2008-12 (siehe Bild 11.13).

Die Lastfallkombination LK13 von RF-KOMBI entspricht dabei unserer Lastfallkombination infolge sämtlicher Belastung nach Gleichung (42) der DIN 1052:2008-12.

Die erhöhte Anzahl der Kombinationen in RF-KOMBI resultiert aus der zusätzlich erforderlichen Kombination der feldweisen Lasten auf dem Durchlaufträger.

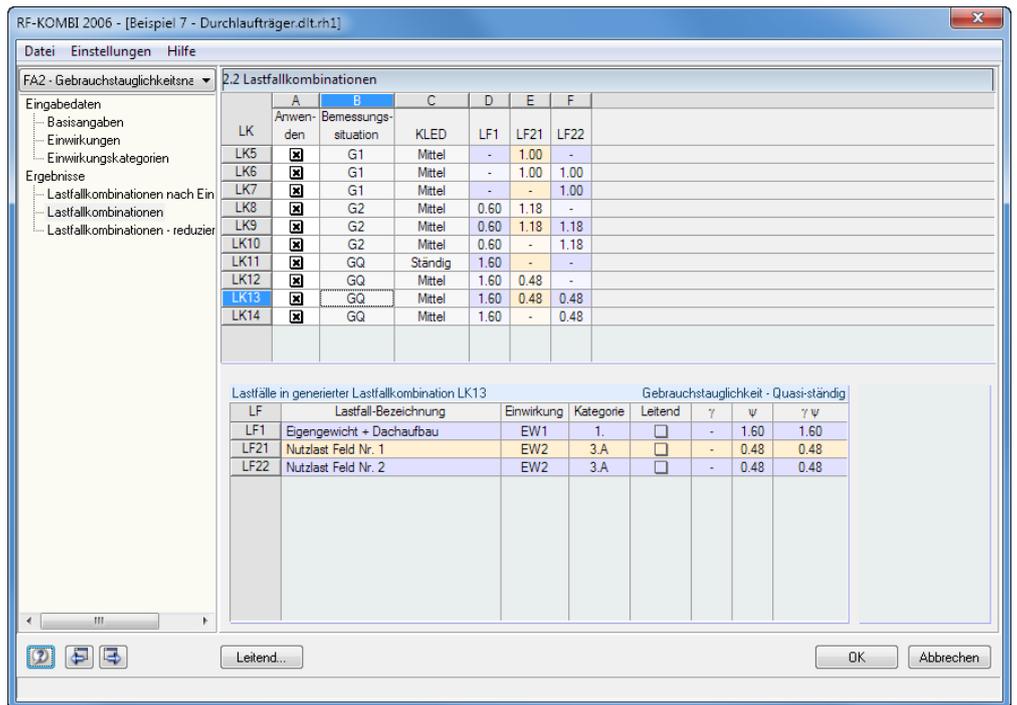


Bild 11.13: RF-KOMBI-Maske 2.2: Lastfallkombinationen

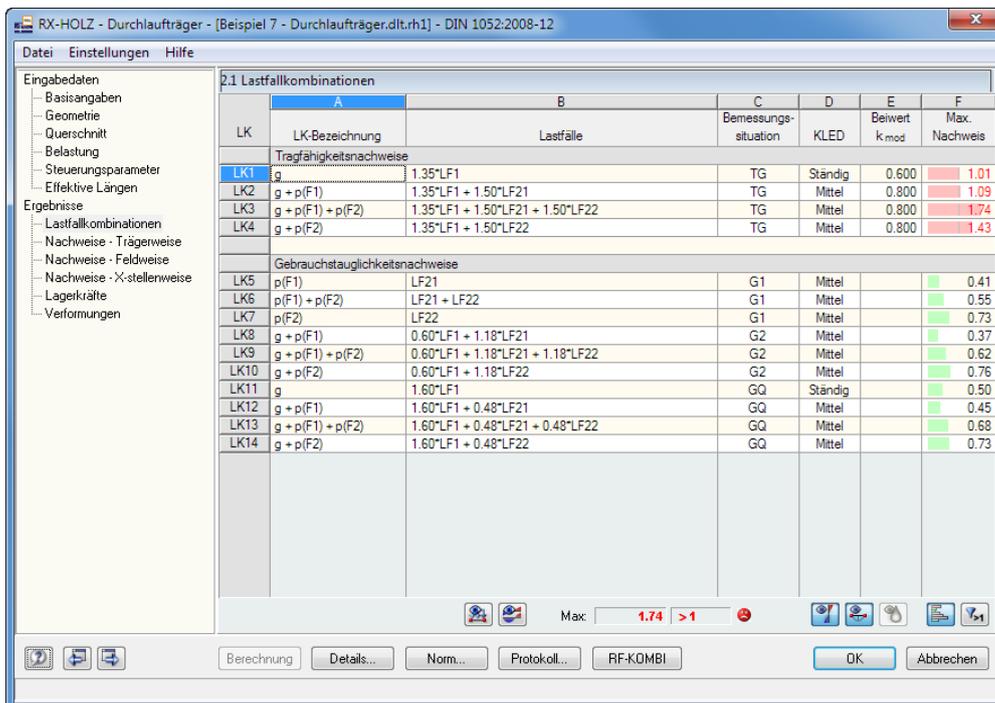
Es besteht die Möglichkeit, bestimmte Kombinationen für die Berechnung im Programm *Durchlaufträger* auszuwählen. Für unser Beispiel sollen alle Kombinationen der Maske 2.2 berücksichtigt werden. Mit [OK] erfolgt die Rückkehr in das Programm *Durchlaufträger*.

## 11.4 Ergebnisse

### 11.4.1 Lastfallkombinationen

Berechnung

Nach der [Berechnung] werden in Maske 2.1 die Nachweise sämtlicher Kombinationen für Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit mit der zugehörigen Auslastung ausgegeben. Der zusätzlich durchgeführte Schwingungsnachweis ist in Maske 2.6 *Verformungen* enthalten.



LK	LK-Bezeichnung	Lastfälle	Bemessungssituation	KLED	Beiwert $k_{mod}$	Max. Nachweis
<b>Tragfähigkeitsnachweise</b>						
LK1	g	1.35*LF1	TG	Ständig	0.600	1.01
LK2	g + p(F1)	1.35*LF1 + 1.50*LF21	TG	Mittel	0.800	1.09
LK3	g + p(F1) + p(F2)	1.35*LF1 + 1.50*LF21 + 1.50*LF22	TG	Mittel	0.800	1.74
LK4	g + p(F2)	1.35*LF1 + 1.50*LF22	TG	Mittel	0.800	1.43
<b>Gebrauchstauglichkeitsnachweise</b>						
LK5	p(F1)	LF21	G1	Mittel		0.41
LK6	p(F1) + p(F2)	LF21 + LF22	G1	Mittel		0.55
LK7	p(F2)	LF22	G1	Mittel		0.73
LK8	g + p(F1)	0.60*LF1 + 1.18*LF21	G2	Mittel		0.37
LK9	g + p(F1) + p(F2)	0.60*LF1 + 1.18*LF21 + 1.18*LF22	G2	Mittel		0.62
LK10	g + p(F2)	0.60*LF1 + 1.18*LF22	G2	Mittel		0.76
LK11	g	1.60*LF1	GQ	Ständig		0.50
LK12	g + p(F1)	1.60*LF1 + 0.48*LF21	GQ	Mittel		0.45
LK13	g + p(F1) + p(F2)	1.60*LF1 + 0.48*LF21 + 0.48*LF22	GQ	Mittel		0.68
LK14	g + p(F2)	1.60*LF1 + 0.48*LF22	GQ	Mittel		0.73

Bild 11.14: Maske 2.1 Lastfallkombinationen

Der Beiwert  $k_{mod}$  zur Berücksichtigung des zeitabhängigen Setzungsverhaltens infolge der Lasteinwirkungsdauer und der klimatischen Besonderheiten des Werkstoffes Holz wird automatisch auf den erforderlichen Wert entsprechend der KLED und der NKL angewandt.



In jeder Ergebnismaske von RX-HOLZ ist es möglich, mit einem Klick auf die Schaltfläche [Überschreitung] nur die überlasteten Nachweise zu betrachten sowie über die Schaltfläche [Relationsskala] die farbige Darstellung der Auslastung an- oder auszuschalten.



Über die Schaltfläche [Lasten der Lastfälle] können die Lasten und die Klassen der Lasteinwirkungen betrachtet werden, die für die aktuelle Lastfallkombination angesetzt wurden (d. h. die LK, in dessen Zeile sich der Cursor befindet).

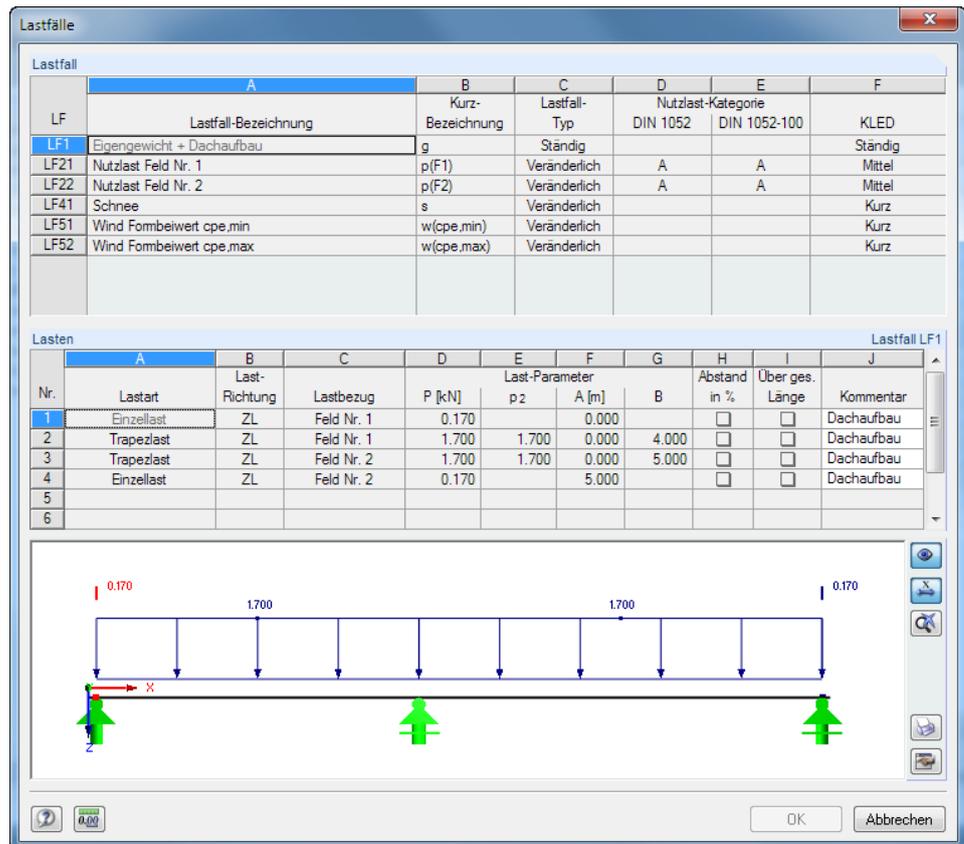


Bild 11.15: Dialog Lastfälle

### 11.4.2 Nachweise - Trägerweise

In dieser Maske werden alle maßgebenden Nachweise für den gesamten Träger angezeigt.

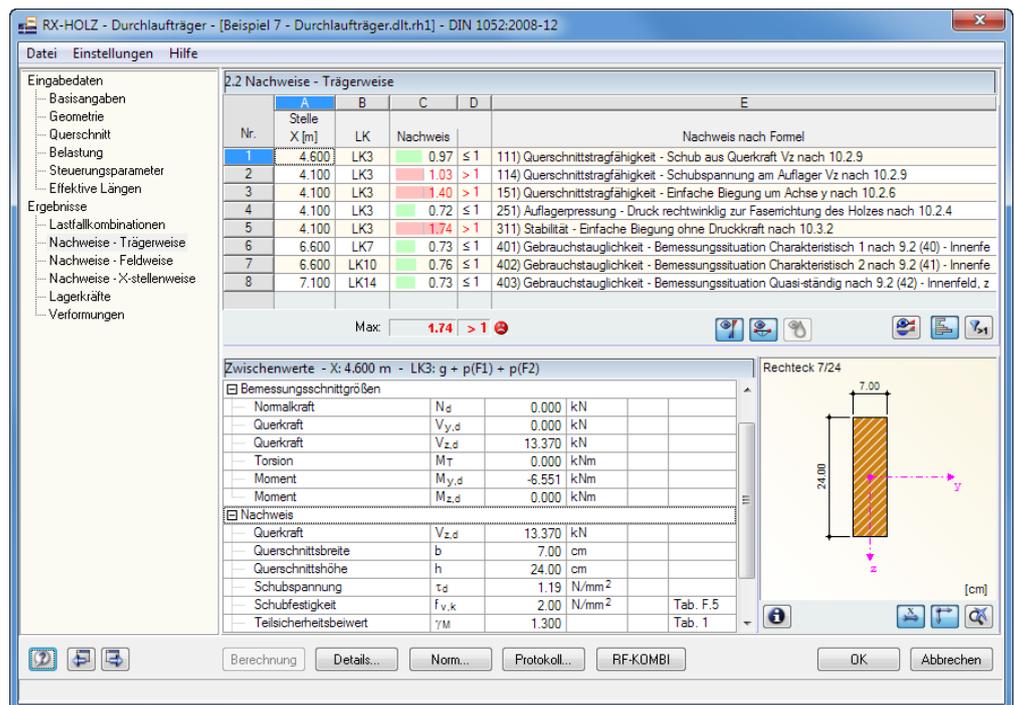


Bild 11.16: Maske 2.2 Nachweise - Trägerweise

Alle Beiwerte und erforderlichen Bemessungsschnittgrößen können interaktiv eingesehen werden: Mit einem Klick auf den entsprechenden Nachweis in der oberen Tabelle können sämtliche *Zwischenwerte* des Nachweises im Abschnitt unterhalb betrachtet werden.

Über die Schaltfläche [Ergebnisverläufe] kann der Verlauf der Schnittgrößen und Auslastungen grafisch überprüft werden. Diese Schaltfläche befindet sich oberhalb der Querschnittsgrafik. Es erscheint ein neues Fenster, in dem die Schnittgrößen und Durchbiegungen des Trägers für jede Lastfallkombination gezielt ausgewählt werden können.

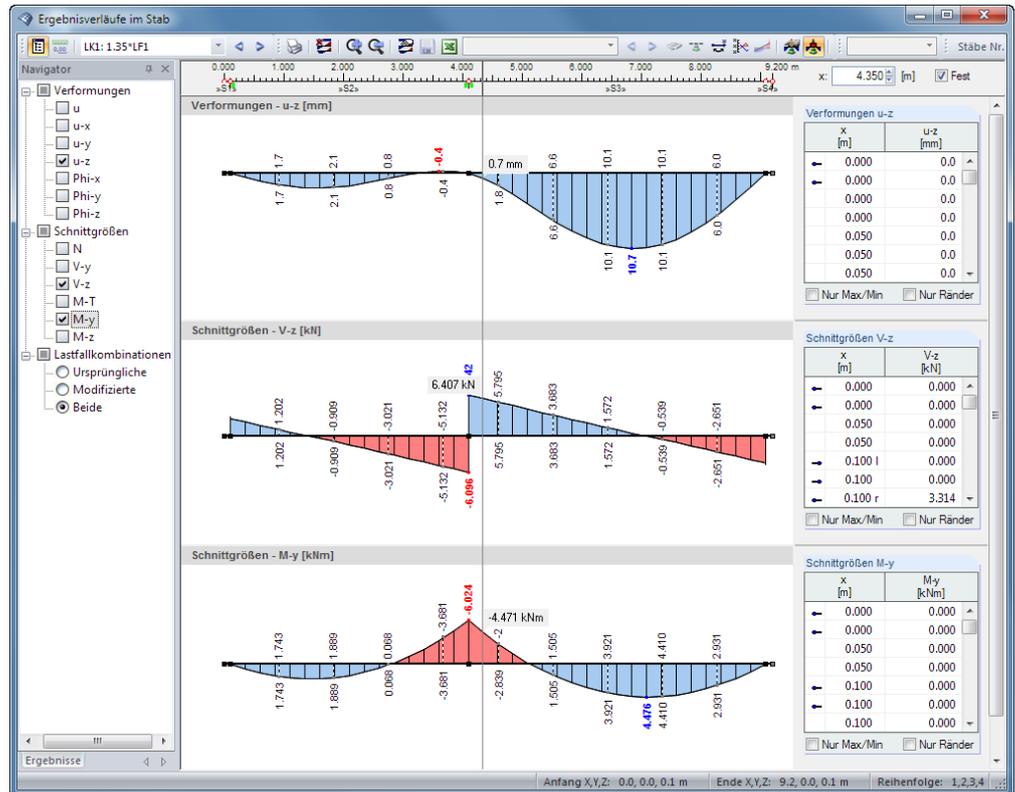


Bild 11.17: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*

Im Navigatoreintrag *Lastfallkombinationen* kann mit der Option **Beide** die Berücksichtigung der Reduzierungen der Kräfte gemäß DIN 1052:2008-12 grafisch betrachtet werden, z. B. die Reduzierung der Querkraft nach 10.2.9 oder die Momentenausrundung nach 8.1 (6).

Die Schaltfläche [Drucken] übergibt diese Grafik direkt in das Ausdruckprotokoll.

### 11.4.3 Nachweise - Feldweise

In dieser Maske werden die maßgebenden Nachweise für jedes Feld angezeigt. Die bereits erläuterten Funktionen sind auch hier verfügbar.

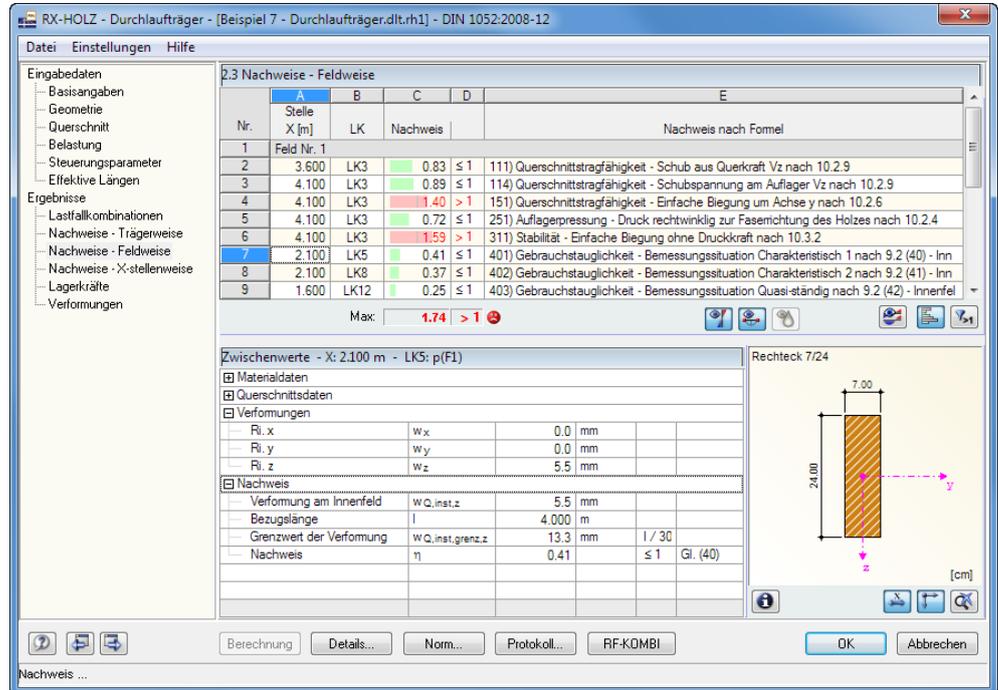


Bild 11.18: Maske 2.3 Nachweise - Feldweise

### 11.4.4 Nachweise - X-stellenweise

Hier werden die Nachweise an allen untersuchten X-Stellen des Trägers angegeben. Die Anzahl der Stellen wird in Maske 1.5 Steuerungsparameter durch die Anzahl der Stabteilungen gesteuert. Die Stabteilungen wirken sich auch auf die Geschwindigkeit der Bemessung aus.

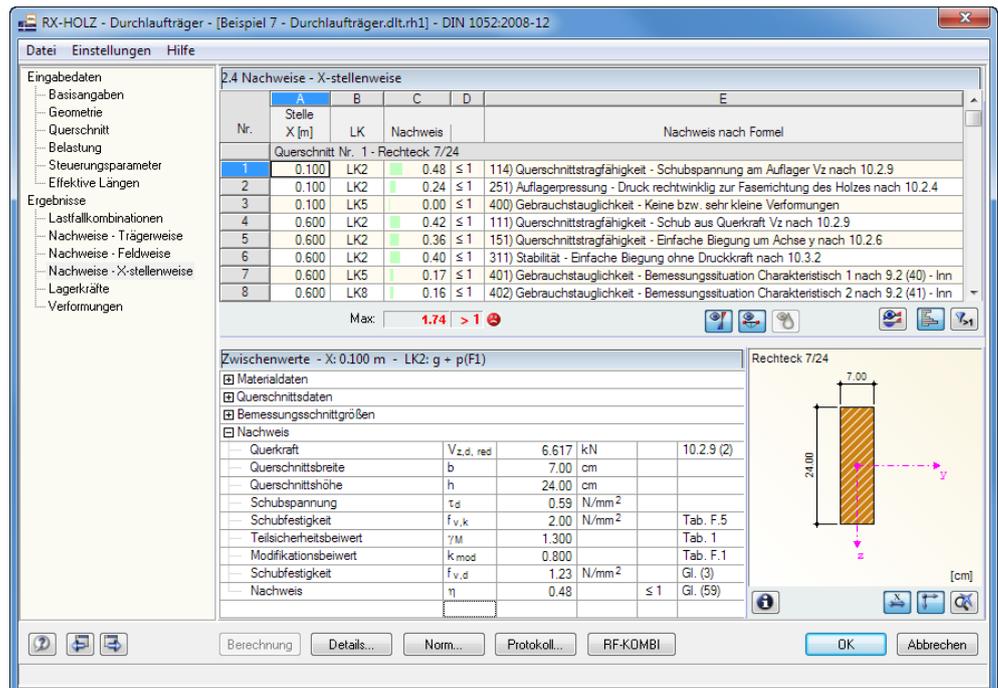


Bild 11.19: Maske 2.4 Nachweise - X-stellenweise

### 11.4.5 Tragsicherheit

In Maske 2.2 *Nachweise - Trägerweise* lassen sich nur die Nachweise zur Tragsicherheit anzeigen, wenn über die Schaltfläche [Gebrauchstauglichkeit] die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit ausgeblendet werden.

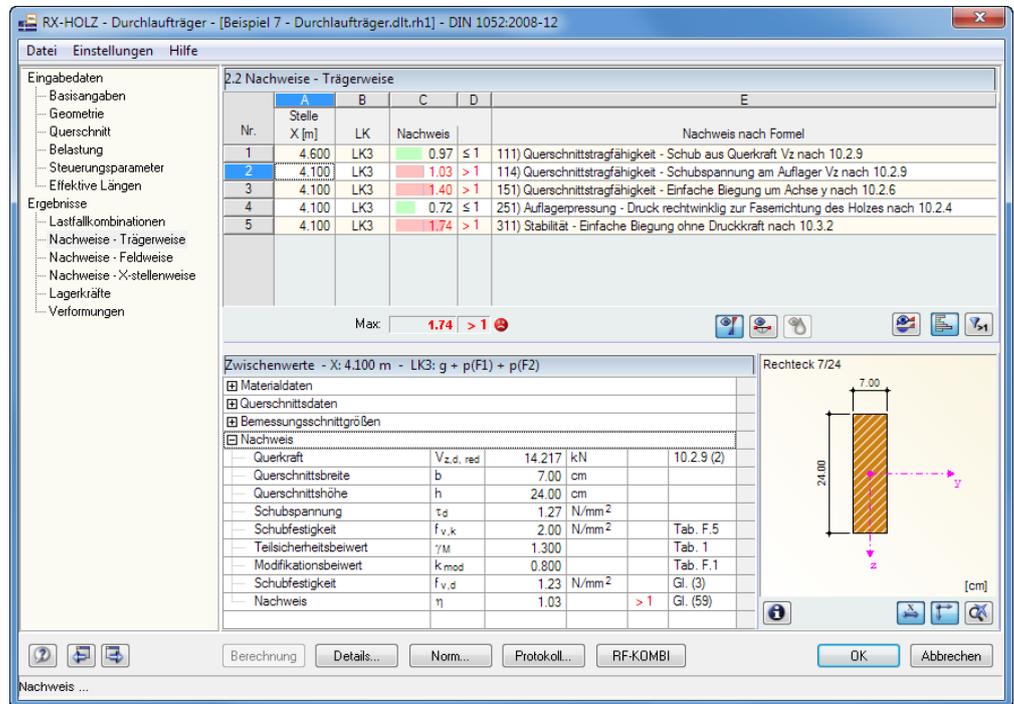


Bild 11.20: Maske 2.2 *Nachweise - Trägerweise* nur für Tragsicherheit

Die Ergebnisse von RX-HOLZ werden durch eine Handrechnung überprüft.

#### Schubkraftbeanspruchung nach 10.2.9

Die maximale Querkraftbeanspruchung liegt über dem mittleren Auflager mit 16,02 kN vor. Mit der Reduzierung nach 10.2.9 (2) kann die Beanspruchung auf 14,2 kN und damit auf die Querkraft reduziert werden, die 24 cm (= h) vom Auflager entfernt auftritt.

$$\text{Schubspannung} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{14,2 \text{ kN}}{7 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} = 0,127 \text{ kN/cm}^2 = 1,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Schubfestigkeit} \quad f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 2 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 1,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis} \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,27}{1,23} = 1,03 > 1$$

Der Nachweis ist trotz Reduzierung der Querkraft nicht erfüllt. Mit Brettschichtholz könnte der Nachweis eingehalten werden.

#### Biegebeanspruchung nach 10.2.6

Die maximale Beanspruchung liegt über der Auflagermitte infolge des Stützmoments vor.

$$\text{Biegespannung} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{d,max}}{W} = \frac{13,9 \text{ kNm} \cdot 10^{-3}}{672 \text{ cm}^3 \cdot 10^{-6}} = 20,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Biegefestigkeit} \quad f_{m,d} = \frac{0,8 \cdot 24 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis} \quad \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{20,68}{14,77} = 1,40 > 1$$

Auch mit einer hier nicht angesetzten Momentenausrundung von 10 % läge die Auslastung bei einem Bemessungsmoment von 12,5 kNm noch bei 126 %. Damit bleiben lediglich die Möglichkeiten, eine höhere Festigkeitsklasse von z. B. C 35 oder einen größeren Querschnitt zu wählen.

#### Auflagerpressung nach 10.2.4

Wie erwartet stellt sich die maximale Auflagerpressung am mittleren Auflager mit einer Belastung von 30 kN ein. Die Aufstandsfläche wird von RX-HOLZ automatisch um die zulässigen 3 cm in Faserrichtung des Holzes verlängert. Bei dem gewählten 20 cm breiten Auflager erhalten wir damit eine effektive Fläche von 182 cm<sup>2</sup>.

Die maximale Beanspruchung ergibt sich auch bei diesem Nachweis über der Auflagermitte infolge des Stützmoments.

$$\text{Querdruckspannung } \sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} = \frac{30 \text{ kN}}{182 \text{ cm}^2} = 0,165 \text{ kN/cm}^2 \approx 1,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Querdruckfestigkeit } f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,d}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 2,5 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis } \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{1,65}{1,5 \cdot 1,54} = 0,71 < 1$$

#### Biegestäbe ohne Druckkraft nach 10.3.2 (Kippnachweis)

Zusätzlich muss für diesen Träger der Nachweis der Stabilität geführt werden. Die nachzuweisende Momentenbeanspruchung ist identisch mit der Beanspruchung des Trägers im Nachweis der Biegung im Tragfähigkeitsnachweis.

Biegespannung und Biegefestigkeit sind somit identisch mit der Bemessung nach 10.2.6 und werden hier nicht noch einmal aufgeführt.

$$\text{Trägheitsradius } i_z = 0,289 \cdot b = 0,289 \cdot 7 \text{ cm} = 2,02 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Schlankheitsgrad } \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{l_{ef}}{\pi \cdot i_z}} \cdot \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sqrt{E_{0,05} \cdot G_{05}}}} = \\ &= \sqrt{\frac{5,00 \text{ m}}{\pi \cdot 2,02 \text{ cm}}} \cdot \sqrt{\frac{24 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{7333 \text{ N/mm}^2 \cdot 460 \text{ N/mm}}}} = 1,01 \end{aligned}$$

$$\text{Kippbeiwert } k_m = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} = 1,56 - 0,75 \cdot 1,01 = 0,803$$

$$\text{Nachweis } \frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} = \frac{20,68}{0,803 \cdot 14,77} = 1,74 > 1$$

Die bei diesem sehr schlanken und hohen Träger zu erwartende Überlastung ließe sich durch eine Verkürzung der Knicklänge reduzieren. In RX-HOLZ könnte man eine durchgehende seitliche Halterung, die in der Realität z. B. durch eine aufgeschraubte OSB-Beplankung erreicht wird, mit dem Entfernen der Kippmöglichkeit in Maske 1.6 *Effektive Längen* modellieren.

### 11.4.6 Gebrauchstauglichkeit

In Maske 2.2 *Nachweise - Trägerweise* lassen sich nur die Nachweise zur Gebrauchstauglichkeit anzeigen, wenn über die Schaltfläche [Tragsicherheit] die Tragsicherheitsnachweise ausgeblendet werden.

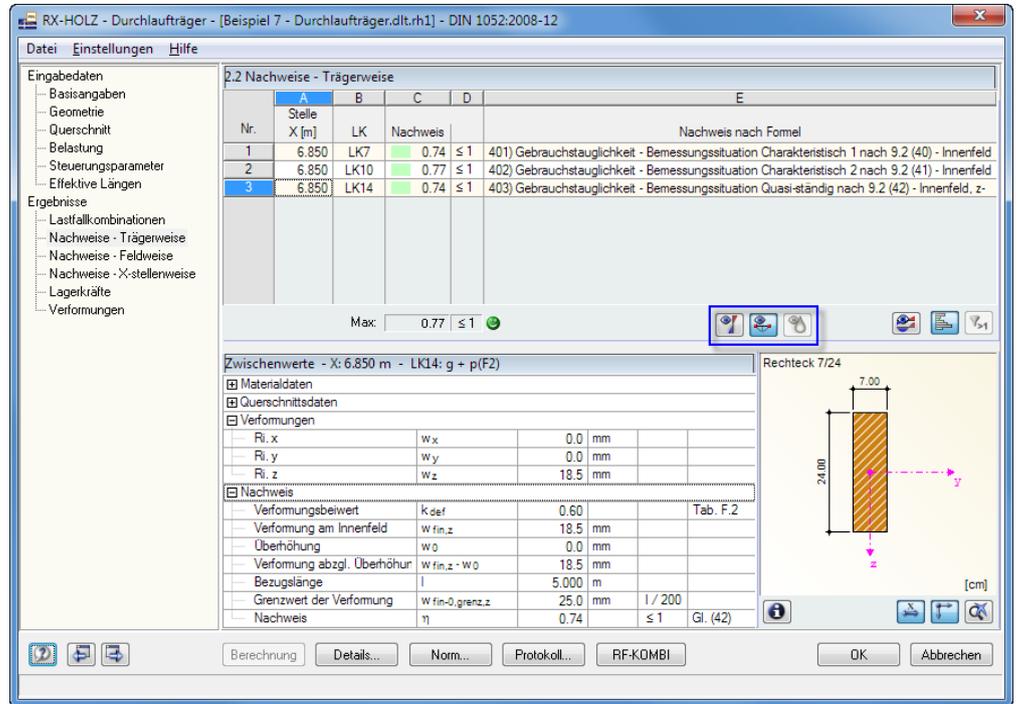


Bild 11.21: Maske 2.2 *Nachweise - Trägerweise* nur für Gebrauchstauglichkeit

Die Durchbiegungsberechnung für den Zweifeldträger führen wir exemplarisch nur für den Fall 3 nach Gleichung (42) der DIN 1052 mit den Tabellenwerten nach [12], Seite 4.27 durch. Maßgebend wird hier die Belastung durch eine Nutzlast nur im rechten Feld.

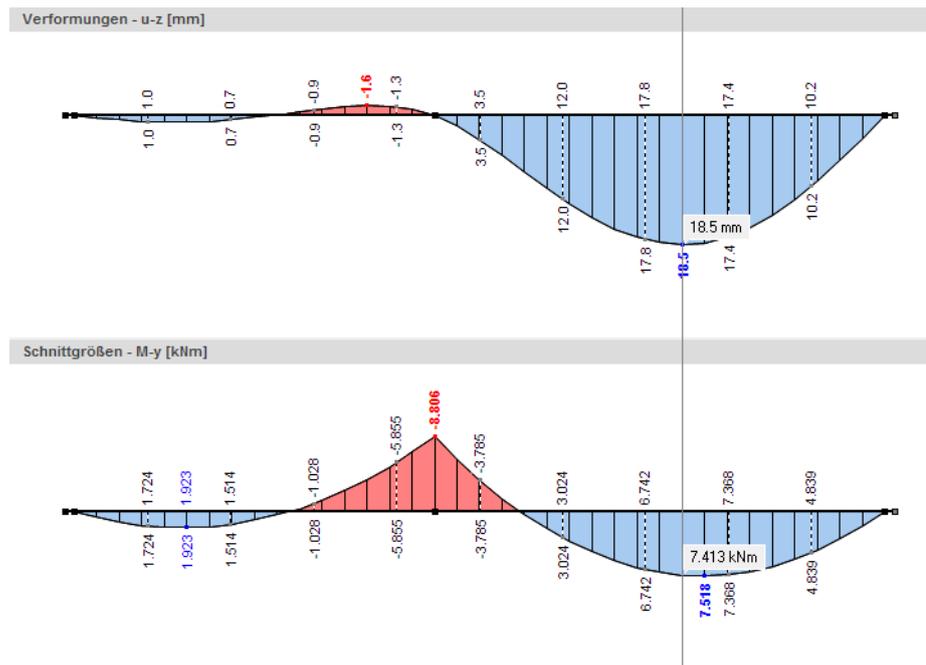


Bild 11.22: Ergebnisverläufe in RX-HOLZ für LK10

Belastung nach G3 im rechten Feld: 3,68 kN/m  
 Belastung nach G3 im linken Feld: 1,6 · 1,7 kN/m = 2,72 kN/m  
 Feldmoment: 7,52 kNm  
 Stützmoment: -8,81 kNm

**Durchbiegung**

$$f = \frac{104 \cdot (7,52 \text{ kNm} + \frac{8,81 \text{ kNm}}{2}) \cdot 5,00^2 \text{ m}}{8064 \text{ cm}^4} + \frac{62,5 \cdot (-8,81 \text{ kNm}) \cdot 5,00^2 \text{ m}}{8064 \text{ cm}^4} = 2,14 \text{ cm}$$

Um die Durchbiegungsbemessung an den veränderten E-Modul nach DIN 1052:2008-12 anzupassen, teilen wir unser Ergebnis durch 1,1 und erhalten eine Durchbiegung von 1,95 cm.

Für diesen Nachweis nach Gleichung (42) erhalten wir in RX-HOLZ eine Durchbiegung von **18,5 mm**. Die geringe Abweichung zur Handrechnung lässt sich durch die zusätzliche Berücksichtigung der Schubsteifigkeiten im Programm erklären.

Die Durchbiegung von knapp 20 mm liegt somit unterhalb des Grenzwertes von  $l/200 = 5000 \text{ mm}/200 = 25 \text{ mm}$ .

### 11.4.7 Lagerkräfte

In dieser Maske werden die Auflagerkräfte aller Lastfälle und Lastfallkombinationen ausgegeben. Die Lagerkräfte sind getrennt nach Nachweissituationen (Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und ggf. Brandschutz) aufgeführt.

Zusätzlich werden für jede Nachweissituation die Maximal- und Minimalwerte ausgegeben.

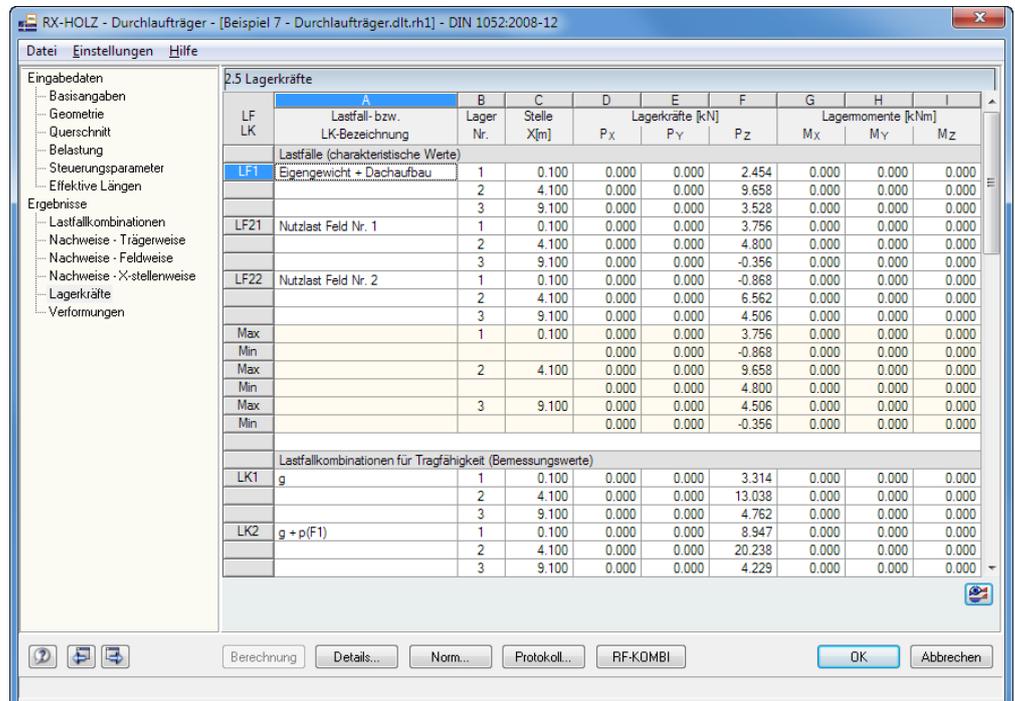


Bild 11.23: Maske 2.5 Lagerkräfte

In dieser Maske wird ggf. auch das Gabelmoment ausgewiesen.

### 11.4.8 Schwingungsnachweis

Die Lastfallkombination nach 9.3 (2) ergibt sich für unser Beispiel mit:

$$w_{G,inst} + \psi_2 \cdot w_{Q,inst} = 1,7 \text{ kN/m} + 0,3 \cdot 2 \text{ kN/m} = 2,3 \text{ kN/m}$$

Angelehnt an die Berechnungen aus [13], Seite 92 sowie die Bestimmungen nach [1] 9.3 (2) können wir die Durchbiegung für die größte Feldweite des Trägers wie für einen Einfeldträger berechnen und die elastische Einspannung in die Nachbarfelder separat berücksichtigen.

$$E \cdot I_{\text{Balken}} = \frac{11000 \text{ N/mm}^2 \cdot 70 \text{ mm} \cdot 240^3 \text{ mm}}{12} = 0,887 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

#### Durchbiegungsnachweis

$$w_E = \frac{5 \cdot 2,3 \text{ N/mm} \cdot 5000^4 \text{ mm}}{384 \cdot 0,887 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2} = 21,1 \text{ mm}$$

Berücksichtigung der Einspannung mit Tabellenwerten nach [8], Seite 87, Tabelle 9/2:

$$K_i = \frac{3 \cdot E I_l}{l_i} \quad k_i = \frac{K_i}{3 \cdot E I_l / l} \quad \Rightarrow k_i = \frac{l}{l_i} = \frac{5,00 \text{ m}}{4,00 \text{ m}} = 1,25 \quad K_k = 0$$

$$\Rightarrow \beta = 0,675$$

Mit den Beiwerten nach Tabelle 9/2 ergibt sich folgende Durchbiegung:

$$w = \beta \cdot w_E = 0,675 \cdot 21,1 \text{ mm} = 14,2 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$$

Die Berechnung aus den Erläuterungen zur DIN berücksichtigt jedoch nicht die günstige ständige Last im linken Feld des Trägers. Mit der ständigen Last im linken Feld von 1,7 kN/m erhält man analog zur Durchbiegungsberechnung aus Kapitel 11.4.6 folgende Durchbiegung:

Feldmoment: 4,73 kNm

Stützmoment: -5,43 kNm

#### Durchbiegung

$$f = \frac{104 \cdot (4,73 \text{ kNm} + \frac{5,43 \text{ kNm}}{2}) \cdot 5,00^2 \text{ m}}{8064 \text{ cm}^4} + \frac{62,5 \cdot (-5,43 \text{ kNm}) \cdot 5,00^2 \text{ m}}{8064 \text{ cm}^4} = 1,348 \text{ cm}$$

Anpassung an veränderten E-Modul:

$$f = \frac{1,348 \text{ cm}}{1,1} = 1,225 \text{ cm} \approx 12,3 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$$

Wie zu erwarten, lässt sich der Nachweis auch mit der günstig wirkenden ständigen Last nicht einhalten.

Die kleinen Differenzen zwischen unserer Handrechnung und den Schwingungsnachweisen in RX-HOLZ liegen wieder an der Berücksichtigung der Schubsteifigkeiten im Programm.

Der nicht eingehaltene Nachweis erfordert weitere Untersuchungen nach [13], Seite 92 ff. Alternativ könnte man die Steifigkeit des Deckenquerschnitts (z. B. auf 120/260 mm) erhöhen.

RX-HOLZ - Durchlaufträger - [Beispiel 7 - Durchlaufträger.dlt.rh1] - DIN 1052:2008-12

2.6 Verformungen

LF LK	Lastfall- bzw. LK-Bezeichnung	Stelle Bezeichnung	C X (u <sub>z</sub> ) [m]	D u <sub>x</sub>	E u <sub>y</sub>	F u <sub>z</sub>	G φ <sub>x</sub>	H φ <sub>y</sub>	I φ <sub>z</sub>
		Feld Nr. 2	6.850	0.0	0.0	11.2	0.0	8.5	0.0
		Lager Nr. 3	9.100	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0
LK13	g + p(F1) + p(F2)	Lager Nr. 1	0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.8	0.0
		Feld Nr. 1	1.600	0.0	0.0	3.5	0.0	-3.8	0.0
		Lager Nr. 2	4.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.5	0.0
		Feld Nr. 2	6.850	0.0	0.0	17.1	0.0	12.5	0.0
		Lager Nr. 3	9.100	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
LK14	g + p(F2)	Lager Nr. 1	0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.6	0.0
		Feld Nr. 1	3.350	0.0	0.0	-1.6	0.0	-5.1	0.0
		Lager Nr. 2	4.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.1	0.0
		Feld Nr. 2	6.850	0.0	0.0	18.5	0.0	13.3	0.0
		Lager Nr. 3	9.100	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0
Max/Min-Verformungen									
Max	LK7 (φ <sub>y</sub> )	Lager Nr. 1	0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0
Min	LK8 (φ <sub>y</sub> )		0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.6	0.0
Max	LK8 (u <sub>z</sub> )	Feld Nr. 1	1.750	0.0	0.0	7.4	0.0	4.8	0.0
Min	LK10 (u <sub>z</sub> )		2.500	0.0	0.0	-4.2	0.0	-7.1	0.0
Max	LK5 (φ <sub>y</sub> )	Lager Nr. 2	4.100	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0
Min	LK10 (φ <sub>y</sub> )		4.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.1	0.0
Max	LK10 (u <sub>z</sub> )	Feld Nr. 2	2.750	0.0	0.0	19.2	0.0	13.5	0.0
Min	LK5 (u <sub>z</sub> )		2.000	0.0	0.0	-3.2	0.0	-10.0	0.0
Max	LK10 (φ <sub>y</sub> )	Lager Nr. 3	9.100	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0
Min	LK5 (φ <sub>y</sub> )		9.100	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.7	0.0

Schwingungsnachweis nach 9.3 [2]  $W_{G,inst} + W_2^2 \cdot W_{Q,inst} : 11.6 > 6.0$  [mm]

Bild 11.24: Maske 2.6 Verformungen

## 11.5 Dokumentation

Protokoll...

Zur Dokumentation steht das bereits im Kapitel 10.1.5 erwähnte Ausdruckprotokoll zur Verfügung. Diese automatisch erstellte Druckvorschau enthält alle geführten Nachweise und Belastungen. Die Elemente des Protokolls lassen sich einzeln selektieren und den individuellen Bedürfnissen anpassen. Im Kapitel 8 ist das Ausdruckprotokoll ausführlich erläutert.

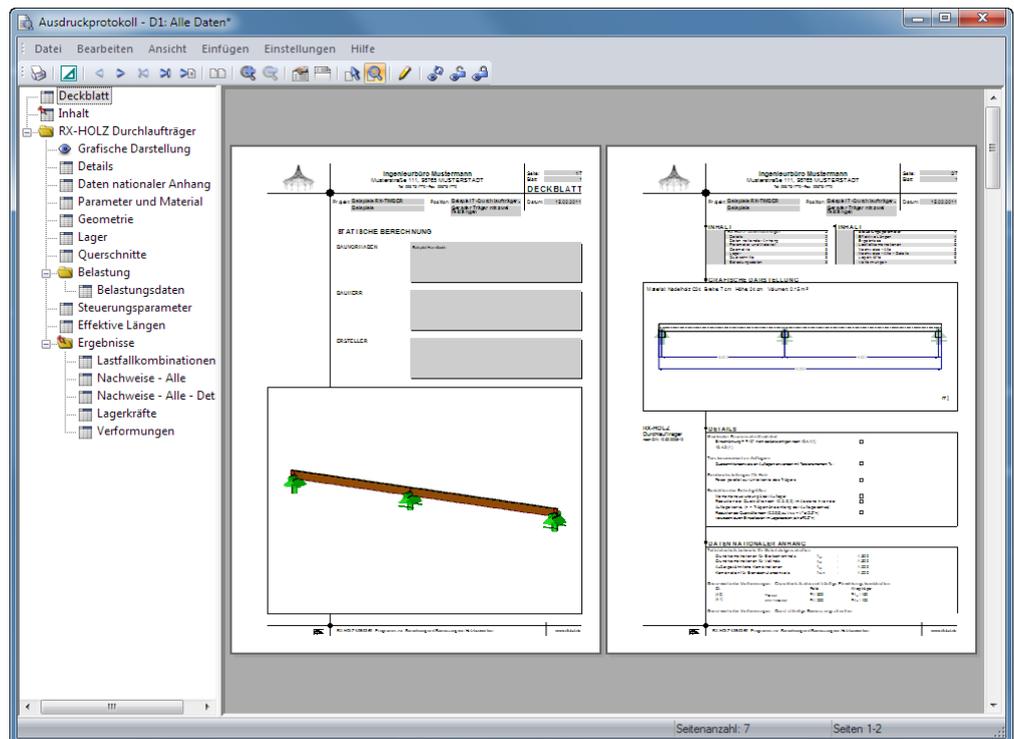
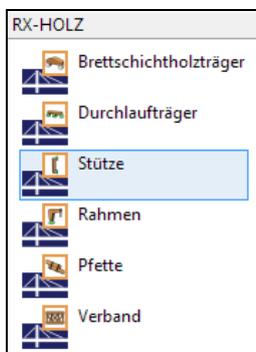


Bild 11.25: Druckvorschau im Ausdruckprotokoll

# 12. Stütze



Es werden die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit gemäß EN 1995-1-1 für eine eingespannte, auf Druck und Biegung beanspruchte Rundholzstütze geführt.

Die Modelldaten sind in der Position *Beispiel 2* des Projekts *Beispiele RX-TIMBER* abgelegt. Sie ist unter den Beispieldateien des Programms **Stütze** zu finden.

## 12.1 System und Belastung

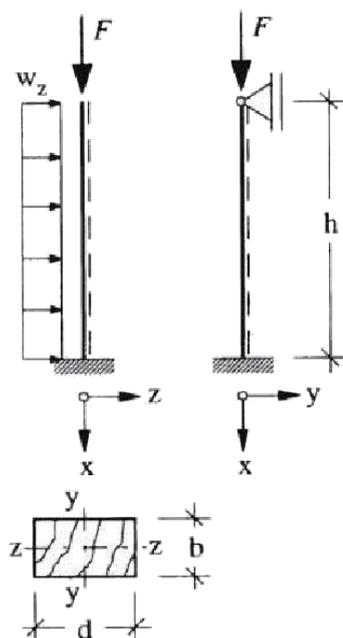


Bild 12.1: System und Belastung

### Struktur

Querschnitt:	$d = 21 \text{ cm}$
Material:	NH C24
Höhe:	$h = 3,20 \text{ m}$
NKL:	1
KLED:	ständig

### Belastung

Lastfall 1: Eigengewicht	$F = 45 \text{ kN}$
Lastfall 2: Wind	$w = 1,5 \text{ kN/m}$

### Bemessungswerte Tragfähigkeit

$$N = 1,35 \cdot F = 1,35 \cdot 45 \text{ kN} = 60,75 \text{ kN} \quad (k_{\text{mod}} = 0,6)$$

$$q = 1,5 \cdot w = 1,5 \cdot 1,5 \text{ kN/m} = 2,25 \text{ kN/m} \quad (k_{\text{mod}} = 0,9)$$

## 12.2 Eingabedaten

### 12.2.1 Basisangaben

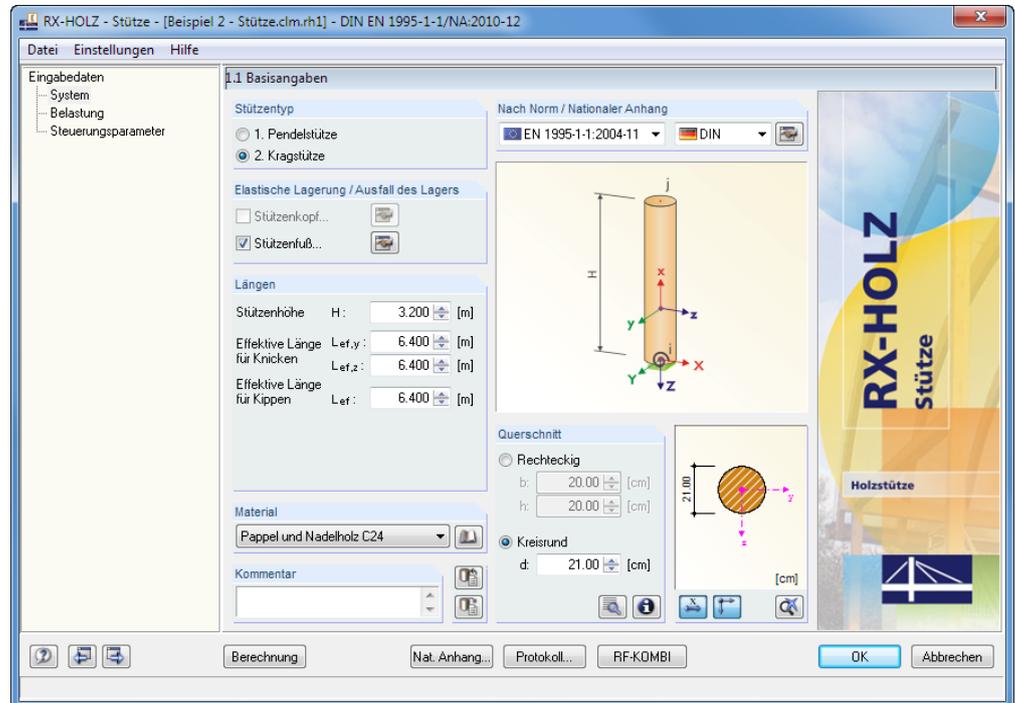


Bild 12.2: Maske 1.1 Basisangaben

In Maske 1.1 *Basisangaben* sind die geometrischen Parameter der Stütze festzulegen.

Es liegt der *Stützentyp Kragstütze* vor. Sie soll nach der *Norm EN 1995-1-1:2004-11* und dem *Nationalen Anhang* gemäß *DIN* bemessen werden.

Die *Lagerung* ist nur am *Stützenfuß* gegeben. Über die Schaltfläche [Bearbeiten] ist zu überprüfen, ob alle Freiheitsgrade eingeschränkt sind.



Bild 12.3: Dialog Knotenlager bearbeiten - Fußespannung

Die *Stützhöhe* wird mit **3,20 m** festgelegt. Bei diesem Kragmodell sind die *Effektiven Längen* jeweils auf den doppelten Wert von **6,40 m** zu setzen.

Als *Material* wählen wir **Pappel und Nadelholz** der Festigkeitsklasse **C24** – entweder direkt über die Drop-Down Liste oder über die Schaltfläche [Bibliothek] in der Materialdatenbank.

Der *Querschnitt* ist **Kreisrund** mit einem Durchmesser von **21 cm**.



### 12.2.2 Belastung

Der Lastfall Nr. 1 für das Eigengewicht wird automatisch angelegt. Das Eigengewicht ist als *Ständige Einwirkung* in Form einer Knotenkraft von 45 kN am Stützenkopf einzugeben.

Die *Windlast* wirkt global in X-Richtung als Streckenlast  $w_{k,X}$  mit 1,50 kN/m.

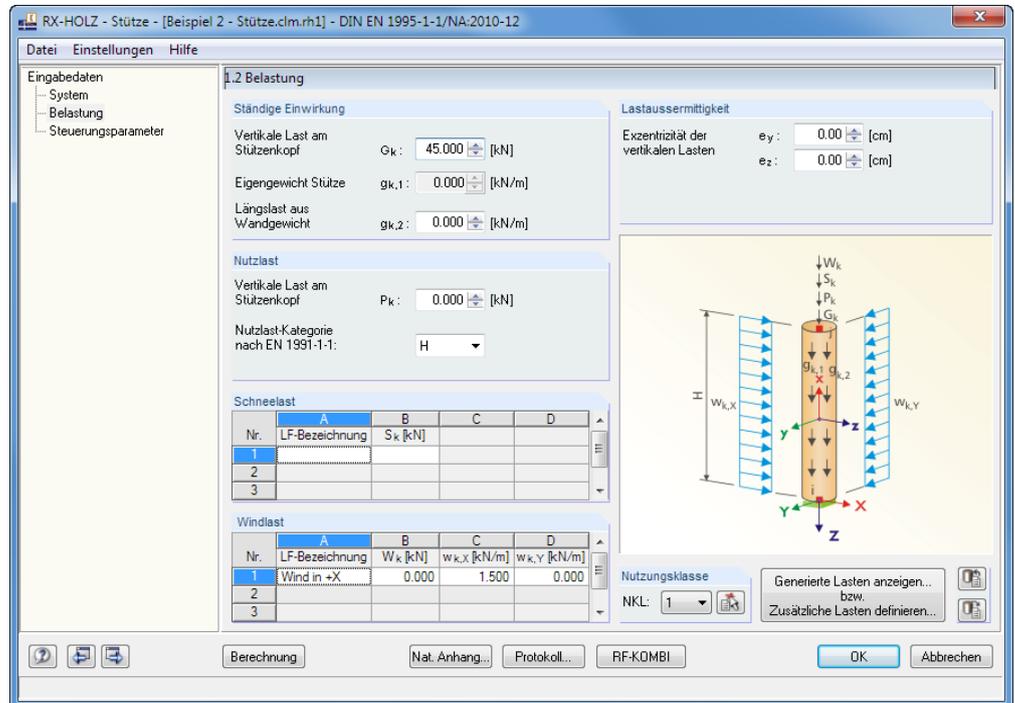


Bild 12.4: Maske 1.2 Belastung

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

Die Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen] ruft die grafische Darstellung der Lastfälle auf.

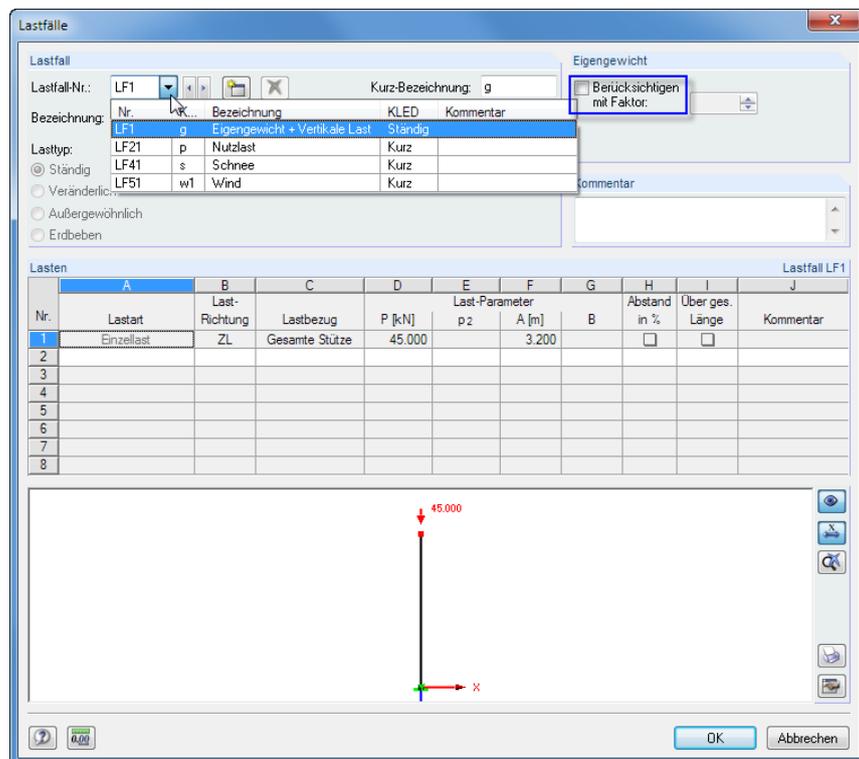


Bild 12.5: Dialog Lastfälle

Für dieses Beispiel **deaktivieren** wir die automatische Berücksichtigung des *Eigengewichts* im LF1.

### 12.2.3 RF-KOMBI

Die Lastfälle 21 und 41 werden automatisch generiert (siehe Bild 12.5). Sie enthalten jedoch keine Lasten, da in Maske 1.2 weder eine Nutzlast noch eine Schneelast definiert wurde.

Über das Modul [RF-KOMBI] können diese Lastfälle von der Generierung der Kombinationen ausgeschlossen werden.

RF-KOMBI

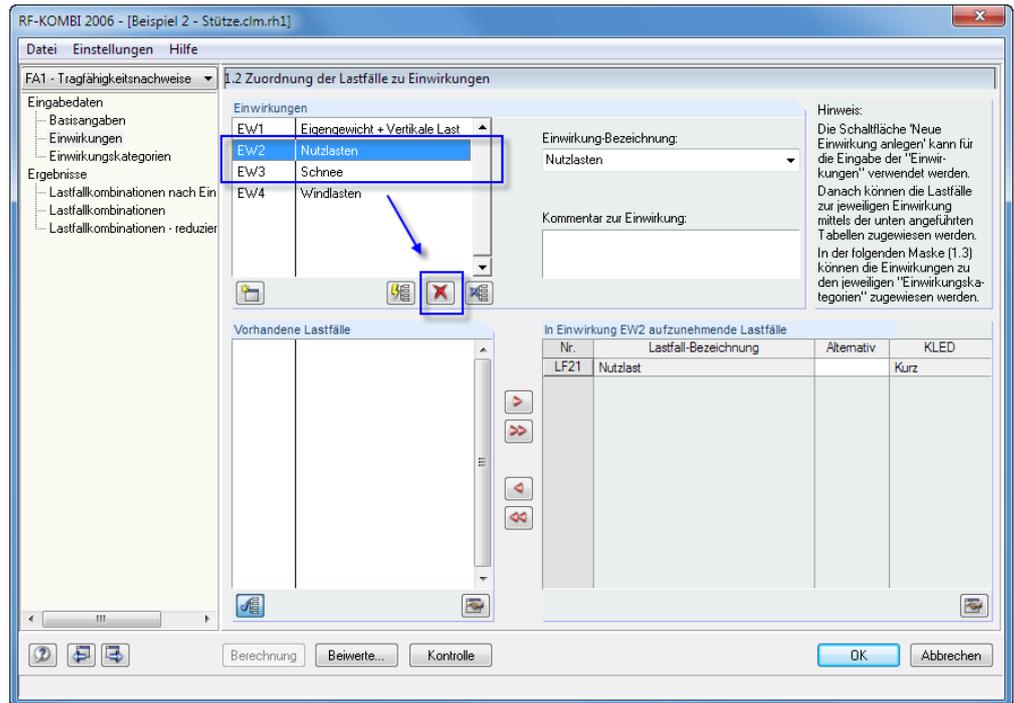


Bild 12.6: RF-KOMBI-Maske 1.2 *Einwirkungen*



Die beiden Einwirkungen **EW2** und **EW3** sind im Abschnitt *Einwirkungen* zu selektieren und zu [Löschen].

Anschließend ist der Generierungsfall *FA2 - Gebrauchstauglichkeitsnachweise* in der Liste (oberhalb des Navigators) einzustellen und der Löschvorgang nochmals durchzuführen.

[OK] übergibt die Änderungen in das Programm RX-HOLZ Stütze.

## 12.2.4 Steuerungsparameter

Es sind die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen.

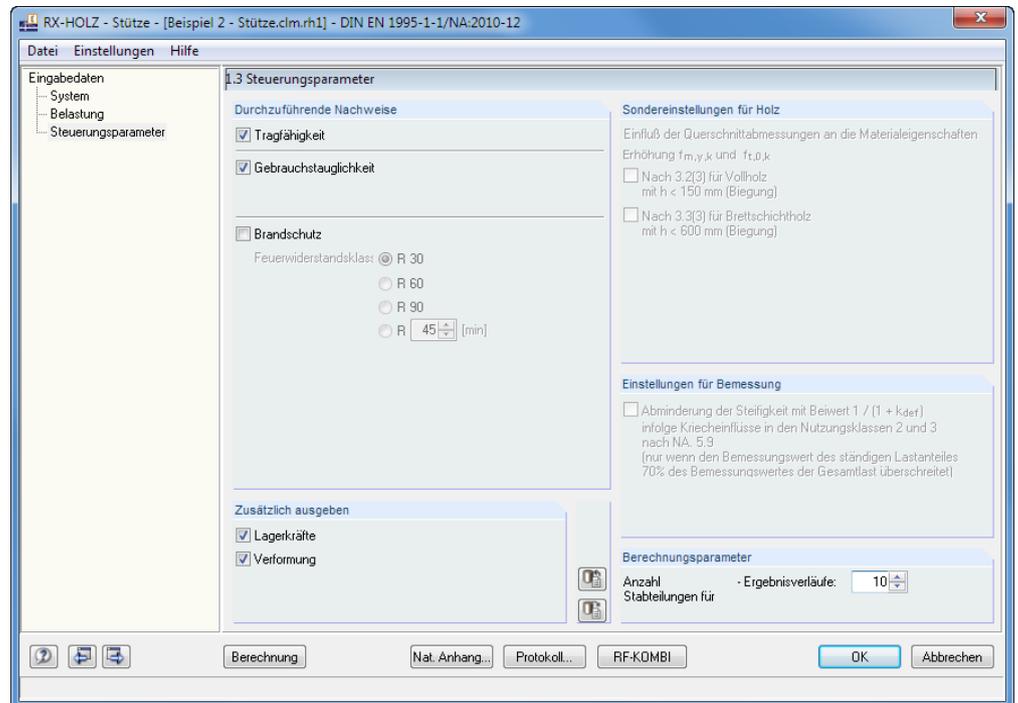


Bild 12.7: Maske 1.3 Steuerungsparameter

Nat. Anhang...

Die Schaltfläche [Nationaler Anhang] bietet Zugang zu wichtigen Bemessungsparametern wie z. B. Teilsicherheits- und Modifikationsbeiwerten oder Grenzwerten der Verformungen (siehe Bild 6.3, Seite 54).

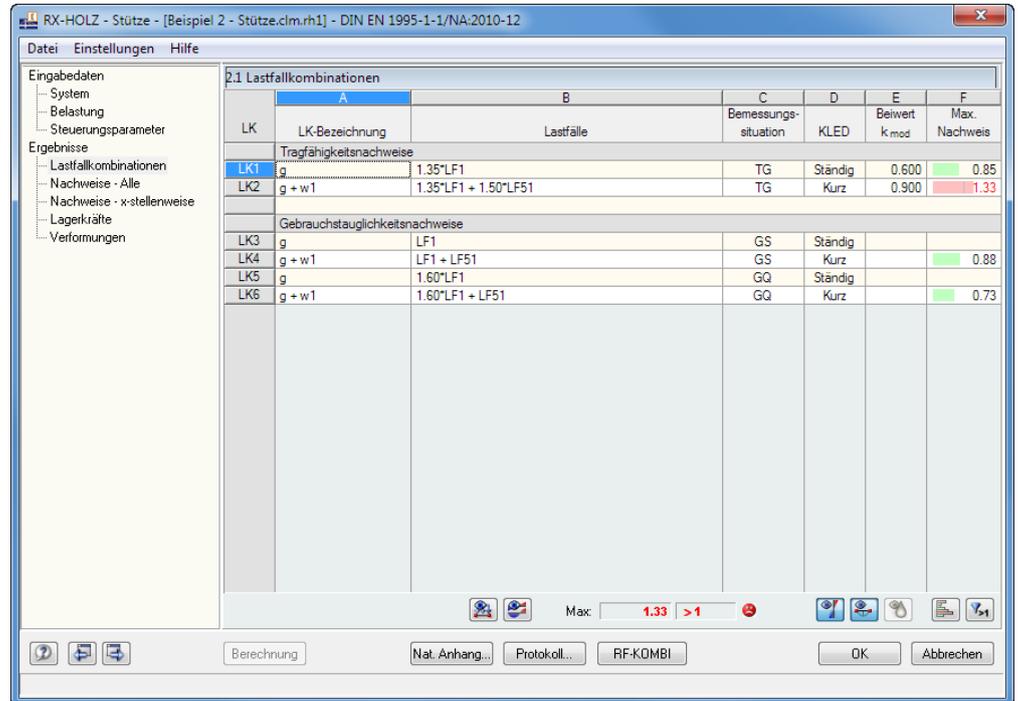
Die Voreinstellungen des Dialogs *Parameter des Nationalen Anhangs* können für das Beispiel belassen werden.

## 12.3 Ergebnisse

### 12.3.1 Lastfallkombinationen

Berechnung

Nach der [Berechnung] werden folgende Nachweise für die generierten Lastfallkombinationen angezeigt.



A		B	C	D	E	F
LK	LK-Bezeichnung	Lastfälle	Bemessungssituation	KLED	Beiwert $k_{mod}$	Max. Nachweis
<b>Tragfähigkeitsnachweise</b>						
LK1	g	1.35*LF1	TG	Ständig	0.600	0.85
LK2	g + w1	1.35*LF1 + 1.50*LF51	TG	Kurz	0.900	1.33
<b>Gebrauchstauglichkeitsnachweise</b>						
LK3	g	LF1	GS	Ständig		
LK4	g + w1	LF1 + LF51	GS	Kurz		0.88
LK5	g	1.60*LF1	GQ	Ständig		
LK6	g + w1	1.60*LF1 + LF51	GQ	Kurz		0.73

Bild 12.8: Maske 2.1 Lastfallkombinationen

In dieser Maske werden die Auslastungen für jede Lastfallkombination ausgegeben. Die Auflistung ist in zwei Blöcken nach den Nachweisen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit angeordnet.



Über die links dargestellten Schaltflächen lassen sich die [Lasten der Lastfälle] sowie die Schnittgrößen als [Ergebnisverläufe] betrachten.

### 12.3.2 Nachweise

In Maske 2.2 Nachweise - Alle sind die maßgebenden Nachweise der Stütze aufgelistet.

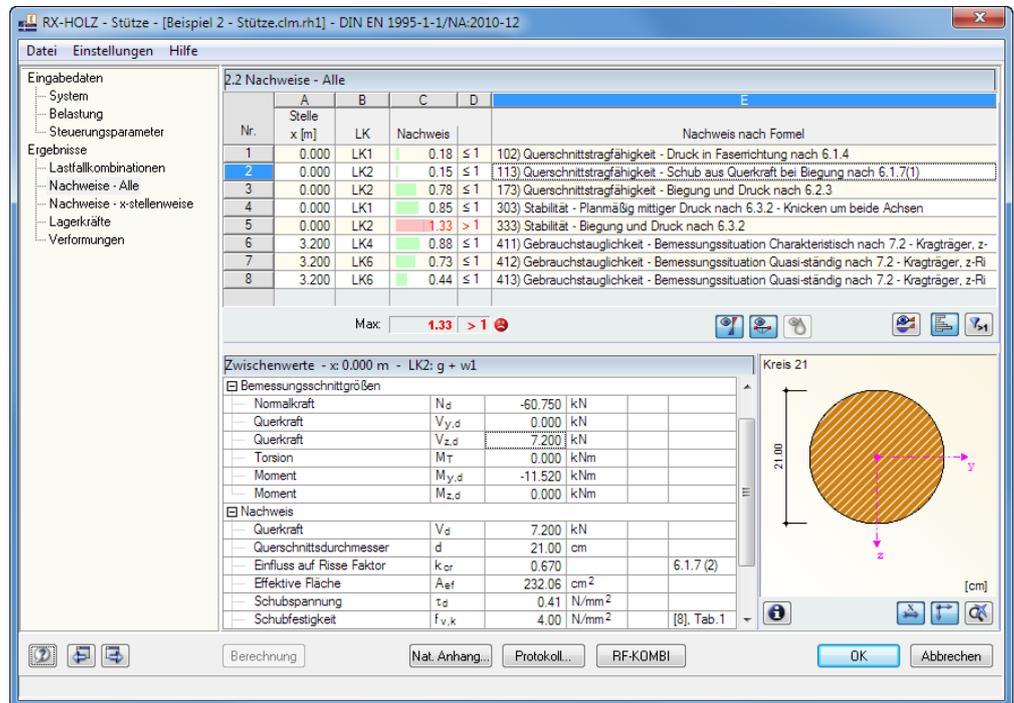


Bild 12.9: Maske 2.2 Nachweise - Alle

Um die Berechnung von RX-HOLZ zu erläutern, werden einige Nachweise im Handnachweis aufgeführt.

#### Schubkraftbeanspruchung nach 6.1.7

Die maximale Querkraftbeanspruchung liegt am Fußpunkt mit 7,2 kN in der LK2 vor.

#### Schubspannung

Die effektive Querschnittsfläche des Profils wird mit einem Schubkorrekturfaktor um 33 % abgemindert.

$$\tau_d = 1,33 \cdot \frac{V_d}{A \cdot 0,67} = 1,33 \cdot \frac{7,2 \text{ kN}}{346,4 \text{ cm}^2 \cdot 0,67} = 0,041 \text{ kN/cm}^2 = 0,41 \text{ N/mm}^2$$

#### Schubfestigkeit

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 4 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

#### Nachweis

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,41}{2,77} = 0,15 < 1$$

### Druckbeanspruchung nach 6.3.2 (Stabilität)

Die maximale Beanspruchung ergibt sich auch bei diesem Nachweis im Auflagerbereich, diesmal jedoch wegen der Modifikationsbeiwerte in der LK1 mit der KLED ‚ständig‘.

#### Druckspannung

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{60,75 \text{ kN}}{346,4 \text{ cm}^2} = 0,175 \text{ kN/cm}^2$$

#### Druckfestigkeit

$$f_{c,0,d} = \frac{0,6 \cdot 2,1 \text{ kN/cm}^2}{1,3} = 0,969 \text{ kN/cm}^2$$

#### Nachweis

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = \frac{0,175}{0,21 \cdot 0,969} = 0,86 < 1$$

### Biegung und Druck nach 6.3.2

Das maßgebende Nachweiskriterium liegt wiederum im Auflagerbereich für die LK2 vor.

#### Druckspannung

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{60,75 \text{ kN}}{346,4 \text{ cm}^2} = 0,175 \text{ kN/cm}^2$$

#### Druckfestigkeit

$$f_{c,0,d} = \frac{0,9 \cdot 2,1 \text{ kN/cm}^2}{1,3} = 1,45 \text{ kN/cm}^2$$

#### Trägheitsradius

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{4} \cdot r^4}{r^2 \cdot \pi}} = 5,25 \text{ cm}$$

#### Schlankheitsgrad

$$\lambda = \frac{l_{\text{eff}}}{\sqrt{I}} \cdot \sqrt{A} = 121,9$$

#### Bezogener Schlankheitsgrad

$$\lambda_{\text{rel},c} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 2,07$$

#### k-Faktor

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},c} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},c}^2] = 2,81$$

#### Knickbeiwert

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel},c}^2}} = 0,21$$

#### Kippbeiwert $k_m$ nach 6.1.6: 1,0

#### Nachweis nach Gl. (6.23)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,175}{0,21 \cdot 1,45} + \frac{1,26}{1,0 \cdot 1,66} + 0,7 \cdot \frac{0}{16,62} = 1,33 > 1$$

### 12.3.3 Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit zur Verhinderung von Schäden an nichttragenden Bauteilen wird nach EN 1995-1-1 Abschnitt 7.2 geführt.

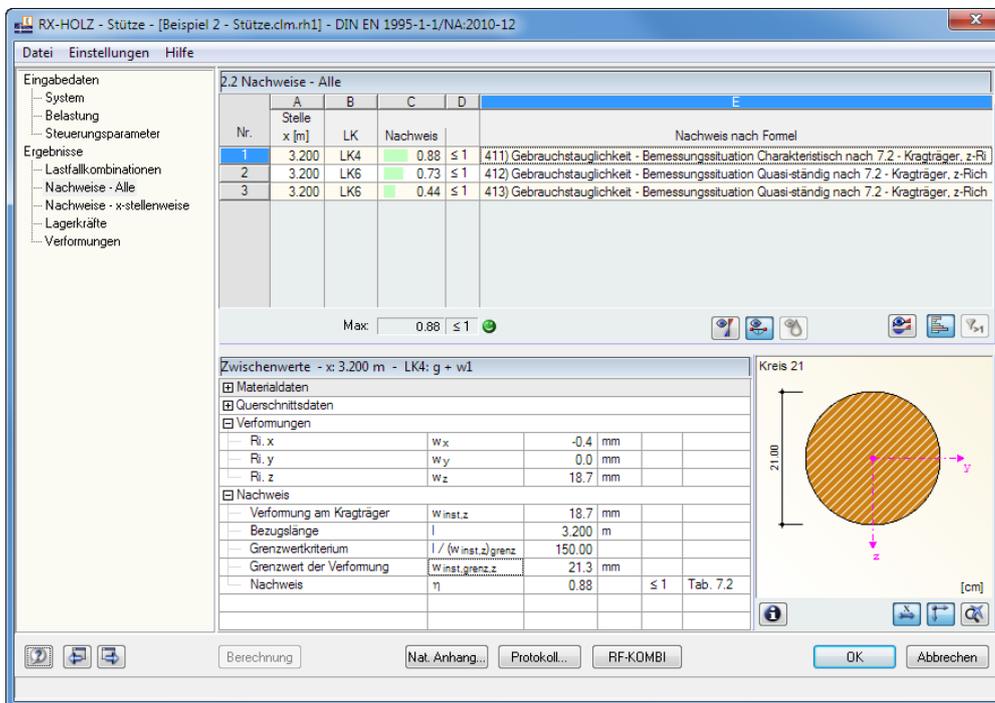


Bild 12.10: Maske 2.2 Nachweise - Alle (Filter für Gebrauchstauglichkeit)

Wegen der geringen zulässigen Verformung von l/150 der Kragstütze ist die charakteristische Bemessungssituation maßgebend.

#### Gebrauchstauglichkeitsnachweis

$$w_{Q,inst} = \frac{w \cdot h^4}{8 \cdot E \cdot I_y} \leq \frac{l}{150}$$

$$w_{Q,inst} = \frac{1,5 \cdot 3,2^4}{8 \cdot 11000 \cdot 9546,56} \cdot \frac{10^{-1}}{10^{-8}} = 1,87 \text{ cm} < 2,13 \text{ cm} = \frac{320}{150}$$

#### Nachweis

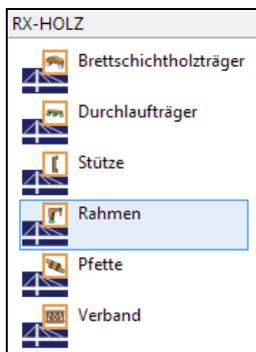
$$\frac{w_{Q,inst}}{w_{inst,grenz}} = \frac{1,87 \text{ cm}}{2,13 \text{ cm}} = 0,88 < 1$$

Dieses Ergebnis stimmt mit den Nachweisen von RX-HOLZ überein.

### 12.3.4 Weitere Ergebnismasken

Die übrigen Ergebnismasken und die Dokumentation im Ausdruckprotokoll decken sich weitgehend mit denen der Beispiele, die in Kapitel 10 und 11 vorgestellt wurden.

# 13. Rahmen



Dieses Beispiel stellt die Tragfähigkeitsnachweise nach EN 1995-1-1 an einem symmetrischen Rahmen vor. Die Stütze ist innen geneigt; die Rahmenecke wird als Keilzinkverbindung mit Zwischenstück ausgeführt.

Die Modelldaten sind in der Position *Beispiel 1* des Projekts *Beispiele RX-TIMBER* abgelegt. Sie ist unter den Beispieldateien des Programms **Rahmen** zu finden.

## 13.1 System und Belastung

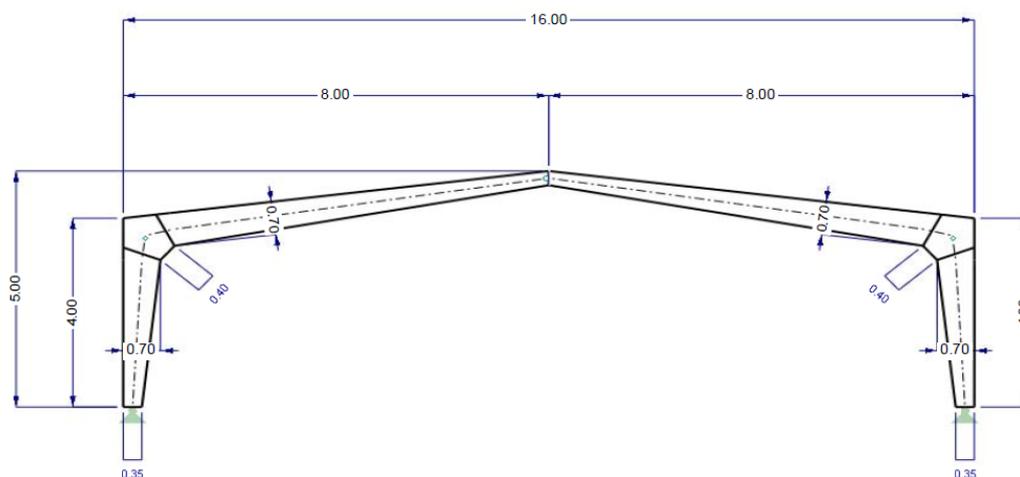


Bild 13.1: System und Belastung

### Struktur

Querschnittsbreite:	$b = 30 \text{ cm}$
Querschnittshöhe Fuß:	$h_a = 35 \text{ cm}$
Querschnittshöhe Scheitel:	$h_f = 30 \text{ cm}$
Querschnittshöhe Rahmenecke:	$h_1 = 70 \text{ cm}$
Länge Keilzwischenstück:	$l_{zw} = 40 \text{ cm}$

### Belastung

Einwirkung 1: Eigenlast/Dachaufbau	$g = 4,32 \text{ kN/m}$	KLED = ständig
Einwirkung 2: Schnee	SZ 1, 200 m	KLED = kurz
Einwirkung 3: Wind	WZ 1, GK II	KLED = kurz

Die verschiedenen Schnee- und Windlastfälle werden automatisch durch die integrierten Lastgenerierer erzeugt.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit werden die Lastfälle gemäß EN 1990 und EN 1995 kombiniert.

## 13.2 Eingabe der Strukturdaten

### 13.2.1 Basisangaben



Starten Sie das Programm über das Icon **Dlubal RX-HOLZ** (siehe Kapitel 3.2, Seite 11) und wählen im Projektmanager das Modul **Rahmen**.

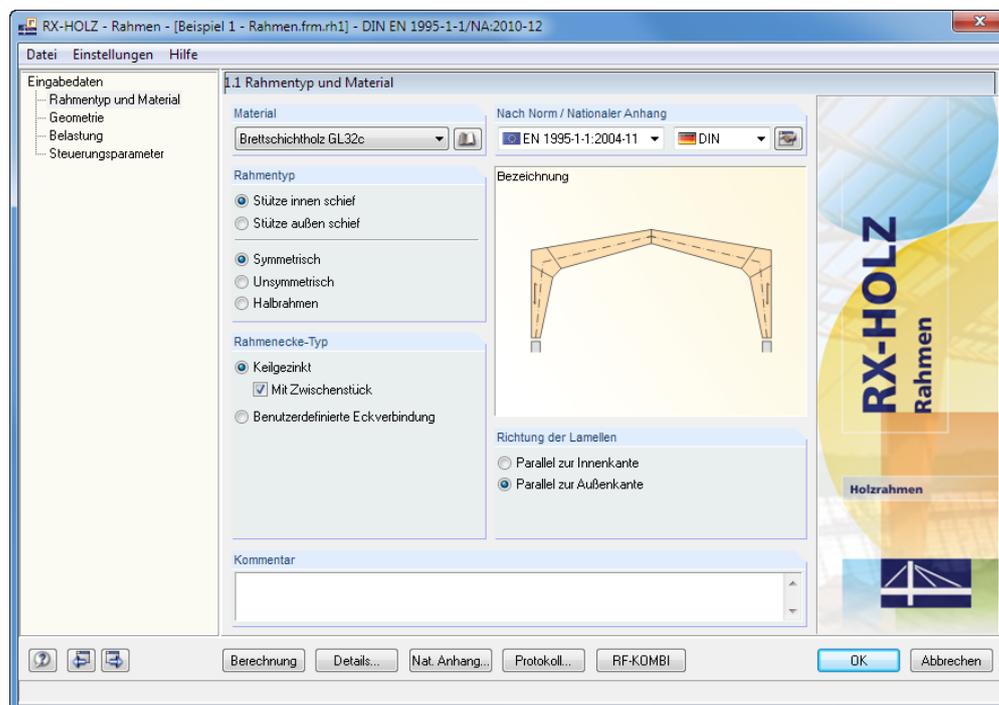


Bild 13.2: Maske 1.1 *Rahmentyp und Material*



Zur Eingabe des Materials steht eine umfangreiche Datenbank zur Verfügung. Neben der direkten Auswahl in die Drop-Down Liste besteht auch die Möglichkeit, über die [Bibliothek] eine benutzerdefinierte Holzgüte mit speziellen Festigkeitseigenschaften zu definieren.

Als *Material* wählen wir **Brettschichtholz** der Festigkeitsklasse **GL32c**.

Der Rahmen soll nach der *Norm EN 1995-1-1:2004-11* und dem *Nationalen Anhang* gemäß **DIN** bemessen werden.

Es liegt ein *Rahmentyp* vor, dessen **Stütze innen schief** liegt (die Außenseite ist damit in vertikaler Lage) und der **Symmetrisch** angeordnet ist.

Die *Rahmenecke* ist **Keilgezinkt** und **Mit Zwischenstück** versehen.

Im Abschnitt *Richtung der Lamellen* legen wir fest, dass die Lamellen **Parallel zur Außenkante** verlaufen.

### 13.2.2 Geometrie

In der zweiten Maske sind die Anzahl der Felder, die Feldlängen sowie die Lager- und Gelenkbedingungen des Trägers einzugeben. Optional können den Lagern und Gelenken auch benutzerspezifische Federkonstanten zugewiesen sowie Kragträger definiert werden.

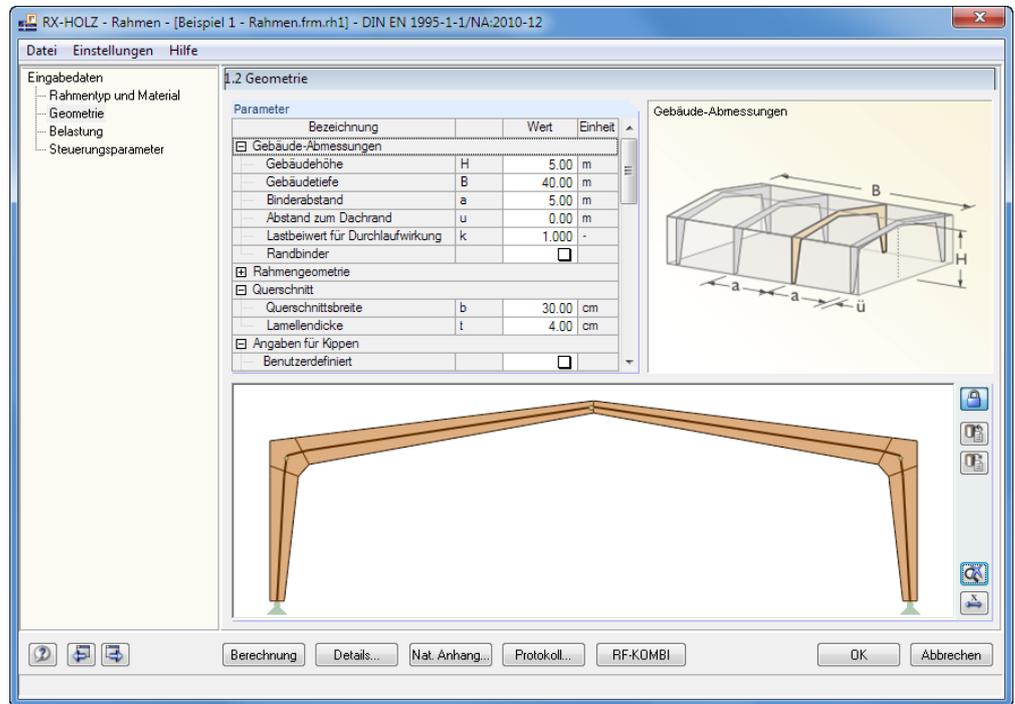


Bild 13.3: Maske 1.2 Geometrie

Für unser Beispiel tragen wir die *Gebäude-Abmessungen* und den *Querschnitt* wie im Bild oben dargestellt ein.

Die *Rahmengeometrie* definieren wir über folgende Parameter.

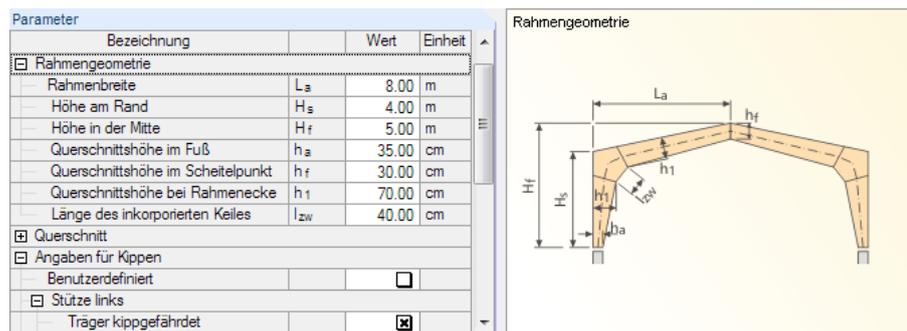


Bild 13.4: Parameter der *Rahmengeometrie*

Unter den *Angaben für Kippen* legen wir fest, dass die *Stütze links* sowie der *Riegel links* **kippgefährdet** sind (siehe Bild 13.5).

Falls seitliche Halterungen vorhanden sind, können die Abstände *c* dieser Zwischenstützungen angegeben werden. Dies ist in unserem Beispiel jedoch nicht der Fall.

Parameter	Bezeichnung	Wert	Einheit
<input type="checkbox"/> Angaben für Kippen			
Benutzerdefiniert <input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> Stütze links			
Träger kipgefährdet <input checked="" type="checkbox"/>			
Seitliche Halterung vorhanden <input type="checkbox"/>			
Abstand seitlicher Halterungen c 2.00 m			
Abstand Verband e 0.60 m			
Knicklängenbeiwert $\beta_s$ -			
<input type="checkbox"/> Riegel links			
Träger kipgefährdet <input checked="" type="checkbox"/>			
Seitliche Halterung vorhanden <input type="checkbox"/>			
Abstand seitlicher Halterungen c 2.00 m			
Abstand Verband e 0.60 m			
Knicklängenbeiwert $\beta_r$ -			

Angaben für Kippen - Stütze links  
Abstand seitlicher Halterungen

Bild 13.5: Parameter für Kippen

Durch Anhängen der Option *Benutzerdefiniert* werden die beiden Felder zur direkten Eingabe der *Knicklängenbeiwerte* zugänglich. Wir verzichten jedoch auf diese Möglichkeit und belassen die programmseitigen Voreinstellungen.

Die Liste der Parameter setzt sich mit den Angaben zu einer eventuell vorhandenen *Attika* fort. Dort sind keine Einträge vorzunehmen.

Abschließend können wichtige *Informationsparameter* zur Geometrie des Rahmens überprüft werden.

Parameter	Bezeichnung	Wert	Einheit
<input type="checkbox"/> Attika rechts			
Vorhanden <input type="checkbox"/>			
Höhe $h_{p,b}$ 50.00 cm			
<input type="checkbox"/> Informationsparameter			
Neigung der oberen Riegelkante $\delta$ 7.13 °			
Winkel in Rahmenecke $\varepsilon_0$ 48.56 °			
Anschlusswinkel in Rahmenecke $\varepsilon$ 69.28 °			
Anschnittswinkel in Rahmenecke $\alpha$ 20.72 °			
Anschnittswinkel der Stütze $\alpha_s$ 6.41 °			
Anschnittswinkel des Riegels $\alpha_r$ 3.22 °			
Anstrichfläche Rahmen $A_s$ 38.04 m <sup>2</sup>			
Volumen Rahmen $V$ 3.63 m <sup>3</sup>			
Gewicht Rahmen (500 kg/m <sup>3</sup> ) $G$ 1.813 t			

Informationsparameter

Bild 13.6: Informationsparameter

### 13.2.3 Belastung

Als erste Einwirkung in Maske 1.3 *Belastung* geben wir die *Ständige Einwirkung* für die Belastung „Eigengewicht und Dachaufbau“ ein. Als *Dachaufbau-Schicht* werden gewählt:

- Trapezblech mit 0,15 kN/m<sup>2</sup>
- Pfetten mit 0,15 kN/m<sup>2</sup>
- Dampfsperre mit 0,02 kN/m<sup>2</sup>
- Steinwolle (d = 20 cm) mit 0,20 kN/m<sup>2</sup>
- OSB-Platten (d = 25 mm) mit 0,15 kN/m<sup>2</sup>

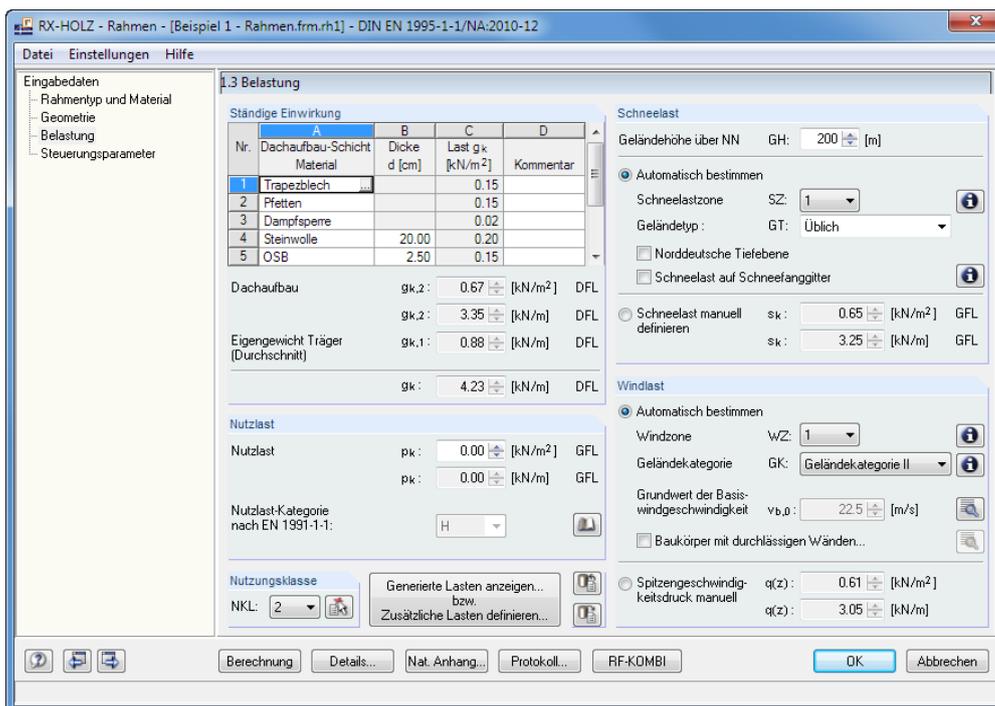


Bild 13.7: Maske 1.3 *Belastung*



Über die Schaltfläche [...] in Spalte *Dachaufbau-Schicht* können die Materialien aus der Bibliothek ausgewählt werden.

Aus diesem Dachaufbau ergibt sich die ständige Last  $g_k$  von 4,23 kN/m. Diese Belastung beinhaltet das Eigengewicht des Trägers. Da der Träger eine linear veränderliche Höhe aufweist, wird das Eigengewicht des Trägers automatisch als Trapezlast angesetzt.



Es könnte hier eine zusätzliche *Nutzlast* definiert werden, indem man diese über die links dargestellte Schaltfläche aus einer Tabelle auswählt und anschließend die entsprechende *Nutzlast-Kategorie* aus der Liste für EN 1991-1-1 zuweist. Wir legen für unseren Träger allerdings nur noch die **Nutzungsklasse 2** fest.



Zur Ermittlung der *Schneelast* geben wir die *Geländehöhe* von **200 m** über NN an. Die *Schneelastzone* **SZ 1** wird über einen Doppelclick in der Schneelastkarte definiert.



Die *Windlast* lassen wir für unser Beispiel **Automatisch bestimmen**. Hierzu geben wir nur die *Windzone* **WZ1** und die *Geländekategorie* **GK II** vor. Auch hier erleichtern informative Dialoge die Zuordnung.

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

Mit der Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen] wechseln wir in den Dialog *Lastfälle*, um die generierten Lasten zu betrachten.

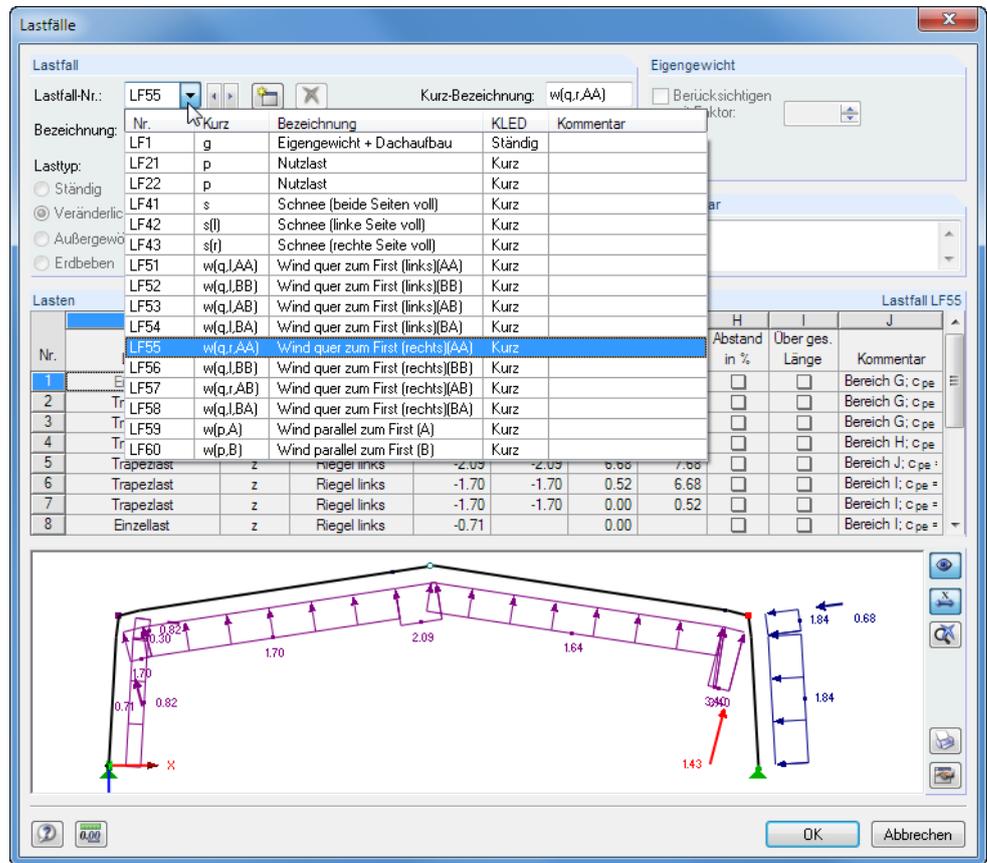


Bild 13.8: Dialog *Lastfälle* mit Liste der generierten Schnee- und Windlasten

Maßgebend für die Windlastgenerierung sind die Gebäudeabmessungen. Aus den in Maske 1.2 angegebenen Maßen werden die Bereiche F, G, H, I nach [4] bzw. [11] ermittelt und die Windlasten entsprechend generiert. Für die Bereiche, in denen sowohl Druck- als auch Sogkräfte angesetzt werden, erzeugt das Programm für jede Windeinwirkung mehrere Lastfälle mit den entsprechenden Sog- oder Druckkräften.

## 13.2.4 Steuerungsparameter

In Maske 1.5 *Steuerungsparameter* legen wir fest, dass nur der Nachweis für **Tragfähigkeit** geführt werden soll. Wir deaktivieren daher die beiden Optionen *Gebrauchstauglichkeit* und *Brandschutz*.

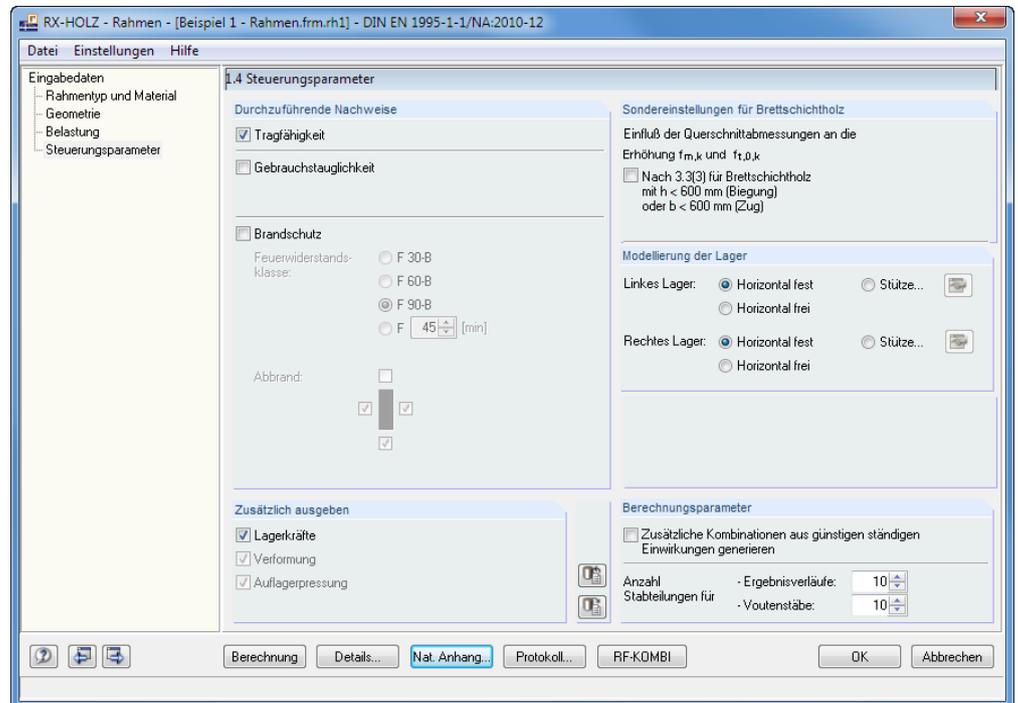


Bild 13.9: Maske 1.4 *Steuerungsparameter*

Im Abschnitt *Zusätzlich ausgeben* haken wir die Option **Lagerkräfte** an.

Die *Modellierung der Lager* erfolgt in der Weise, dass beide Seiten als **Horizontal fest** definiert werden.

Wir belassen die Voreinstellungen in den Abschnitten *Sondereinstellungen für Brettschichtholz* und *Berechnungsparameter*.

### 13.2.5 Modul RF-KOMBI

RF-KOMBI

Das Modul RF-KOMBI zur Erzeugung von Kombinationen nach EN 1990 und EN 1995 ist in RX-HOLZ integriert. Dabei werden die Lastfälle automatisch kombiniert, sodass das Modul nicht aufgerufen werden muss. Wir wechseln aber über die Schaltfläche [RF-KOMBI] in diese Modul, um die Kombinationen einzusehen, die im Hintergrund generiert werden.

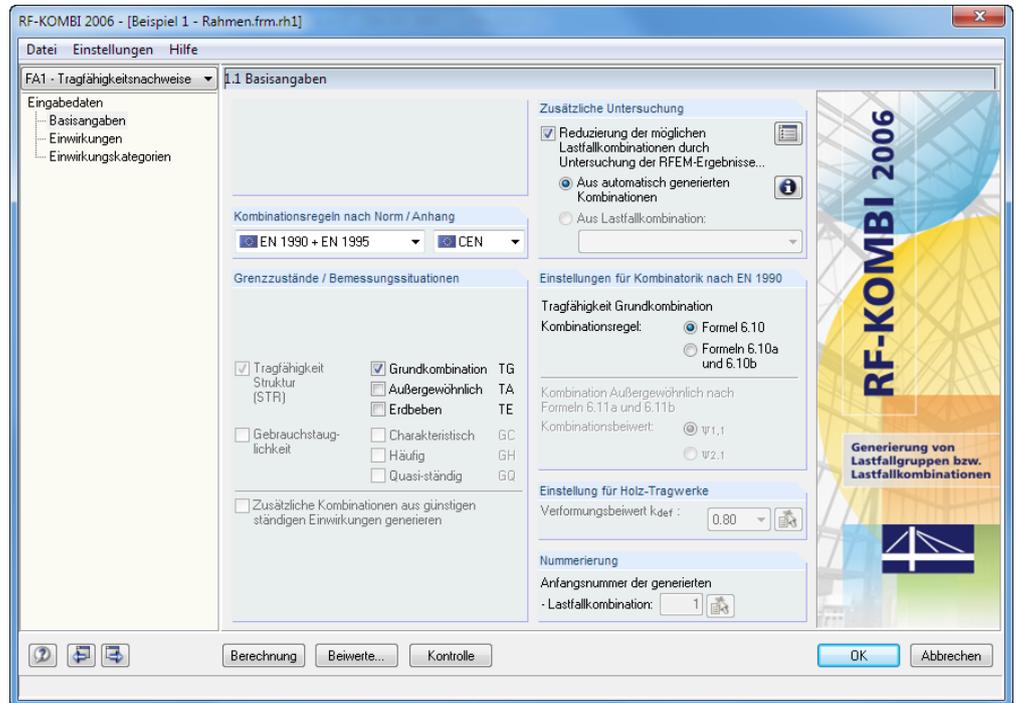


Bild 13.10: Modul RF-KOMBI

Berechnung

Wir lassen die Kombinationen über die Schaltfläche [Berechnung] erzeugen.

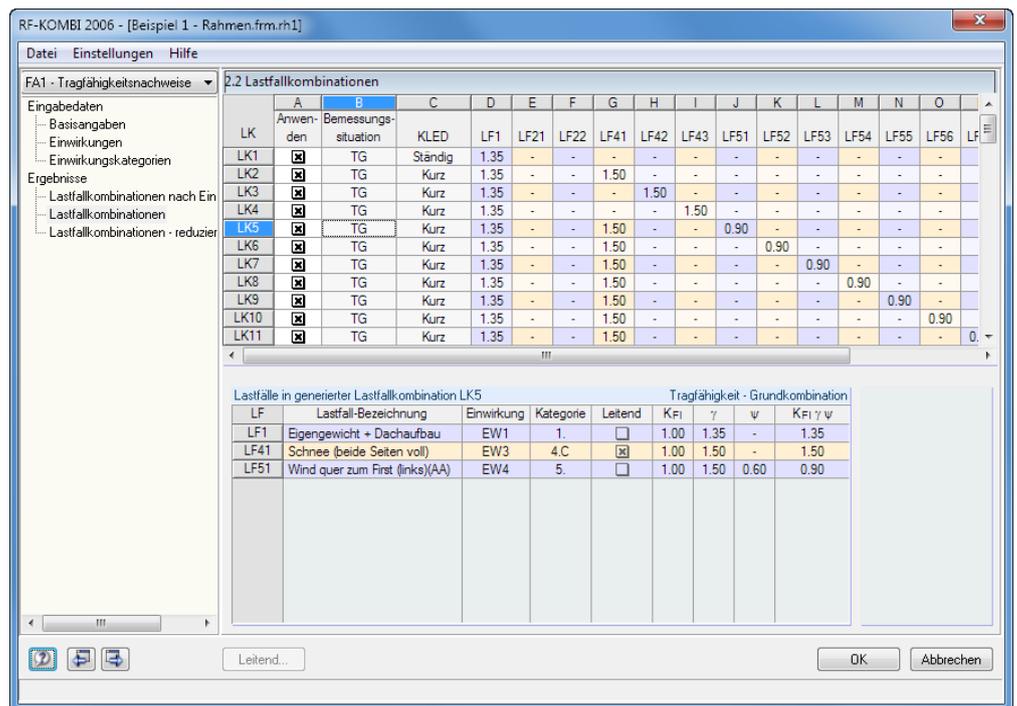


Bild 13.11: RF-KOMBI-Maske 2.2: Lastfallkombinationen

Berechnung

Mit [OK] erfolgt die Rückkehr in das Programm *RX-HOLZ Rahmen*.

Wir können die [Berechnung] nun über die gleichnamige Schaltfläche starten.

### 13.3 Ergebnisse

#### 13.3.1 Lastfallkombinationen

In Maske 2.1 können die Nachweise sämtlicher Kombinationen mit den zugehörigen Auslastungen betrachtet werden.

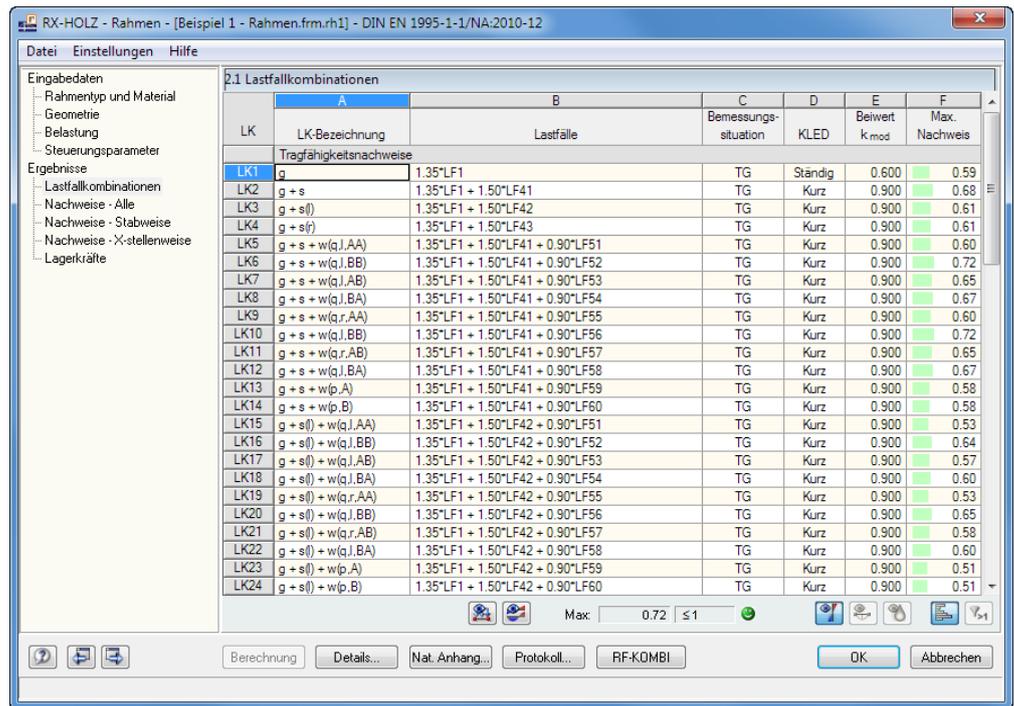


Bild 13.12: Maske 2.1 Lastfallkombinationen

Der Beiwert  $k_{mod}$  zur Berücksichtigung des zeitabhängigen Setzungsverhaltens infolge der Lasteinwirkungsdauer und der klimatischen Besonderheiten des Werkstoffes Holz wird automatisch auf den erforderlichen Wert entsprechend der KLED und der NKL angewandt.

Über die Schaltfläche [Lasten der Lastfälle] können die Lasten und die Klassen der Lastwirkungen betrachtet werden, die für die aktuelle Lastfallkombination angesetzt wurden (d. h. die LK, in dessen Zeile sich der Cursor befindet).



### 13.3.2 Nachweise

Diese Maske listet alle Nachweise auf, die für den gesamten Rahmen maßgebend sind.

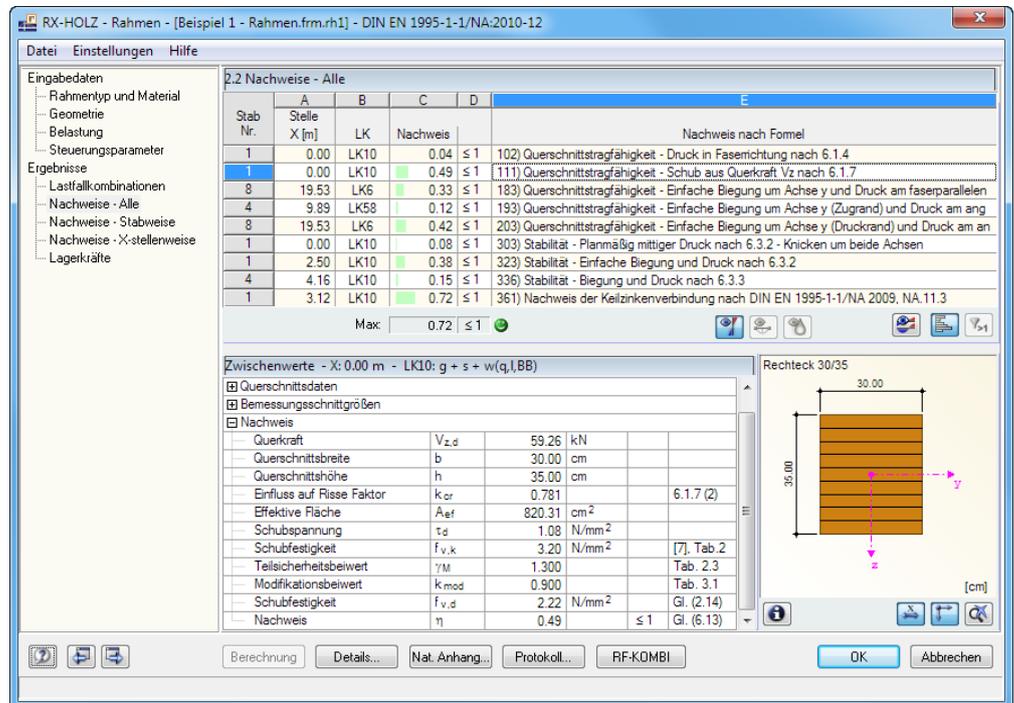


Bild 13.13: Maske 2.2 Nachweise - Alle

Die Beiwerte und Bemessungsschnittgrößen sind interaktiv abrufbar: Mit einem Klick auf den entsprechenden Nachweis in der oberen Tabelle können sämtliche *Zwischenwerte* des Nachweises im Abschnitt unterhalb betrachtet werden.

Die Ergebnisse des Programms werden durch eine Handrechnung überprüft.

#### Schub aus Querkraft V<sub>z</sub> nach 6.1.7

Die maximale Querkraft von 59,26 kN tritt am linken Stützenfuß in der LK10 auf.

$$\text{Schubspannung} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{59,26 \text{ kN}}{23,4 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}} = 0,108 \text{ kN/cm}^2 = 1,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{mit } b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,78 \cdot 30 \text{ cm} = 23,4 \text{ cm}$$

$$k_{cr} = \frac{2,5}{f_{v,k}} = \frac{2,5}{3,2} = 0,78$$

$$\text{Schubfestigkeit} \quad f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 3,2 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 2,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis} \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,08}{2,22} = 0,49 < 1$$

### Einfache Biegung und Druck am faserparallelen Rand

Die Querschnittstragfähigkeit wird nach Abschnitt 6.4.2 und 6.2.4 untersucht.

Die maximale Beanspruchung infolge Biegung und Druck tritt in der rechten Rahmenecke in der LK6 auf. Die [Ergebnisverläufe] stellen die Schnittgrößen an den aneinandergereihten Stäben dar.

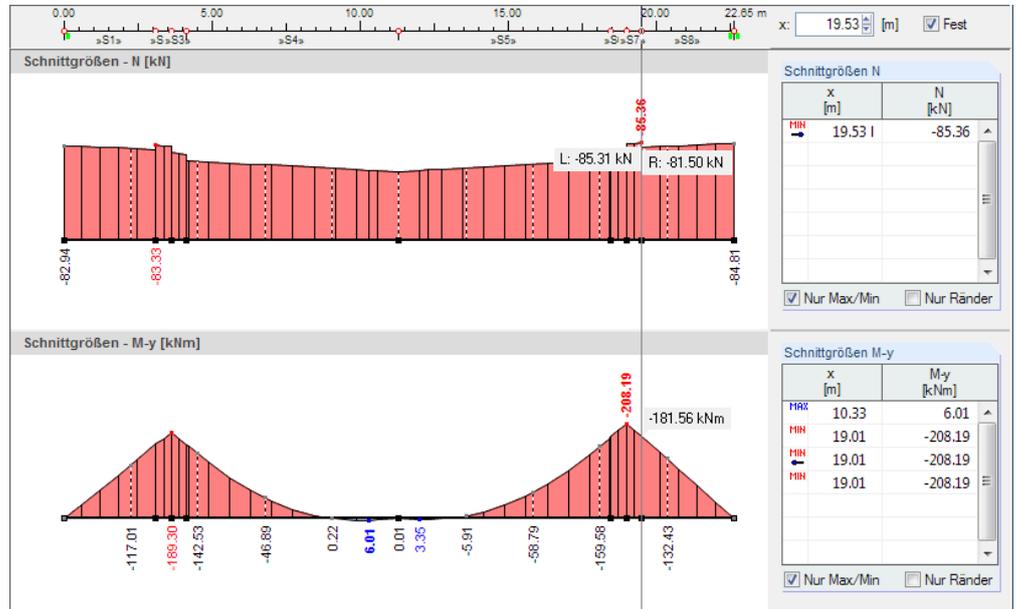


Bild 13.14: Verlauf der Schnittgrößen N und  $M_y$  in LK6

RX-HOLZ weist die Querschnittstragfähigkeit an der Stelle  $X = 19,53$  m wie folgt nach.

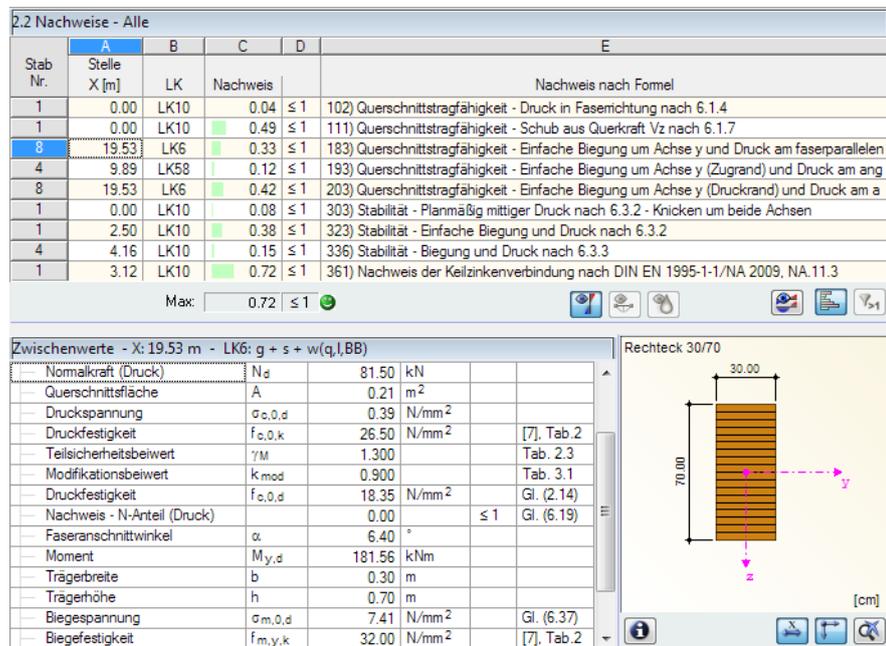


Bild 13.15: Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Biegung und Druck am faserparallelen Rand

Druckspannung  $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{81,50 \text{ kN} \cdot 10^3}{2100 \text{ cm}^2 \cdot 10^2} = 0,39 \text{ N/mm}^2$

Nachweis N-Anteil  $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 = \left(\frac{0,39}{18,35}\right)^2 = 0,00$

Biegespannung  $\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{181,56 \text{ kNm} \cdot 10^6}{24500 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 7,41 \text{ N/mm}^2$

Biegefestigkeit  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{32 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 22,15 \text{ N/mm}^2$

Nachweis M-Anteil  $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{7,41}{22,15} = 0,33$

Nachweis  $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = 0,00 + 0,33 = 0,33 < 1$

### Einfache Biegung und Druck am angeschnittenen Rand (Druckrand)

Die maximale Beanspruchung liegt an der gleichen Stelle X vor – ebenfalls in der LK6.

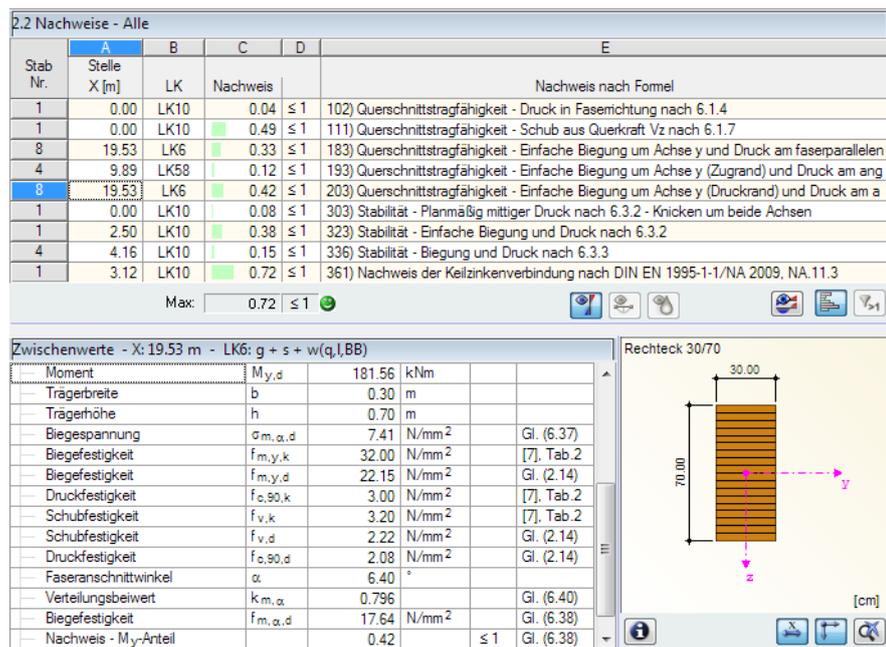


Bild 13.16: Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Biegung und Druck am angeschnittenen Rand

Es liegen die gleichen Druck- und Biegespannungen vor wie am faserparallelen Rand (siehe oben). Für den Nachweis am angeschnittenen Rand ist der Beiwert k<sub>m,α</sub> entscheidend.

Verteilungsbeiwert  $k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha\right)^2}} = 0,796$

Nachweis  $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}} = \left(\frac{0,39}{18,35}\right)^2 + \frac{7,41}{0,796 \cdot 22,15} = 0,42 < 1$

### Stabilität für einfache Biegung und Druckkraft nach 6.3.2

Bei den Stabilitätsnachweisen wird der Kippnachweis für einfache Biegung um die Stabachse y mit Druckkraft als maßgebend ausgewiesen.

2.2 Nachweise - Alle					
Stab Nr.	A	B	C	D	E
	Stelle X [m]	LK	Nachweis		Nachweis nach Formel
1	0.00	LK10	0.04 ≤ 1		102) Querschnittstragfähigkeit - Druck in Faserrichtung nach 6.1.4
1	0.00	LK10	0.49 ≤ 1		111) Querschnittstragfähigkeit - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
8	19.53	LK6	0.33 ≤ 1		183) Querschnittstragfähigkeit - Einfache Biegung um Achse y und Druck am faserparallelen
4	9.89	LK58	0.12 ≤ 1		193) Querschnittstragfähigkeit - Einfache Biegung um Achse y (Zugrand) und Druck am ang
8	19.53	LK6	0.42 ≤ 1		203) Querschnittstragfähigkeit - Einfache Biegung um Achse y (Druckrand) und Druck am an
1	0.00	LK10	0.08 ≤ 1		303) Stabilität - Planmäßig mittlerer Druck nach 6.3.2 - Knicken um beide Achsen
1	2.50	LK10	0.38 ≤ 1		323) Stabilität - Einfache Biegung und Druck nach 6.3.2
4	4.16	LK10	0.15 ≤ 1		336) Stabilität - Biegung und Druck nach 6.3.3
1	3.12	LK10	0.72 ≤ 1		361) Nachweis der Keilzinkenverbindung nach DIN EN 1995-1-1/NA 2009, NA.11.3
Max:			0.72 ≤ 1		

Bild 13.17: Stabilitätsnachweise

Die maßgebende Stelle  $X = 2,50$  m liegt bei der linken Stütze vor. Es sind folgende Schnittgrößen der LK10 nachzuweisen:

- Normalkraft  $N_d = 82,34$  kN
- Moment  $M_{y,d} = 145,78$  kNm

$$\text{Druckspannung} \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{82,34 \text{ kN} \cdot 10^3}{1890 \text{ cm}^2 \cdot 10^2} = 0,44 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Biegespannung} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{145,78 \text{ kNm} \cdot 10^6}{19845 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 7,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Knicklängenbeiwert} \quad \beta_S &= \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot I_S \cdot s}{3 \cdot h \cdot I_R} + \frac{I_S \cdot N_R \cdot s^2}{I_R \cdot N_S \cdot h^2}} = \\ &= \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot 5,83E + 09 \cdot 7683}{3 \cdot 3641 \cdot 4,833E + 09} + \frac{5,83E + 09 \cdot 76209 \cdot 7683^2}{4,833E + 09 \cdot 85357 \cdot 3641^2}} = 4,143 \end{aligned}$$

$$\text{Schlankheitsgrad} \quad \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{\beta_S \cdot h}{i_y} = \frac{4,143 \cdot 3641}{177,7} = 84,283$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{3642}{86,6} = 42,051$$

$$\text{Bezog. Schlankheitsgrad} \quad \lambda_{rel,c,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{84,283}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{26,5}{11100}} = 1,311$$

$$\lambda_{rel,c,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{42,051}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{26,5}{11100}} = 0,654$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor} \quad k_y &= 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2\right) = \\ &= 0,5 \cdot \left(1 + 0,1 \cdot (1,311 - 0,3) + 1,311^2\right) = 1,410 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_z &= 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2\right) = \\ &= 0,5 \cdot \left(1 + 0,1 \cdot (0,654 - 0,3) + 0,654^2\right) = 0,732 \end{aligned}$$

Knickbeiwert  $k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,410 + \sqrt{1,410^2 - 1,311^2}} = 0,519$

$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,732 + \sqrt{0,732^2 - 0,654^2}} = 0,944$

Nachweis  $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{7,35}{22,15} + \frac{0,44}{0,519 \cdot 18,35} = 0,38$

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{7,35}{22,15} + 0,7 \cdot \frac{0,44}{0,944 \cdot 18,35} = 0,26$

maßgebend: 0,38 < 1

Nachweis					
— Normalkraft (Druck)	N <sub>d</sub>	82.34	kN		
— Querschnittsfläche	A	1890.00	cm <sup>2</sup>		
— Druckspannung	σ <sub>c,0,d</sub>	0.44	N/mm <sup>2</sup>		
— Ersatzstablänge	l <sub>ef,y</sub>	14.98	m		
— Ersatzstablänge	l <sub>ef,z</sub>	3.64	m		
— Trägheitsradius	i <sub>y</sub>	17.77	cm		
— Trägheitsradius	i <sub>z</sub>	8.66	cm		
— Schlankheitsgrad	λ <sub>y</sub>	84.283			
— Schlankheitsgrad	λ <sub>z</sub>	42.051			
— Bezogener Schlankheitsgrad	λ <sub>rel,o,y</sub>	1.311		> 0.3	Gl. (6.21), Ann. (2)
— Bezogener Schlankheitsgrad	λ <sub>rel,z</sub>	0.654		> 0.3	Gl. (6.22), Ann. (2)
— Faktor	β <sub>c</sub>	0.100			6.3.2
— Faktor	k <sub>y</sub>	1.410			Gl. (6.27)
— Faktor	k <sub>z</sub>	0.732			Gl. (6.28)
— Knickbeiwert	k <sub>c,y</sub>	0.519			Gl. (6.25)
— Knickbeiwert	k <sub>c,z</sub>	0.944			Gl. (6.26)
— Druckfestigkeit	f <sub>c,0,k</sub>	26.50	N/mm <sup>2</sup>		[7], Tab. 2
— Teilsicherheitsbeiwert	γ <sub>M</sub>	1.300			Tab. 2.3
— Modifikationsbeiwert	k <sub>mod</sub>	0.900			Tab. 3.1
— Druckfestigkeit	f <sub>c,0,d</sub>	18.35	N/mm <sup>2</sup>		Gl. (2.14)
— Elastizitätsmodul	E <sub>0,05</sub>	11100.00	N/mm <sup>2</sup>		[7], Tab. 2
— Reduktionsbeiwert	k <sub>m</sub>	0.700			6.1.6
— Moment	M <sub>y,d</sub>	145.78	kNm		
— Widerstandsmoment	W <sub>y</sub>	19845.00	cm <sup>3</sup>		
— Biegespannung	σ <sub>m,y,d</sub>	7.35	N/mm <sup>2</sup>		
— Biegefestigkeit	f <sub>m,y,k</sub>	32.00	N/mm <sup>2</sup>		[7], Tab. 2
— Biegefestigkeit	f <sub>m,y,d</sub>	22.15	N/mm <sup>2</sup>		Gl. (2.14)
— Nachweis 1	η <sub>1</sub>	0.38		≤ 1	Gl. (6.23)
— Nachweis 2	η <sub>2</sub>	0.26		≤ 1	Gl. (6.24)
— Nachweis	η	0.38		≤ 1	

Bild 13.18: Stabilitätsnachweis für einfache Biegung und Druck nach 6.3.2

### Keilzinkenverbindung nach DIN EN 1995-1-1/NA 2009, NA.11.3

Für den Nachweis der Keilzinkenverbindung sind zunächst die Knicklängen und Spannungen wie oben dargestellt zu berechnen. Als maßgebend erweisen sich wiederum die Schnittgrößen der LK10.

Knicklängenbeiwert Riegel  $\beta_R = \beta_S \cdot \sqrt{\frac{I_R \cdot N_S}{I_S \cdot N_R}} \cdot \frac{h}{s} =$

$= 4,143 \cdot \sqrt{\frac{4,833E+09 \cdot 85357}{5,83E+09 \cdot 76209}} \cdot \frac{3641}{7683} = 1,889$

Schlankheitsgrad  $\lambda_R = \frac{l_{ef,R}}{i_y} = \frac{\beta_R \cdot s}{i_y} = \frac{1,889 \cdot 7683}{177,7} = 87,046$

$$\text{Nachweis} \quad \frac{f_{c,0,d}}{f_{c,\alpha,d}} \cdot \left( \frac{\sigma_{c,0,dS}}{k_{cS} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,dS}}{f_{m,d}} \right) = \frac{16,615}{12,379} \cdot \left( \frac{0,508}{0,557 \cdot 16,615} + \frac{9,263}{19,385} \right) = 0,72$$

$$\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,\alpha,d}} \cdot \left( \frac{\sigma_{c,0,dR}}{k_{cR} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,dR}}{f_{m,d}} \right) = \frac{16,615}{12,379} \cdot \left( \frac{0,454}{0,534 \cdot 16,615} + \frac{9,184}{19,385} \right) = 0,70$$

maßgebend: 0,72 < 1

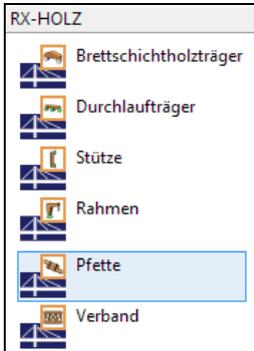
Nachweis						
Normalkraft im Stiel	N <sub>S</sub>	85.36	kN			
Moment im Stiel	M <sub>S</sub>	181.56	kNm			
Höhe des Stieles	h	3.64	m			
Querschnittsbreite	b	0.30	m			
Querschnittshöhe Stielseite	h <sub>S 0,65</sub>	0.62	m			
Trägheitsmoment Stielseite	I <sub>S</sub> *	583018.0	cm <sup>4</sup>			
Knicklängenbeiwert Stiel	β <sub>S</sub> *	4.143				Tab. NA.17
Schlankheitsgrad Stiel	λ <sub>S</sub> *	84.917				
Bezogener Schlankheitsgrad	λ <sub>rel,cS</sub> *	1.257				Gl. (6.21)
Beiwert	β <sub>c</sub>	0.100				Gl. (6.29)
Knickbeiwert	k <sub>S</sub> *	1.338				Gl. (6.27)
Knickbeiwert	k <sub>cS</sub> *	0.557				Gl. (6.25)
Normalkraft im Riegel	N <sub>R</sub>	76.21	kN			
Moment im Riegel	M <sub>R</sub>	180.01	kNm			
Länge des Riegels	s	7.68	m			
Querschnittshöhe Riegelseite	h <sub>R 0,65</sub>	0.58	m			
Trägheitsmoment Riegelseite	I <sub>R</sub> *	483253.0	cm <sup>4</sup>			
Knicklängenbeiwert Riegel	β <sub>R</sub> *	1.889				Tab. NA.17
Schlankheitsgrad Riegel	λ <sub>R</sub> *	87.046				
Bezogener Schlankheitsgrad	λ <sub>rel,cR</sub> *	1.288				Gl. (6.21)
Knickbeiwert	k <sub>R</sub> *	1.379				Gl. (6.27)
Knickbeiwert	k <sub>cR</sub> *	0.534				Gl. (6.25)
Winkel	α	20.72	°			
Biegefestigkeit	f <sub>m,k</sub>	28.00	N/mm <sup>2</sup>	11.3(†)		[7], Tab.2
Druckfestigkeit	f <sub>c,0,k</sub>	24.00	N/mm <sup>2</sup>	11.3(†)		[7], Tab.2
Querdrukfestigkeit	f <sub>c,90,k</sub>	3.00	N/mm <sup>2</sup>			[7], Tab.2
Schubfestigkeit	f <sub>v,k</sub>	3.20	N/mm <sup>2</sup>			[7], Tab.2
Modifikationsbeiwert	k <sub>mod</sub>	0.900				Tab. 3.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ <sub>M</sub>	1.300				Tab. 2.3
Biegefestigkeit	f <sub>m,d</sub>	19.38	N/mm <sup>2</sup>			Gl. (2.14)
Druckfestigkeit	f <sub>c,0,d</sub>	16.62	N/mm <sup>2</sup>			Gl. (2.14)
Druckfestigkeit	f <sub>c,90,d</sub>	2.08	N/mm <sup>2</sup>			Gl. (2.14)
Schubfestigkeit	f <sub>v,d</sub>	2.22	N/mm <sup>2</sup>			Gl. (2.14)
Druckfestigkeit	f <sub>c,α,d</sub>	12.38	N/mm <sup>2</sup>			Gl. (NA.138)
Normalspannung	σ <sub>c,0,dS</sub>	0.51	N/mm <sup>2</sup>			
Biegespannung	σ <sub>m,dS</sub>	9.26	N/mm <sup>2</sup>			
Nachweis 1	η <sub>1</sub>	0.72		≤ 1		Gl. (NA.134)
Normalspannung	σ <sub>c,0,dR</sub>	0.45	N/mm <sup>2</sup>			
Biegespannung	σ <sub>m,dR</sub>	9.18	N/mm <sup>2</sup>			
Nachweis 2	η <sub>2</sub>	0.70		≤ 1		Gl. (NA.134)
Nachweis	η	0.72		≤ 1		Gl. (NA.134)

Bild 13.19: Nachweis der Keilzinkenverbindung

### 13.3.3 Weitere Ergebnismasken

Die übrigen Ergebnismasken und die Dokumentation im Ausdruckprotokoll decken sich weitgehend mit denen der Beispiele, die in Kapitel 10 und 11 vorgestellt wurden.

# 14. Pfette



Dieses Beispiel stellt die Tragfähigkeitsnachweise gemäß EN 1995-1-1:2004-11 mit Anhang ÖNORM B 1995-1-1:2009-07 anhand einer Koppelpfette mit unregelmäßigen Feldabständen vor.

Die Modelldaten sind in der Position *Beispiel 1* des Projekts *Beispiele RX-TIMBER* abgelegt. Sie ist unter den Beispieldateien des Programms **Pfette** zu finden.

## 14.1 System und Belastung

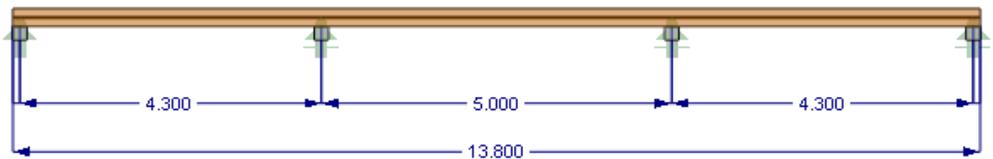


Bild 14.1: System

### Struktur

Querschnitt:	$b/d = 14/26 \text{ cm}$
Material:	Nadelholz C24
Feldlängen:	$l_1 = l_3 = 4,30\text{m}$ $l_2 = 5,00\text{m}$
Dachneigung:	$6,0^\circ$
Pfettenachse:	geneigt in Dachebene
Kopplung:	Nagelverbindung $d = 8 \text{ mm}$ , $l = 280 \text{ mm}$ gemäß Bild 14.2

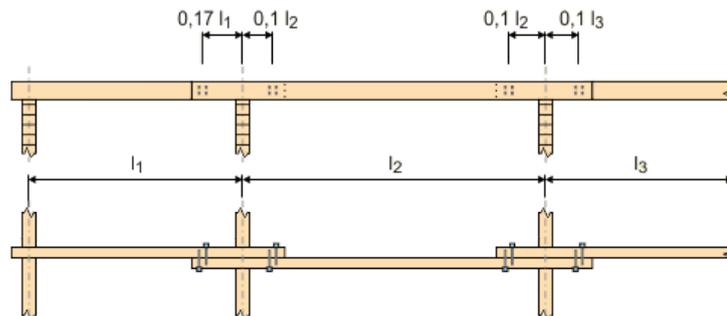


Bild 14.2: Pfettenverbindingsschema

### Belastung

Lastfall 1: Eigengewicht und Aufbau	$g = 1,6 \text{ kN/m}$	KLED = ständig
Lastfall 2: Schneelast	SZ 2, 400 m	KLED = kurz
Lastfall 3: Windlast	Geländekategorie II	KLED = kurz

Die Ermittlung der Schnee- und Windlasten erfolgt automatisch durch die integrierten Lastgenerierer.

Die Einwirkungen werden für den Nachweis der Tragfähigkeit gemäß EN 1990 und EN 1995 mit Nationalem Anhang für Österreich kombiniert.

## 14.2 Eingabe der Strukturdaten

### 14.2.1 Basisangaben



Starten Sie das Programm über das Icon **Dlubal RX-HOLZ** (siehe Kapitel 3.2, Seite 11) und wählen im Projektmanager das Programm **Pfette**.

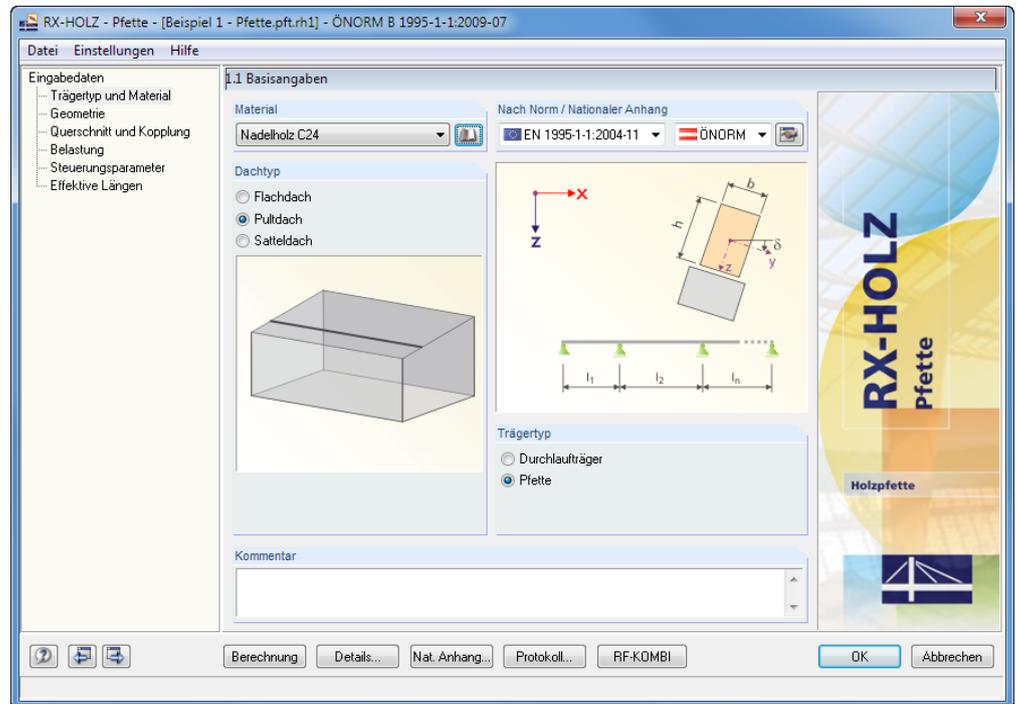


Bild 14.3: Maske 1.1 *Basisangaben*



Zur Eingabe des Materials steht eine umfangreiche Datenbank zur Verfügung. Neben der direkten Auswahl in die Drop-Down Liste besteht auch die Möglichkeit, über die [Bibliothek] eine benutzerdefinierte Holzgüte mit speziellen Festigkeitseigenschaften zu definieren.

Als *Material* wählen wir **Nadelholz** der Festigkeitsklasse **C24**.

Als *Dachtyp* liegt ein **Pulldach** vor. Der Träger soll nach der *Norm EN 1995-1-1:2004-11* und dem *Nationalen Anhang* gemäß **ÖNORM** bemessen werden.

Der *Trägertyp* repräsentiert eine **Pfette**. Diese Vorgabe steuert, ob in den folgenden Masken Gelenke oder aber Kopplungen zugelassen sind.

### 14.2.2 Geometrie

In der zweiten Maske sind die Anzahl der Felder, die Feldlängen sowie die Dachparameter und Lagerbedingungen der Pfette festzulegen.

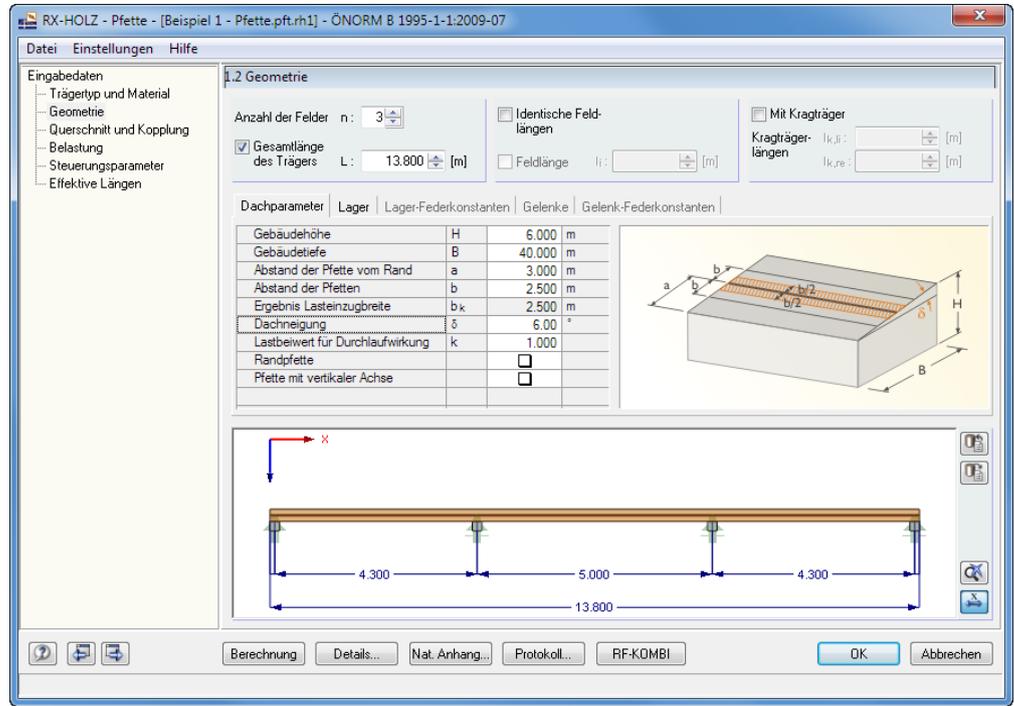


Bild 14.4: Maske 1.2 Geometrie, Register Dachparameter

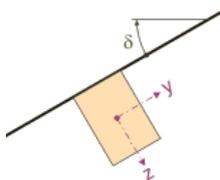
Für unser Beispiel wählen wir:

- Anzahl der Felder *n*: 3
- Gesamtlänge *L*: 13,80 m

Da die Feldlängen variieren, ist das Kontrollfeld *Identische Feldlängen* ggf. zu deaktivieren.

Im Register *Dachparameter* sind die Angaben wie im Bild oben gezeigt vorzunehmen. Die Achsen der Pfette sind an die Neigung des Daches von 6,0° angeglichen. Deshalb ist das Kontrollfeld *Pfette mit vertikaler Achse* zu deaktivieren.

Im zweiten Register *Lager* können dann die Feldlängen und Lagerbreiten festgelegt werden.



Dachparameter		Lager	Lager-Federkonstanten	Gelenke	Gelenk-Federkonstanten					
Lager Nr.	Stelle X [m]	Feldlänge l [m]	Lagerbreite b [cm]	Lagertyp	Verschiebung			Verdrehung		
					u <sub>x</sub>	u <sub>y</sub>	u <sub>z</sub>	φ <sub>x</sub>	φ <sub>y</sub>	φ <sub>z</sub>
1	0.100	4.300	20.00	Gelenkig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	4.400	5.000	20.00	Gelenkig verschieblich	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	9.400	4.300	20.00	Gelenkig verschieblich	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	13.700		20.00	Gelenkig verschieblich	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5										
6										
7										

Bild 14.5: Maske 1.2 Geometrie, Register Lager

Die *Stelle X* ergibt sich jeweils aus der Feldlänge und Lagerbreite, die wie im Bild oben einzugeben sind. Am ersten Lager ist die Pfette in Längsrichtung gehalten; die übrigen Lager sind gelenkig und frei verschieblich in X.

### 14.2.3 Querschnitt und Kopplung

In der nächsten Maske sind die Querschnittsabmessungen, die Kopplungen und die Verbindungselemente zu definieren.

Als *Querschnitt* wählen wir die *Abmessungen*  $b = 14 \text{ cm}$  und  $h = 26 \text{ cm}$ .

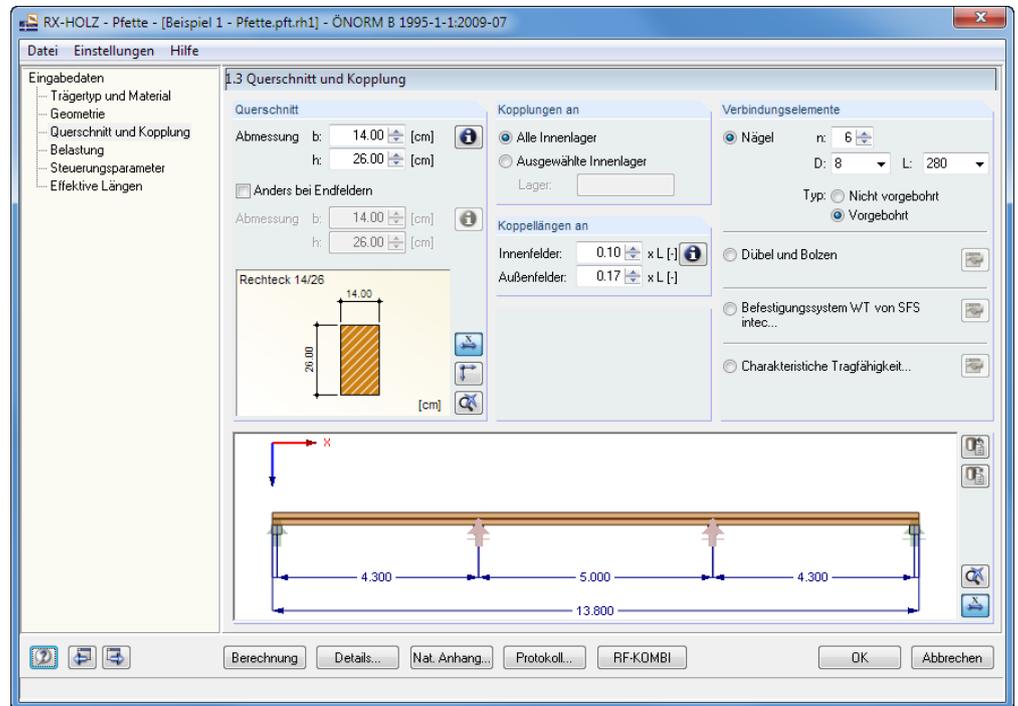
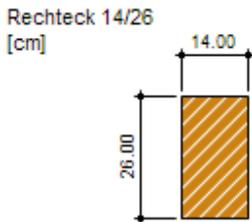


Bild 14.6: Maske 1.3 *Querschnitt und Kopplung*

Die *Kopplungen* sind für **Alle Innenlager** vorzusehen.



Die voreingestellten *Koppellängen* belassen wir unverändert. Über die [Info]-Schaltfläche kann das Verbindungsschema der Pfetten überprüft werden (siehe Bild 14.2, Seite 148).

Als *Verbindungselemente* sind **Nägel** vorgesehen:

- *Anzahl n*: 6
- *Durchmesser D*: 8 mm
- *Länge L*: 280 mm
- *Typ*: **Vorgebohrt**

## 14.2.4 Belastung

Diese Maske verwaltet die diversen Lastarten.

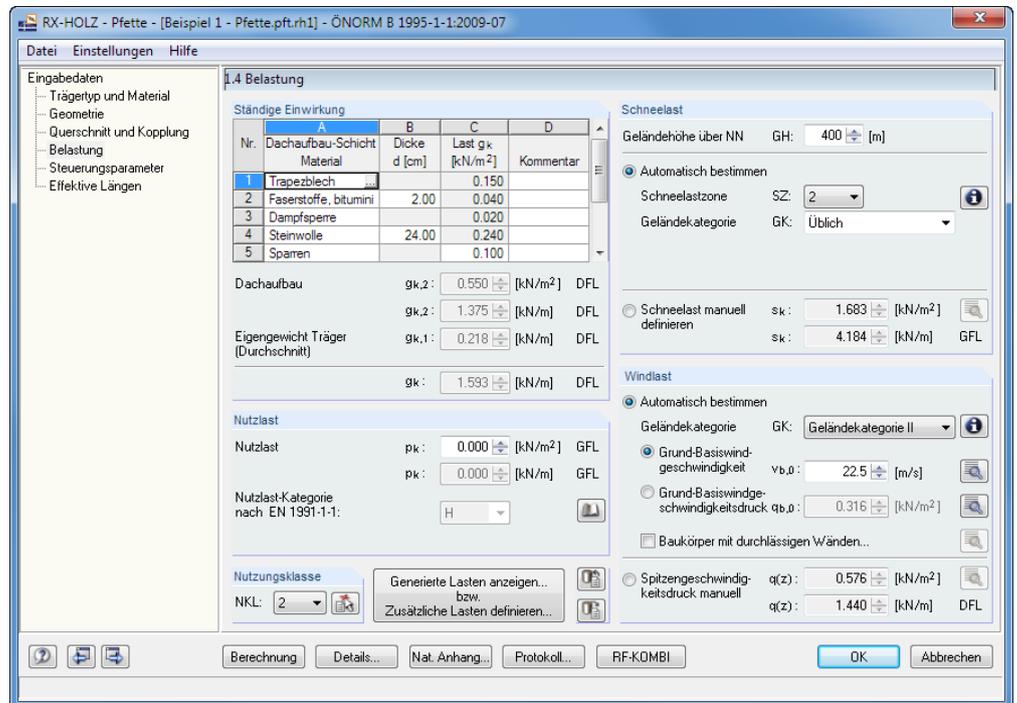


Bild 14.7: Maske 1.4 Belastung



Die *Ständige Einwirkung* ist wie im Bild oben gezeigt einzugeben. Über die Schaltfläche [...] können die Materialien schnell aus der Bibliothek ausgewählt werden.

In unserem Beispiel ist keine *Nutzlast* vorhanden.

Zur Eingabe der *Schneelast* legen wir die Geländehöhe mit **400 m** über NN fest und lassen dann die Last *Automatisch bestimmen*:

- *Schneelastzone SZ*: **2**
- *Geländekategorie GK*: **Üblich**



Die *Schneelastzone* kann über die [Info]-Schaltfläche auch grafisch in der Karte gewählt werden (siehe Bild 14.8).

Die *Windlast* lassen wir ebenfalls *Automatisch bestimmen*. Hierzu geben wir lediglich die **Geländekategorie II** vor.



Über die [Info]-Schaltfläche sind nähere Informationen zu den einzelnen Geländekategorien zugänglich.

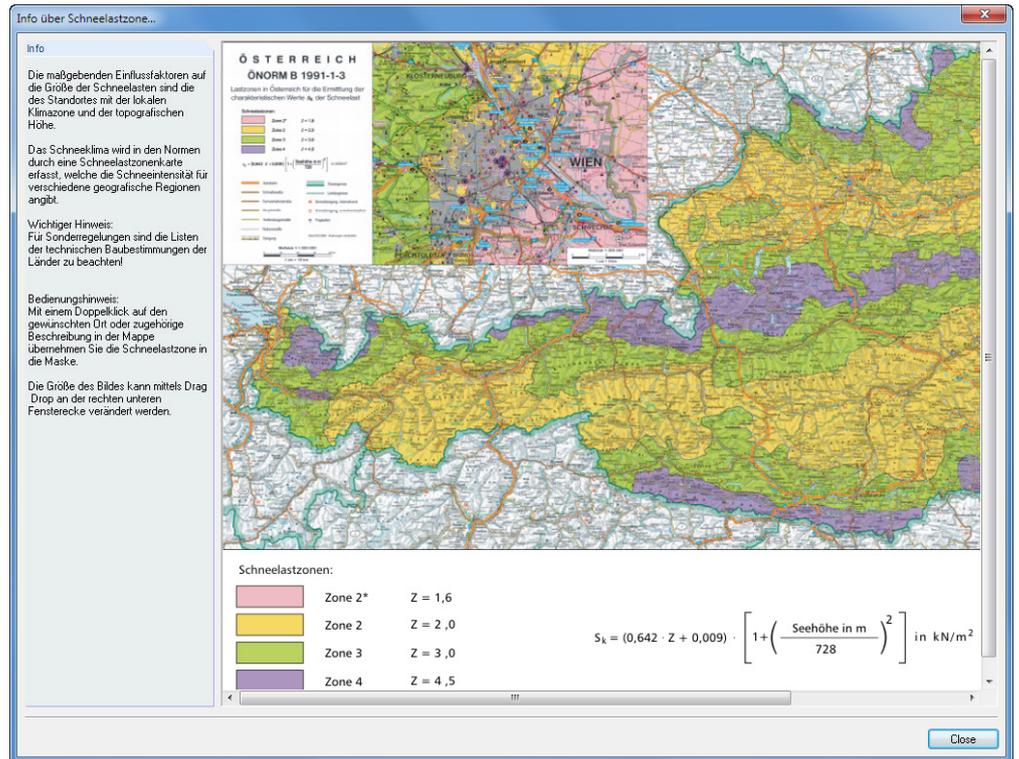


Bild 14.8: Schneelastzonenkarte für Österreich

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

Mit der Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen] wechseln wir in den Dialog *Lastfälle*, um die generierten Lasten zu betrachten.

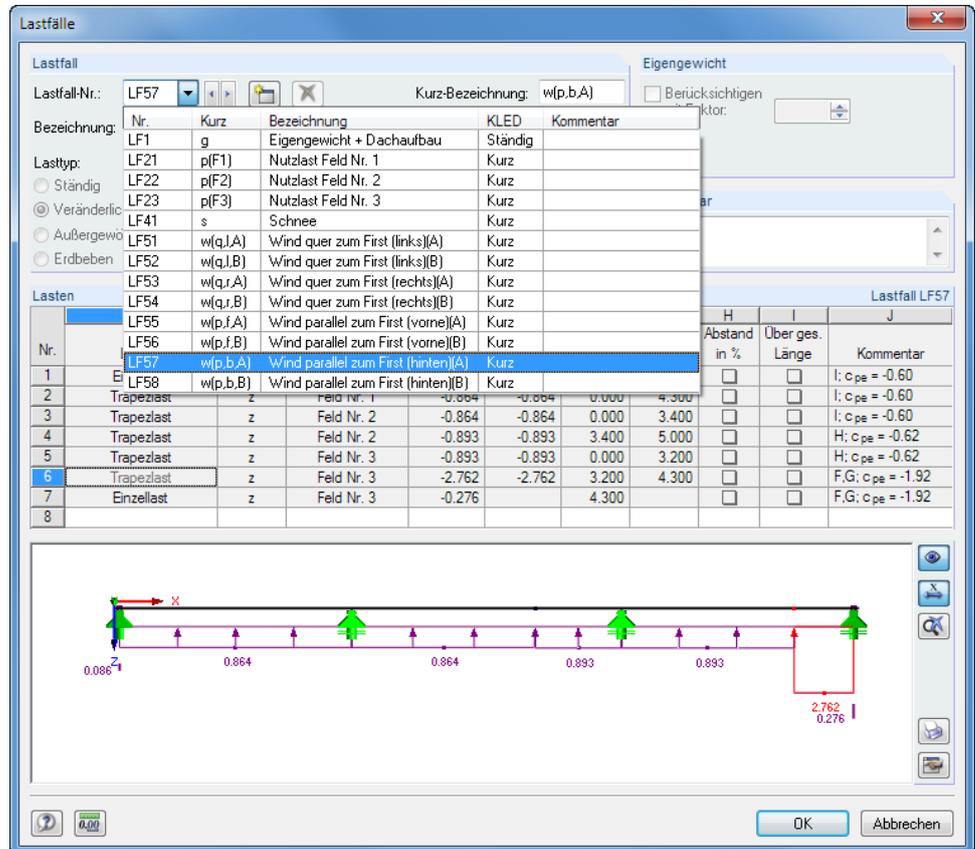


Bild 14.9: Dialog *Lastfälle*

## 14.2.5 Steuerungsparameter

In Maske 1.5 *Steuerungsparameter* legen wir fest, dass nur die **Tragfähigkeit** untersucht werden soll (der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist im Kapitel 11.4.6 auf Seite 120 beschrieben).

Im Abschnitt *Berechnungsparameter* ist die **Umlagerung der Momente** nach ÖNORM 1990 zu aktivieren. Wir belassen die Voreinstellung von 10%.

Wir setzen die Anzahl der *Stabteilungen* auf 20.

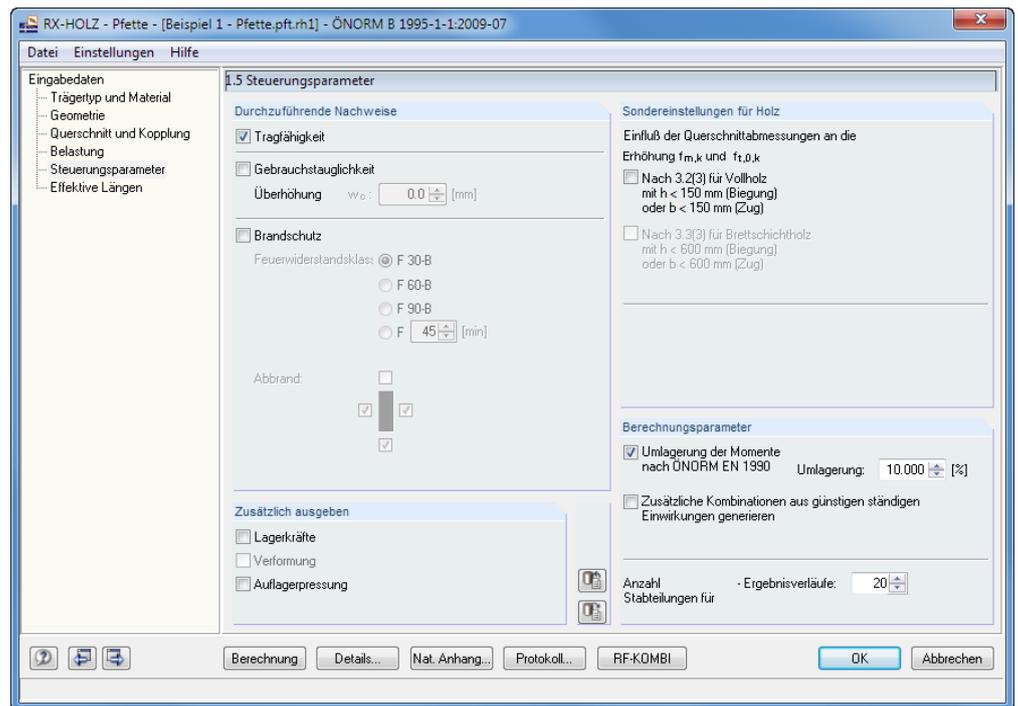


Bild 14.10: Maske 1.5 *Steuerungsparameter*

Die Schaltfläche [Nat. Anhang] ruft den Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* auf. Dort können die für ÖNORM B 1995-1-1 voreingestellten Teilsicherheits- und Modifikationsbeiwerte eingesehen werden. Diese können unverändert übernommen werden.

### 14.2.6 Effektive Längen

Für das Beispiel nehmen wir den Faktor  $\beta$  auf der sicheren Seite liegend mit **1,0** an. Diese Werte werden vom Programm automatisch voreingestellt, sodass in dieser Maske keine Änderungen erforderlich sind.

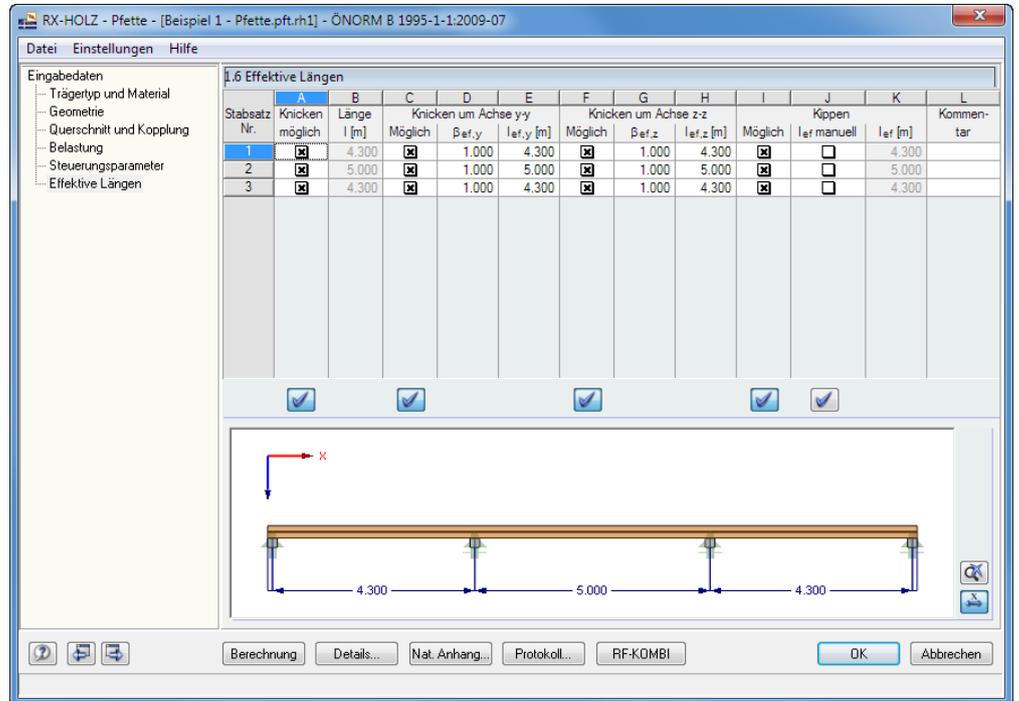


Bild 14.11: Maske 1.6 Effektive Längen

### 14.2.7 Details

Details...

Der Dialog [Details], der über die gleichnamige Schaltfläche zugänglich ist, steuert einige spezifische Bemessungsvorgaben.

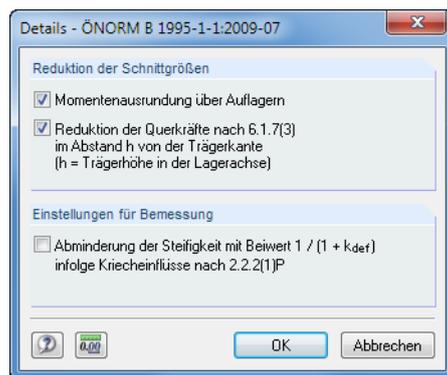


Bild 14.12: Dialog Details

In diesem Dialog aktivieren wir die beiden Optionen *Momentenausrundung über Auflagern* und *die Reduktion der Querkräfte*.

RF-KOMBI

### 14.2.8 Modul RF-KOMBI

Über die Schaltfläche [RF-KOMBI] ist das in RX-HOLZ integrierte Modul RF-KOMBI zugänglich. Dort können die Kombinationen eingesehen werden, die im Hintergrund nach EN 1990 und EN 1995 generiert werden. Die Lastfälle werden automatisch kombiniert, sodass dieses Modul in der Regel nicht extra aufgerufen werden muss.

Wir betrachten die Maske 1.2 *Zuordnung der Lastfälle zu Einwirkungen*. Für das relativ einfache Beispiel werden die Einwirkungen und zugehörigen Klassen der Lasteinwirkungsdauer automatisch korrekt gebildet.

In der Einwirkung EW4 *Windlasten* sind die Lastfälle 51 bis 58 als alternativ wirkend zusammengefasst. Die Klasse der Lasteinwirkungsdauer ist als *Kurz* voreingestellt.

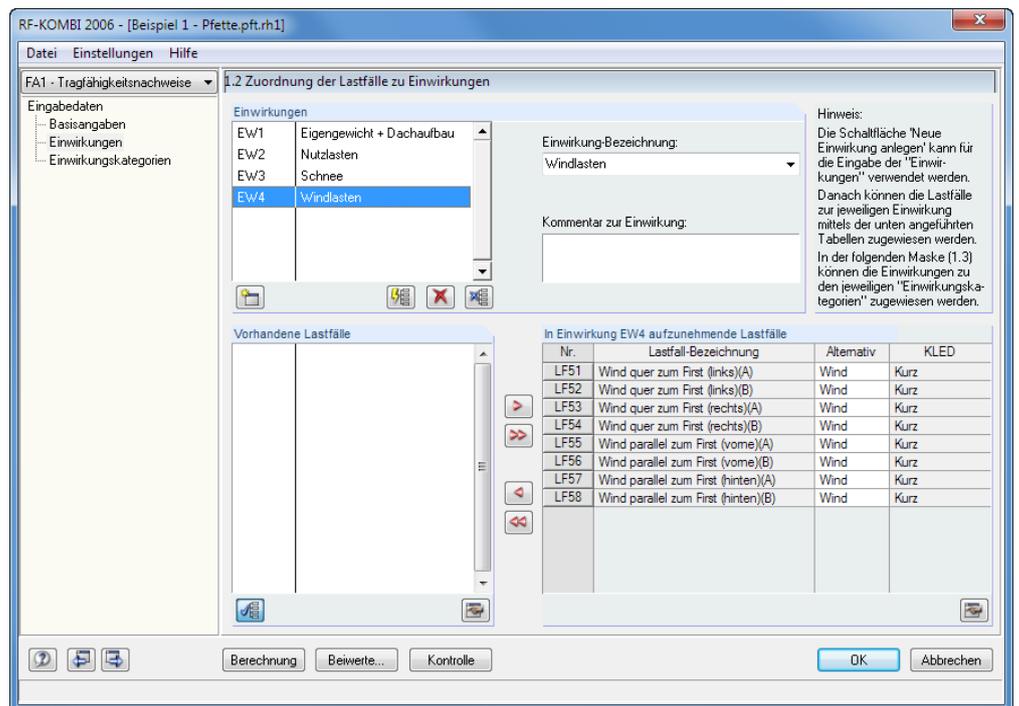


Bild 14.13: RF-KOMBI Maske 1.2: Zuordnung der Lastfälle zu Einwirkungen

Um die Möglichkeiten von RF-KOMBI auszuschöpfen, wird auf das Handbuch zu diesem Modul verwiesen.

Mit [OK] erfolgt die Rückkehr in das Programm *RX-HOLZ Pfette*.

## 14.3 Ergebnisse

### 14.3.1 Lastfallkombinationen

Berechnung

Nach der [Berechnung] können in Maske 2.1 die Tragfähigkeitsnachweise für sämtliche Kombinationen mit der zugehörigen Auslastung betrachtet werden.

LK	LK-Bezeichnung	Lastfälle	Bemessungssituation	KLED	Bewert $k_{mod}$	Max. Nachweis
LK1	g	1.35*LF1	TG	Ständig	0.600	0.44
LK2	g+s	1.35*LF1 + 1.50*LF41	TG	Kurz	0.900	0.97
LK3	g+s+w(q,l,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF51	TG	Kurz	0.900	0.89
LK4	g+s+w(q,l,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF52	TG	Kurz	0.900	0.98
LK5	g+s+w(q,r,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF53	TG	Kurz	0.900	0.86
LK6	g+s+w(q,r,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF54	TG	Kurz	0.900	0.86
LK7	g+s+w(p,f,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF55	TG	Kurz	0.900	0.90
LK8	g+s+w(p,f,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF56	TG	Kurz	0.900	0.90
LK9	g+s+w(p,b,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF57	TG	Kurz	0.900	0.90
LK10	g+s+w(p,b,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF41 + 0.90*LF58	TG	Kurz	0.900	0.90
LK11	g+w(q,l,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF51	TG	Kurz	0.900	0.16
LK12	g+w(q,l,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF52	TG	Kurz	0.900	0.30
LK13	g+w(q,r,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF53	TG	Kurz	0.900	0.10
LK14	g+w(q,r,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF54	TG	Kurz	0.900	0.10
LK15	g+w(p,f,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF55	TG	Kurz	0.900	0.18
LK16	g+w(p,f,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF56	TG	Kurz	0.900	0.18
LK17	g+w(p,b,A)	1.35*LF1 + 1.50*LF57	TG	Kurz	0.900	0.18
LK18	g+w(p,b,B)	1.35*LF1 + 1.50*LF58	TG	Kurz	0.900	0.18
LK19	g+s+w(q,l,A)	1.35*LF1 + 0.75*LF41 + 1.50*LF51	TG	Kurz	0.900	0.50
LK20	g+s+w(q,l,B)	1.35*LF1 + 0.75*LF41 + 1.50*LF52	TG	Kurz	0.900	0.64
LK21	g+s+w(q,r,A)	1.35*LF1 + 0.75*LF41 + 1.50*LF53	TG	Kurz	0.900	0.44
LK22	g+s+w(q,r,B)	1.35*LF1 + 0.75*LF41 + 1.50*LF54	TG	Kurz	0.900	0.44
LK23	g+s+w(p,f,A)	1.35*LF1 + 0.75*LF41 + 1.50*LF55	TG	Kurz	0.900	0.52
LK24	g+s+w(p,f,B)	1.35*LF1 + 0.75*LF41 + 1.50*LF56	TG	Kurz	0.900	0.52

Bild 14.14: Maske 2.1 Lastfallkombinationen

### 14.3.2 Nachweise der Tragsicherheit

Maske 2.2 Nachweise - Trägerweise listet die maßgebenden Nachweise der Pfette auf.

Nr.	Stelle X [m]	LK	Nachweis	
1	4.300	LK4	0.52 ≤ 1	111) Querschnittstragfähigkeit - Schub aus Querkraft $V_z$ nach 6.1.7
2	9.500	LK2	0.05 ≤ 1	112) Querschnittstragfähigkeit - Schub aus Querkraft $V_y$ nach 6.1.7
3	4.400	LK4	0.54 ≤ 1	114) Querschnittstragfähigkeit - Schubspannung am Auflager $V_z$ nach 6.1.7
4	9.400	LK2	0.06 ≤ 1	115) Querschnittstragfähigkeit - Schubspannung am Auflager $V_y$ nach 6.1.7
5	5.400	LK23	0.02 ≤ 1	151) Querschnittstragfähigkeit - Einfache Biegung nach 6.1.6
6	11.929	LK4	0.45 ≤ 1	153) Querschnittstragfähigkeit - Doppelbiegung nach 6.1.6
7	4.400	LK4	0.98 ≤ 1	272) Verbindungsmittelnachweis - Schub- und Zugkombination von $M_y$ und $M_z$ nach 8
8	11.929	LK4	0.39 ≤ 1	311) Stabilität - Einfache Biegung um Achse y ohne Druckkraft nach 6.3.3

Zwischenwerte - X: 4.300 m - LK4: g+s+w(q,l,B)			
Querkraft	$V_{z,d,red}$	18.285 kN	6.1.7 (2)
Querschnittsbreite	b	14.00 cm	
Querschnittshöhe	h	26.00 cm	
Einfluss auf Risse Faktor	$k_{cor}$	0.670	6.1.7 (2)
Effektive Fläche	$A_{ef}$	243.88 cm <sup>2</sup>	
Schubspannung	$\tau_d$	1.1 N/mm <sup>2</sup>	
Schubfestigkeit	$f_{v,k}$	3.1 N/mm <sup>2</sup>	[8], Tab.1
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_M$	1.300	Tab. 2.3
Modifikationsbeiwert	$k_{mod}$	0.900	Tab. 3.1
Schubfestigkeit	$f_{v,d}$	2.1 N/mm <sup>2</sup>	Gl. (2.14)
Nachweis	$\eta$	0.52	≤ 1 Gl. (6.13)

Bild 14.15: Maske 2.2 Nachweise - Trägerweise

Alle Beiwerte und erforderlichen Bemessungsschnittgrößen können interaktiv eingesehen werden: Mit einem Klick auf den entsprechenden Nachweis in der oberen Tabelle können sämtliche *Zwischenwerte* des Nachweises im Abschnitt unterhalb betrachtet werden.

Die Ergebnisse von RX-HOLZ werden durch eine Handrechnung überprüft.

### Schub aus Querkraft $V_z$ nach 6.1.7

Die maximale Querkraft von 19,00 kN tritt an den Innenauflägern in der LK4 auf.

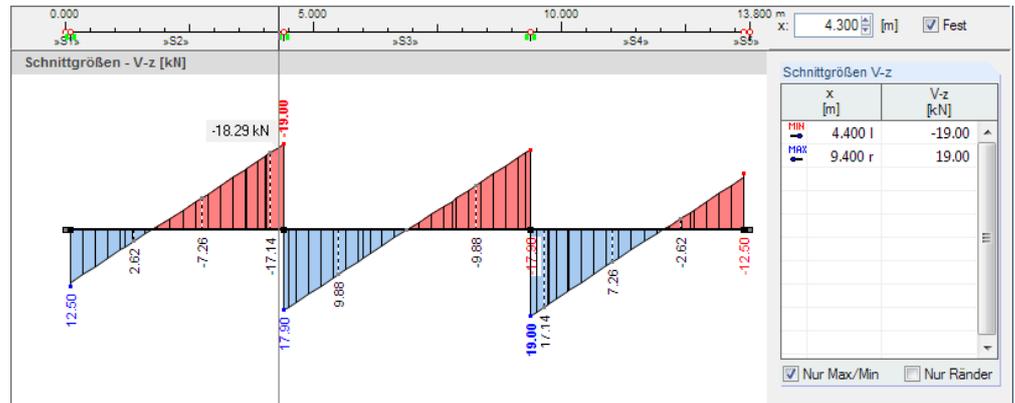


Bild 14.16: Verlauf der Querkraft  $V_z$  in LK4

Die Lagerbreite von 20 cm führt zu einer reduzierten Bemessungsquerkraft von 18,29 kN am Auflagerand.

$$\text{Schubspannung} \quad \tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{18,29 \text{ kN}}{9,6 \text{ cm} \cdot 26 \text{ cm}} = 0,11 \text{ kN/cm}^2 = 1,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{mit } b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 14 \text{ cm} = 9,6 \text{ cm}$$

$$\text{Schubfestigkeit} \quad f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 3,1 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 2,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis} \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,1}{2,1} = 0,52 > 1$$

### Doppelbiegung nach 6.1.6

Die maximale Beanspruchung liegt in der Mitte des dritten Feldes vor – ebenfalls in der LK4. In der folgenden Grafik der Ergebnisverläufe werden sowohl die rechnerischen Verläufe als auch die für die Bemessung reduzierten bzw. umgelagerten Momentenverläufe dargestellt.

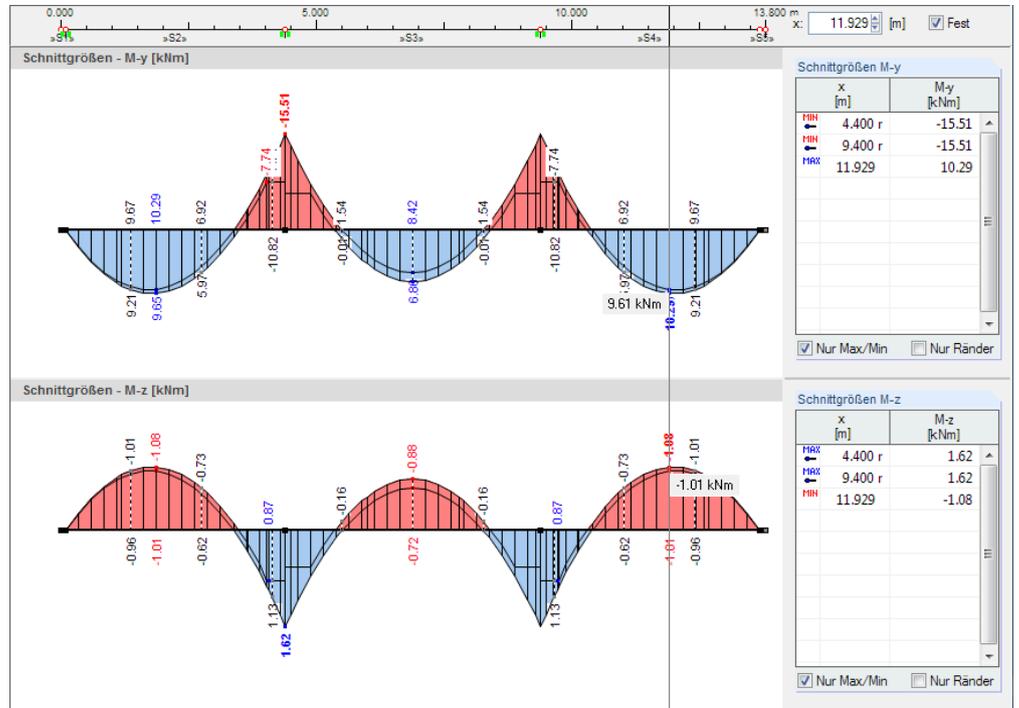


Bild 14.17: Verlauf der Momente  $M_y$  und  $M_z$  in LK4 mit Darstellung der ursprünglichen und der modifizierten Werte

Biegespannungen  $\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{10,29 \text{ kNm} \cdot 10^6}{1577 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 6,5 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{1,08 \text{ kNm} \cdot 10^6}{849,3 \text{ cm}^3 \cdot 10^3} = 1,3 \text{ N/mm}^2$

Biegefestigkeit  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 16,6 \text{ N/mm}^2$

Nachweis  $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{6,5}{16,6} + 0,7 \cdot \frac{1,3}{16,6} = 0,45$

$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = 0,7 \cdot \frac{6,5}{16,6} + \frac{1,3}{16,6} = 0,35$

maßgebend:  $0,45 < 1$

2.2 Nachweise - Trägerweise					
Nr.	A Stelle X [m]	B LK	C Nachweis	D	E Nachweis nach Formel
1	4.300	LK4	0.52	≤ 1	111) Querschnitttragfähigkeit - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
2	9.500	LK2	0.05	≤ 1	112) Querschnitttragfähigkeit - Schub aus Querkraft Vy nach 6.1.7
3	4.400	LK4	0.54	≤ 1	114) Querschnitttragfähigkeit - Schubspannung am Auflager Vz nach 6.1.7
4	9.400	LK2	0.06	≤ 1	115) Querschnitttragfähigkeit - Schubspannung am Auflager Vy nach 6.1.7
5	5.400	LK23	0.02	≤ 1	151) Querschnitttragfähigkeit - Einfache Biegung nach 6.1.6
6	11.929	LK4	0.45	≤ 1	153) Querschnitttragfähigkeit - Doppelbiegung nach 6.1.6
7	4.400	LK4	0.98	≤ 1	272) Verbindungsmittelnachweis - Schub- und Zugkombination von My und Mz nach 8
8	11.929	LK4	0.39	≤ 1	311) Stabilität - Einfache Biegung um Achse y ohne Druckkraft nach 6.3.3

Max: 0.98 ≤ 1

Zwischenwerte - X: 11.929 m - LK4: g + s + w(q,l,B)			
☐ Nachweis			
— Moment	My,d	10.285	kNm
— Moment	Mz,d	1.077	kNm
— Widerstandsmoment	Wy	1577.33	cm <sup>3</sup>
— Widerstandsmoment	Wz	849.33	cm <sup>3</sup>
— Biegespannung	σm,y,d	6.5	N/mm <sup>2</sup>
— Biegespannung	σm,z,d	1.3	N/mm <sup>2</sup>
— Biegefestigkeit	f <sub>m,y,k</sub>	24.0	N/mm <sup>2</sup> [8], Tab. 1
— Biegefestigkeit	f <sub>m,z,k</sub>	24.0	N/mm <sup>2</sup> [8], Tab. 1
— Teilsicherheitsbeiwert	γM	1.300	Tab. 2.3
— Modifikationsbeiwert	k <sub>mod</sub>	0.900	Tab. 3.1
— Biegefestigkeit	f <sub>m,y,d</sub>	16.6	N/mm <sup>2</sup> Gl. (2.14)
— Biegefestigkeit	f <sub>m,z,d</sub>	16.6	N/mm <sup>2</sup> Gl. (2.14)
— Reduktionsbeiwert	k <sub>m</sub>	0.700	6.1.6

Bild 14.18: Nachweise für Doppelbiegung

### Verbindungsmittel für Schub und Zug infolge Doppelbiegung nach 8

Die Verbindungsmittel sind für beide Seiten der Überkopplung nachzuweisen. RX-HOLZ ermittelt das maximale Nachweiskriterium für die rechte Seite des ersten Zwischenauflegers. Maßgebend sind wiederum die Schnittgrößen der LK4.

☐ Nachweis			
☐ Linke Seite			
— Bemessungsmoment	My,r	-5.905	kNm
— Bemessungsmoment	Mz,r	0.618	kNm
— Überkopplungslänge	u <sub>l</sub>	0.731	m
— Bemessungskraft in Kopplung	Kz,l	8.078	kN
— Bemessungskraft in Kopplung	Ky,l	0.846	kN
☐ Kopplung			
— Charakteristische Schnitttragfähigkeit	F <sub>v,z,Rk</sub>	28.405	kN
— Charakteristische Axialtragfähigkeit	F <sub>v,y,Rk</sub>	13.171	kN
— Modifikationsbeiwert	k <sub>mod</sub>	0.900	Tab. 3.1
— Teilsicherheitsbeiwert	γM	1.300	Tab. 2.3
— Bemessungsschnitttragfähigkeit	F <sub>v,z,Rd</sub>	19.665	kN
— Bemessungsaxialtragfähigkeit	F <sub>v,y,Rd</sub>	9.119	kN
— Nachweis Links		0.50	≤ 1
☐ Rechte Seite			
— Bemessungsmoment	My,l	-7.742	kNm
— Bemessungsmoment	Mz,l	0.868	kNm
— Überkopplungslänge	u <sub>r</sub>	0.500	m
— Bemessungskraft in Kopplung	Kz,r	15.483	kN
— Bemessungskraft in Kopplung	Ky,r	1.736	kN
☐ Kopplung			
— Typ	Nägel		
— Durchmesser	D	8.0	mm
— Länge	L	280.0	mm
— Öffnungstyp	Vorgebohrt		
— Anzahl	n	6	
— Charakteristische Schnitttragfähigkeit	F <sub>v,z,Rk</sub>	28.405	kN
— Charakteristische Axialtragfähigkeit	F <sub>v,y,Rk</sub>	13.171	kN
— Modifikationsbeiwert	k <sub>mod</sub>	0.900	Tab. 3.1
— Teilsicherheitsbeiwert	γM	1.300	Tab. 2.3
— Bemessungsschnitttragfähigkeit	F <sub>v,z,Rd</sub>	19.665	kN
— Bemessungsaxialtragfähigkeit	F <sub>v,y,Rd</sub>	9.119	kN
— Nachweis Rechts		0.98	≤ 1
— Nachweis	η	0.98	≤ 1

Bild 14.19: Nachweis der Verbindungsmittel

**Rechte Seite**

Bemessungskraft in Kopplungen  $K_{z,d} = \frac{M_{y,d}}{u} = \frac{7,74 \text{ kNm}}{0,5 \text{ m}} = 15,48 \text{ kN}$

$$K_{y,d} = \frac{M_{z,d}}{u} = \frac{0,87 \text{ kNm}}{0,5 \text{ m}} = 1,74 \text{ kN}$$

Schnitttragfähigkeit  $F_{v,z,Rd} = n_{ef} \cdot F_{v,Rk} = 6 \cdot 4,734 \text{ kN} = 28,41 \text{ kN}$

$$F_{v,y,Rd} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rk} = 6 \cdot 2,195 \text{ kN} = 13,17 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit Nagel je Scherfuge nach Gl. (8.6) mit maßgebender Bedingung (f) (der Anteil aus der Seilwirkung wird in RX-HOLZ nicht angesetzt)

$$F_{v,Rk} = 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} =$$

$$= 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 40115 \cdot 26,40 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 4,734 \text{ kN}$$

Auszieh Widerstand Nagel nach Gl. (8.23) mit maßgebender Bedingung (b)

$$F_{ax,Rk} = f_{head,k} \cdot d_h^2 = 8,58 \cdot 16^2 \cdot 10^{-3} = 2,195 \text{ kN}$$

Bemessungsschnitttragfähigkeit für Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse

$$F_{v,z,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,z,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{28,41 \text{ kN}}{1,3} = 19,67 \text{ kN}$$

$$F_{v,y,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{ax,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{2,195 \text{ kN}}{1,3} = 1,54 \text{ kN}$$

Nachweis

$$\frac{K_{z,d}}{F_{v,z,d}} + \frac{K_{y,d}}{F_{v,y,d}} = \frac{15,48}{19,67} + \frac{1,74}{13,17} = 0,98 < 1$$

**Stabilitätsnachweis für einfache Biegung ohne Druckkraft nach 6.3.3**

Der Kippnachweis erfolgt für einfache Biegung um die Stabachse y.

Als maßgebende Stelle erweist sich wie bei der Doppelbiegung die Mitte des dritten Feldes. Die Biegespannung an der Stelle X = 11,929 m beträgt 6,5 N/mm<sup>2</sup> (siehe Seite 159).

Schlankheitsgrad  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}}} \cdot E_{0,05} = \sqrt{\frac{0,78 \cdot 140^2}{260 \cdot 4300}} \cdot 7400 = 0,487$

Kippbeiwert  $k_{crit} = 1,0$

Nachweis  $\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{6,5}{1,0 \cdot 24} = 0,39 > 1$

**14.3.3 Weitere Ergebnismasken**

Die übrigen Ergebnismasken und die Dokumentation im Ausdruckprotokoll decken sich weitgehend mit denen der Beispiele, die in Kapitel 10 und 11 vorgestellt wurden.

# 15. Verband



Wie zuvor wird auch das Programm RX-HOLZ Verband anhand eines Beispiels vorgestellt.

Die Modelldaten sind in der Position *Beispiel 1* des Projekts *Beispiele RX-TIMBER* abgelegt. Sie ist unter den Beispieldateien des Programms **Verband** zu finden.

Der hier vorgestellte Aussteifungsverband soll den Fischbauchträger aus Kapitel 10.2 dieses Handbuchs aussteifen.

Der kurze Kragarm auf der rechten Seite dieses Binders wird über eine Traufbohle konstruktiv ausgesteift; die hieraus resultierende Last wird direkt in das Auflager geleitet.

## 15.1 System und Belastung

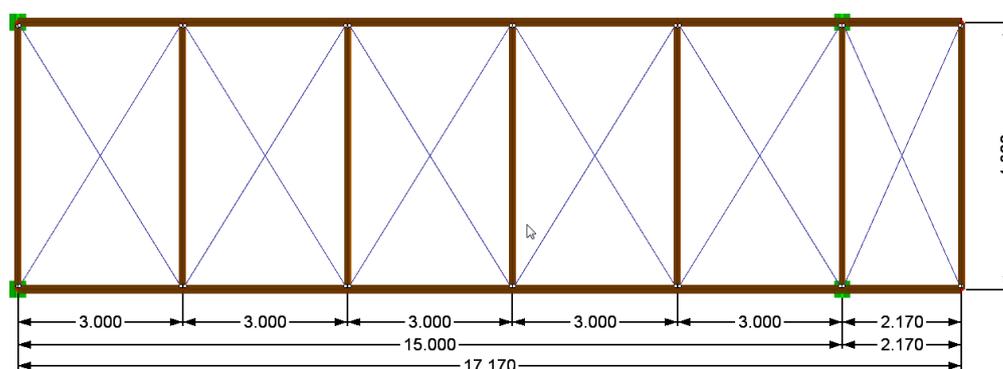


Bild 15.1: System

### Struktur

	Querschnitte	Material
Ober- / Untergurt	20/39 cm	GL 24c
Vertikalen	10/10 cm	C 24
Diagonalen	Rundstahl 10 mm	S 235

(Hinweis: Für den Gurt wird die Hälfte der Querschnittshöhe am Auflager verwendet.)

Dachform: Pultdach mit Kragarmen

### Gebäude-Abmessungen

Höhe: 6,0 m  
 Tiefe: 40,0 m

### Geometrie

Verbandsbreite: 4,8 m  
 Länge: 15,0 m  
 Dachneigung: 5,0°  
 Kragarmlänge links: 0 m  
 Kragarmlänge rechts: 2,17 m  
 Innenfeldlänge: 3,0 m (im Grund)  
 Felderanzahl: 5

### Belastung

Die zugehörige Ersatzlast wird direkt aus der Position 8 der Referenzbeispiele aus dem Programm RX-Holz BSH übernommen.

- Lastfall 1: Eigengewicht und Aufbau  $q_g = 0,08 \text{ kN/m}$  KLED = ständig
- Lastfall 41: Schneelast  $q_s = 0,04 \text{ kN/m}$  KLED = kurz
- Lastfall 55: Wind parallel zum First  $q_{w(p,A)} = 0,04 \text{ kN/m}$  KLED = kurz
- Lastfall 56: Wind parallel zum First  $q_{w(p,B)} = 0,03 \text{ kN/m}$  KLED = kurz

Die Ermittlung der Windlasten erfolgt automatisch durch den integrierten Lastgenerierer. Die Windlast wird dabei – auf der sicheren Seite liegend – nur auf dem Innenfeld des Verbands angesetzt.

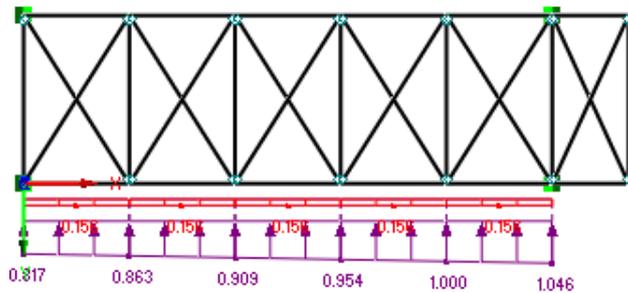


Bild 15.2: Windlast nur im Feld



Mit der Option *Verbandanzahl mehr als einer* werden die Windlasten „Druck auf Giebel“ (LF55) und „Sog auf Giebel“ (LF56) jeweils separat auf den vorderen bzw. hinteren Binder aufgebracht. Dabei werden automatisch die zwei weiteren Lastfälle 155 und 156 angelegt.

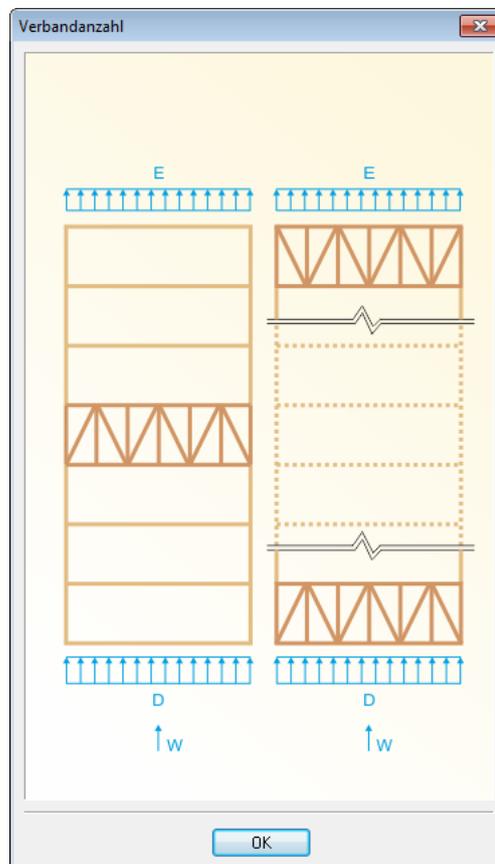


Bild 15.3: Verbandanzahl

Ebenso werden auch von den anderen Lastfällen automatisch identische Lastfälle mit der umgedrehten Einwirkungsrichtung angelegt. Insbesondere bei ausfallenden Stahldiagonalen (wie sie hier gewählt wurden) kann sich eine geänderte Lastrichtung anderenfalls u. U. auch positiv auswirken.

## 15.2 Eingabe der Strukturdaten

### 15.2.1 Basisangaben



Starten Sie das Programm über das Icon **Dlubal RX-HOLZ** (siehe Kapitel 3.2, Seite 11) und wählen im Projektmanager das Programm **Verband**.

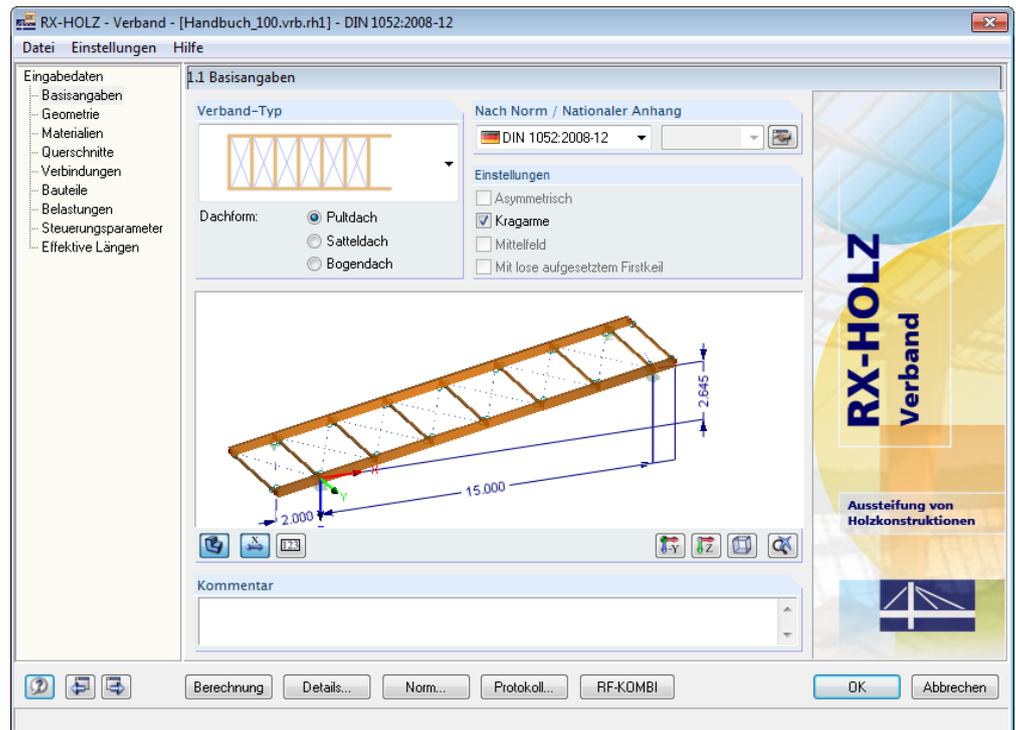


Bild 15.4: Maske 1.1 *Basisangaben*

Als *Dachtyp* wählen wir ein **Pultdach** mit **Kragarmen**. Der Träger soll nach DIN 1052 nachgewiesen werden.



Die Parameter der Norm bzw. des Nationalen Anhangs können bei Bedarf frei editiert werden. Der Dialog *Normeinstellungen* wird dem erfahrenen RX-HOLZ Anwender bekannt vorkommen (siehe folgendes Bild).

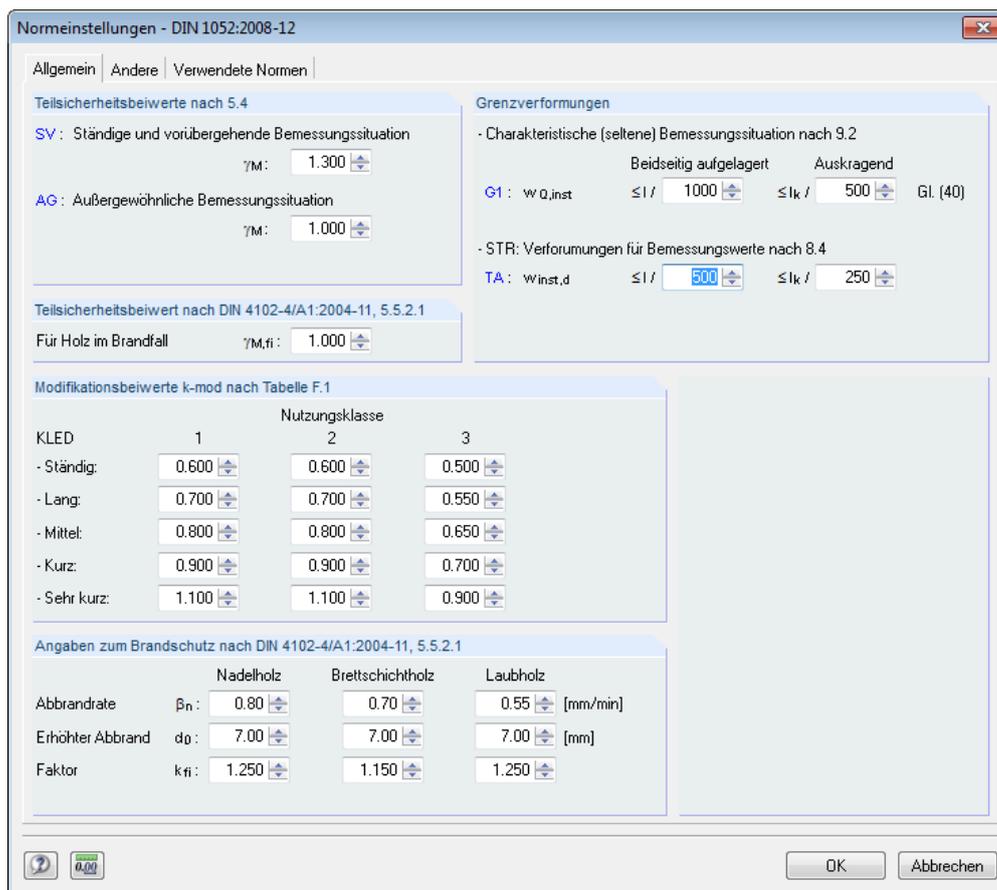


Bild 15.5: Dialog Normeinstellungen DIN 1052:2008-12

Ein Unterschied besteht allerdings bei der Eingabe der *Grenzverformungen*. Gemäß Abschnitt 8.4.3(9) der DIN 1052 ist eine Verformungsberechnung bei Aussteifungsverbänden auch für den Nachweis der Tragfähigkeit zu führen, wenn kein genauere Nachweis geführt wird. Die Verformung wird hierbei auf  $l/500$  begrenzt.

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist eine Begrenzung von  $l/1000$  vordefiniert. Gemäß Abschnitt 9.2 der Norm könnte hier auch mit  $l/200$  o. ä. Werten gerechnet werden. In diesem Fall ist der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit natürlich nicht mehr maßgebend, da hier die Mittelwerte der Steifigkeiten zur Berechnung der Verformungen verwendet werden.

Bei der gebräuchlichen Einstellung von  $l/1000$  als Grenzverformung sind aber dennoch Fälle denkbar, bei denen die Gebrauchstauglichkeitsbemessung maßgebend wird.

Um dem Anwender eine Vielzahl an Kombinationen zu ersparen, wird die Kombination der Lastfälle für die charakteristische seltene Situation mit sämtlichen Belastungen nach Gleichung 41 nach DIN 1052 durchgeführt. Für EC 5 wird die charakteristische häufige Situation verwendet.

Bei dieser ausgewählten Kombinatorik werden immer alle definierten Lastfälle zur Kombination angesetzt. Eine weitere Unterteilung in die weiteren Nachweisformate der jeweiligen Bemessungsnorm ist deshalb nicht notwendig.

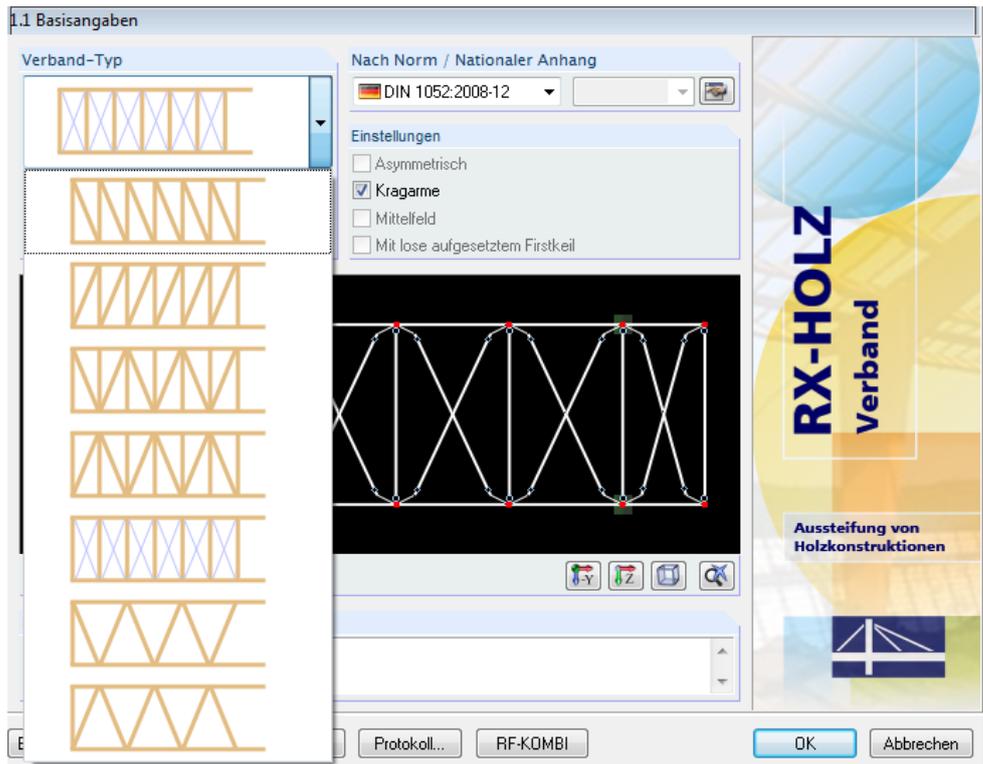


Bild 15.6: Maske 1.1 Basisangaben, Liste Verband-Typ

Der *Verband-Typ* kann über die Liste ausgewählt werden.

Als Besonderheit stehen auch Stahlzugbänder zur Wahl. Für diese materielle Nichtlinearität ist eine nichtlineare Berechnung erforderlich. Daher wird für diesen Verband-Typ automatisch eine Lastfallgruppe zur Berechnung verwendet. Die Berechnung erfolgt aber weiterhin nach Theorie I. Ordnung.

Die Zugstäbe erhalten im ersten Berechnungsdurchgang eventuell kleine Druckkräfte. Daher werden sie aus dem System entfernt. Im zweiten Rechengang wird die Struktur dann ohne diese Zugstäbe berechnet.

Da die Stäbe auch Biegemomente außerhalb der Ebene abtragen können, handelt es sich hierbei genau genommen um Balkenstäbe mit der Stabnichtlinearität „Ausfall bei Druck“.

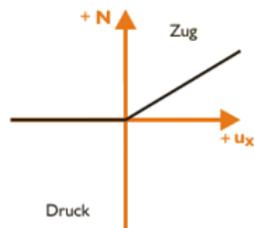


Bild 15.7: Ausfall auf Druck

### 15.2.2 Geometrie

In der zweiten Maske wird die Geometrie des Verbandes definiert.

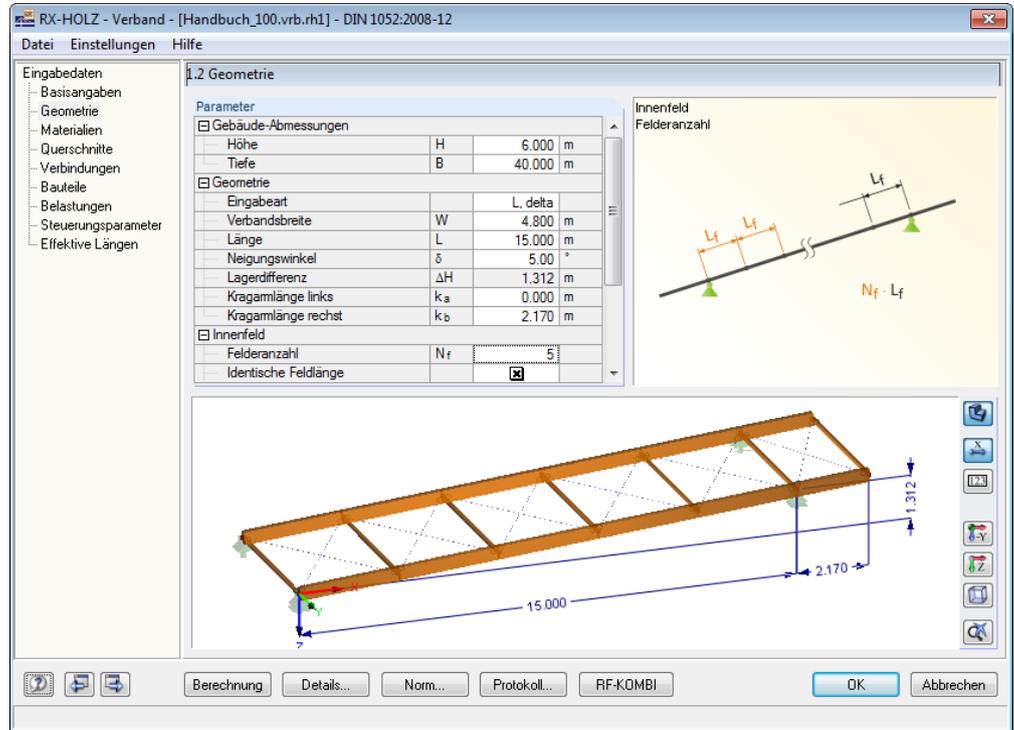


Bild 15.8: Maske 1.2 Geometrie

Die Geometrie-Parameter sind gemäß der Systembeschreibung auf Seite 162 einzugeben.

Es wird eine *Identische Feldlänge* gewählt, um den Definitionsaufwand gering zu halten. Bei nicht identischen Feldlängen ist es möglich, kreuzende, fallende oder steigende Diagonalen miteinander zu kombinieren. Damit sind bei der Wahl der Geometrie keine Grenzen gesetzt. Das folgende Bild zeigt die Optionen bei unterschiedlichen Feldlängen.

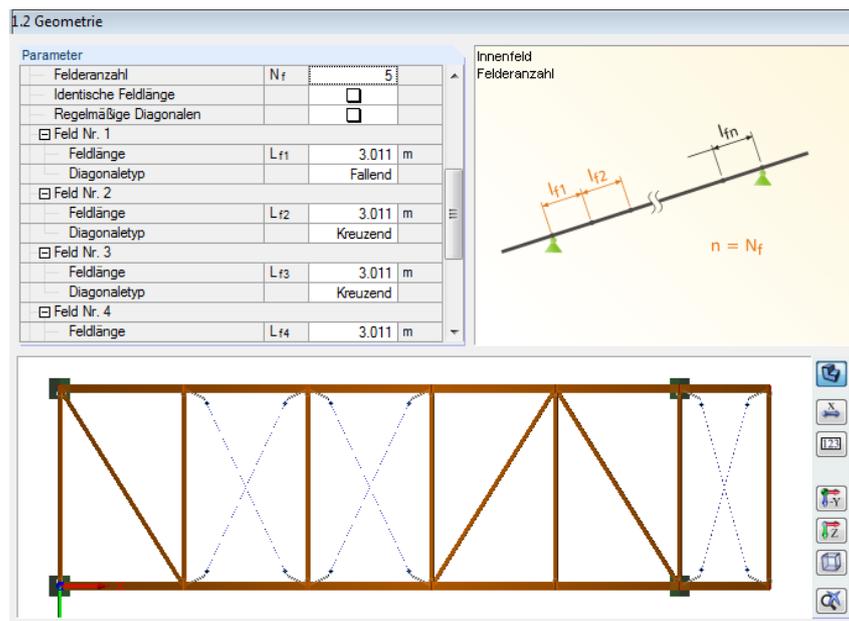


Bild 15.9: Maske 1.2 Geometrie mit unterschiedlichen Feldlängen und unregelmäßigen Diagonalen

### 15.2.3 Materialien

In der nächsten Maske werden die Materialien der Querschnitte definiert. Da bei Verbänden oft Stahl und Holz nebeneinander zum Einsatz kommen, steht im Programm Verband auch die gesamte Palette der Stahlsorten zur Verfügung.

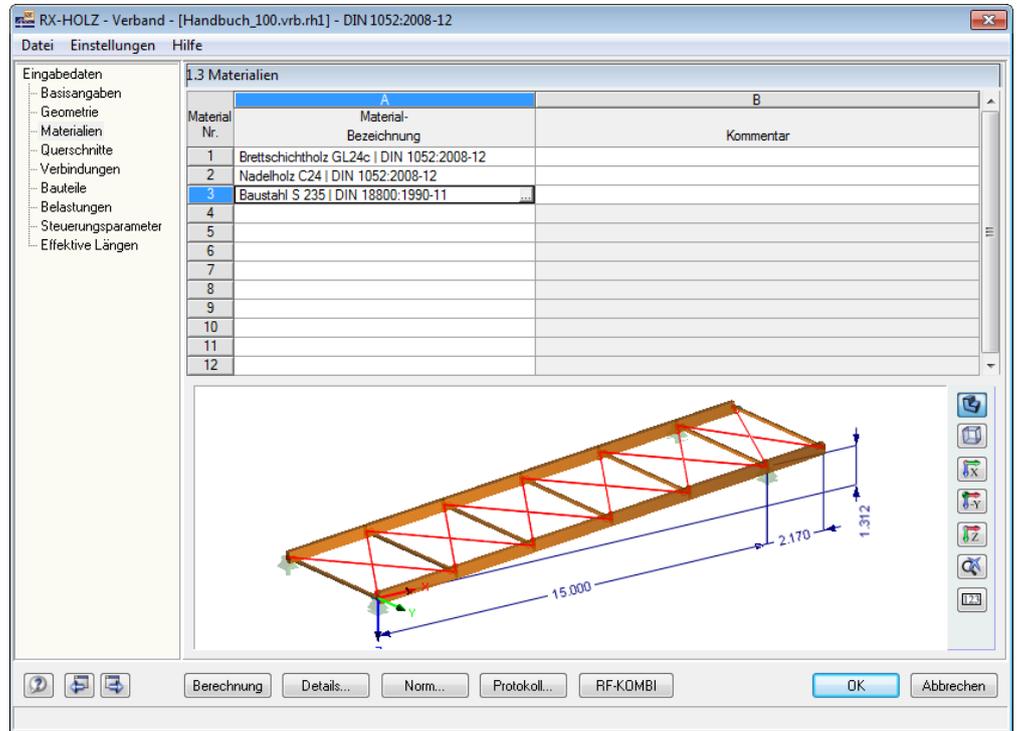


Bild 15.10: Maske 1.3 *Materialien*

Die Materialbibliothek ist über die Schaltfläche [...] am Ende der Eingabezeile zugänglich.

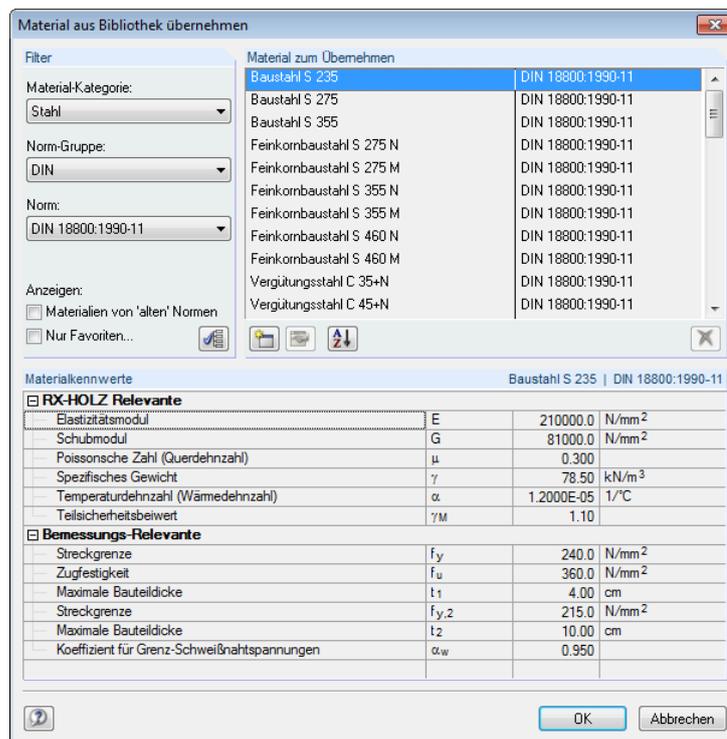


Bild 15.11: Materialbibliothek

Die Anzahl der Materialien ist nicht begrenzt und lässt sich beliebig nach unten erweitern.

### 15.2.4 Querschnitte

In Maske 1.4 *Querschnitte* können analog zu Maske 1.3 *Materialien* die Querschnittstypen und Profilsorten in einer Bibliothek ausgewählt werden. Es ist auch möglich, die relevanten Querschnitte direkt in Spalte A einzutragen.

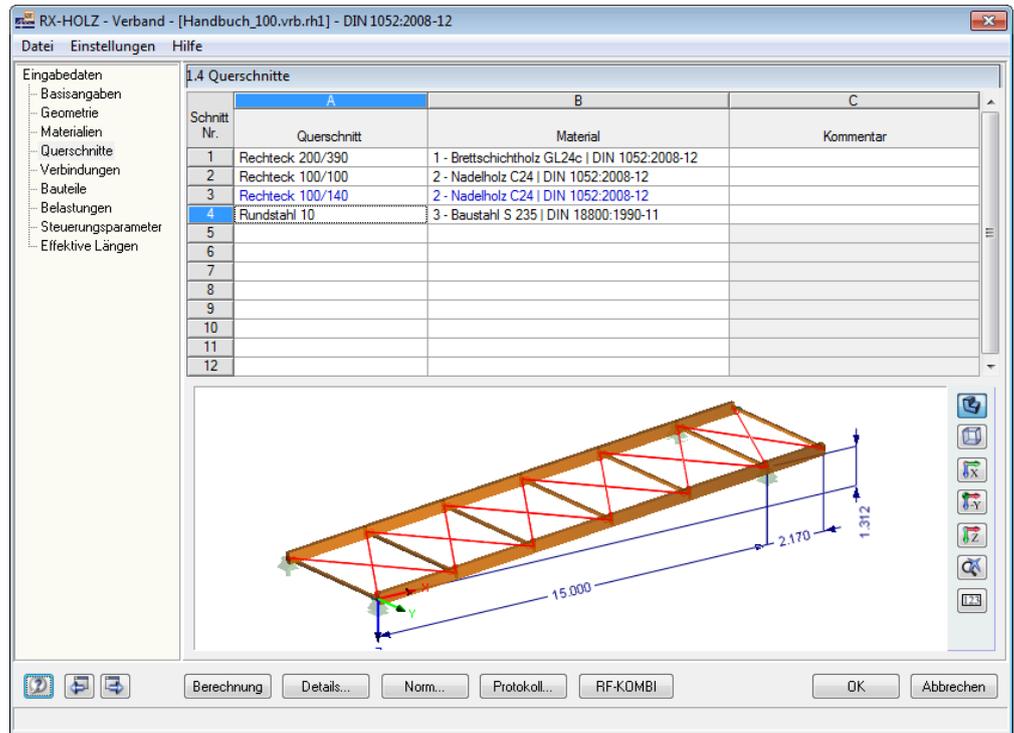


Bild 15.12: Maske 1.4 Querschnitte



Bild 15.13: Querschnittsbibliothek

Unzulässige oder unlogische Querschnitte werden in Maske 1.4 rot gekennzeichnet.

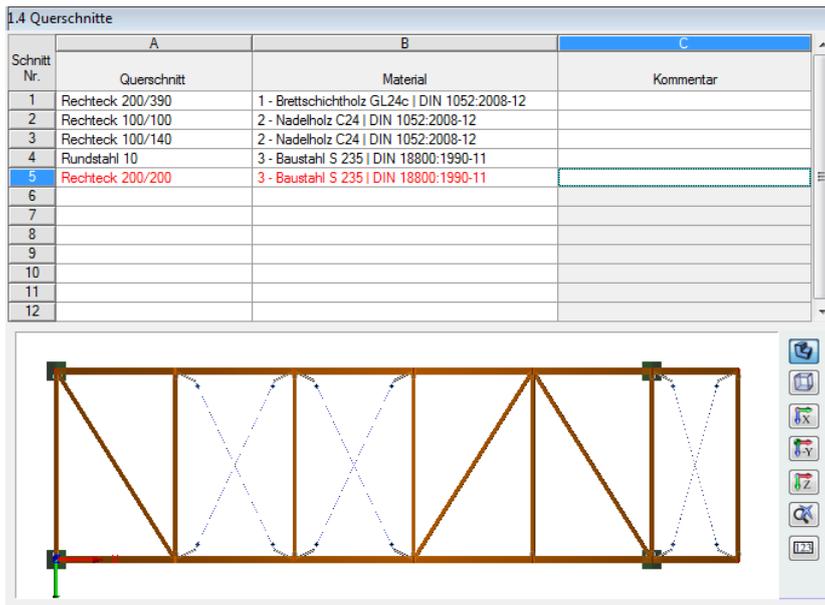


Bild 15.14: Kennzeichnung unlogischer Querschnitte

### 15.2.5 Verbindungen

Die Definition der Verbindungen erfolgt getrennt für Vertikalen, Diagonalen und kreuzende Diagonalen.

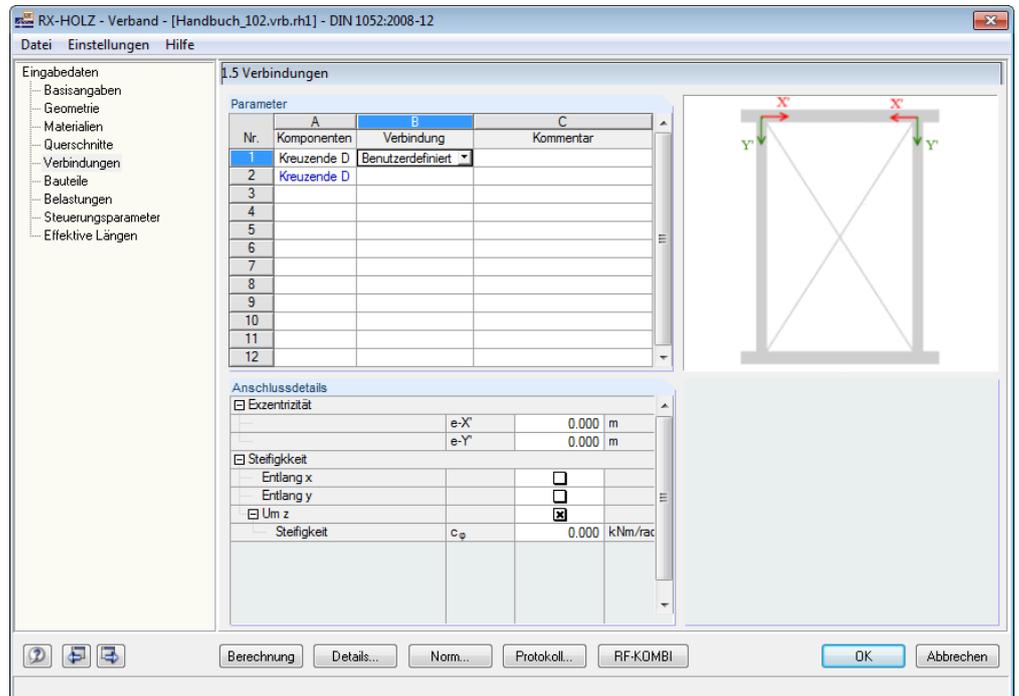


Bild 15.15: Maske 1.5 Verbindungen

In Spalte A *Komponenten* erfolgt die Wahl des Stabtyps. In Spalte B kann der Anwender definieren, ob er die Steifigkeiten *Benutzerdefiniert* eingeben will oder ob das Programm diese berechnen soll.

Für den Fall, dass die Steifigkeiten berechnen werden sollen, steht eine Datenbank mit Verbindungsmitteln zur Verfügung. Allerdings sind auch dort die Exzentrizitäten und die Anschlussgrößen manuell vorzugeben.

Anschlussdetails			
Exzentrizität			
e-X'		500.0	mm
e-Y'		250.0	mm
Stefigkeit			
Entlang x		<input type="checkbox"/>	
Entlang y		<input type="checkbox"/>	
Um z		<input checked="" type="checkbox"/>	
Stefigkeit	$c_\varphi$	0.000	kNm

Bild 15.16: Benutzerdefinierte Eingabe der Anschlussdetails

Die Exzentrizitäten beziehen sich stets auf die Anfangsknoten des Feldes. Wir definieren eine Exzentrizität von 500 mm in globale X- und 250 mm in globale Y-Richtung. Als Weg- bzw. Drehfederstefigkeit lassen wir den Wert 0 voreingestellt.

Ein Anschluss mit Durchsteckanker lässt sich schnell und einfach definieren.

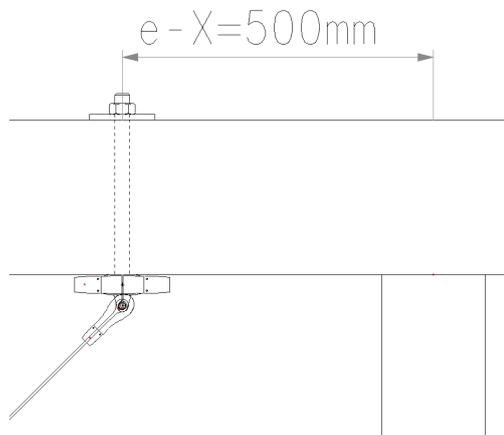


Bild 15.17: Detail Durchsteckanker

Ein Anschluss gemäß obigem Detail lässt sich prinzipiell über drei Möglichkeiten abbilden:

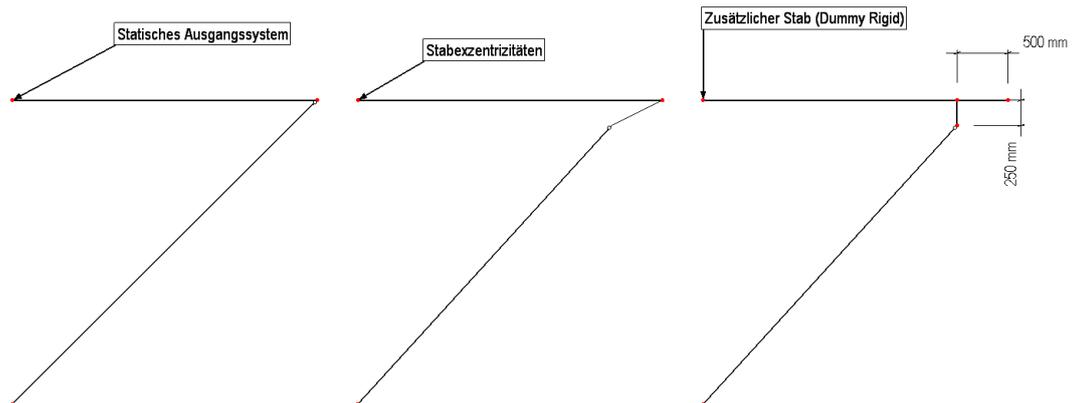


Bild 15.18: Modellierung der Exzentrizitäten

1. Eine einfache Möglichkeit besteht darin, das statische Ausgangssystem des Programms RX-HOLZ Verband zu verwenden und Exzentrizitäten nicht zu berücksichtigen.
2. Es wird eine Stabexzentrizität für den Zugstab definiert, um den Anschluss zu erfassen.
3. Es wird ein weiterer Stabtyp eingefügt, um hierüber die Exzentrizitäten zu modellieren. Diese Option ist allerdings programmtechnisch mit erhöhtem Aufwand verbunden und lässt sich in RX-HOLZ nur sehr schwierig umsetzen.

Für eine praktische zügige Modellierung bietet sich die zweite Möglichkeit an.

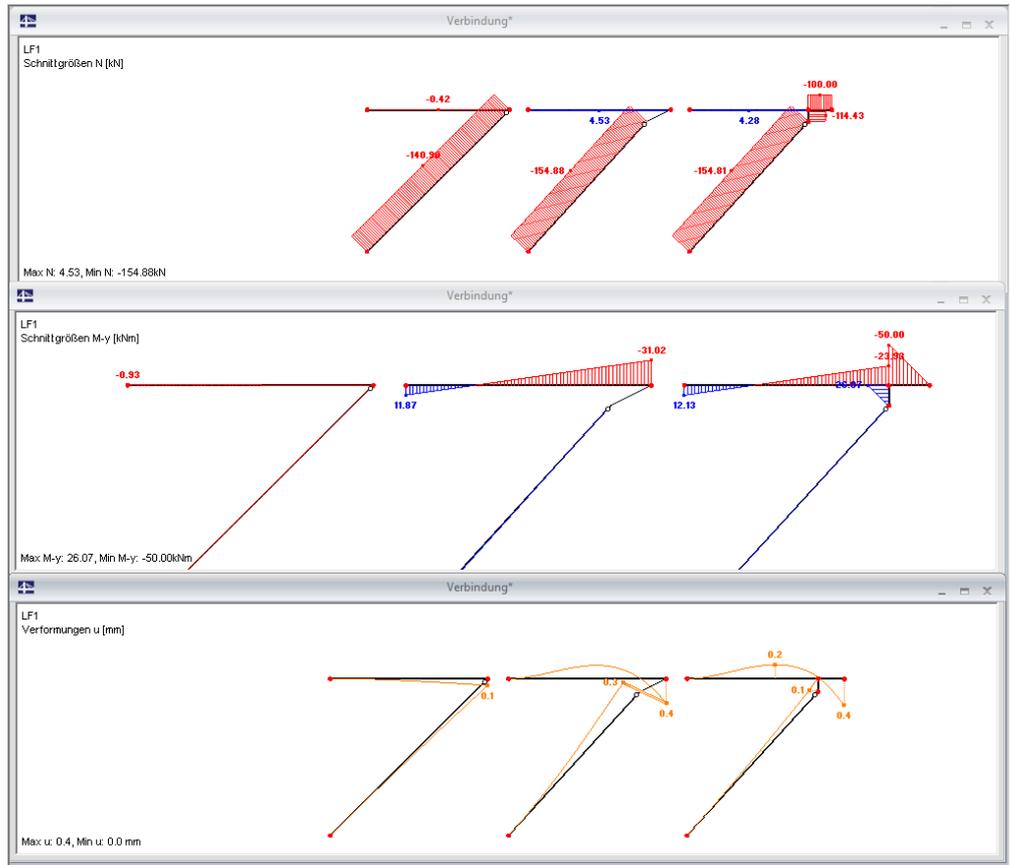


Bild 15.19: Schnittgrößen und Verformungen bei Möglichkeiten 1 bis 3 (von links nach rechts)

Wie das Bild zeigt, werden mit der dritten Möglichkeit die realistischsten Ergebnisse erzielt. Die Möglichkeit 2 liefert jedoch ähnliche Ergebnisse. Besonders die für den Verband relevante Verformung ist bei beiden Optionen identisch, während sie bei der ersten Möglichkeit sehr stark abweicht.

### 15.2.6 Bauteile

In Maske 1.6 Bauteile weisen wir zuvor definierte Verbindung den jeweiligen Bauteilen zu.

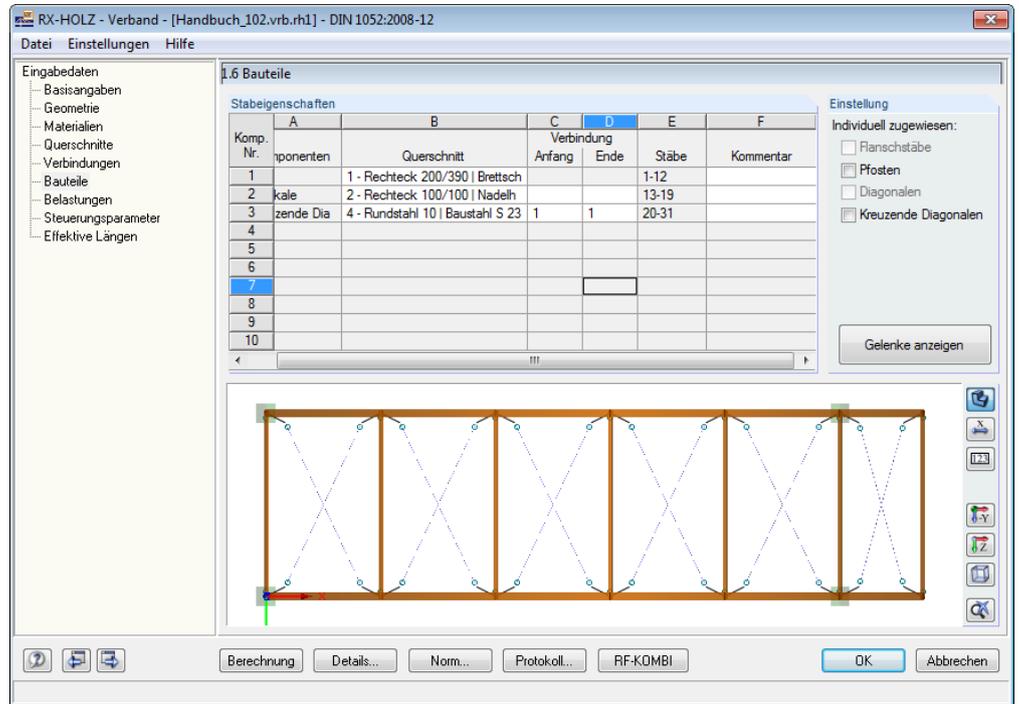


Bild 15.20: Maske 1.6 Bauteile

Für die kreuzenden Diagonalen wählen wir für den *Anfang* und das *Ende* der Stäbe die Verbindung 1 aus.

Falls die Exzentrizität eines Stabes individuell definiert werden soll, so kann im Abschnitt *Einstellung* rechts oben jedem Stab eine eigene Verbindung zugewiesen werden. Ist diese Option angehakt, kann man auch jeden Querschnitt beliebig variieren. Hierzu ist es erforderlich, den Querschnitt vorher in Maske 1.4 *Querschnitte* zu definieren.

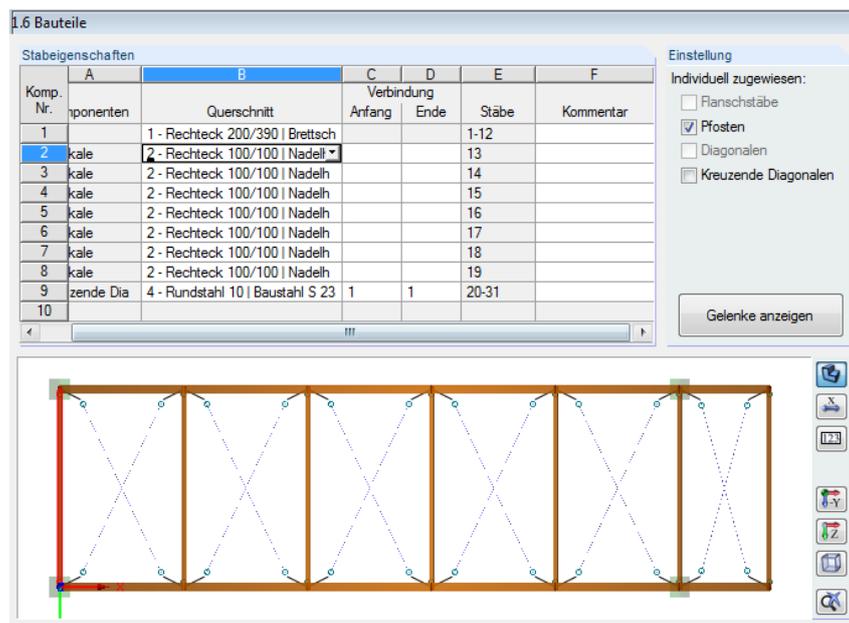


Bild 15.21: Bauteile individuell zuweisen

Gelenke anzeigen

Aufgrund des hohen Modellierungsaufwands ist eine individuelle Modellierung aber zu vermeiden.

Über die Schaltfläche [Gelenke anzeigen] lassen sich die Stäbe mit den definierten Exzentrizitäten und Steifigkeiten in Tabellenform anzeigen.

Gelenke	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/m]			Momentengelenk bzw. Feder[kNm/rad]		
	N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>T</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
<input type="checkbox"/> Stab Nr. 13						
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Stab Nr. 14						
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Stab Nr. 15						
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Stab Nr. 16						
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abgemindertes Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Stab Nr. 17						
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabanfang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gelenk am Stabende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Bild 15.22: Dialog Gelenke

In dieser Maske sind – wie in allen Masken, die eine grafische Darstellung des Verbands bieten – am rechten Rand der Grafik verschiedene Schaltflächen verfügbar (siehe Bild 15.21).

Im Rendering ist es schwer zu kontrollieren, ob das Gelenk dem richtigen Stabende zugewiesen wurde. Deshalb ist neben der fotorealistischen Ansicht eine auf die Schwerelinien reduzierte Modelldarstellung möglich. Im Drahtmodell werden die Stäbe als Linien angezeigt, sodass die Gelenke deutlich erkennbar sind. Zwischen den beiden Darstellungsvarianten kann über die entsprechende Schaltfläche gewechselt werden.

Über die Schaltfläche [Bemaßungen] können die Maßlinien am Verband angezeigt werden.

Die Nummerierung der Knoten, Linien und Flächen lässt sich über einen Klick auf den Knopf Nummerierung einblenden.

Die Ansicht des Trägers lässt sich über Ansicht in [-Y] bzw. [Z] verändern. Die Grafik zeigt sofort eine Ausschnittvergrößerung des Objekts in die gewählte Ansichtsrichtung an.

Mit der links dargestellten Schaltfläche schaltet man in die isometrische Ansicht um.

Über die letzte Schaltfläche kann die gesamte Struktur wieder angezeigt werden. Dies ist besonders hilfreich, wenn man etwas zu weit in die Struktur hineingescrollt hat.



### 15.2.7 Belastungen

Maske 1.7 *Belastungen* dürfte dem erfahrenen RX-HOLZ-Anwender vertraut erscheinen. Es bestehen allerdings einige Besonderheiten.

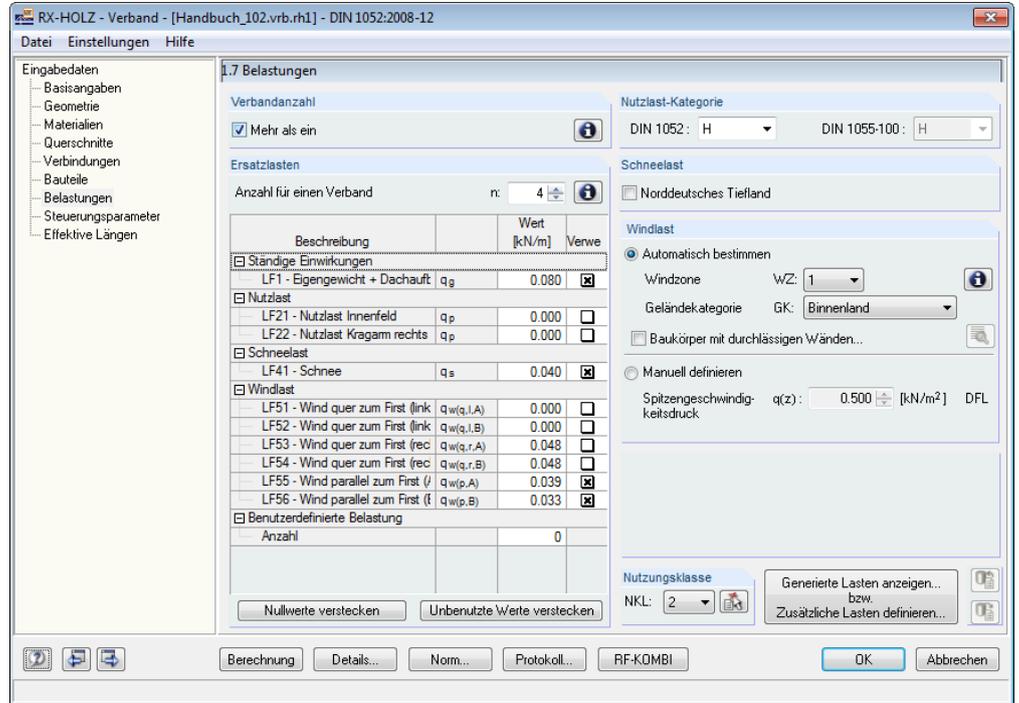


Bild 15.23: Maske 1.7 *Belastungen*

Als Erstes ist im Abschnitt *Verbandsanzahl* festzulegen, wie viele Verbände zur Aussteifung des Tragwerks herangezogen werden. Für den klassischen Fall einer viereckigen Halle sollten die anströmenden Windlasten sinnvollerweise zwischen den Verbänden aufgeteilt werden. Daher haken wir das Kontrollfeld *Mehr als ein* an.

Bei der in Maske 1.2 definierten Hallengröße von 40 m müssen bei zwei Verbänden je vier Binder durch den Verband ausgesteift werden. Wir tragen daher im Abschnitt *Ersatzlasten* die Anzahl 4 ein.



Die Art der Lastaufbringung lässt sich über die [Info]-Schaltfläche verdeutlichen.

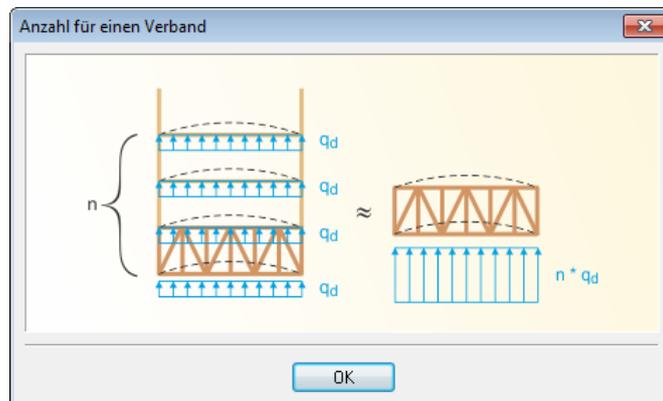


Bild 15.24: Dialog *Anzahl für einen Verband*

Im Abschnitt *Ersatzlasten* kann anhand eines Kontrollfeldes festgelegt werden, ob ein Lastfall für die Kombinatorik verwendet werden soll. Diese Option erweist sich insbesondere für benutzerdefinierte Lasten als nützlich, da diese Vorgabe nicht durch das integrierte Modul RF-KOMBI überschrieben wird. Damit bestimmt der Anwender, welche Lastfälle verwendet werden sollen und welche nicht.

Ersatzlasten

Anzahl für einen Verband n: 4 

Beschreibung		Wert [kN/m]	Verwe
<input type="checkbox"/> Ständige Einwirkungen			
LF1 - Eigengewicht + Dachauf	$q_g$	0.080	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Nutzlast			
LF21 - Nutzlast Innenfeld	$q_p$	0.000	<input type="checkbox"/>
LF22 - Nutzlast Kragarm rechts	$q_p$	0.000	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Schneelast			
LF41 - Schnee	$q_s$	0.040	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Windlast			
LF51 - Wind quer zum First (link)	$q_{w(q,l,A)}$	0.000	<input type="checkbox"/>
LF52 - Wind quer zum First (link)	$q_{w(q,l,B)}$	0.000	<input type="checkbox"/>
LF53 - Wind quer zum First (rec)	$q_{w(q,r,A)}$	0.048	<input type="checkbox"/>
LF54 - Wind quer zum First (rec)	$q_{w(q,r,B)}$	0.048	<input type="checkbox"/>
LF55 - Wind parallel zum First (j)	$q_{w(p,A)}$	0.039	<input checked="" type="checkbox"/>
LF56 - Wind parallel zum First (t)	$q_{w(p,B)}$	0.033	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Benutzerdefinierte Belastung			
Anzahl		0	

Bild 15.25: Abschnitt *Ersatzlasten*

Im Allgemeinen empfiehlt es sich, hier den Lastfall 1 und die anströmenden Windlasten auf den Giebel zu *Verwenden*. Diese führen in den meisten Fällen zu den maßgebenden Verformungen des Verbandes.

Über die Schaltflächen [Nullwerte verstecken] und [Unbenutzte Werte verstecken] können die nicht verwendeten Lasten ausgeblendet werden.

In Maske 1.7 sind für die auch in RX-HOLZ Verband automatisch ablaufende Kombinatorik die Definition der *Nutzlast-Kategorie* und der *Schneelast* des Norddeutschen Tieflands möglich. Beim Anhängen der Option *Norddeutsches Tiefland* wird automatisch in RF-KOMBI eine außergewöhnliche Kombination angelegt. Es werden dann auch die Steifigkeiten der Gelenke und der Materialien mit den charakteristischen Steifigkeiten erneut berechnet.

Die Generierung der *Windlast* erfolgt wie in den anderen Programmen der RX-HOLZ-Familie vollkommen automatisch, kann aber benutzerspezifisch deaktiviert werden.



Über die [Info]-Schaltfläche wird die Windzonenkarte von Deutschland aufgerufen. Die gewünschte Zone lässt sich dann per Doppelklick übernehmen.



Bild 15.26: Windzonenkarte für Deutschland

Die Windbelastung wird automatisch für die gewählte Dachneigung von 5° interpoliert. Gemäß DIN 1055 ergeben sich somit für den Druck- bzw. Sogbereich folgende Werte:

- Böengeschwindigkeitsdruck Windzone1  $q(z)$  = 0,50 kN/m<sup>2</sup>
- Außendruckbeiwert Bereich D  $c_{pe,10}$  = 0,69 (interpoliert für 5° DN)
- Außendruckbeiwert Bereich E  $c_{pe,10}$  = 0,27 (interpoliert für 5° DN)
- Winddruck  $c_{pe} \cdot q(z) = w_{e,D} = 0,69 \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,34 \text{ kN/m}^2$
- Windsog  $c_{pe} \cdot q(z) = w_{e,E} = 0,27 \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,14 \text{ kN/m}^2$

Aus diesen Beiwerten wird in Abhängigkeit von der in Maske 1.2 *Geometrie* definierten Gebäudehöhe die Windbelastung auf den Verband berechnet. Das Programm nimmt hierbei vereinfachend die Hälfte der Höhe an der Traufe sowie die Hälfte der Höhe am First als Last-einzugsfläche an.

Für eine genauere Lastannahme wie etwa bei einem Stahlbetonringanker, bei dem nur die Hälfte der Binderfläche zur Last-einzugsfläche herangezogen werden müsste, kann die Eingabe manuell erfolgen.

Für unser Beispiel errechnet sich die Lasteinzugsfläche daher wie folgt:

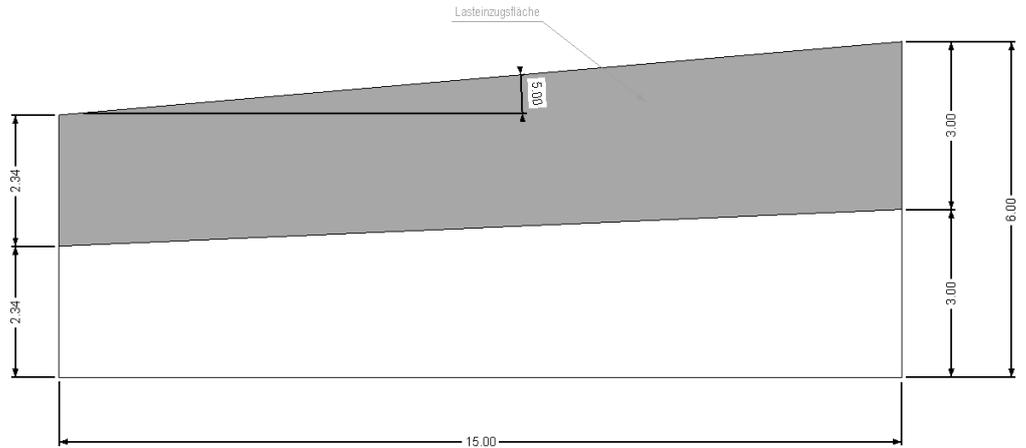


Bild 15.27: Lasteinzugsfläche

Die Lastordinaten für den **Winddruckbereich** (LF 155) ergeben sich damit zu:

$$p_1 = We_D \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,34 \text{ kN/m}^2 \cdot \left(\frac{6}{2}\right) \cdot \cos 5^\circ = 1,02 \text{ kN/m}$$

Die Abweichung von 0,03 kN/m ergibt sich durch die größere Rundung des Programms.

Die Lastordinate der Traufe ergibt sich bei einer Traufhöhe von 5,33 m analog zu:

$$P_2 = We_E \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,34 \text{ kN/m}^2 \cdot \left(\frac{4,69}{2}\right) \cdot \cos 5^\circ = 0,80 \text{ kN/m}$$

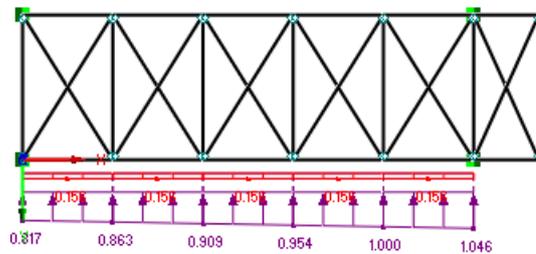


Bild 15.28: Last Winddruck Verband 1

Die Lastordinaten für den **Windsogbereich** (LF 56) ergeben sich zu:

$$p_1 = We_D \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,14 \text{ kN/m}^2 \cdot (3 \cdot \cos 5^\circ) = 1,02 \text{ kN/m}$$

Die Lastordinate der Traufe ergibt sich mit der Höhe der Traufe von 5,33 m analog zu:

$$P_2 = We_E \cdot \frac{H}{2} \cdot \cos \alpha = 0,14 \text{ kN/m}^2 \cdot (2,65 \cdot \cos 5^\circ) = 0,89 \text{ kN/m}$$

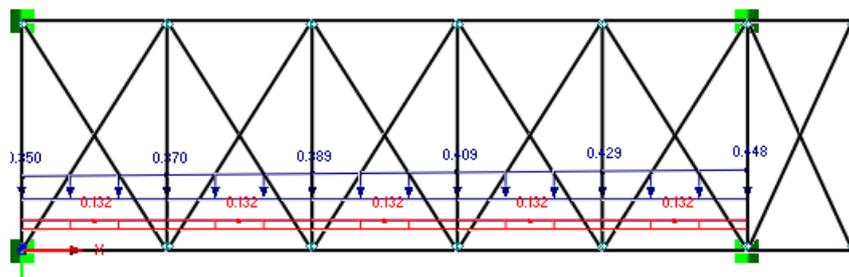


Bild 15.29: Last Windsog Verband 2

Die erforderliche Ersatzlast kann nach Gleichung 16 der DIN 1052 berechnet werden:

$$q_d = k_1 \cdot \frac{n \cdot N_d}{30 \cdot l}$$

Alternativ wird der Wert direkt aus Maske 2.4 *Lagerkräfte* des Programms RX-HOLZ BSH über die Zwischenablage (Strg + c und Strg + v) in Maske 1.7 eingefügt.

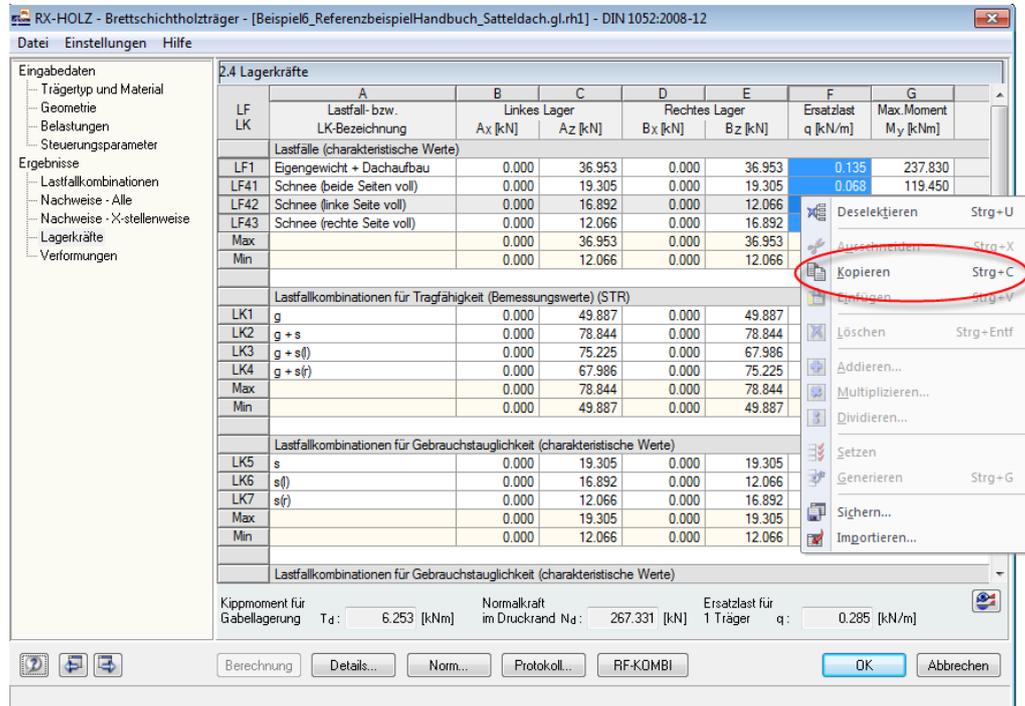


Bild 15.30: Maske 2.4 *Lagerkräfte* im Programm RX-HOLZ BSH kopieren

Generierte Lasten anzeigen...  
bzw.  
Zusätzliche Lasten definieren...

Mit der Schaltfläche [Generierte Lasten anzeigen] wechseln wir in den Dialog *Lastfälle*, um die generierten Lasten zu betrachten.

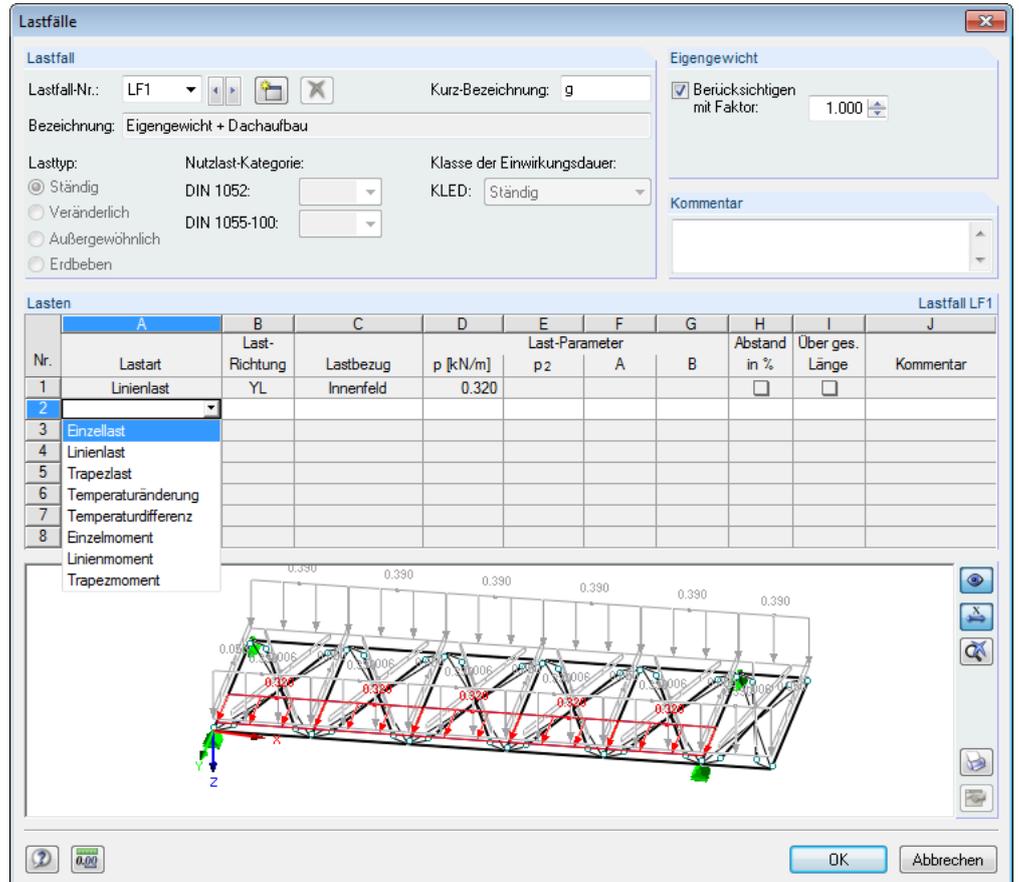


Bild 15.31: Dialog *Lastfälle*

Wie bei allen Programmen der RX-HOLZ-Familie besteht hier die Möglichkeit, die Lasten vollkommen frei zu definieren.

## 15.2.8 Steuerungsparameter

In Maske 1.8 *Steuerungsparameter* legen wir fest, dass nur die **Tragfähigkeit** untersucht werden soll. Dieser Nachweis ist meist ausreichend, da das Programm auch die Begrenzung der Durchbiegung auf  $u < l/500$  nach Abschnitt 8.4 der DIN 1052 untersucht.

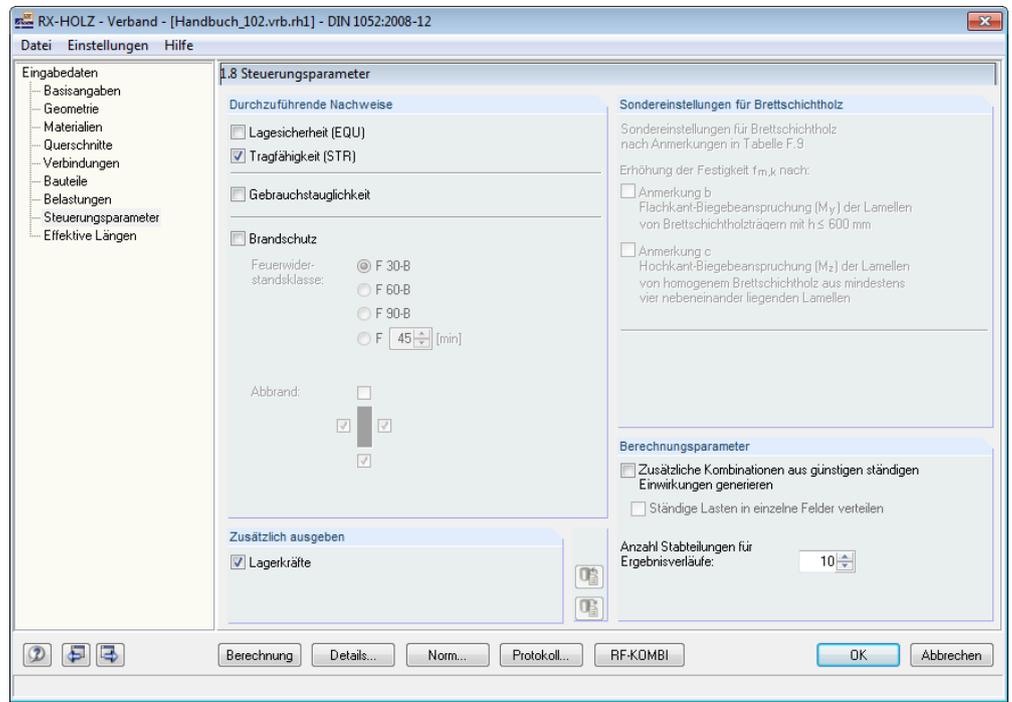


Bild 15.32: Maske 1.5 *Steuerungsparameter*



Die Schaltfläche [Bearbeiten] in den Basisangaben ruft den Dialog *Normeinstellungen* auf. Dort können u.a. die *Grenzverformungen* der Durchbiegung eingestellt werden.

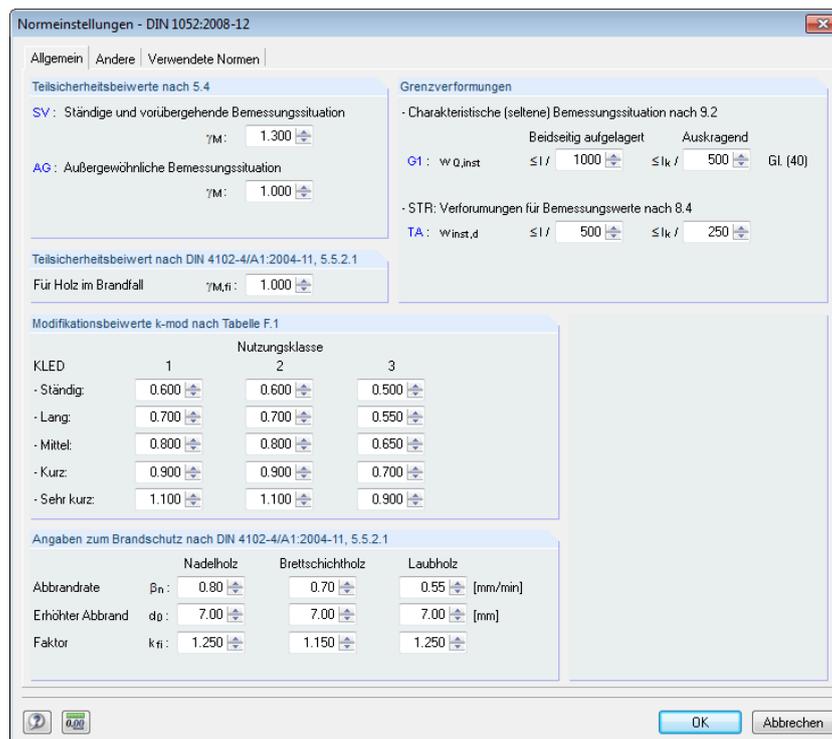


Bild 15.33: Dialog *Normeinstellungen*

Das Besondere an der Berechnung der Steifigkeiten ist, dass das Programm eine doppelte Berechnung der Schnittgrößen und Verformungen durchführt:

Gemäß Abschnitt 8.2 der DIN 1052 bzw. Abschnitt 2.2 der EN 1995 muss in der Bemessung der Tragfähigkeit mit der mittleren Steifigkeit geteilt durch den Teilsicherheitsbeiwert gerechnet werden. Im Nachweis der Gebrauchstauglichkeit jedoch sind die charakteristischen mittleren Steifigkeiten anzusetzen.

Die Kombinatorik zum Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist in RX-HOLZ Verband relativ pauschal mit der seltenen charakteristischen Kombination nach EN 1991 bzw. DIN 1055 gelöst. Gleichung (22) gemäß DIN 1055-100 lautet:

$$E_{d, \text{rare}} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Eine Besonderheit liegt noch bei den Verschiebungsmoduli  $k_{ser}$  der Gelenksteifigkeiten vor. Nach DIN 1052 müssen diese im Nachweis der Tragfähigkeit ebenfalls durch den Teilsicherheitsbeiwert von 1,3 geteilt werden. Nach EN 1995 kann allerdings mit dem mittleren Verschiebungsmodul von  $K_u = 2/3 K_{ser}$  gerechnet werden.

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit wird aber nach beiden Regelwerken mit der charakteristischen Verschiebung von  $K_{ser}$  gerechnet.

Das Programm führt diese Berechnung vollkommen automatisch in einer doppelten Berechnungsschleife durch: Im ersten Berechnungsschritt werden die Schnittgrößen und Verformungen auf Designebene im Nachweis der Tragfähigkeit ermittelt; im zweiten Rechenlauf überschreibt das Programm diese Steifigkeit der Materialien und Endgelenke und errechnet die Verformungen mit charakteristischen Steifigkeiten.

### 15.2.9 Effektive Längen

Für das Beispiel nehmen wir den Faktor  $\beta$  auf der sicheren Seite liegend mit **1,0** an. Diese Werte werden vom Programm automatisch voreingestellt, sodass in dieser Maske keine Änderungen erforderlich sind.

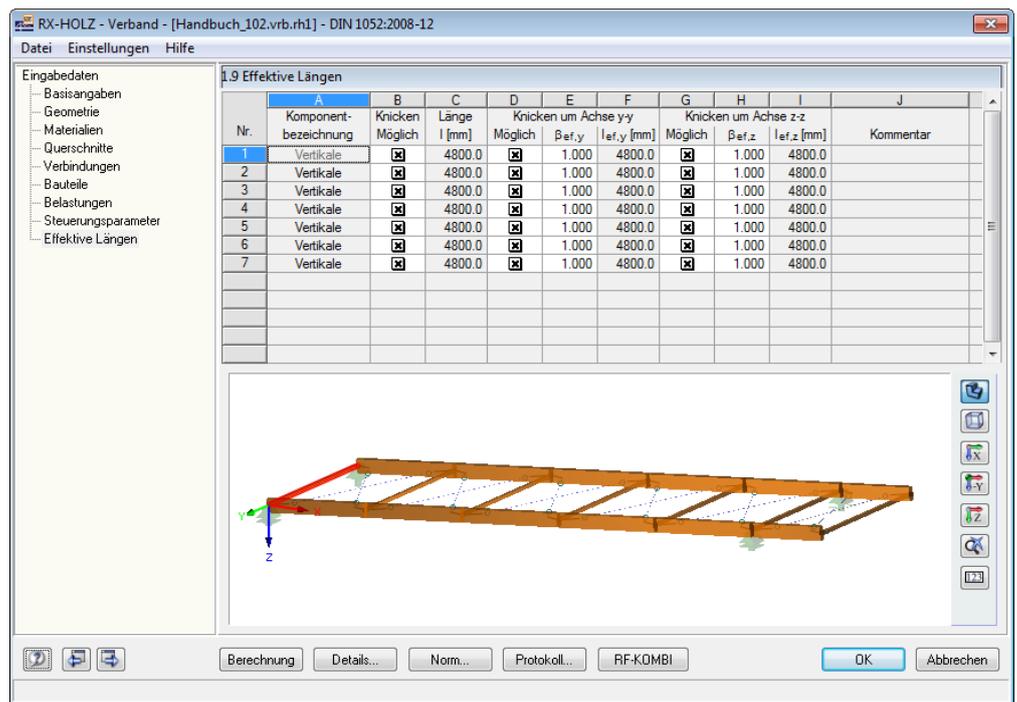


Bild 15.34: Maske 1.9 Effektive Längen

Details...

### 15.2.10 Details

Der Dialog [Details], der über die gleichnamige Schaltfläche zugänglich ist, steuert einige spezifische Bemessungsvorgaben.

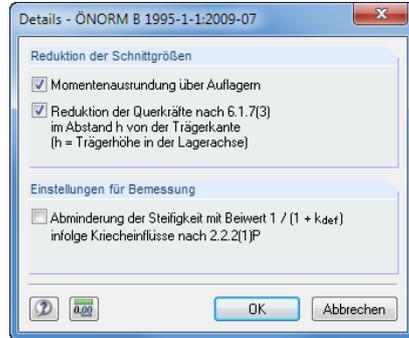


Bild 15.35: Dialog Details

In diesem Dialog haken wir die Kontrollfelder *Momentenausrundung über Auflagern* und *Reduktion der Querkräfte nach 6.1.7(3)*.

RF-KOMBI

### 15.2.11 Modul RF-KOMBI

Über die Schaltfläche [RF-KOMBI] ist das in RX-HOLZ integrierte Modul RF-KOMBI zugänglich. Dort können die Kombinationen eingesehen werden, die im Hintergrund generiert werden. Die Lastfälle werden automatisch kombiniert, sodass dieses Modul in der Regel nicht extra aufgerufen werden muss.

In der Einwirkung EW4 *Windlasten* sind die Lastfälle 51 bis 56 als alternativ wirkend zusammengefasst. Die Klasse der Lasteinwirkungsdauer ist als *Kurz* voreingestellt.

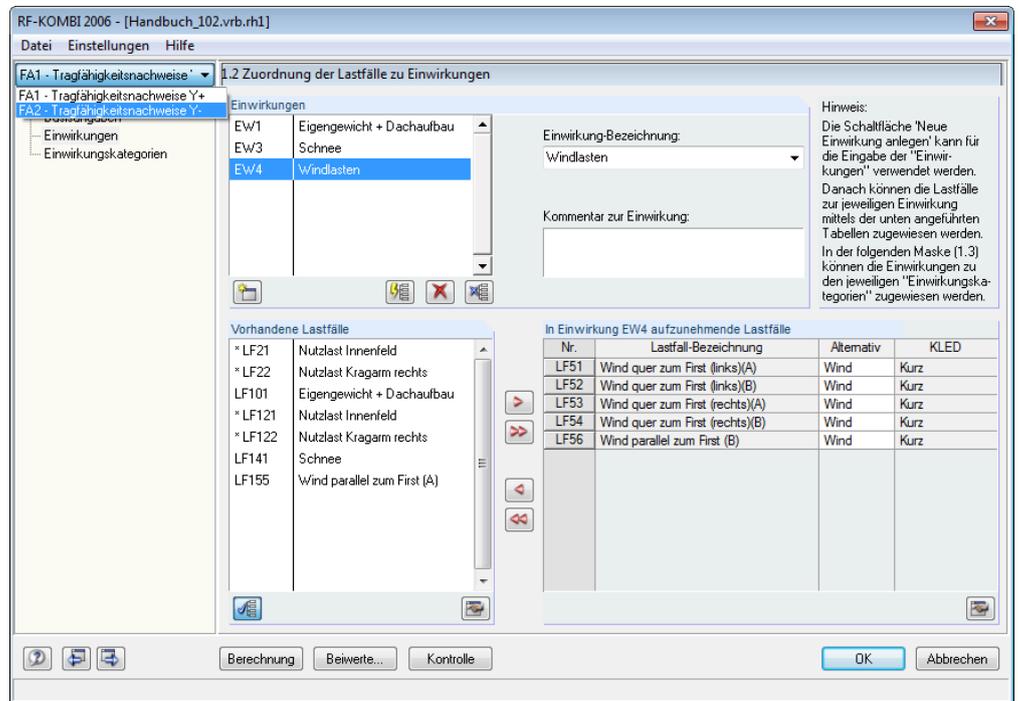


Bild 15.36: RF-KOMBI Maske 1.2: Zuordnung der Lastfälle zu Einwirkungen

In der Liste der angelegten Fälle (links oben) sind zwei Fälle für den Nachweis der Tragfähigkeit vorhanden. Dies liegt wie bereits erwähnt an der Möglichkeit, dass Stäbe bei einer bestimmten Lastkonstellation ausfallen können. Um alle Eventualitäten zu berücksichtigen,

werden die Lasten vom Programm noch einmal in umgedrehter Richtung angesetzt und automatisch kombiniert.

Die Möglichkeiten von RF-KOMBI sind im Handbuch zu diesem Modul beschrieben.

Mit [OK] erfolgt die Rückkehr in das Programm *RX-HOLZ Verband*.

## 15.3 Ergebnisse

### 15.3.1 Lastfallkombinationen/Lastfallgruppen

Berechnung

Nach der [Berechnung] können in Maske 2.1 die Tragfähigkeitsnachweise für alle Kombinationen mit den zugehörigen Auslastungen betrachtet werden. Wie bereits erwähnt, erzeugt das Programm bei einer materiellen Nichtlinearität (d. h. ausfallende Zugstäbe) automatisch Lastfallgruppen. Die Maske 2.1 wird daher als *Lastfallgruppen* bezeichnet.

Lastfallgruppe <i>LG</i>	Eine Lastfallgruppe überlagert Lastfälle, indem die <b>Belastungen</b> der enthaltenen Lastfälle zusammengefasst werden.
Lastfallkombination <i>LK</i>	In einer Lastfallkombination werden die <b>Ergebnisse</b> der enthaltenen Lastfälle überlagert.  Es ist auch möglich, mit einer <i>Oder</i> -Kombination die extremen Schnittgrößen und Verformungen aus verschiedenen Lastfällen, Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen zu ermitteln.

Der grundsätzliche Unterschied zwischen den beiden Überlagerungsarten besteht darin, dass in Lastfallgruppen die **Belastungen** aus den enthaltenen Lastfällen zusammengefasst und als Ganzes berechnet werden. In Lastfallkombinationen werden die **Ergebnisse** aus den berechneten Lastfällen überlagert. Als Ergebnisse erhält man hier immer Maxima und Minima, also zwei Werte pro Stelle. Bei einer linearen Berechnung ist es daher irrelevant, welche Überlagerungsart gewählt wird. Für eine nichtlineare Berechnung liefert aber nur die Lastfallgruppe sinnvolle Ergebnisse.

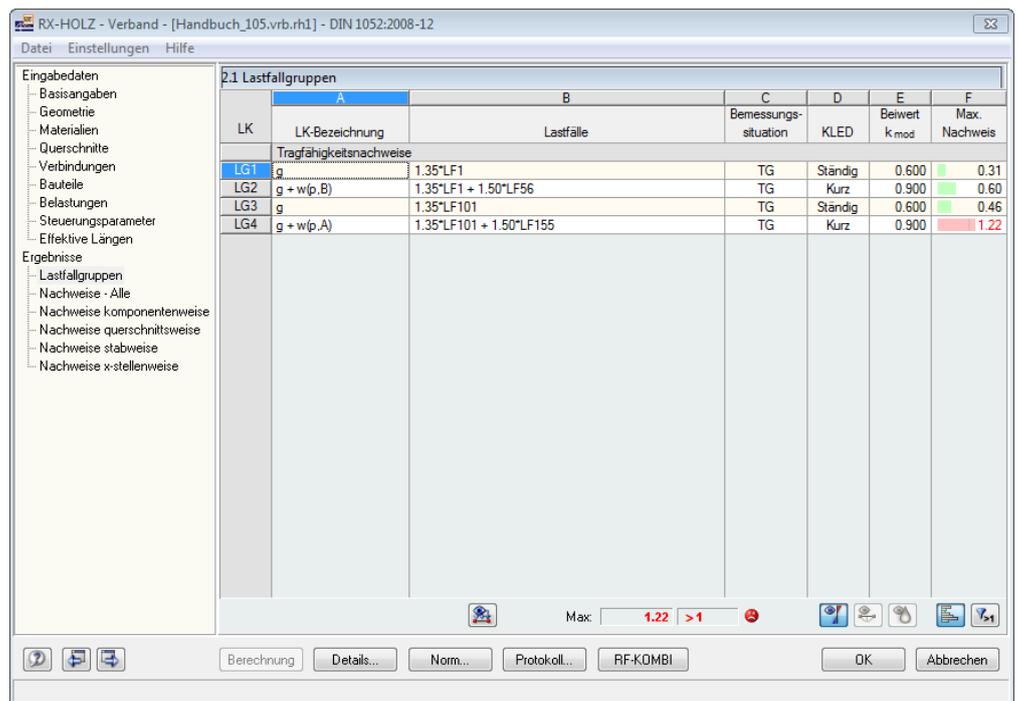


Bild 15.37: Maske 2.1 Lastfallgruppen

### 15.3.2 Nachweise Alle

Maske 2.2 *Nachweise - Alle* listet einen Überblick über die maßgebenden Nachweise in der jeweiligen Nachweissituation auf. So sind überlastete Bereiche sofort erkennbar.

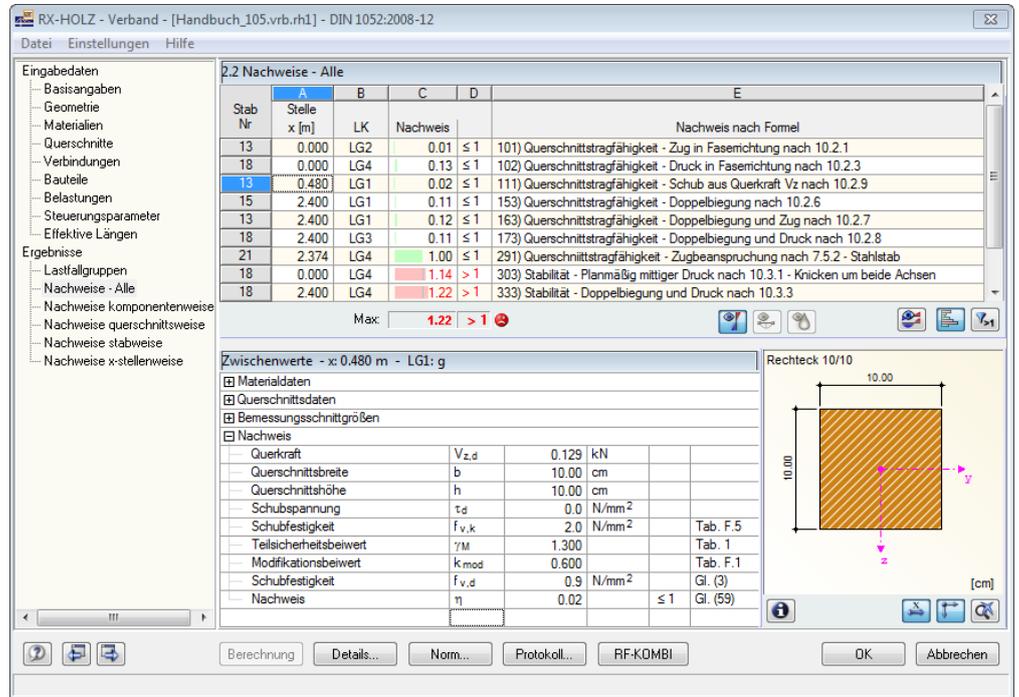


Bild 15.38: Maske 2.2 *Nachweise - Alle*

Der Träger versagt beim Nachweis der Stabilität der Druckstreben. Die Verformung ist hier mit einer Auslastung von 56 % nicht relevant.

Um den Nachweis zu erfüllen, wechseln wir wieder in die Maske 1.4 *Querschnitte* und erhöhen die Dimensionen der Druckstreben auf 12/12 cm (statisch erforderlich sind 11/11 cm – dies sind aber keine Standardabmessungen).

Mit dem vergrößerten Querschnitt erhalten wir eine Auslastung von 101 % für den Nachweis des Zugstabes (siehe folgendes Bild). Diese geringfügige Überschreitung ist kein Problem.

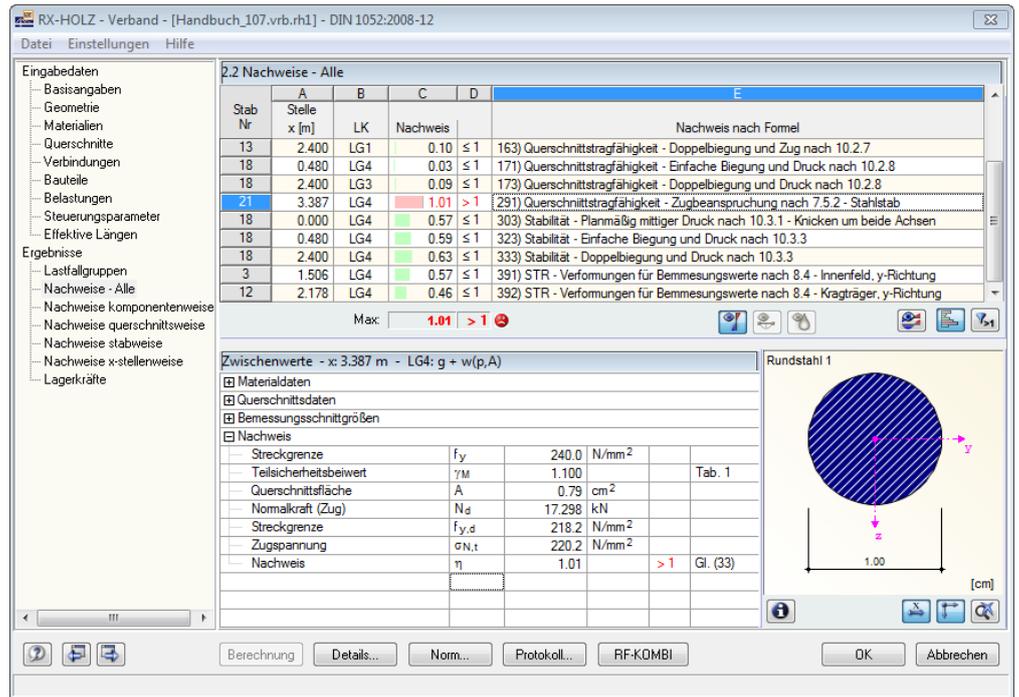


Bild 15.39: Maske 2.2 Nachweise - Alle

Zur Auswertung der Ergebnisse stehen die bekannten Möglichkeiten an Filtern und Ergebnisverläufen zur Verfügung. Beim Diagramm der Ergebnisverläufe besteht allerdings eine Besonderheit: Da RX-HOLZ Verband wie eingangs erwähnt mit sehr vielen Stäben arbeitet, ist es nicht mehr möglich, sie alle im Ergebnisverlauf darzustellen.

Die Ergebnisverläufe zeigen nur die Ergebnisse des Stabes an, der in der aktuellen Maske selektiert ist. Wenn sich also wie im obigen Bild der Cursor in der Zeile des Stabes 21 befindet und dann die Ergebnisverläufe aufgerufen werden, so werden nur die Schnittgrößen dieses Stabes angezeigt.

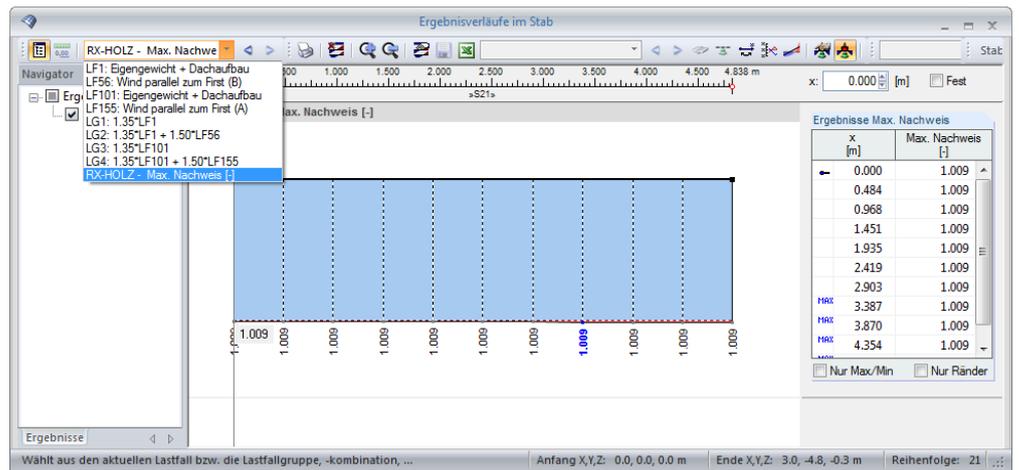


Bild 15.40: Ergebnisverläufe am Stab 21

### 15.3.3 Nachweise komponentenweise

Die Maske 2.3 *Nachweise komponentenweise* gibt die maßgebenden Nachweise der Komponenten *Vorderer Gurt*, *Hinterer Gurt*, *Vertikalen* und *Diagonalen* eines jeden Feldes aus.

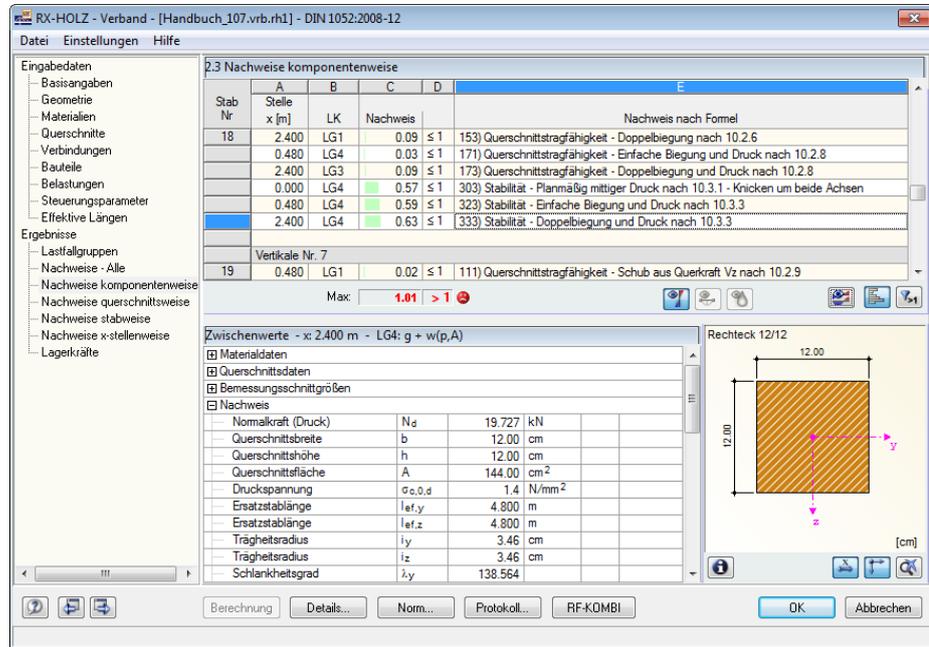


Bild 15.41: Maske 2.3 Nachweise komponentenweise

### 15.3.4 Nachweise querschnittsweise

Die Maske 2.4 *Nachweise querschnittsweise* bietet keine wesentlichen Neuerungen gegenüber Maske 2.3. Hier werden die Nachweise nach Querschnitten sortiert ausgegeben.

Falls in Maske 1.6 *Bauteile* keine individuellen Einstellungen vorgenommen wurden, stellt diese Maske die übersichtlichste und hilfreichste Tabelle dar. Hier werden die Ergebnisse in unserem Beispiel getrennt für Gurt, Vertikale und Diagonale aufgelistet.

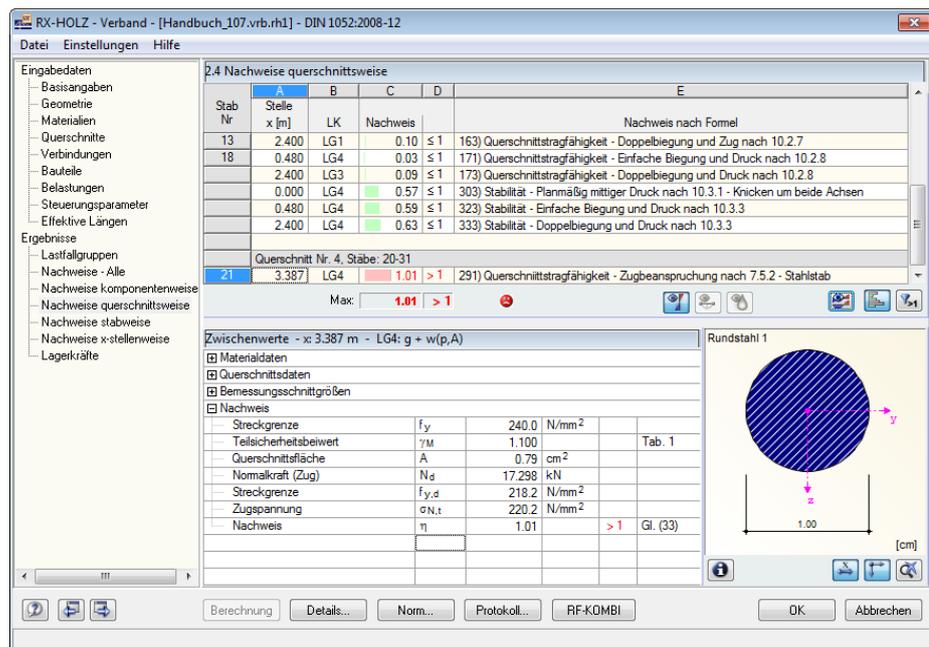


Bild 15.42: Maske 2.4 Nachweise querschnittsweise

### 15.3.5 Nachweise stabweise

In gleicher Form schließt sich die Maske 2.5 *Nachweise stabweise* an.

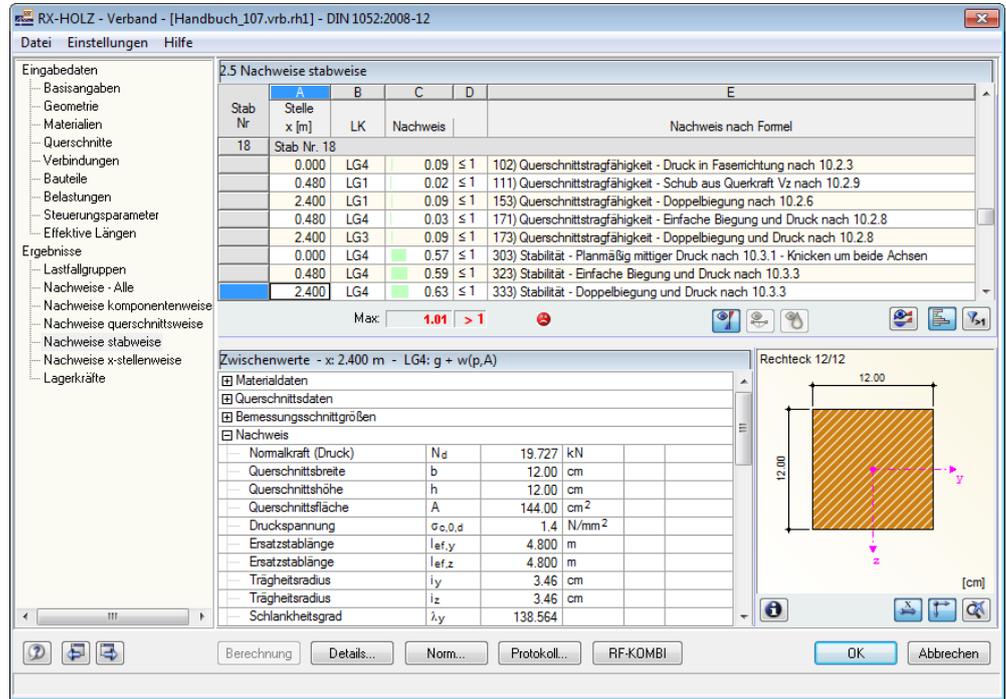


Bild 15.43: Maske 2.5 *Nachweise stabweise*

### 15.3.6 Nachweise x-stellenweise

Den Abschluss der Nachweismasken bildet die Maske 2.6 *Nachweise x-stellenweise*. Die Anzahl der x-Stellen lässt sich in Maske 1.8 *Steuerungsparameter* einstellen, was auch Einfluss auf den Umfang der in dieser Maske aufgeführten Nachweise hat.

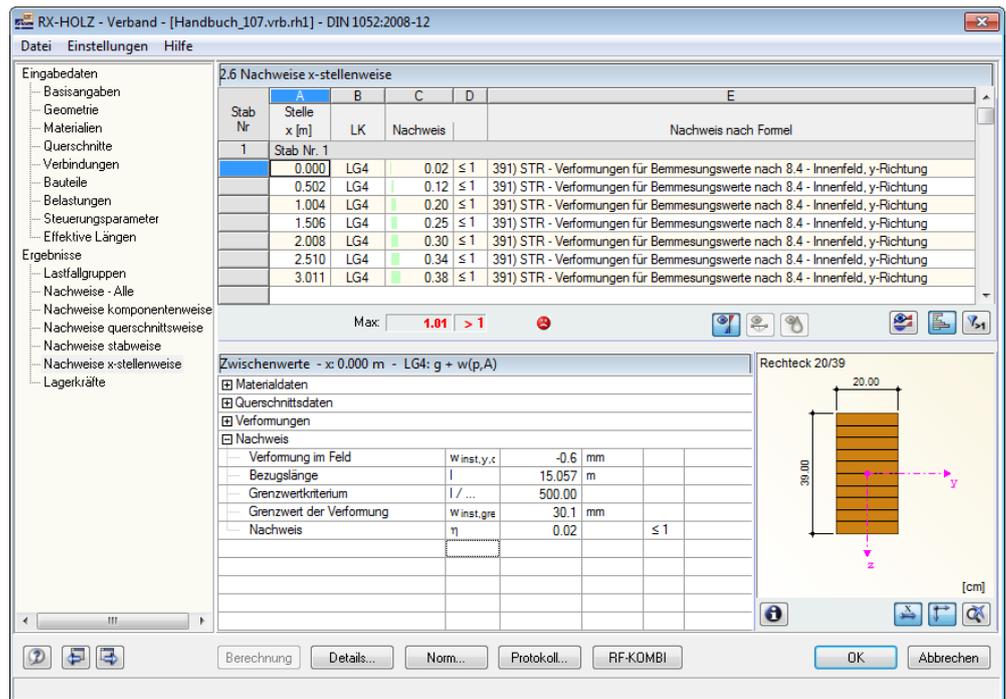


Bild 15.44: Maske 2.6 *Nachweise x-Stellenweise*

Bevor wir die Masken der Nachweise verlassen, sollten wir die Gelegenheit nutzen und uns die interessantesten Nachweise des Verbandes im Detail ansehen. Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach den einzelnen Normen wurden bereits in den anderen Beispielen dieses Handbuchs vorgestellt. Ein besonderer Nachweis in RX-HOLZ Verband ist der Nachweis der Durchbiegung beim Tragfähigkeitsnachweis.

### Nachweis der Verformung nach Abschnitt 8.4.3(9) der DIN 1052

„Falls kein genauerer Nachweis erfolgt, darf die rechnerische Ausbiegung aus  $q_d$  und anderen äußeren Einwirkungen  $l/500$  nicht überschreiten.“

Die **Steifigkeiten** werden hier programmseits auf Sicherheitsniveau angesetzt.

Steifigkeitskennwerte	Kennwerte für Tragfähigkeit	Mittelwerte
E-Modul	$E = \frac{E_{mean}}{\gamma_M}$	$E_{mean}$
Schubmodul	$G = \frac{G_{mean}}{\gamma_M}$	$G_{mean}$
Verschiebungsmodul	$K_{u,mean} = \frac{K_{u,mean}}{\gamma_M}$	$K_{u,mean} = \frac{2}{3} \cdot k_{ser}$

Die Mittelwerte der Steifigkeit sind dem Anhang F der DIN 1052 bzw. der EN 388 oder EN 1194 des Eurocode zu entnehmen.

Für unser Beispiel ergeben sich die Steifigkeitskennwerte für Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Brandschutz der jeweiligen Komponenten wie in folgender Tabelle dargestellt. Die Steifigkeitskennwerte des Brandschutzes sind dabei mit denen für eine außergewöhnliche Kombination gleichzusetzen.

Situation	Material	Tragfähigkeit	Gebrauchstauglichkeit	Brandschutz
Gurt	GL24c	$E = \frac{1160}{1,3} = 892 \text{ kN/cm}^2$	$E_{man} = 1160 \text{ kN/cm}^2$	$E_{man}$
		$G = \frac{590}{1,3} = 454 \text{ kN/cm}^2$	$G_{man} = 590 \text{ kN/cm}^2$	$G_{man}$
Vertikalen	C24	$E = \frac{1100}{1,3} = 846 \text{ kN/cm}^2$	$E_{man} = 1100 \text{ kN/cm}^2$	$E_{man}$
		$G = \frac{690}{1,3} = 531 \text{ kN/cm}^2$	$G_{man} = 690 \text{ kN/cm}^2$	$G_{man}$
Diagonalen	S235	$E = \frac{21000}{1,1} = 19091 \text{ kN/cm}^2$	$E = 21000 \text{ kN/cm}^2$	-
		$G = \frac{8100}{1,1} = 7364 \text{ kN/cm}^2$	$G = 8100 \text{ kN/cm}^2$	-
Verbindung	-	$K_{u,mean} = \frac{K_{u,mean}}{\gamma_M}$	$K_{ser}$	$K_{u,mean}$

In der maßgebenden Lastfallgruppe LG4 mit den Einwirkungen  $1,35 \times LF101 + 1,5 \times LF155$  ergeben sich Belastung, Schnittgrößen und Verformungen folgendermaßen.

**Belastung**

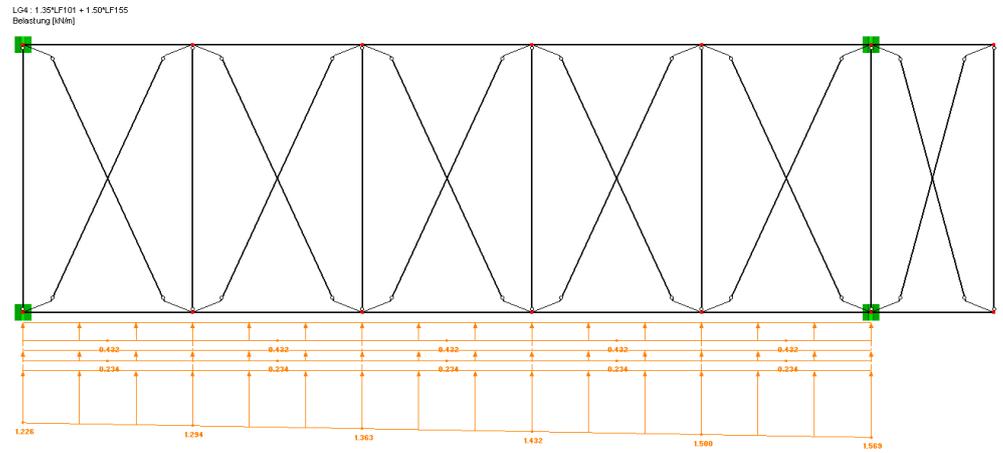


Bild 15.45: Belastung

**Verformung**

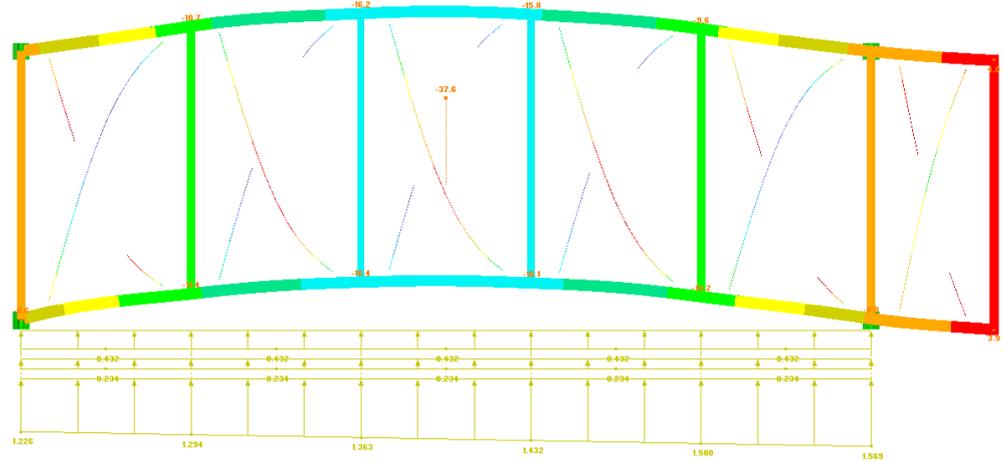


Bild 15.46: Verformung  $u_y$

**Schnittgrößen**

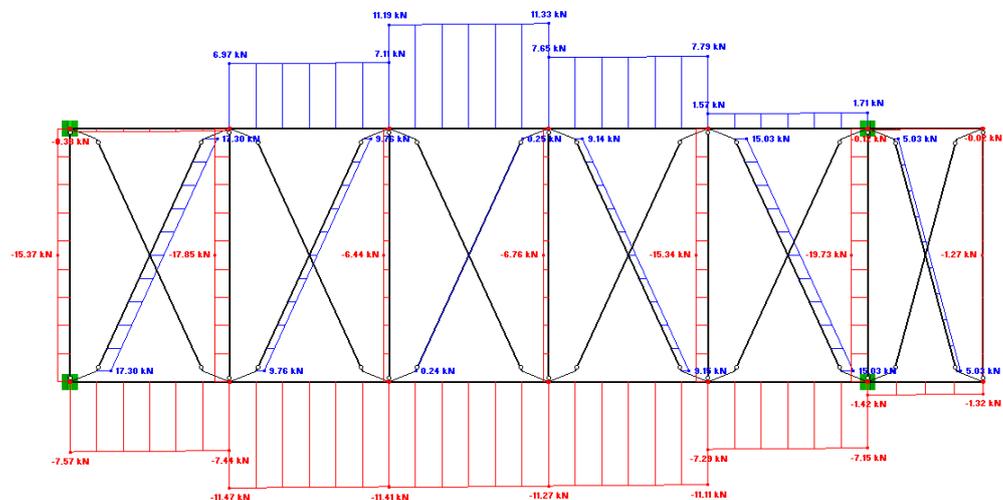


Bild 15.47: Normalkräfte N

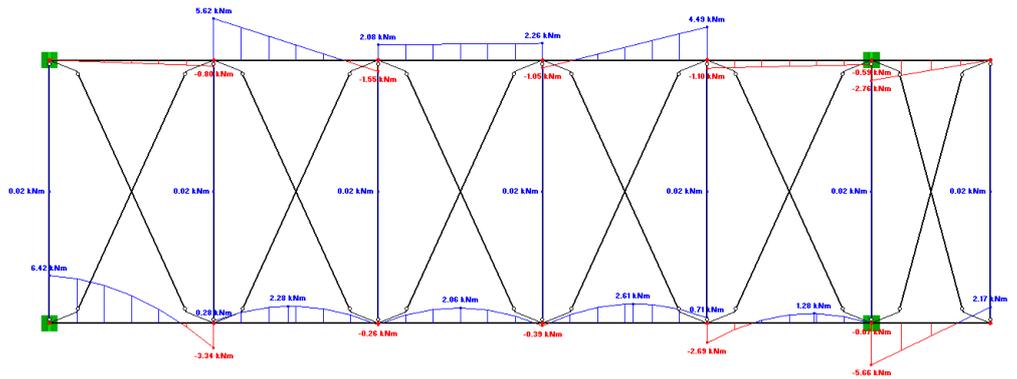


Bild 15.48: Momente  $M_z$

### Verformungsberechnung

Die Verformung wird vom Programm zu 17,1 mm errechnet. Damit ergibt sich folgender Nachweisquotient.

$$\text{Verformung} = w_{\text{inst}} = 17,1 \text{ mm}$$

$$\text{Grenzwert} = w_{\text{inst,grenz}} = l/500 = 15,06 \text{ m} / 500 = 30,1 \text{ mm}$$

### Nachweis

$$w_{\text{inst}} / w_{\text{inst,grenz}} = 17,1 \text{ mm} / 30,1 \text{ mm} = 0,57 \Rightarrow 57 \% \text{ Auslastung}$$

Der Träger ist damit für die Verformungsberechnung ausreichend steif. Zur Berechnung wurde hierbei die Verformung des Gurtes in  $u_y$ -Richtung gewählt. Die Verformung der Zugdiagonalen ist natürlich größer, aber für die Gesamtverformung irrelevant.

### Bemessung der Zugstäbe

Wie im Bild 15.47 gut zu erkennen ist, fallen die nach rechts geneigten Diagonalen aus und liefern somit keine Schnittgrößen.

Die maximale Zugkraft ergibt sich damit am Diagonalenstab 21 mit der Kraft von 17,3 kN.

$$\text{Zugspannung } N / A = 17,3 \text{ kN} / 0,79 \text{ cm}^2 = 21,9 \text{ kN/cm}^2$$

### Nachweis

$$\frac{\sigma_{N,t}}{f_{y,d}} = \frac{21,9 \text{ kN/cm}^2}{\frac{24 \text{ kN/cm}^2}{\gamma_M}} = \frac{21,9 \text{ kN/cm}^2}{\frac{24 \text{ kN/cm}^2}{1,1}} = 1,004$$

Der Stab ist somit zu 100 % ausgelastet.

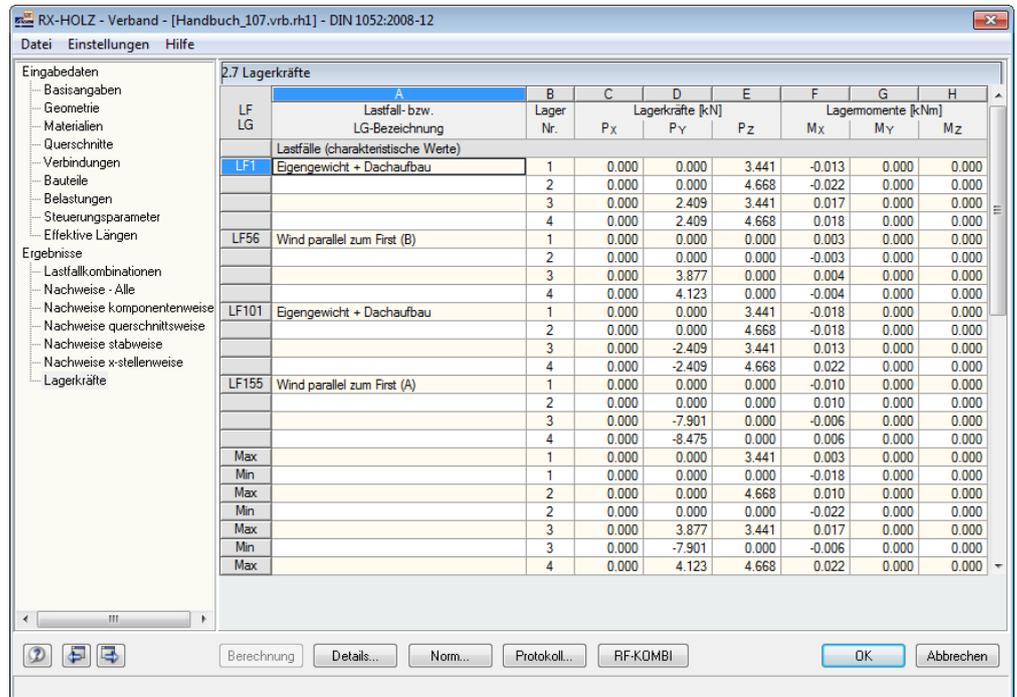
Eine Bemessung des Gurtes findet nicht statt, da dieser bereits im Programm RX-HOLZ BSH bemessen wurde.

Es ist allerdings erforderlich, die Normalkräfte des Verbandes in einer erneuten Berechnung in RX-HOLZ BSH zu berücksichtigen.

### 15.3.7 Lagerkräfte

Die letzte Maske der Ergebnisse bildet die Maske 2.7 *Lagerkräfte*. Die Lagerkräfte werden hier für alle vier Lager des Verbandes ausgegeben.

Zusätzlich wird eine Max/Min Auswertung der Kräfte durchgeführt. Damit lassen sich die weiterzuleitenden Kräfte schnell ermitteln.



LF	A	B	C	D	E	F	G	H
LG	Lastfall- bzw. LG-Bezeichnung	Lager Nr.	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	P <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
Lastfälle (charakteristische Werte)								
LF1	Eigengewicht + Dachaufbau	1	0.000	0.000	3.441	-0.013	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	4.668	-0.022	0.000	0.000
		3	0.000	2.409	3.441	0.017	0.000	0.000
		4	0.000	2.409	4.668	0.018	0.000	0.000
LF56	Wind parallel zum First (B)	1	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.000
		3	0.000	3.877	0.000	0.004	0.000	0.000
		4	0.000	4.123	0.000	-0.004	0.000	0.000
LF101	Eigengewicht + Dachaufbau	1	0.000	0.000	3.441	-0.018	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	4.668	-0.018	0.000	0.000
		3	0.000	-2.409	3.441	0.013	0.000	0.000
		4	0.000	-2.409	4.668	0.022	0.000	0.000
LF155	Wind parallel zum First (A)	1	0.000	0.000	0.000	-0.010	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
		3	0.000	-7.901	0.000	-0.006	0.000	0.000
		4	0.000	-8.475	0.000	0.006	0.000	0.000
	Max	1	0.000	0.000	3.441	0.003	0.000	0.000
	Min	1	0.000	0.000	0.000	-0.018	0.000	0.000
	Max	2	0.000	0.000	4.668	0.010	0.000	0.000
	Min	2	0.000	0.000	0.000	-0.022	0.000	0.000
	Max	3	0.000	3.877	3.441	0.017	0.000	0.000
	Min	3	0.000	-7.901	0.000	-0.006	0.000	0.000
	Max	4	0.000	4.123	4.668	0.022	0.000	0.000

Bild 15.49: Maske 2.7 Lagerkräfte

### 15.3.8 Ausdruckprotokoll

Die Dokumentation im Ausdruckprotokoll deckt sich weitgehend mit denen der Beispiele, die in den Kapiteln 10 und 11 vorgestellt wurden.

# A: Literatur

- [1] DIN 1052:2008-12 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
- [2] DIN 1055-100 Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln
- [3] DIN 1055-3 Einwirkungen auf Tragwerke – Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten
- [4] DIN 1055-4 Einwirkungen auf Tragwerke – Windlasten
- [5] DIN 1055-5 Einwirkungen auf Tragwerke – Schnee- und Eislasten
- [6] DIN 4102-22 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten
- [7] EN 1995-1-1: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten  
Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau  
Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008
- [8] EN 1995-1-2: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten  
Teil 1-2: Allgemeines – Tragwerksbemessung für den Brandfall  
Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009
- [9] EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung  
Deutsche Fassung EN 1990:2002
- [10] EN 1991-1-3: Einwirkungen auf Tragwerke  
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten  
Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009
- [11] EN 1991-1-4: Einwirkungen auf Tragwerke  
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten  
Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- [12] Schneider K.J.: Bautabellen für Ingenieure 16. Auflage, Werner Verlag (2007)
- [13] Blaß, H.J.; Ehlbeck J.; Kreuzinger H.; Steck G.: Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08; Informationsdienst Holz (März 2005)

# B: Index

## A

Achsmaßlänge .....	35
Aktuelles Projekt .....	12
Anschlussbeiwert .....	31
Ansichtsfläche .....	50
Anzeigeeigenschaften .....	86
Archivieren .....	19
ASCII-Datei .....	76
Attika .....	34, 37
Auflagerpressung .....	51, 119
Ausdruckprotokoll .....	66, 80
Ausdruckprotokoll-Muster .....	77
Ausnutzung .....	61
Ausnutzungsgrad .....	60
Ausziehwiderstand .....	161
Author.ini .....	9
Autorisierungsdatei .....	9

## B

Basisangaben .....	24
BauText .....	83
Beenden von RX-HOLZ .....	26
Beiwerte .....	28
Belastung .....	39
Bemessungssituation .....	59
Benutzerprofil .....	84
Berechnung .....	52, 58
Berechnungsparameter .....	51
Biegebeanspruchung .....	118, 143, 159
Biegespannung .....	97
Blättern in Masken .....	26
Bogenträger .....	27
Bohrdurchmesser .....	31
Brandschutz .....	49, 55, 60
Brettschichtholz .....	29, 55
Brettschichtholzträger .....	89

## C

CSV-Export .....	87
------------------	----

## D

Dachlast .....	39
Dachrand .....	34

Dateiordner trennen .....	15
Dateiordner verknüpfen .....	14
Deaktivieren .....	20
Deckblatt .....	79
Deformationsbeiwert .....	110
Details .....	52
Dezimalstellen .....	84
Dlubal-Papierkorb .....	15, 22
Dongle .....	9
Drag & Drop .....	67
Druckdatei .....	82
Drucken .....	82
Druckfestigkeit .....	56
Druckkopf .....	71, 72, 73
Druckkopfmuster .....	72
Durchbiegung .....	121
Durchlässige Wände .....	44
Durchlaufträger .....	104
Durchlaufwirkung .....	35

## E

Effektive Längen .....	110
Eigengewicht .....	39, 40, 47
Einheiten .....	84
Einschränkungen .....	11
Erdbeben .....	11
Ergebnisdiagramm .....	65
Ergebnistabellen .....	58
Ergebnisverläufe .....	62, 65, 73
Excel .....	87
Export Ergebnisse .....	87

## F

Faser .....	53
Faseranschnittswinkel .....	52
Felddurchbiegung .....	64
Feuerwiderstandsklasse .....	49
Filter .....	70
Filterfunktion .....	60
Firmenkopf .....	71, 72
Firmenlogo .....	72
Firstkeil .....	27
Fischbauchträger .....	27, 101

Fonts.....	78	Lasten.....	47
Formbeiwert .....	43	Lastfall.....	46
<b>G</b>		Lastfallkombination.....	57, 59, 61, 65
Gebäudeabmessungen .....	34	Lastkategorie.....	40
Gebrauchstauglichkeit .....	49, 59, 60	Lastrichtung .....	48
Geländetyp .....	41	Layout .....	78
Geometrie.....	34	Logo.....	72
Grafik drucken .....	75	<b>M</b>	
Günstige Einwirkungen .....	51	Maske.....	26
<b>H</b>		Material.....	29
Historie .....	19	Materialbibliothek.....	29, 39
Holzgüte.....	29	Mittellinie.....	49
Holzwerkstoffplatten .....	30, 33	Modifikationsbeiwert.....	55, 60
Holzwerkstoffstreifen .....	30, 32	Modulfilter .....	13
Horizontallasten .....	11	Momentenausrundung .....	116
<b>I</b>		Momentenumlagerung .....	159
Info-Parameter.....	38	Musterprotokoll .....	77
Innenträger.....	40	<b>N</b>	
Installation.....	9	Nachweis.....	49, 60, 61
<b>K</b>		Nationaler Anhang.....	6, 28, 54, 128
Keilzinkenverbindung .....	146	Navigator .....	26
Kippen .....	34, 37, 51	Netzwerk.....	10, 23
Kippmoment.....	37, 63	Netzwerk-Projekte.....	25
Kippnachweis .....	98, 102, 119, 145, 161	Neue Seite .....	67
Klebefugenfestigkeit.....	31, 32, 33	Norm.....	28, 54, 56, 128
KLED .....	60	Nutzlast.....	40
KOMBI .....	57	Nutzlastkategorie .....	48
Kombinationsbeiwerte.....	41, 112	Nutzungsklasse .....	41
Konfiguration .....	86	<b>O</b>	
Kontextmenü.....	67	OpenOffice.....	87
Koppelfette.....	148	Optimierung.....	50
Kopplung.....	151, 161	<b>P</b>	
Kragarm.....	27, 34, 36, 44, 48	Papierkorb.....	18, 22
Kurzbezeichnung .....	47, 59	Parallelinstallation .....	10
<b>L</b>		Parallelträger.....	27
Lager.....	49, 52	PDF-Datei .....	83
Lagerbreite .....	35	Pfette .....	148
Lagerfedern .....	50	Pfetten .....	37
Lagerkräfte .....	63	Plausibilitätskontrolle.....	35
Lagerungsart .....	50	Position .....	12
Lamellendicke.....	36, 50	Position anlegen.....	24
Lastarten.....	48	Position kopieren .....	17
Lastbezug .....	48	Position löschen .....	18

Position öffnen .....	17	Stabteilungen .....	51
Position umbenennen .....	18	Stahlstangen .....	30, 31
Position-Bezeichnung .....	24, 71	Standarddrucker .....	66, 82
PRO.DLP .....	14, 23	Start RX-HOLZ .....	11
Projekt anlegen .....	13	Stelle X .....	61, 62
Projekt löschen .....	15	Steuerungsparameter .....	49
Projekt-Bezeichnung .....	16, 71	Stütze .....	49, 50, 124
Projektmanager .....	12	<b>T</b>	
Pulldachträger .....	27	Teilsicherheitsbeiwert .....	54
<b>Q</b>		Text drucken .....	75
Querschnittsbibliothek .....	50	Textdatei drucken .....	76
Querzugverstärkung .....	30, 55	Torsion .....	52
<b>R</b>		Torsionsnachweis .....	99
Rahmen .....	133	Trägerhöhe .....	50
Randträger .....	35, 40	Trägertyp .....	27
Reduktion Schnittgrößen .....	53	Tragfähigkeit .....	49, 59, 60
Reduzierung der Querkraft .....	116	Trapezlast .....	48
RF-KOMBI .....	48, 110	<b>U</b>	
RTF-Datei .....	76, 83	Überhang .....	42
RX-HOLZ starten .....	11	<b>V</b>	
<b>S</b>		Verband .....	37, 162
Satteldachträger .....	27, 89	Verbindungsmitel .....	151, 160
Schneefanggitter .....	43	Verformung .....	51
Schneelast .....	11, 41	Verformungen .....	54, 64
Schneelastzone .....	41	Verzeichnisse .....	23
Schraubentragfähigkeit .....	31	Vollholz .....	32
Schubbeiwert .....	55	Volumenfaktor .....	56
Schubkraftbeanspruchung .....	118, 130, 158	Voutenstäbe .....	51
Schubspannung .....	96	<b>W</b>	
Schwingungsnachweis .....	51, 64, 122	Winddruck .....	45, 138
Scrollrad .....	48	Windlast .....	11, 43, 47
Seitennummerierung .....	72	Windsog .....	45, 138
Seitenvorschau .....	68	Windzone .....	43
Seitliche Halterung .....	37	Windzonenkarte .....	44
Selektion Ausdruckprotokoll .....	69	<b>X</b>	
Sondereinstellungen .....	52	x-Stelle .....	51
Spannungen .....	56	X-Stelle .....	61, 62
Sperrholz .....	32	<b>Z</b>	
Sprache .....	85	Zusätzliche Lasten .....	46
Sprache einstellen .....	80	Zwischenwerte .....	61