



Fassung
August 2017

Zusatzmodule

RF-/MAST

Generierung und Bemessung von
Gittermastmodellen

Programmbeschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

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



© **Dlupal Software GmbH 2017**
Am Zellweg 2
93464 Tiefenbach
Deutschland

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



Inhalt

	Inhalt	Seite
1.	Einleitung	4
1.1	Zusatzmodule RF-/MAST	4
1.2	Gebrauch des Handbuchs	4
1.3	Aufruf des Moduls RF-/MAST	5
2.	Allgemeine Funktionen	6
2.1	Eingabemasken	6
2.2	Einheiten und Dezimalstellen	7
2.3	Datenexport	7
3.	RF-/MAST Struktur	9
3.1	Eingabedaten	9
3.1.1	Masttyp	9
3.1.2	Querschnitte	11
3.1.3	Mastschüsse	15
3.1.4	Vertikale Ausfachung	18
3.1.5	Vertikale Ausfachung - Seiten L, R	21
3.1.6	Vertikale Ausfachung - Seite B	22
3.1.7	Vertikale Ausfachung - Seite R	22
3.1.8	Horizontale Gurte	23
3.1.9	Horizontale Ausfachung	24
3.1.10	Innere Ausfachung	26
3.1.11	Querarme	28
3.2	Generierung	30
3.3	Generierte Daten	30
3.3.1	Stabendgelenke	30
3.3.2	Stabdrehungen	32
3.3.3	Stückliste	33
3.4	Export	34
4.	RF-/MAST Anbauten	35
4.1	Eingabedaten	35
4.1.1	Basisangaben	35
4.1.2	Bühnen	37
4.1.3	Aufsatzrohr	42
4.1.4	Antennenträger	43
4.1.5	Antennengruppen	45
4.1.6	Antennen	46
4.1.7	Antennenersatzflächen	49
4.1.8	Innenschächte	50
4.1.9	Kabelbahnen	51
4.1.10	Leitern	52
4.2	Details	54
4.3	Export	54
5.	RF-/MAST Belastung	56
5.1	Eingabedaten	56
5.1.1	Basisangaben	56
5.1.2	Eigengewicht	58
5.1.3	Windlast - Teil 1	59



5.1.4	Windlast - Teil 2	62
5.1.5	Windlast - Ermittlung des Strukturbeiwertes	63
5.1.6	Abschätzung	64
5.1.7	Eislasten - Vereisungsklasse G	65
5.1.8	Eislasten - Vereisungsklasse R	67
5.1.9	Verkehrslasten	69
5.2	Details	70
5.3	Generierung	71
5.4	Generierte Daten	71
5.4.1	Lastfälle	71
5.4.2	Eigengewicht und Eisgewicht	72
5.4.3	Windlasten - Strukturbeiwert	73
5.4.4	Windlasten - Mast	74
5.4.5	Windlasten - Horizontale Ausfachung	75
5.4.6	Windlasten - Weitere Ergebnismasken	76
5.4.7	Windlasten - Begrenzung der Windlast	76
5.5	Export	77
6.	RF-/MAST Knicklängen	78
6.1	Eingabedaten	78
6.2	Details	80
6.3	Generierung	82
6.4	Generierte Daten	83
6.4.1	Knicklängen - Fachwerkstäbe	83
6.4.2	Knicklängen - Nichtfachwerkstäbe	84
6.5	Export	85
7.	RF-/MAST Bemessung	86
7.1	Eingabedaten	86
7.1.1	Basisangaben	86
7.1.1.1	Tragfähigkeit	87
7.1.1.2	Gebrauchstauglichkeit	89
7.1.1.3	Nationaler Anhang (NA)	90
7.1.2	Stabtypen	92
7.1.3	Materialien	93
7.1.4	Querschnitte	95
7.1.5	Effektive Längen - Fachwerkstäbe	97
7.1.6	Effektive Längen - Nichtfachwerkstäbe	99
7.1.7	Effektive Längen - Stabsätze	101
7.1.8	Knotenlager - Stabsätze	102
7.1.9	Stabendgelenke - Stabsätze	106
7.1.10	Gebrauchstauglichkeitsparameter	107
7.1.11	Eckstielstäbe	109
7.1.12	Ausfachungsstäbe	110
7.1.13	Manuelle Eingabe der wirksamen Schlankheit	111
7.1.14	Parameter - Stäbe	112
7.2	Berechnung	113
7.2.1	Detaileinstellungen	113
7.2.1.1	Tragfähigkeit	113
7.2.1.2	Stabilität	115
7.2.1.3	Gebrauchstauglichkeit	117
7.2.1.4	Gittermast	118
7.2.1.5	Wölbkrafttorsion	119
7.2.1.6	Plastizität	120



7.2.1.7	Allgemein	121
7.2.2	Start der Berechnung	123
7.3	Ergebnisse	124
7.3.1	Nachweise lastfallweise	124
7.3.2	Nachweise querschnittsweise	125
7.3.3	Nachweise stabsatzweise	126
7.3.4	Nachweise stabweise	127
7.3.5	Nachweise x-stellenweise	127
7.3.6	Anschlussbemessung	128
7.3.7	Nachweise antennenweise	129
7.3.8	Maßgebende Schnittgrößen stabweise	130
7.3.9	Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise	131
7.3.10	Stabschlankheiten - Fachwerkstäbe	131
7.3.11	Stabschlankheiten - Nichtfachwerkstäbe	132
7.3.12	Stückliste stabweise	133
7.3.13	Stückliste stabsatzweise	134
7.4	Ergebnisauswertung	135
7.4.1	Ergebnisse am RFEM/RSTAB-Modell	136
7.4.2	Ergebnisverläufe	139
7.4.3	Filter für Ergebnisse	140
7.5	Optionen	142
7.5.1	Bemessungsfälle	142
7.5.2	Querschnittsoptimierung	144
8.	Ausdruck	146
8.1	Ausdruckprotokoll	146
8.2	Grafikausdruck	147
A.	Literatur	148
B.	Index	149

1 Einleitung

1.1 Zusatzmodule RF-/MAST

Mit den Zusatzmodulen RF-MAST (für RFEM) und MAST (für RSTAB) bietet DLUBAL leistungsfähige Werkzeuge zur Erzeugung und Bemessung von Gittermastmodellen an. Damit lassen sich drei- oder vierseitige Mastkonstruktionen, die auch räumlich ausgesteift sein können, generieren, Anbauteile ergänzen, Lasten zuweisen und als Gesamtmodell nachweisen.



Dieses Handbuch beschreibt die Zusatzmodule der beiden Hauptprogramme gemeinsam unter der Bezeichnung **RF-/MAST**.

Die RF-/MAST-Module bieten mit ihrem klaren Aufbau und den intuitiven Eingabemasken eine innovative Arbeitserleichterung für den Anwender. Geometrisch aufwändige 3D-Maststrukturen lassen sich damit in kürzester Zeit für RSTAB bzw. RFEM erzeugen. Umgekehrt ist mit den RF-MAST-Modulen auch die Änderung eines existierenden Modells auf einfache Weise möglich.

Die RF-/MAST-Produktpalette umfasst folgende Zusatzmodule:

- **RF-/MAST Struktur** – Generierung der Gittermastgeometrie
- **RF-/MAST Anbauten** – Erzeugung von Anbauteilen wie Antennen, Bühnen oder Leitern
- **RF-/MAST Belastung** – Generierung der Belastung
- **RF-/MAST Knicklängen** – Ermittlung der Knicklängen
- **RF-/MAST Bemessung** – Nachweis des Gittermastes nach [1], [2] oder [3]

Da RF-/MAST in die Benutzeroberfläche des Hauptprogramms integriert ist, können nicht nur die Geometrie- und Belastungsdaten, sondern auch die Nachweise im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB visualisiert und in das zentrale Ausdruckprotokoll eingebunden werden.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit den RF-/MAST-Zusatzmodulen.

Ihr DLUBAL-Team

1.2 Gebrauch des Handbuchs

Da die Themenbereiche Installation, Benutzeroberfläche, Ergebnisauswertung und Ausdruck im RFEM- bzw. RSTAB-Handbuch erläutert sind, wird hier auf eine Beschreibung verzichtet. Der Schwerpunkt dieses Handbuchs liegt auf den Besonderheiten, die sich im Rahmen der Arbeit mit den Zusatzmodulen RF-/MAST ergeben.

Das Handbuch orientiert sich an der Reihenfolge und am Aufbau der Eingabe- und Ergebnismasken. Kapitel 2 beschreibt die Parameter, die für alle RF-/MAST-Module gelten. In den anschließenden Kapiteln werden die spezifischen Eingabe- und Ergebnismasken der Module erläutert.



Im Text sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Neu]. Zugleich sind sie am linken Rand abgebildet. Die Begriffe, die in Dialogen, Tabellen und Menüs erscheinen, sind in *Kursivschrift* hervorgehoben, sodass die Erläuterungen gut nachvollzogen werden können.

Am Ende des Handbuchs befindet sich ein Stichwortverzeichnis. Sollten Sie nicht fündig werden, können Sie die Suchfunktion für die **Produkt-Features** auf unserer Website nutzen, um unter den Beiträgen zu den Zusatzmodulen eine Lösung zu finden. Auch unsere **FAQs** bieten eine Reihe an Hilfestellungen.

1.3 Aufruf des Moduls RF-/MAST

In RFEM bzw. RSTAB bestehen mehrere Möglichkeiten, das Zusatzmodul RF-/MAST zu starten.

Menü

Sie können das relevante RF-/MAST-Modul aufrufen mit dem RFEM- bzw. RSTAB-Menü

Zusatzmodule → **Gittermasten** → **RF-/MAST ...**

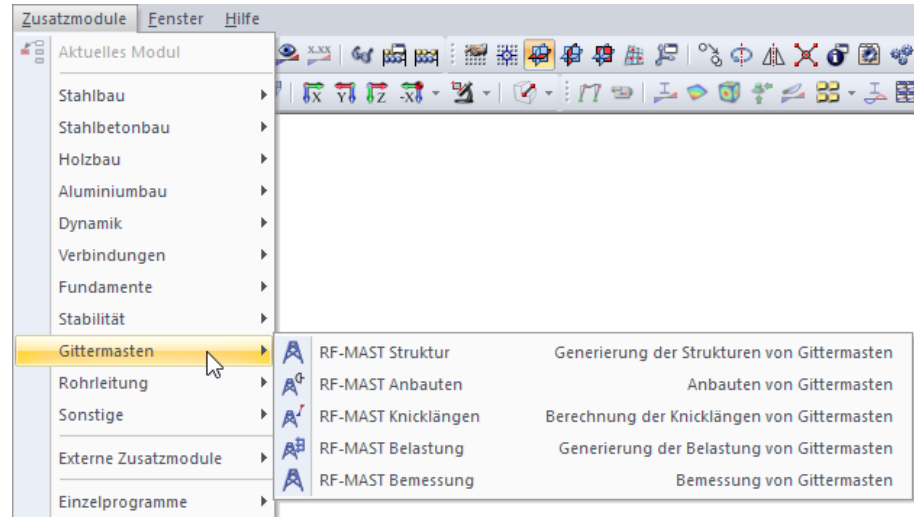


Bild 1.1: Menü *Zusatzmodule* → *Gittermasten* → *RF-MAST ...*

Navigator

Alternativ rufen Sie das Zusatzmodul im *Daten*-Navigator auf durch Anklicken von

Zusatzmodule → **RF-/MAST ...**

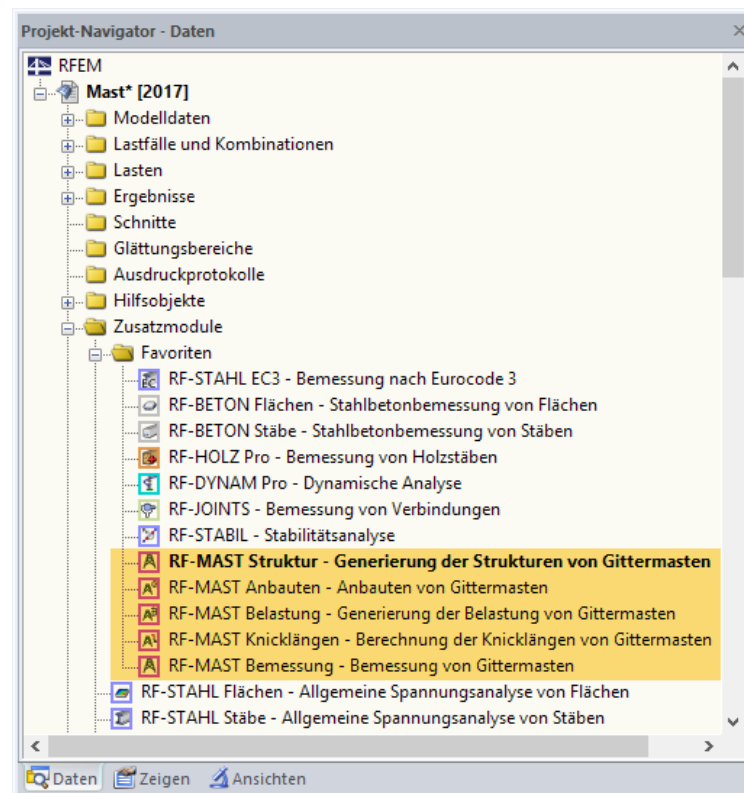


Bild 1.2: Daten-Navigator: *Zusatzmodule* → *RF-MAST ...*

2 Allgemeine Funktionen

Dieses Kapitel beschreibt Funktionen, die allen Modulen der Familie RF-/MAST gemeinsam sind. In den nachfolgenden Kapiteln werden dann die spezifischen Merkmale der einzelnen Module vorgestellt.

2.1 Eingabemasken

Nach dem Aufruf eines RF-/MAST-Moduls erscheint ein neues Fenster. Links wird ein Navigator angezeigt, der die modulspezifischen Masken verwaltet.

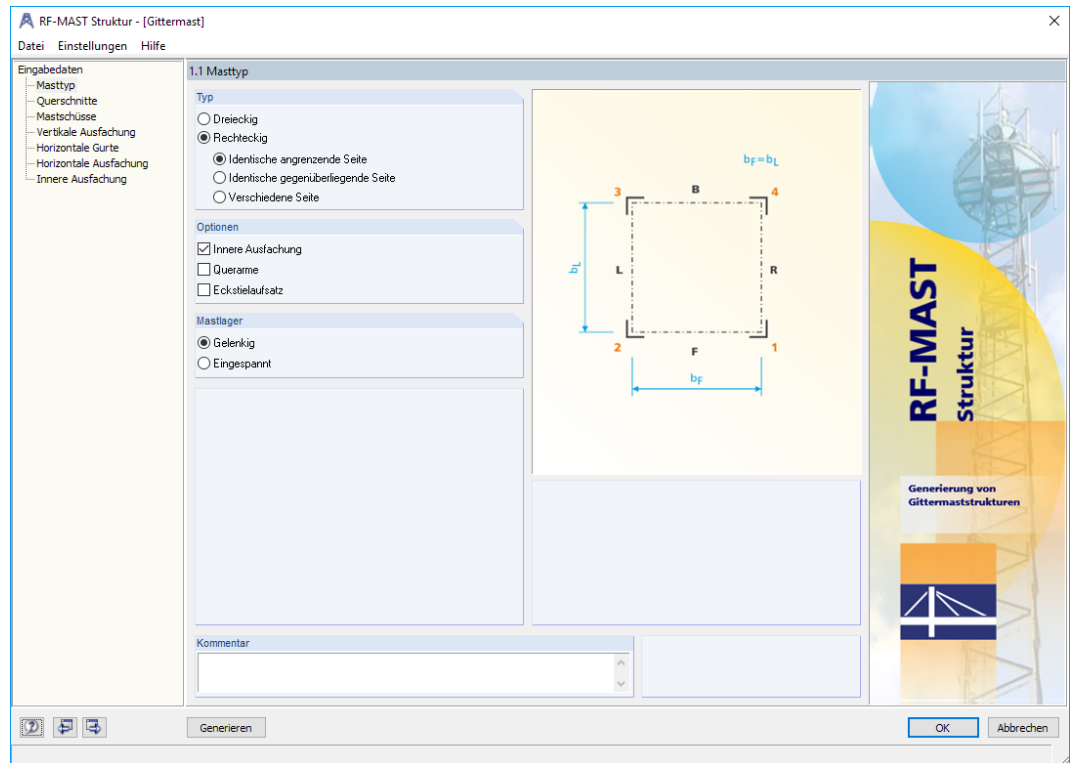


Bild 2.1: Eingabemaske von RF-MAST Struktur mit Navigator



Die Eingabedaten sind in mehreren Masken zu definieren. Eine Maske lässt sich durch Anklicken des Eintrags im Navigator aufrufen. Mit den links dargestellten Schaltflächen wird die vorherige bzw. nächste Maske eingestellt. Das Blättern durch die Masken ist auch mit den Funktionstasten [F2] (vorwärts) und [F3] (rückwärts) möglich.



[OK] sichert die Eingaben. Das Modul RF-/MAST wird beendet und es erfolgt die Rückkehr in das Hauptprogramm. [Abbrechen] beendet das Zusatzmodul, ohne die Daten zu speichern.

2.2 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Nachkommastellen werden für RFEM bzw. RSTAB und für die Zusatzmodule gemeinsam verwaltet. In jedem RF-/MAST-Modul ist der Dialog zum Anpassen der Einheiten zugänglich über das Menü

Einstellungen → **Einheiten und Dezimalstellen**.

Es erscheint der aus RFEM bzw. RSTAB bekannte Dialog. In der Liste *Programm / Modul* ist das aktuelle RF-/MAST-Modul voreingestellt.

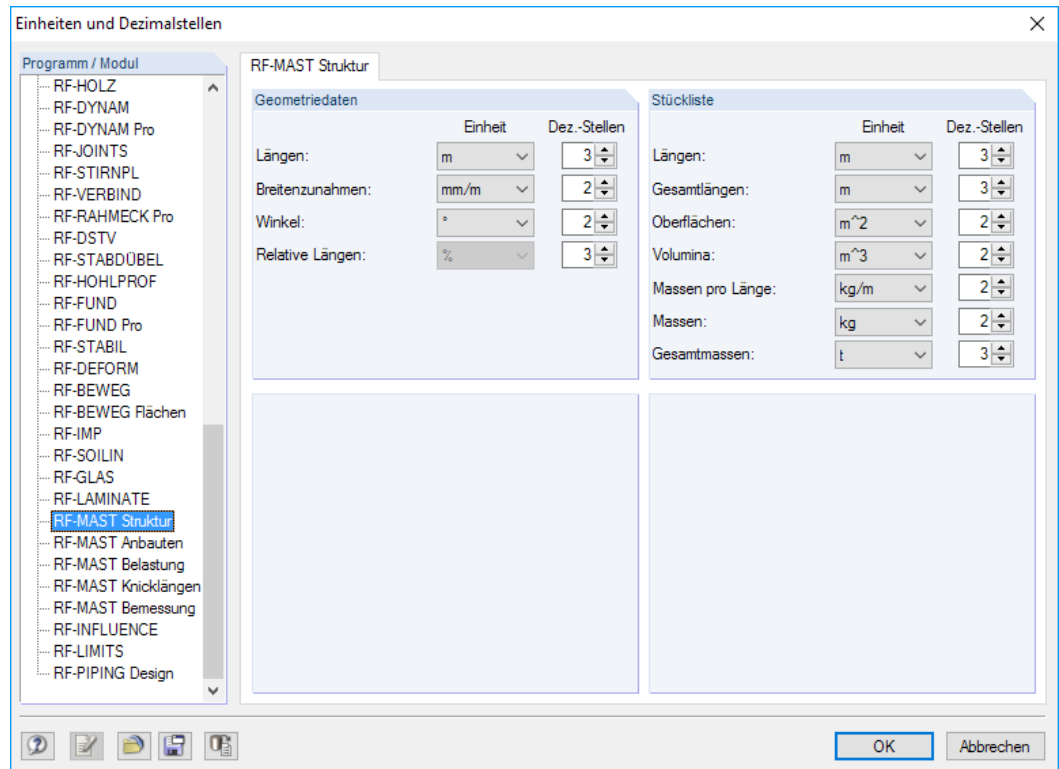


Bild 2.2: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*



Die geänderten Einstellungen können als Benutzerprofil gespeichert und in anderen Modellen wieder verwendet werden. Diese Funktionen sind im Kapitel 11.1.3 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

2.3 Datenexport

Die Daten der RF-/MAST-Module lassen sich auch in anderen Programmen verwenden.

Zwischenablage

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

Ausdruckprotokoll

Die Daten von RF-/MAST können in das Ausdruckprotokoll gedruckt (siehe [Kapitel 8.1, Seite 146](#)) und dort exportiert werden über das Menü

Datei → **Export in RTF**.

Diese Funktion ist im Kapitel 10.1.11 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

Excel / OpenOffice

RF-/MAST ermöglicht den direkten Datenexport zu MS Excel, OpenOffice Calc oder in das CSV-Format. Diese Funktion wird aufgerufen über das Menü

Datei → Tabellen exportieren.

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

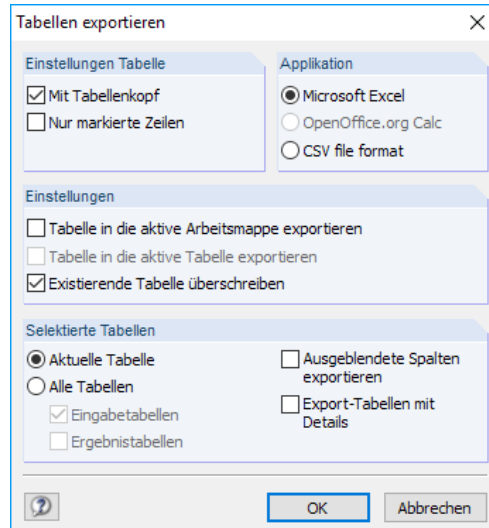


Bild 2.3: Dialog *Tabellen exportieren*

Wenn die Auswahl feststeht, kann der Export mit [OK] gestartet werden. Excel bzw. OpenOffice werden automatisch aufgerufen, d. h. die Programme brauchen nicht zuvor geöffnet werden.

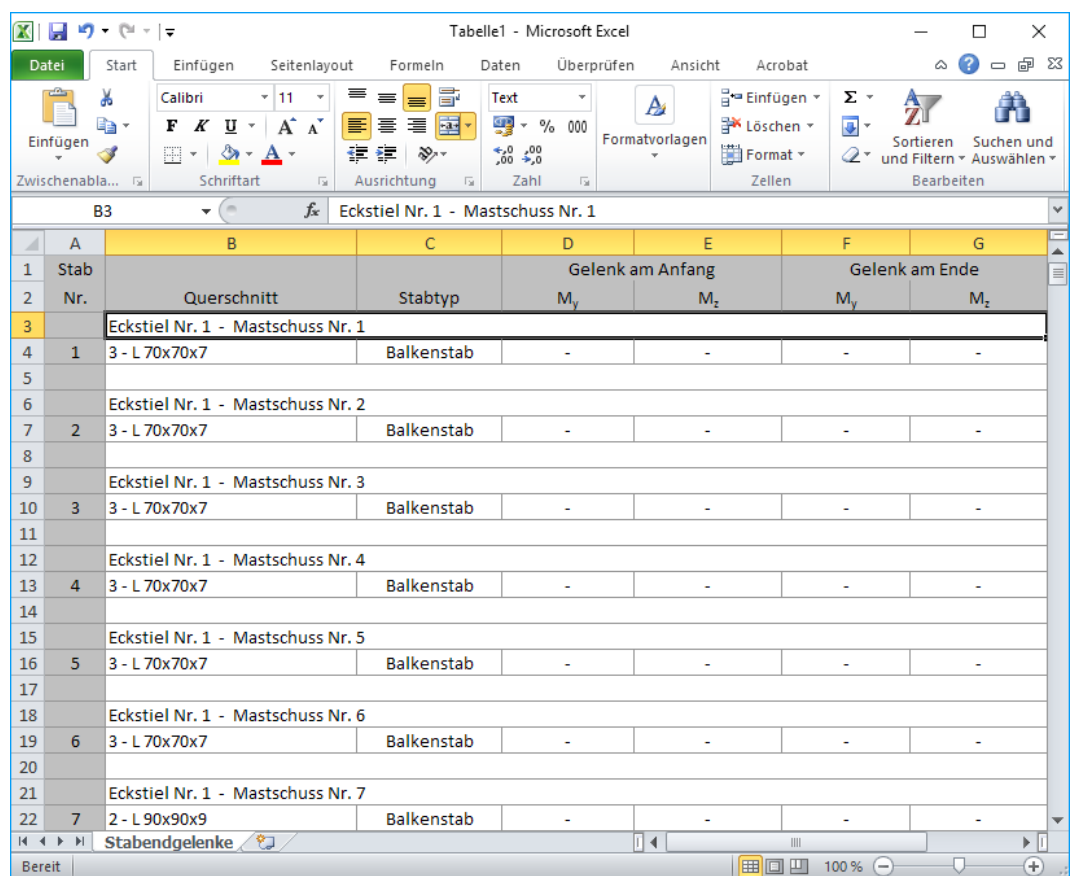


Bild 2.4: Generierte Daten von RF-MAST Struktur in Excel

3 RF-/MAST Struktur

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/MAST Struktur** relevant sind. Die allgemeinen Funktionen sind im [Kapitel 2](#) erläutert.

3.1 Eingabedaten

3.1.1 Masttyp

In Maske *1.1 Masttyp* sind die Grundeinstellungen zur Form des Mastmodells zu treffen.

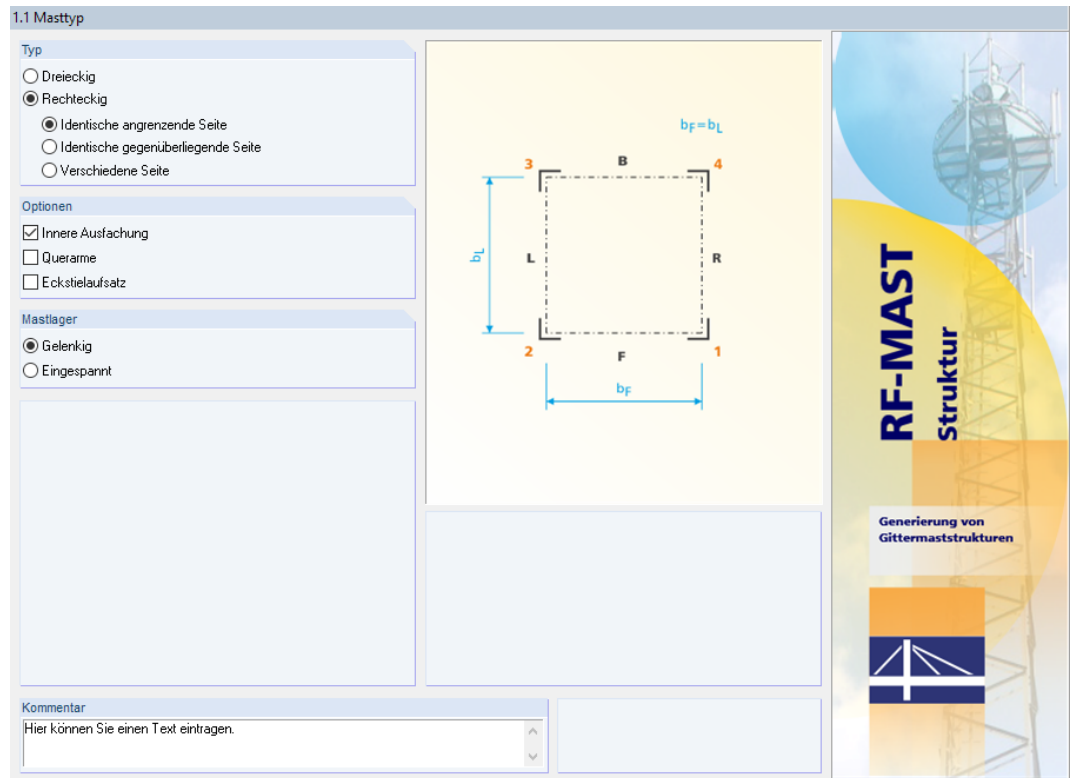


Bild 3.1: Maske 1.1 Masttyp

Typ

In diesem Abschnitt ist die Grundform des Gittermastes festzulegen. Der Mast kann *Dreieckig* mit gleichen Seitenlängen oder *Rechteckig* in verschiedenen Varianten ausgeführt werden.

Bei einem viereckigen Grundriss sind die Seitenverhältnisse anzugeben:

- *Identische angrenzende Seite*
Es wird ein Mastmodell mit quadratischer Form der horizontalen Ebenen erstellt. Die vertikalen Ausfuchungen sind identisch für jede der vier Seiten.
- *Identische gegenüberliegende Seiten*
Es wird ein Mastmodell mit rechteckiger Form der horizontalen Ebenen angelegt. Für die gegenüberliegenden Seiten können vertikale Ausfuchungen separat definiert werden. Hierzu erscheint zusätzlich die Maske 1.5 (siehe [Kapitel 3.1.5](#)).
- *Verschiedene Seiten*
Es wird ebenfalls ein Mastmodell mit rechteckiger Form der horizontalen Ebenen angelegt. Die Ausfuchung der vier Mastseiten kann in den Masken 1.4 bis 1.7 unterschiedlich ausgebildet werden (siehe [Kapitel 3.1.4](#) bis [3.1.7](#)).

Optionen

Wenn vertikale Ausfachungen zusätzlich abgestützt sind, ist das Kontrollfeld *Innere Ausfachung* zu aktivieren. Die entsprechenden Ausfachungen können dann in der zusätzlichen Maske 1.10 definiert werden (siehe [Kapitel 3.1.10](#)).

Querarme werden in der Regel für die Generierung von Stromleitungsmasten benötigt. Nach dem Aktivieren des Kontrollfeldes steht die zusätzliche Maske 1.11 zur Verfügung (siehe [Kapitel 3.1.11](#)).

Nach dem Anhängen des Kontrollfeldes *Eckstielaufsatz* erscheint der Abschnitt *Eckstielaufsätze* (siehe unten), in dem die Versatzhöhen der Eckstiele definiert werden können.

Mastlager

Hier kann der Anwender den Lagertyp festlegen, der dann in RFEM bzw. RSTAB generiert wird. Zur Auswahl stehen gelenkige Lager und eine Volleinspannung.

Eckstielaufsätze

Dieser Abschnitt wird angezeigt, wenn die Option *Eckstielaufsatz* aktiviert ist (siehe oben).

Oft werden Maste an Orten errichtet, an denen keine einheitliche Oberkante für alle drei bzw. vier Eckstiele gegeben ist. In diesem Abschnitt besteht die Möglichkeit, für jeden Eckstiel eine spezifische Versatzhöhe Δ_L vorzugeben. Sie bezieht sich jeweils auf die Höhenkote $Z = 0$ (siehe Grafik).

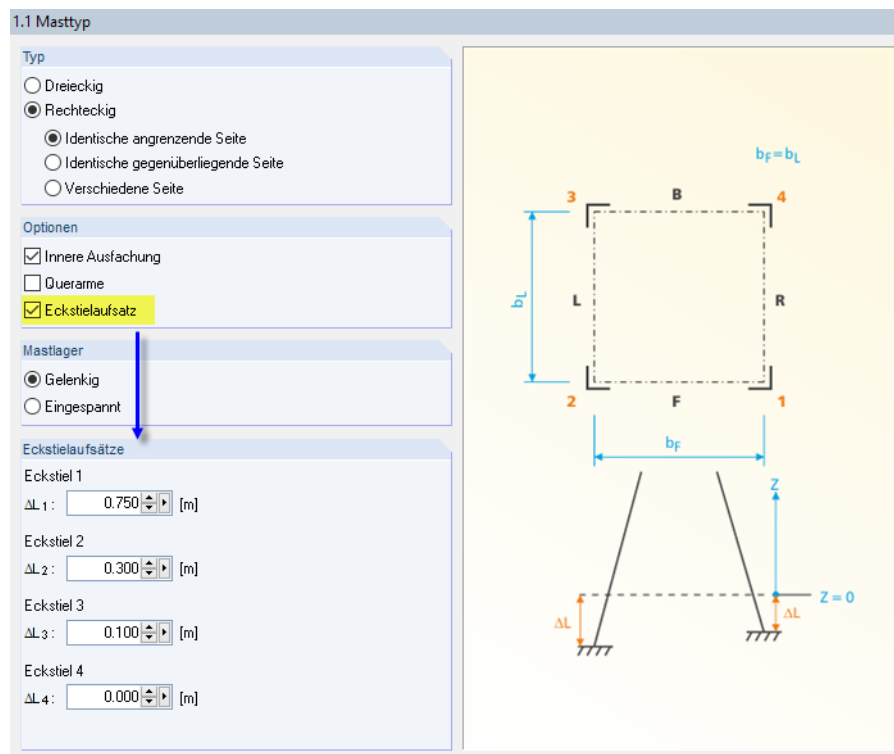


Bild 3.2: Maske 1.1 Masttyp, Option Eckstielaufsatz

Kommentar

Dieses Eingabefeld steht für eine benutzerdefinierte Anmerkung zur Verfügung, die z. B. den aktuellen Masttyp beschreibt.

3.1.2 Querschnitte

In der zweiten Eingabemaske sind die Querschnitte festzulegen, die im Gittermast infrage kommen. Diese Profile stehen dann in den nächsten Masken zur Definition der Geometrie zur Verfügung.

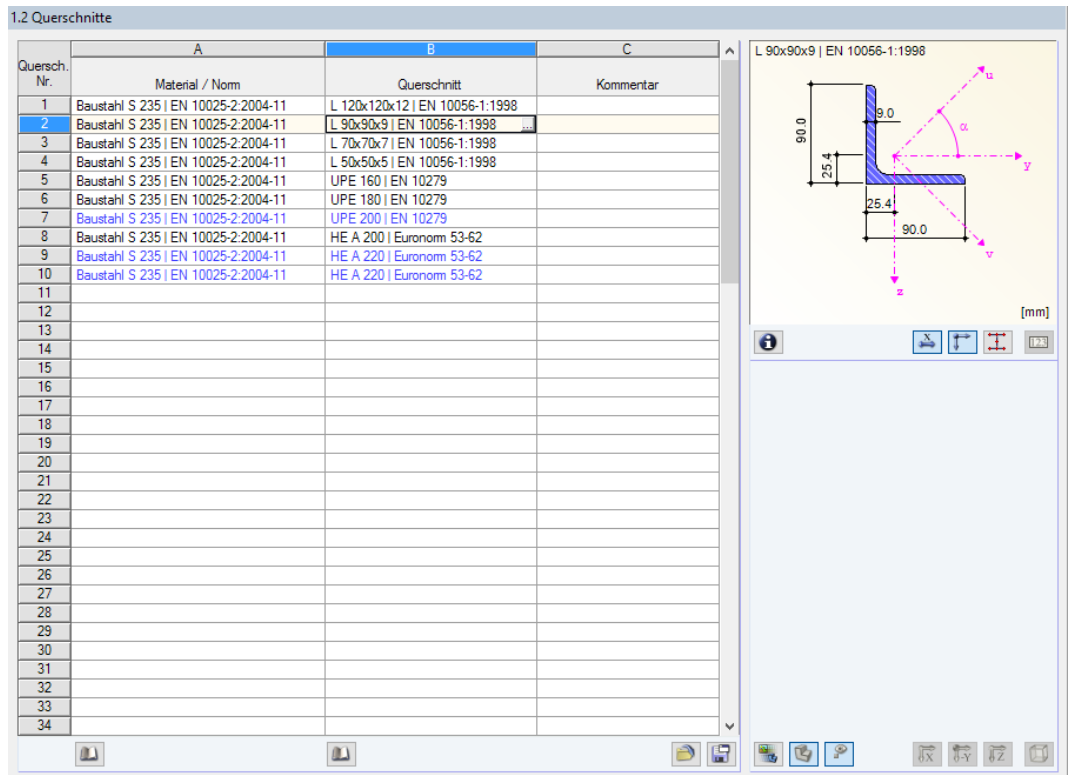


Bild 3.3: Maske 1.2 Querschnitte

Material

Material / Norm	
Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 275 EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 355 EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 450 EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 185 EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 235 JR EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 235 JO EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 275 JR EN 10025-2:2004-11	
Baustahl S 275 JO EN 10025-2:2004-11	

Spalte A verwaltet die Materialien der Querschnitte. Um ein Material einzutragen oder zu ändern, klicken Sie das Feld an und setzen es so aktiv. Mit der Schaltfläche im Feld oder der Taste [F7] rufen Sie die Liste der voreingestellten Materialien auf.

Über die Schaltfläche am Ende der Spalte A ist die allgemeine Materialbibliothek zugänglich. Das Kapitel 4.3 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.2 des RSTAB-Handbuchs beschreibt, wie Materialien in der Bibliothek ausgewählt werden können.

Querschnitt



Um einen Querschnitt einzutragen oder zu ändern, klicken Sie den Eintrag in Spalte B an und setzen so das Feld aktiv. Mit der Schaltfläche im Feld oder der Taste [F7] rufen Sie dann die Querschnittsbibliothek der Walzprofile auf (siehe Bild 3.4).



In diesem Dialog kann der gewünschte Querschnitt ausgewählt werden. Soll eine ganz andere Querschnittskategorie verwendet werden, so ist über die Schaltfläche [Zur Bibliothek zurückkehren] die allgemeine Profilibibliothek zugänglich.

Das Kapitel 4.13 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.3 des RSTAB-Handbuchs beschreibt, wie Querschnitte in der Bibliothek ausgewählt werden können.

Die Querschnittsbezeichnung kann auch direkt in das Eingabefeld in Spalte B eingetragen werden. Wenn der Eintrag in der Datenbank verzeichnet ist, liest RF-/MAST die Querschnittskennwerte ein.



Querschnitte, die im Modell nicht verwendet werden, sind mit blauer Schrift gekennzeichnet.

Rendering



Falls in den nachfolgenden Masken bereits Geometriedaten definiert sind, kann mit der Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] die Lage der Querschnitte im Modell überprüft werden. Anstelle der Querschnittsgrafik erscheint im Grafikbereich eine Vorschau der Mastgeometrie.

1.2 Querschnitte

Quersch. Nr.	A	B	C
	Material / Norm	Querschnitt	Kommentar
1	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	L 120x120x12 EN 10056-1:1998	
2	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	
3	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
4	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
5	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	UPE 160 EN 10279	
6	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	UPE 180 EN 10279	
7	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	UPE 200 EN 10279	
8	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	HE A 200 Euronorm 53-62	
9	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	HE A 220 Euronorm 53-62	
10	Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11	HE A 220 Euronorm 53-62	
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			

Bild 3.6: Maske 1.2 Querschnitte mit Rendering des Mastes

Der in der Tabelle selektierte Querschnitt ist in der Grafik entsprechend gekennzeichnet.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
	Zeigt das Querschnittsschema oder die Vorschau des Modells an
	Stellt den Mast im Rendering oder als Drahtmodell dar
	Blendet die Knoten ein oder aus
	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt die Ansicht entgegen der Y-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar

Tabelle 3.1: Schaltflächen im Grafikfenster

Viewer

Viewer

In den Masken 1.2 bis 1.11 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Der in der Tabelle selektierte Querschnitt ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

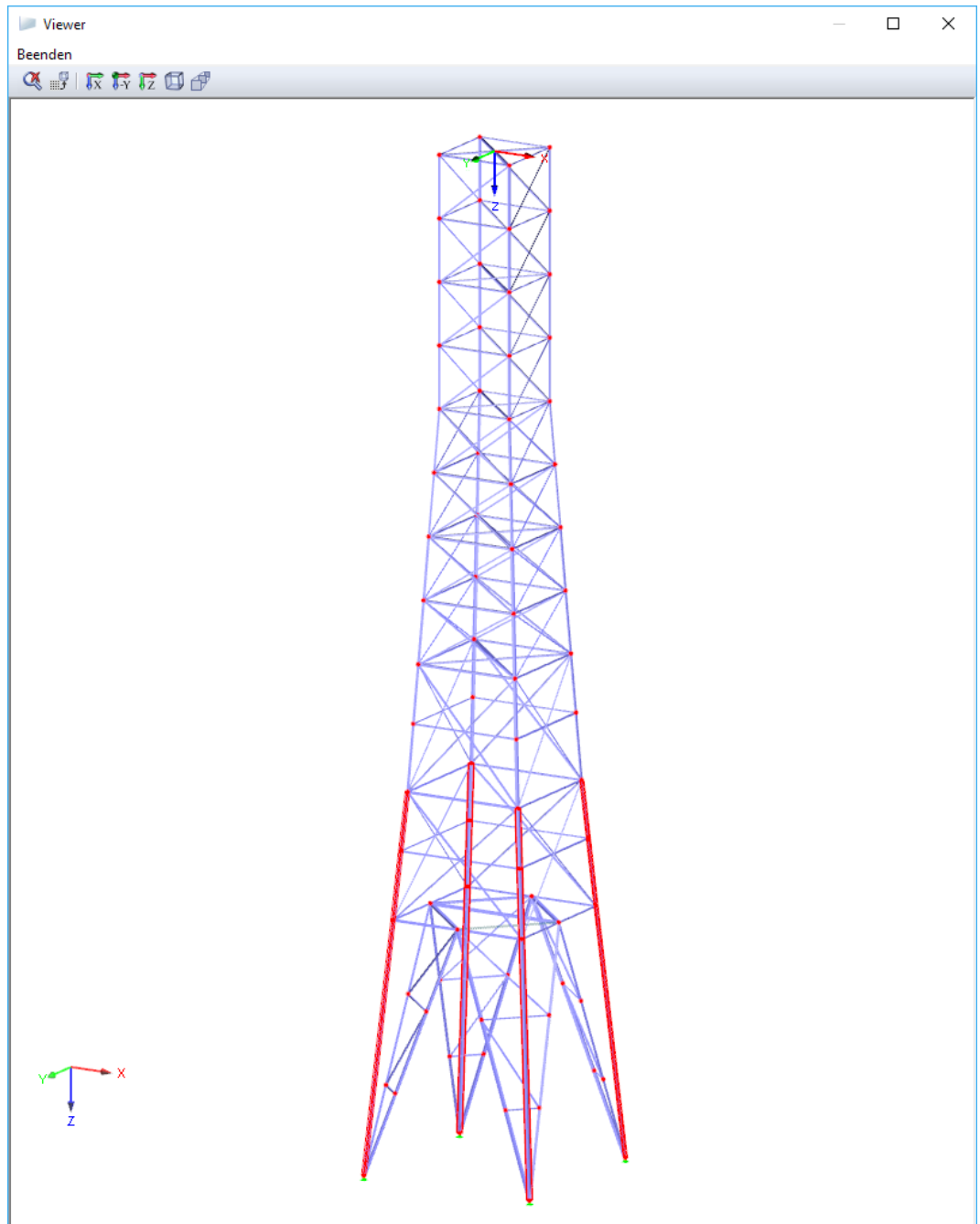


Bild 3.7: Fenster *Viewer*

Die Ansicht lässt sich über die Schaltflächen der Menüleiste steuern (siehe [Tabelle 3.1](#)).



Zum Zoomen, Rotieren und Verschieben der Ansicht stehen die aus RFEM bzw. RSTAB bekannten Mausfunktionen zur Verfügung: Durch Drehen des Scrollrades wird die Darstellung vergrößert oder verkleinert. Mit gedrücktem Scrollrad lässt sich die Grafik verschieben. Bei zusätzlich gedrückter



[Strg]-Taste kann das Modell gedreht werden (ebenfalls möglich mit dem Scrollrad und gedrückter rechter Maustaste). Die Mauszeiger-Symbole verdeutlichen die jeweilige Funktion.

3.1.3 Mastschüsse

In dieser Maske sind die Gesamtabmessungen und Neigungen des Mastes sowie das Arrangement der sogenannten Mastschüsse („Etagen“) zu definieren.

1.3 Mastschüsse

Gesamt-Abmessungen

Gesamthöhe des Mastes
H: [m]

Obere Seitenbreite des Mastes
b_F: [m]
b_L: [m]

Neigungen definieren mittels

Breiten [m]
 Breitenzunahme [mm/m]

Breiten beziehen auf

Außenmaß
 Stabachse

Neigung Nr.	A		B		C		D		E		F		G Kommentar
	Kote oben z _i [m]	Höhe h [m]	Breite unten [m]		Breitenzunahme [mm/m]								
1	32.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00							
2	30.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00							
3	28.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00							
4	26.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00							
5	24.000	2.000	2.738	2.738	119.05	119.05							
6	22.000	2.000	2.976	2.976	119.05	119.05							
7	20.000	2.000	3.214	3.214	119.05	119.05							
8	18.000	2.000	3.452	3.452	119.05	119.05							
9	16.000	4.000	3.929	3.929	119.05	119.05							
10	12.000	4.000	4.583	4.583	163.49	163.49							
11	8.000	8.000	5.890	5.890	163.49	163.49							

Mastschuss Nr. 8 - Querschnitte

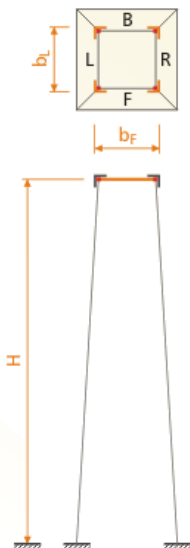
Eckstiel Nr.	A		B		Querschnitt	Kommentar
	Kote oben z _i [m]	Höhe h [m]				
1	16.000	2.000			2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Bild 3.8: Maske 1.3 Mastschüsse

Die Eckstiele von Gittermasten können verschiedene Anordnungen über die Höhe haben. So verlaufen sie im unteren Bereich meist nicht parallel; der Mast verjüngt sich nach oben hin.

Gesamtabmessungen

In diesem Abschnitt ist die *Gesamthöhe* H des Mastes anzugeben. Zusätzlich muss die Startbreite b_F und ggf. b_L des obersten Mastschusses festgelegt werden. Bei Masten mit quadratischen Grundriss ist das Feld b_L gesperrt (der Masttyp wird in Maske 1.1 vorgegeben).



Neigungen

Dieser Abschnitt bietet zwei Möglichkeiten, um die Neigung der Eckstiele zu definieren:

- **Breiten:** Es ist die Startbreite eines jeden Mastschusses anzugeben (siehe Bild 3.8). Aus den Koten der Mastschüsse und der Differenz der Breiten ermittelt RF-/MAST die Neigung.
- **Breitenzunahme:** Die Neigung ist für jeden Mastschuss über eine Zunahme der Breite Δ_F und ggf. Δ_L in [mm/m] festzulegen (siehe Bild 3.9). Sie bezieht sich jeweils auf die Startbreite b_F und ggf. b_L des Abschnitts *Gesamt-Abmessungen*.

Mit der Schaltfläche unterhalb der Grafik kann ein Schema ein- und ausgeblendet werden, das die jeweils verwendeten Variablen erläutert (siehe Bild 3.9).

1.3 Mastschüsse

Gesamt-Abmessungen

Gesamthöhe des Mastes
H: [m]

Obere Seitenbreite des Mastes
b_F: [m]
b_L: [m]

Neigungen definieren mittels

Breiten [m]
 Breitenzunahme [mm/m]

Breiten beziehen auf

Außenmaß
 Stabachse

Neigung Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Breite unten [m]		F Breitenzunahme [mm/m]		G Kommentar
			b _{F,j}	b _{L,j}	Δ _F	Δ _L	
1	32.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00	
2	30.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00	
3	28.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00	
4	26.000	2.000	2.500	2.500	0.00	0.00	
5	24.000	2.000	2.738	2.738	119.05	119.05	
6	22.000	2.000	2.976	2.976	119.05	119.05	
7	20.000	2.000	3.214	3.214	119.05	119.05	
8	18.000	2.000	3.452	3.452	119.05	119.05	
9	16.000	4.000	3.929	3.929	119.05	119.05	
10	12.000	4.000	4.583	4.583	163.49	163.49	
11	8.000	8.000	5.890	5.890	163.49	163.49	

Mastschuss Nr. 1 - Querschnitte

Eckstiel Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Querschnitt	D Kommentar
1	30.000	2.000	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Bild 3.9: Maske 1.3 Mastschüsse mit Definition der Neigung über Breitenzunahme und Schema

Breiten

In diesem Abschnitt ist anzugeben, ob sich die Abmessungen b_F und ggf. b_L auf das *Außenmaß* oder die *Stabachse* des jeweiligen Querschnitts beziehen.

Mastschüsse

Diese Tabelle repräsentiert den zentralen Bereich der Maske, da sie den Aufbau des Gittermastes regelt. Hier sind die einzelnen „Etagen“ des Mastes in Abschnitte gegliedert einzugeben.

Die einzelnen Mastschüsse sind über die *Höhe* h , die *Breite unten* $b_{F,j}$ (und ggf. $b_{L,j}$) bzw. die *Breitenzunahme* Δ_F (und ggf. Δ_L) zu definieren. Welche Spalten der Tabelle für die Eingabe zugänglich sind, hängt vom Masttyp der Maske 1.1 und der Vorgabe im Abschnitt *Neigungen* ab.



Die Mastschüsse sind von der Spitze des Mastes ausgehend anzulegen. Mit zunehmender Anzahl der Abschnitte „wächst“ der Mast von oben nach unten. Aus den Höhen der einzelnen Mastschüsse ergibt jeweils die zugehörige *Kote oben* z_i .

Mastschuss Nr. X - Querschnitte

In dieser Tabelle kann den Eckstielen eines jeden Abschnitts ein Querschnitt zugewiesen werden.




Die Tabelle bezieht sich auf den Mastschuss, der im Abschnitt oberhalb selektiert ist. Im Bild 3.8 ist dies beispielsweise Mastschuss 8. Zum Zuweisen eines Querschnitts muss daher der relevante Mastschuss zunächst mit einem Klick in seine Tabellenzeile aktiv gesetzt werden. Alternativ werden die Schaltfläche oder benutzt, um den vorherigen bzw. nächsten Mastschuss einzustellen.

Der Querschnitt der Eckstiele kann in der Liste der Spalte C ausgewählt werden. Diese Liste ist über die Schaltfläche zugänglich, die mit einem Klick in das Feld erscheint (siehe Bild 3.10). In der Liste stehen alle Querschnitte zur Verfügung, die in Maske 1.2 *Querschnitte* definiert wurden.

Mastschuss Nr. 8 - Querschnitte				
Eckstiel Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Querschnitt	D Kommentar
1	16.000	2.000	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	
2			1 L 120x120x12 EN 10056-1:1998	Baustahl S 235
3			2 L 90x90x9 EN 10056-1:1998	Baustahl S 235
4			3 L 70x70x7 EN 10056-1:1998	Baustahl S 235
5			4 L 50x50x5 EN 10056-1:1998	Baustahl S 235
6			5 UPE 160 EN 10279	Baustahl S 235
7			6 UPE 180 EN 10279	Baustahl S 235
			7 UPE 200 EN 10279	Baustahl S 235
			8 HE A 200 Euronorm 53-62	Baustahl S 235
			9 HE A 220 Euronorm 53-62	Baustahl S 235
			10 HE A 220 Euronorm 53-62	Baustahl S 235

Bild 3.10: Querschnitt für Mastschuss auswählen

Möchte man für einen Mastschuss verschiedene Querschnitte verwenden, so sind zuerst in Spalte B die Teilhöhen h festzulegen. Dann können die unterschiedlichen Querschnitte zugewiesen werden. Bei einer großen Anzahl von Unterteilungen lassen sich mit der Schaltfläche  gleiche Querschnitte in die die folgenden Zeilen übertragen.

Grafik

Rendering



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Modellgeometrie dargestellt wird (siehe Bild 3.8 und Bild 3.9). Wenn das Rendering aktiviert ist, wird der in der Tabelle selektierte Mastschuss in der Grafik farbig hervorgehoben.

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind in der Tabelle 3.1 auf Seite 13 beschrieben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Viewer



In den Masken 1.2 bis 1.11 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Der in der Tabelle selektierte Mastschuss ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im Bild 3.7 auf Seite 14 dargestellt und beschrieben.

3.1.4 Vertikale Ausfuchung

Zur Stabilisierung der Eckstiele können in Maske 1.4 vertikale Ausfuchungen definiert werden. Diese Maske ist in zwei Tabellen untergliedert.

1.4 Vertikale Ausfuchung

Feld Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Schuss Nr.	D Ausfuchung Typ	E Anzahl Teilungen	F Gleiche Ausfuchungswinkel
1	32.000	2.000	1	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
2	30.000	2.000	2	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
3	28.000	2.000	3	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
4	26.000	2.000	4	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
5	24.000	2.000	5	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
6	22.000	2.000	6	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
7	20.000	2.000	7	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
8	18.000	2.000	8	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
9	16.000	4.000	9	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
10	12.000	4.000	10		1	<input type="checkbox"/>
11	8.000	8.000	11	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
12				Diagonale aufwärts		
13				Diagonale abwärts		
14				KDiagonalen rechts		
15				KDiagonalen links		
16				KDiagonalen unten		
17				KDiagonalen oben		
18				XDiagonalen mit Strebe		
19				Zfache XDiagonalen		
20						

Vertikale Ausfuchung Nr. 9 - Querschnitte

Nr.	A Querschnitt	B Kommentar
1	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
2	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	

Bild 3.11: Maske 1.4 Vertikale Ausfuchung

In der oberen Tabelle ist die Lage der einzelnen Ausfuchungsfelder festzulegen. Die Höhe h der Felder wird aus Maske 1.3 *Mastschüsse* voreingestellt. Wenn die Höhe eines Feldes geringer als die Mastschusshöhe angegeben wird, legt RF-/MAST automatisch ein weiteres Ausfuchungsfeld an.

In Spalte D ist der *Ausfuchungstyp* eines jeden Feldes anzugeben. Die Auswahl kann anhand der Liste mit gebräuchlichen vertikalen Ausfuchungen erfolgen, die über die Schaltfläche im Eingabefeld zugänglich ist.

Mit der Schaltfläche oder der Taste [F7] ist die ausführliche Datenbank der Ausfuchungstypen aufrufbar, die spezifische Steuerungsmöglichkeiten für die Eingabe bietet (siehe Bild 3.12).

Vertikale Ausfuchung Nr. X - Querschnitte

In der unteren Tabelle sind den Ausfuchungen der einzelnen Felder die Querschnitte zuzuweisen.

Die Tabelle bezieht sich auf das Feld, das im Abschnitt oberhalb selektiert ist. Im Bild 3.11 ist dies beispielsweise Feld 9. Zum Zuweisen eines Querschnitts muss daher das relevante Feld zunächst mit einem Klick in seine Tabellenzeile aktiv gesetzt werden. Alternativ werden die Schaltfläche oder benutzt, um das vorherige bzw. nächste Feld einzustellen.

Der Querschnitt der Ausfuchungen kann in der Liste der Spalte A ausgewählt werden. Diese Liste ist über die Schaltfläche zugänglich, die mit einem Klick in das Feld erscheint. Dort stehen alle Querschnitte zur Verfügung, die in Maske 1.2 *Querschnitte* definiert wurden.

Ausfuchung Typ

Diagonale aufwärts

XDiagonalen

Diagonale aufwärts

Diagonale abwärts

KDiagonalen rechts

KDiagonalen links

KDiagonalen unten

KDiagonalen oben

XDiagonalen mit Strebe

Zfache XDiagonalen



Querschnitt

4 - L 50x50x5 | EN 10056-1:1998

1 L 120x120x12 | EN 10056-1:1998

2 L 90x90x9 | EN 10056-1:1998

3 L 70x70x7 | EN 10056-1:1998

4 L 50x50x5 | EN 10056-1:1998

5 UPE 160 | EN 10279

6 UPE 180 | EN 10279

Bibliothek der Ausfachungstypen

RF-/MAST verfügt über eine erweiterbare Datenbank vertikaler Ausfachungstypen.

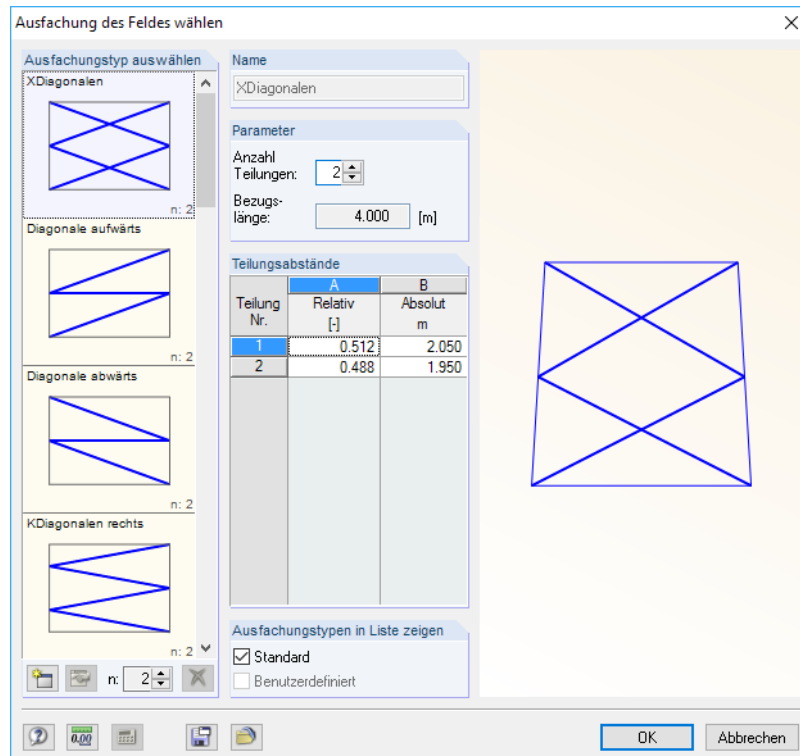
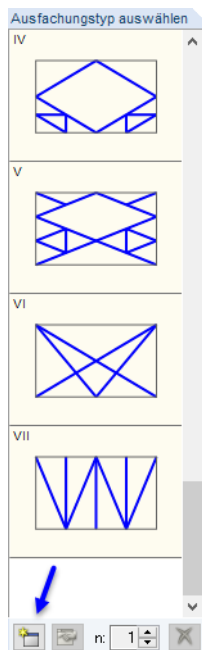


Bild 3.12: Bibliothek der Ausfachungstypen



Im Abschnitt *Ausfachungstyp auswählen* kann die gewünschte Ausfachung festgelegt werden.

Parameter

Die Standard-Ausfachungen lassen sich durch Erhöhen der *Anzahl Teilungen* weiter unterteilen (Ausnahme: Ausfachungstypen I bis VII).

Teilungsabstände

Bei Teilungen > 1 werden in der Tabelle automatisch Zeilen ergänzt (siehe Bild 3.12). Die Abstände können dann in *Relativ-* oder *Absolut-*Angaben benutzerdefiniert angepasst werden.

Benutzerdefinierte Ausfachungstypen

Die Datenbank kann durch eigendefinierte Ausfachungstypen erweitert werden. Hierzu ist unten im Abschnitt *Ausfachstyp auswählen* die Schaltfläche zu benutzen. Es erscheint der im Bild 3.13 dargestellte Dialog.

Für die einfache Erzeugung einer benutzerdefinierten Ausfachung empfiehlt es sich, eine Vorlage aus der Datenbank zu verwenden.

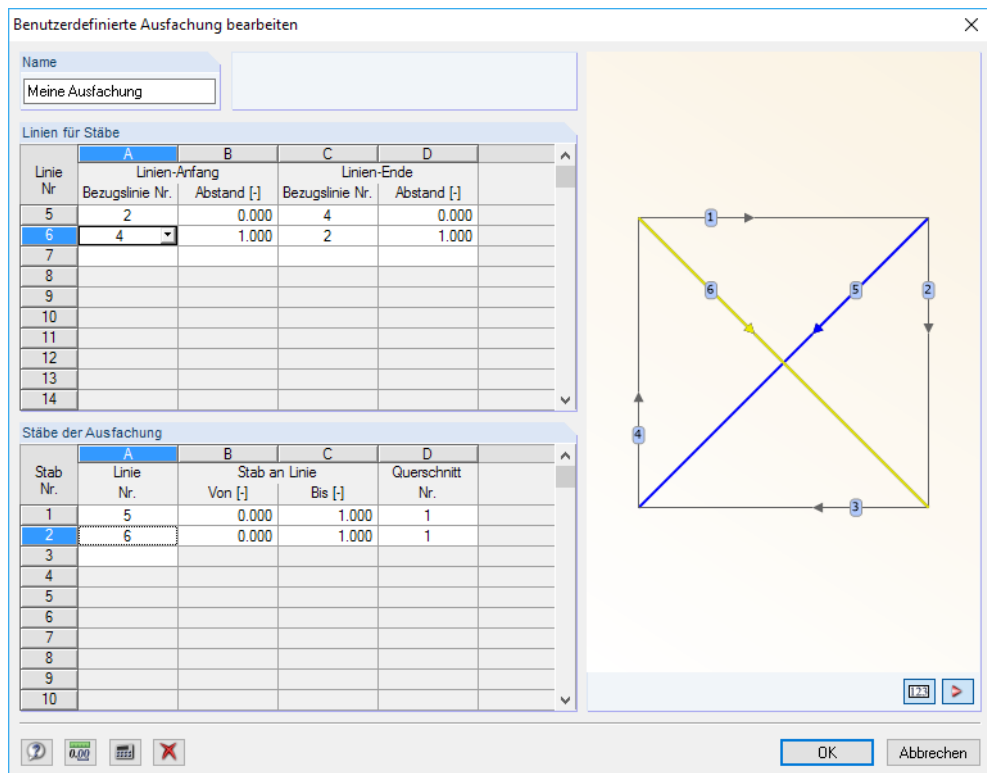
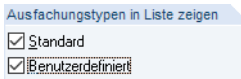


Bild 3.13: Benutzerdefinierte Ausfuchung erstellen

Die Generierung der Ausfuchungsstäbe basiert auf Linien, die sich wiederum an Bezugslinien orientieren. Dabei wird der Start- und Endpunkt einer Linie über den relativen Abstand zum Beginn bzw. Ende einer Bezugslinie definiert.

Die Eingaben werden in der Grafik auf der rechten Seite dargestellt. Für die Übersichtlichkeit ist die Liniennummerierung und die Linienorientierung über die Schaltflächen und für die Grafik aktiviert.



Für die benutzerdefinierte Ausfuchung ist ein *Name* zu vergeben. Nach [OK] steht sie dann in der Bibliothek-Liste der Ausfuchungstypen zur Verfügung.

Grafik

Rendering



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Modellgeometrie dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird das in der Tabelle selektierte Feld in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Viewer



In den Masken 1.2 bis 1.11 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Das in der Tabelle selektierte Feld ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im [Bild 3.7](#) auf [Seite 14](#) dargestellt und beschrieben.

3.1.5 Vertikale Ausfachung - Seiten L, R

Typ

- Dreieckig
- Rechteckig
 - Identische angrenzende Seite
 - Identische gegenüberliegende Seite
 - Verschiedene Seite

Diese Maske erscheint, wenn in Maske 1.1 Masttyp ein Mast mit identischen gegenüberliegenden Seiten oder mit vier verschiedenen Seiten vorgegeben wurde. Hier können die vertikalen Ausfachungen für die übrigen Seiten des Mastes definiert werden.

1.5 Vertikale Ausfachung - Seiten L, R

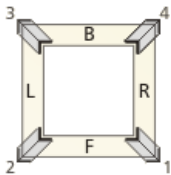
Feld Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Schuss Nr.	D Ausfachung Typ	E Anzahl Teilungen	F Gleiche Ausfachungswinkel
1	32.000	2.000	1	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
2	30.000	2.000	2	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
3	28.000	2.000	3	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
4	26.000	2.000	4	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
5	24.000	2.000	5	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
6	22.000	2.000	6	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
7	20.000	2.000	7	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
8	18.000	2.000	8	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
9	16.000	4.000	9	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
10	12.000	4.000	10	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
11	8.000	8.000	11	KDiagonalen unten	1	<input type="checkbox"/>
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Vertikale Ausfachung Nr. 1 - Querschnitte

Nr.	A Querschnitt	B Kommentar
1	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	

Bild 3.14: Maske 1.5 Vertikale Ausfachung - L, R

Die Seiten des Mastes sind im Grafikschemata dargestellt. Die Symbole bedeuten:



- **Left:** links
- **Right:** rechts
- **Front:** vorne
- **Back:** hinten

Im Kapitel 3.1.4 ist beschrieben, wie vertikale Ausfachungen definiert werden können.

3.1.6 Vertikale Ausfachung - Seite B

Diese Maske erscheint, wenn in Maske 1.1 Masttyp ein Mast mit verschiedenen Seiten vorgegeben wurde. Hier können die vertikalen Ausfachungen für die hintere Seite des Mastes definiert werden.

- Typ
- Dreieckig
 - Rechteckig
 - Identische angrenzende Seite
 - Identische gegenüberliegende Seite
 - Verschiedene Seite

1.6 Vertikale Ausfachung - Seite B

Feld Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Schuss Nr.	D Ausfachung Typ	E Anzahl Teilungen	F Gleiche Ausfachungswinkel
1	32.000	2.000	1	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
2	30.000	2.000	2	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
3	28.000	2.000	3	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
4	26.000	2.000	4	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
5	24.000	2.000	5	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
6	22.000	2.000	6	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
7	20.000	2.000	7	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
8	18.000	2.000	8	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
9	16.000	4.000	9	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
10	12.000	4.000	10	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
11	8.000	8.000	11	KDiagonalen unten	1	<input type="checkbox"/>
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Vertikale Ausfachung Nr. 11 - Querschnitte

Nr.	A Querschnitt	B Kommentar
1	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	

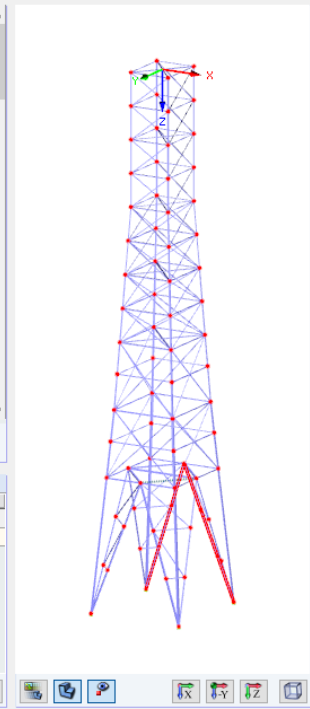


Bild 3.15: Maske 1.6 Vertikale Ausfachung - B

3.1.7 Vertikale Ausfachung - Seite R

Diese Maske erscheint, wenn in Maske 1.1 Masttyp ein Mast mit verschiedenen Seiten vorgegeben wurde. Hier können die vertikalen Ausfachungen für die vordere Seite des Mastes definiert werden.

- Typ
- Dreieckig
 - Rechteckig
 - Identische angrenzende Seite
 - Identische gegenüberliegende Seite
 - Verschiedene Seite

1.7 Vertikale Ausfachung - Seite R

Feld Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Schuss Nr.	D Ausfachung Typ	E Anzahl Teilungen	F Gleiche Ausfachungswinkel
1	32.000	2.000	1	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
2	30.000	2.000	2	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
3	28.000	2.000	3	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
4	26.000	2.000	4	Diagonale aufwärts	1	<input type="checkbox"/>
5	24.000	2.000	5	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
6	22.000	2.000	6	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
7	20.000	2.000	7	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
8	18.000	2.000	8	XDiagonalen	1	<input type="checkbox"/>
9	16.000	4.000	9	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
10	12.000	4.000	10	XDiagonalen mit Strebe	1	<input type="checkbox"/>
11	8.000	8.000	11	KDiagonalen unten	1	<input type="checkbox"/>
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Vertikale Ausfachung Nr. 9 - Querschnitte

Nr.	A Querschnitt	B Kommentar
1	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
2	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	

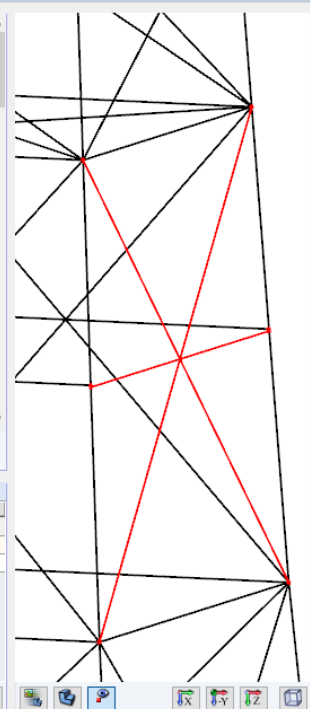


Bild 3.16: Maske 1.7 Vertikale Ausfachung - R

3.1.8 Horizontale Gurte

In dieser Maske können horizontale Gurte an den Übergängen der Mastschüsse definiert werden.

1.8 Horizontale Gurte

Kote Nr.	A Kote z [m]	B Anwenden	C Seite F		D Anwenden	E Seite L	
			Querschnitt			Querschnitt	
1	32.000	<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
2	30.000	<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
3	28.000	<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
4	26.000	<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
5	24.000	<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
6	22.000	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
7	20.000	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
8	18.000	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
9	16.000	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
10	12.000	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
11	8.000	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input checked="" type="checkbox"/>	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	
12	0.000	<input type="checkbox"/>	1 L 120x120x12 EN 10056-1:1998		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			2 L 90x90x9 EN 10056-1:1998		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			3 L 70x70x7 EN 10056-1:1998		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			4 L 50x50x5 EN 10056-1:1998		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			5 UPE 160 EN 10279		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			6 UPE 180 EN 10279		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			7 UPE 200 EN 10279		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			8 HE A 200 Euronorm 53-62		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			9 HE A 220 Euronorm 53-62		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	
			10 HE A 220 Euronorm 53-62		<input type="checkbox"/>	Baustahl S 235	

Bild 3.17: Maske 1.8 Horizontale Gurte

Typ

- Dreieckig
- Rechteckig
 - Identische angrenzende Seite
 - Identische gegenüberliegende Seite
 - Verschiedene Seite

Bei gleichen Seitenlängen des Mastes sind die Spalten D bis I inaktiv; die Einträge der Spalten B und C werden dort automatisch übernommen. Wurde in Maske 1.1 Masttyp hingegen ein Mast mit identischen gegenüberliegenden Seiten oder mit vier verschiedenen Seiten vorgegeben, so können die horizontalen Gurte in den Spalten D bis I für die jeweiligen Seiten definiert werden.

Die Anwenden-Kontrollfelder der Spalte B steuern, an welchem Abschnittswechsel (obere Kote) eine Gurtaussteifung vorliegt. Der Querschnitt des Gurts kann dann in der Liste der Spalte C ausgewählt werden. Diese Liste ist über die Schaltfläche zugänglich (siehe Bild 3.17). Es stehen alle Querschnitte zur Verfügung, die in Maske 1.2 Querschnitte definiert wurden.

Grafik

Rendering



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Modellgeometrie dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird der in der Tabelle selektierte Gurt in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Viewer



In den Masken 1.2 bis 1.11 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Der in der Tabelle selektierte Gurt ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im Bild 3.7 auf Seite 14 dargestellt und beschrieben.

3.1.9 Horizontale Ausfachung

In dieser Maske besteht die Möglichkeit, in den Ebenen der horizontalen Gurte (*Mastschüsse*) horizontale Ausfachungen zu definieren, die den Gittermast zusätzlich aussteifen.

1.9 Horizontale Ausfachung

Nr.	A Kote Nr.	B Kote z [m]	C Anwenden	D Ausfachung Typ	E Anzahl Teilungen
1	1	32.000	<input checked="" type="checkbox"/>	XDiagonalen	1
2	2	30.000	<input type="checkbox"/>		
3	3	28.000	<input checked="" type="checkbox"/>	XDiagonalen	1
4	4	26.000	<input type="checkbox"/>		
5	5	24.000	<input checked="" type="checkbox"/>	XDiagonalen	1
6	6	22.000	<input type="checkbox"/>		
7	7	20.000	<input checked="" type="checkbox"/>	XDiagonalen	1
8	8	18.000	<input type="checkbox"/>		
9	9	16.000	<input checked="" type="checkbox"/>	XDiagonalen	1
10	10	12.000	<input type="checkbox"/>		
11	11	8.000	<input checked="" type="checkbox"/>	I	1
12	12	0.000	<input type="checkbox"/>		

Horizontale Ausfachung Nr. 3 - Querschnitte

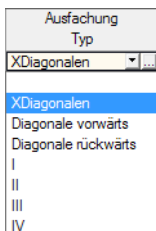
Nr.	A Querschnitt	B Kommentar
1	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	

Bild 3.18: Maske 1.9 Horizontale Ausfachung

In der oberen Tabelle sind die einzelnen Mastschüsse aufgelistet. Das Kontrollfeld *Anwenden* der Spalte C steuert, ob jeweils eine Ausfachung vorliegt.

In Spalte D ist der *Ausfachungstyp* eines jeden Feldes anzugeben. Die Auswahl kann anhand der Liste mit gebräuchlichen vertikalen Ausfachungen erfolgen, die über die Schaltfläche im Eingabefeld zugänglich ist.

Mit der Schaltfläche oder der Taste [F7] ist die ausführliche Datenbank der Ausfachungstypen aufrufbar, die spezifische Steuerungsmöglichkeiten für die Eingabe bietet (siehe Bild 3.19).



Horizontale Ausfachung Nr. X - Querschnitte

In der unteren Tabelle sind den Ausfachungen der einzelnen Felder die Querschnitte zuzuweisen.



Die Tabelle bezieht sich auf das Feld, das im Abschnitt oberhalb selektiert ist. Im Bild 3.18 ist dies beispielsweise Feld 3. Zum Zuweisen eines Querschnitts muss daher das relevante Feld zunächst mit einem Klick in seine Tabellenzeile aktiv gesetzt werden. Alternativ werden die Schaltfläche oder benutzt, um das vorherige bzw. nächste Feld einzustellen.

Der Querschnitt der Ausfachungen kann in der Liste der Spalte A ausgewählt werden. Diese Liste ist über die Schaltfläche zugänglich, die mit einem Klick in das Feld erscheint. Dort stehen alle Querschnitte zur Verfügung, die in Maske 1.2 *Querschnitte* definiert wurden.

A Querschnitt	
1	L 120x120x12 EN 10056-1:1998
2	L 90x90x9 EN 10056-1:1998
3	L 70x70x7 EN 10056-1:1998
4	L 50x50x5 EN 10056-1:1998
5	UPE 160 EN 10279
6	UPE 180 EN 10279

Bibliothek der Ausfachungstypen

RF-/MAST verfügt über eine erweiterbare Datenbank horizontaler Ausfachungstypen.

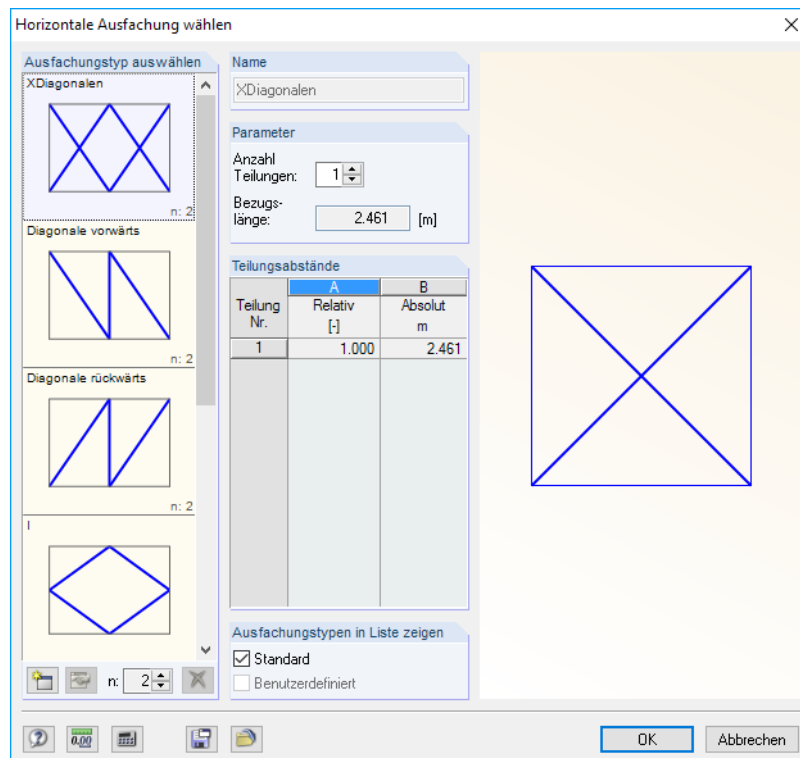


Bild 3.19: Bibliothek der Ausfachungstypen

Im Abschnitt *Ausfachungstyp auswählen* kann die gewünschte Ausfachung festgelegt werden.

Die Abschnitte *Parameter* und *Teilungsabstände* sind im [Kapitel 3.1.4](#) auf [Seite 19](#) erläutert. Dort ist auch beschrieben, wie die Bibliothek durch benutzerdefinierte Ausfachungstypen erweitert werden kann.

Grafik

Rendering



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Modellgeometrie dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird das in der Tabelle selektierte Feld in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Viewer



In den Masken 1.2 bis 1.11 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Das in der Tabelle selektierte Feld ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im [Bild 3.7](#) auf [Seite 14](#) dargestellt und beschrieben.

3.1.10 Innere Ausfachung

Sind die Ausfachungsstäbe der Seitenwände sehr schlank, so kann es erforderlich sein, die Knicklänge durch konstruktive Maßnahmen zu reduzieren. Diese Möglichkeit besteht in Maske 1.10.

Optionen

Innere Ausfachung

Querarme

Eckstielaufsatz

Die Maske 1.10 ist verfügbar, wenn in Maske 1.1 Masttyp die *Innere Ausfachung* aktiviert wurde. Ferner müssen in den Masken 1.4 bis 1.7 vertikale Ausfachungstypen vorliegen, für die eine zusätzliche Aussteifung sinnvoll ist. Da die inneren Ausfachungen für alle vier Mastseiten identisch sind, muss bei ungleichen Seitenlängen ein vertikaler Ausfachungstyp gewählt werden, der eine innere Ausfachung erlaubt.

1.10 Innere Ausfachung

Nr.	A Kote oben z _i [m]	B Höhe h [m]	C Anwenden	D Typ der Ausfachung	E Anzahl Teilungen
1	8.000	8.000	<input checked="" type="checkbox"/>	Diagonale aufwärts	3

- X-Diagonalen
- Diagonale aufwärts
- Diagonale abwärts
- K-Diagonalen unter
- Rhombus-Diagonalen
- Horizontalen

Innere Ausfachung Nr. 1 - Querschnitte

Nr.	A Querschnitt	B Kommentar
1	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	
2	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	

Bild 3.20: Maske 1.10 Innere Ausfachung

Innere Ausfachungen können separat für die infrage kommenden Mastschüsse definiert werden. Das Kontrollfeld *Anwenden* der Spalte C steuert, ob jeweils eine Ausfachung vorliegt.

In Spalte D ist der *Ausfachungstyp* anzugeben. Die Auswahl kann anhand der Liste mit gebräuchlichen inneren Ausfachungen erfolgen, die über die Schaltfläche im Eingabefeld zugänglich ist (siehe Bild 3.20).

Mit der Schaltfläche oder der Taste [F7] ist die ausführliche Datenbank der Ausfachungstypen aufrufbar, die spezifische Steuerungsmöglichkeiten für die Eingabe bietet (siehe Bild 3.21).

Mit der *Anzahl Teilungen* in Spalte E lassen sich innere Ausfachungen weiter unterteilen. Unregelmäßige Teilungsabstände können in der Bibliothek festgelegt werden (siehe Bild 3.20)

Innere Ausfachung Nr. X - Querschnitte

In der unteren Tabelle sind den Ausfachungen Querschnitte zuzuweisen. Die Tabelle bezieht sich auf die Ausfachung, die im Abschnitt oberhalb selektiert ist.

Die Querschnitte der Streben können in der Liste der Spalte A ausgewählt werden. Diese Liste ist über die Schaltfläche zugänglich, die mit einem Klick in das Feld erscheint. Dort stehen alle Querschnitte zur Verfügung, die in Maske 1.2 *Querschnitte* definiert wurden.

A Querschnitt	
4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	<input type="checkbox"/>
1 L 120x120x12 EN 10056-1:1998	<input type="checkbox"/>
2 L 90x90x9 EN 10056-1:1998	<input type="checkbox"/>
3 L 70x70x7 EN 10056-1:1998	<input type="checkbox"/>
4 L 50x50x5 EN 10056-1:1998	<input checked="" type="checkbox"/>
5 UPE 160 EN 10279	<input type="checkbox"/>
6 UPE 180 EN 10279	<input type="checkbox"/>

Bibliothek der Ausfachungstypen

RF-/MAST verfügt über eine erweiterbare Datenbank innerer Ausfachungstypen.

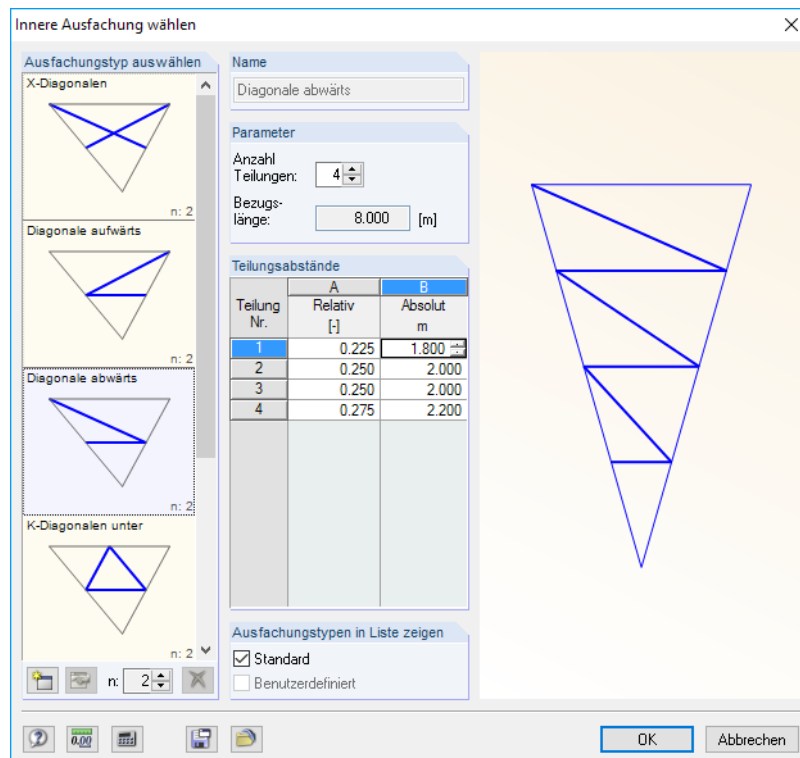


Bild 3.21: Bibliothek der Ausfachungstypen

Im Abschnitt *Ausfachungstyp auswählen* kann die gewünschte Ausfachung festgelegt werden.

Die Abschnitte *Parameter* und *Teilungsabstände* sind im [Kapitel 3.1.4](#) auf [Seite 19](#) erläutert. Dort ist auch beschrieben, wie die Bibliothek durch benutzerdefinierte Ausfachungstypen erweitert werden kann.

3.1.11 Querarme

Optionen

- Innere Ausfachung
- Querarme
- Eckstielauflsatz

Die letzte Eingabemaske ermöglicht es, Ausleger für die Anbringung von Stromleitungen zu generieren. Sie ist verfügbar, wenn die entsprechende Option in Maske 1.1 Masttyp aktiviert wurde.

1.11 Querarme

Arm Nr.	A Querarm-Typ	B Seite	C Kote z [m]	D Z [m]	E Kommentar
1	CTZ033	L, R	24.000	8.000	
2			30.000		
3			28.000		
4			26.000		
5			24.000		
6			22.000		
7			20.000		
8			18.000		
9			16.000		
			14.131		
			12.000		

Parameter

Parameter	Werte	Einheit
Länge	L	8.000 m
Höhe	h	2.000 m
Abstand	h0	2.000 m
Abstand	a1	2.461 m
Abstand	a2	2.461 m
Länge	b1	2.461 m
Länge	b2	2.461 m
Länge	b0	1.000 m
Feldlänge	L1	1.500 m
Feldlänge	L2	1.500 m
Feldlänge	L3	1.500 m
Feldlänge	L4	0.500 m

Material

Beschreibung: Baustahl S 355 | EN 10025-2:2004-11

Querschnitt

Querschnitt	Werte
Querschnitt 1	2LA L 100x100x10-12/10 EN 10056-1:1998
Querschnitt 2	2L AAJ L 100x100x10-12/10 EN 10056-1:199
Querschnitt 3	L 80x80x8 EN 10056-1:1998
Querschnitt 4	L 80x80x8 EN 10056-1:1998
Querschnitt 5	L 80x80x8 EN 10056-1:1998
Querschnitt 6	L 80x80x8 EN 10056-1:1998
Querschnitt 7	U 100 EN 10279

Bild 3.22: Maske 1.11 Querarme



Der *Querarm-Typ* kann in einer Datenbank mit verschiedenen Ausführungen von Auslegern ausgewählt werden. Diese Datenbank ist über die Schaltfläche [Bibliothek] bzw. zugänglich, die mit einem Klick in ein Feld der Spalte A erscheint. Der gewünschte Typ kann dann in der Bibliothek ausgewählt werden (siehe Bild 3.23).

Seite

L, R

F, B

L

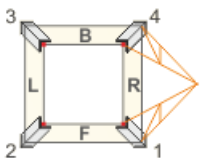
F

R

B

In Spalte B ist die *Seite* des Mastes anzugeben, auf der der Querarm platziert werden soll. Über die Schaltfläche öffnet sich eine Liste mit mehreren Möglichkeiten. Die Abkürzungen bedeuten:

- **Left, Right:** beidseits links und rechts (siehe Bild 3.22)
- **Front, Back:** beidseits vorne und hinten
- **Left:** links
- **Right:** rechts
- **Front:** vorne
- **Back:** hinten

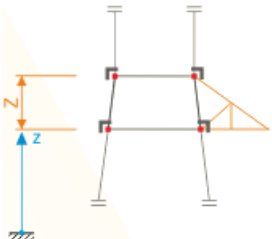


In Spalte C ist die *Kote* anzugeben, in der der Querarm positioniert werden soll. Auch hier besteht eine Auswahlmöglichkeit über die Liste (siehe Bild 3.22).

Parameter

In der unteren Tabelle können die parametrisierten Vorgaben des Auslegers angepasst werden, die aus der Bibliothek übernommen wurden. Neben jedem geometrischen *Parameter* lässt sich hier das *Material* und der *Querschnitt* der einzelnen Bauteile anpassen.

Die Schaltfläche unterhalb der Grafik zeigt ein Schema an, das die Parameter erläutert.



Bibliothek der Querarme

RF-/MAST verfügt über eine umfangreiche Datenbank mit Querarmen.

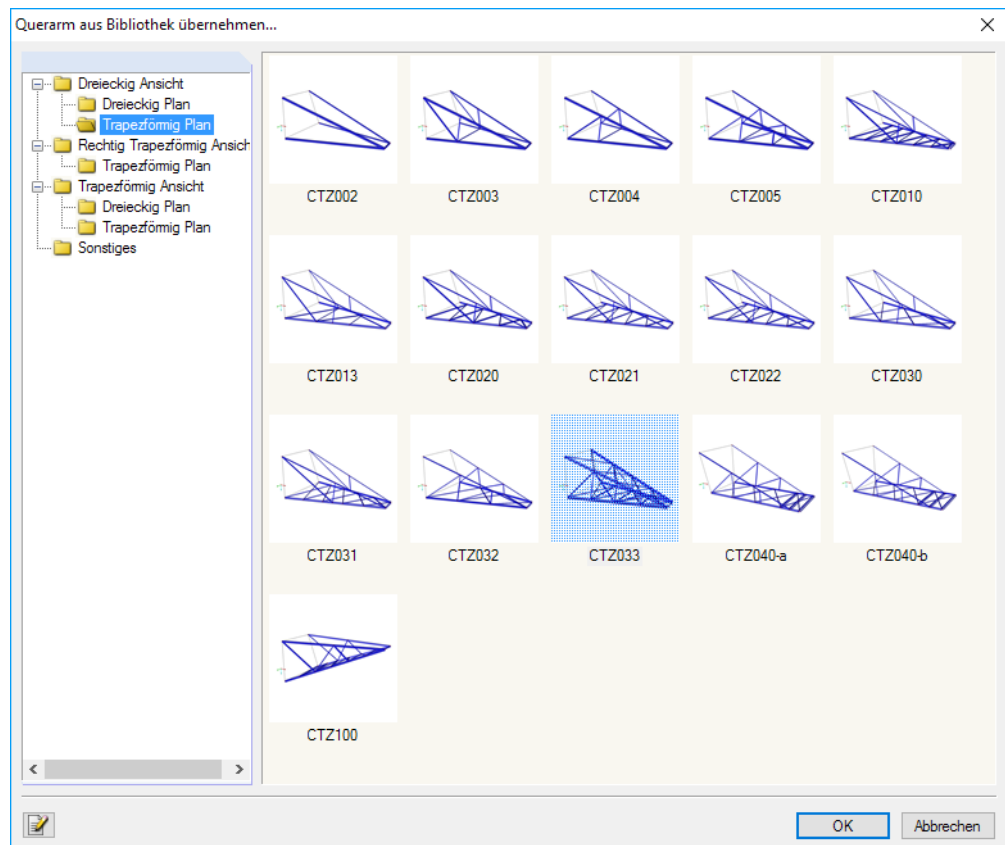


Bild 3.23: Bibliothek der Querarme

Zunächst ist links im Navigator die geeignete *Ansicht* des Auslegers festzulegen. Der gewünschte Typ kann dann anhand seiner Kennung und Symbolgrafik ausgewählt werden.

Grafik

Rendering

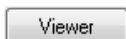


Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Modellgeometrie dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird der in der Tabelle selektierte Querarm in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Viewer



In den Masken 1.2 bis 1.11 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Der in der Tabelle selektierte Querarm ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im [Bild 3.7](#) auf [Seite 14](#) dargestellt und beschrieben.

3.2 Generierung

Generieren

Wenn alle Daten eingegeben sind, kann die Generierung des Mastmodells mit der Schaltfläche [Generieren] gestartet werden.

Sollte RF-/MAST Struktur fehlerhafte oder fehlende Einträge in den Eingabemasken entdecken, so erscheint eine entsprechende Fehlermeldung.

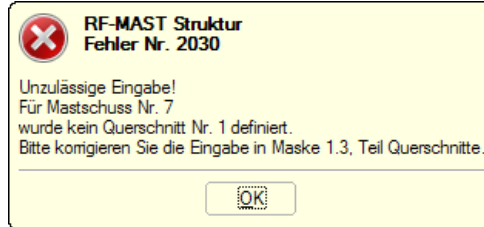


Bild 3.24: Fehlermeldung bei Generierung

Die fehlerhaften Parameter können dann überprüft und korrigiert werden.

3.3 Generierte Daten

Generieren

Nach dem [Generieren] können die erzeugten Geometriedaten in den Ergebnismasken überprüft werden. Dort bestehen weitere Anpassungsmöglichkeiten im Hinblick auf die voreingestellten Stabtypen, Gelenkanordnungen und Stabdrehungen. Erst danach empfiehlt es sich, die Daten nach RFEM bzw. RSTAB zu [Exportieren].

Exportieren

3.3.1 Stabendgelenke

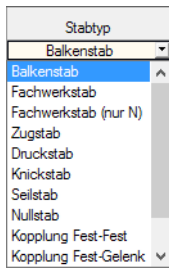
Die Maske 2.1 bietet eine Übersicht über die voreingestellten Stabtypen und Stabendgelenke.

2.1 Generierte Daten - Stabendgelenke

Stab Nr.	A		B	C		D		E		F	
	Querschnitt		Stabtyp	Gelenk am Anfang		Gelenk am Ende		M _y		M _z	
Eckstiel Nr. 4 - Mastschuss Nr. 10											
50	1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51	1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eckstiel Nr. 4 - Mastschuss Nr. 11											
52	1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 1											
53	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 2											
54	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 3											
55	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 4											
56	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 5											
57	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
59	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
60	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 6											
61	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
62	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
63	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
64	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikale Ausfachung - Seite F - Feld Nr. 7											
65	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
66	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998		Balkenstab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Bild 3.25: Maske 2.1 Generierte Daten - Stabendgelenke

Die Tabelle ist in die einzelnen Baugruppen untergliedert. Im Zuge der Generierung wurden den entsprechenden Bauteilen Stabtypen und Stabendgelenke zugewiesen.



Der *Stabtyp* kann nach einem Klick in das Feld der Spalte B angepasst werden, in dem der geeignete Typ in der Liste ausgewählt wird.

Der *Stabtyp* steuert, in welcher Weise Schnittgrößen aufgenommen werden können oder welche Eigenschaften für den Stab vorausgesetzt werden. Ein Fachwerkstab beispielsweise besitzt interne Momentengelenke an seinen Enden. Deshalb sind keine weiteren Gelenke zulässig. Die Stabtypen sind im Kapitel 4.17 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.7 des RSTAB-Handbuchs ausführlich beschrieben.

Das *Gelenk* am Anfang und Ende eines Stabes kann in den Spalten C bis F angepasst werden. Hierzu ist der Freiheitsgrad für die Stabmomente M_y und M_z durch Anhaken an- oder auszuschalten.



Die Stabtypen und Gelenke können auch nach dem Export im Hauptprogramm geändert werden.

Grafik

Rendering



Im Grafikbereich wird die Vorschau der Modellgeometrie dargestellt. Der in der Tabelle selektierte Stab ist in der Grafik farbig hervorgehoben. Mit der Schaltfläche [Stabendgelenke anzeigen] kann die Darstellung der Gelenke ein- und ausgeblendet werden.

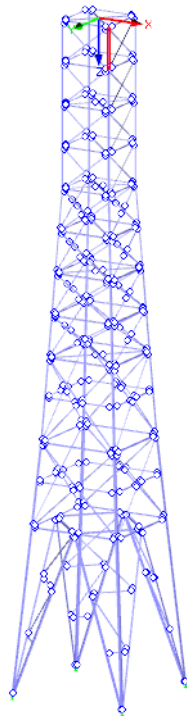


Bild 3.26: Darstellung der Gelenke



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Viewer



In den Masken 2.1 bis 2.3 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Das in der Tabelle selektierte Bauteil ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im [Bild 3.7](#) auf [Seite 14](#) dargestellt und beschrieben.

3.3.2 Stabdrehungen

Diese Maske enthält Informationen über die Hauptachsenneigungen und Stabdrehwinkel.

2.2 Generierte Daten - Stabdrehungen

Stab Nr.	A	B	C	D
	Querschnitt	Hauptachse-Neigung α [°]	Stab-Drehung β [°]	
Horizontale Ausfächung - Kote 24.000 m				
261	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
262	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
263	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
264	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
Horizontale Ausfächung - Kote 20.000 m				
265	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
266	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
267	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
268	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
Horizontale Ausfächung - Kote 16.000 m				
269	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
270	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
271	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
272	3 - L 70x70x7 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
Horizontale Ausfächung - Kote 8.000 m				
273	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
274	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
275	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
276	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
Innere Ausfächung				
277	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
278	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
279	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
280	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
281	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
282	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
283	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
284	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
285	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	
286	4 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998	-45.00	180.00	

Bild 3.27: Maske 2.2 Generierte Daten - Stabdrehungen

Wie in Maske 2.1 sind die Ergebnisse nach Bauteilgruppen geordnet aufgelistet. Zur Information werden die *Hauptachsenwinkel* α in Spalte B angegeben. Diese werden aus der Querschnittsdatenbank eingelesen (siehe Bild 3.5, Seite 12).

Viewer

In Spalte C erscheinen die voreingestellten Winkel der *Stabdrehung* β . Diese Drehwinkel können bei Bedarf manuell geändert werden. Dies kann beispielsweise erforderlich sein, um die Ausrichtung der Schenkel von L-Profilen in Bezug auf die Neigung der Mastseiten anzupassen. Hierzu ist die visuelle Kontrolle im Grafikbereich oder Viewer-Fenster hilfreich.



Um die Drehwinkel mehrerer Stäbe eines Bereichs zu ändern, ist es ausreichend, den neuen Wert des ersten Winkels einzugeben. Die folgenden Zellen können mithilfe der Taste [F8] mit dem gleichen Wert belegt werden.



Die Stabdrehungen können auch nach dem Export im Hauptprogramm geändert werden.

3.3.3 Stückliste

Die letzte Maske des Moduls bietet eine Übersicht über die verwendeten Querschnitte.

2.3 Generierte Daten - Stückliste

Position Nr.	A Querschnitt	B Anzahl Stäbe	C Länge [m]	D Gesamtlänge [m]	E Oberfläche [m ²]	F Volumen [m ³]	G Gewicht [kg/m]
Baustahl S 235 EN 10025-2:2004-11							
1	L 120x120x12 EN 10056-1:19	4	8.053	32.213	15.10	0.09	21.59
2	L 120x120x12 EN 10056-1:19	4	2.165	8.661	4.06	0.02	21.59
3	L 120x120x12 EN 10056-1:19	4	1.860	7.440	3.49	0.02	21.59
4	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	3.192	12.768	4.48	0.02	12.17
5	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	24	2.846	68.306	23.95	0.11	12.17
6	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	2.138	8.554	3.00	0.01	12.17
7	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	2.007	8.028	2.81	0.01	12.17
8	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	2.006	8.026	2.81	0.01	12.17
9	L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	1.876	7.503	2.63	0.01	12.17
10	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	3.878	15.511	4.22	0.01	7.38
11	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	3.401	13.606	3.70	0.01	7.38
12	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	3.163	12.654	3.45	0.01	7.38
13	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	2.937	11.747	3.20	0.01	7.38
14	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	2.699	10.795	2.94	0.01	7.38
15	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	2.405	9.621	2.62	0.01	7.38
16	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	8	2.257	18.057	4.92	0.02	7.38
17	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	4	2.077	8.306	2.26	0.01	7.38
18	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	8	2.007	16.057	4.37	0.02	7.38
19	L 70x70x7 EN 10056-1:1998	16	2.000	32.000	8.71	0.03	7.38
20	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	4	3.859	15.437	2.99	0.01	3.77
21	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	4	3.219	12.878	2.50	0.01	3.77
22	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	16	3.171	50.734	9.84	0.02	3.77
23	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	3.123	24.985	4.85	0.01	3.77
24	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	2.884	23.070	4.48	0.01	3.77
25	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	2.683	21.462	4.16	0.01	3.77
26	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	2.530	20.237	3.93	0.01	3.77
27	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	20	2.461	49.212	9.55	0.02	3.77
28	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	4	2.128	8.512	1.65	0.00	3.77
29	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	2.086	16.687	3.24	0.01	3.77
30	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	1.993	15.940	3.09	0.01	3.77
31	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	1.892	15.139	2.94	0.01	3.77
32	L 50x50x5 EN 10056-1:1998	8	1.853	14.824	2.88	0.01	3.77

Bild 3.28: Maske 2.3 Generierte Daten - Stückliste

RF-/MAST vergibt Positionsnummern für gleichartige Stäbe.

In den Spalten B bis I werden für jede Position folgende Informationen aufgelistet:

- Anzahl Stäbe
- Länge
- Gesamtlänge
- Oberfläche (hilfreich für die Auswahl des Korrosionsschutzes)
- Volumen
- Gewicht (Profil / Stab / Gesamt)

Ganz am Ende der Liste befindet sich eine Bilanz mit den Summen der Spalten B, D, E, F und I. Das letzte Feld der Spalte I *Gesamtgewicht* gibt Aufschluss über die insgesamt benötigte Stahlmenge.

I Gesamtgewicht [t]
0.091
0.114
0.100
0.093
0.087
0.080
0.071
0.133
0.061
0.118
0.236
0.058
0.049
0.191
0.094
0.087
0.081
0.076
0.185
0.032
0.063
0.060
0.057
0.056
0.055
0.054
0.053
0.079
0.052
0.050
0.047
0.016
5.009

3.4 Export

Exportieren

Die generierten Daten müssen nach RFEM bzw. RSTAB exportiert werden, damit das Modell weiter bearbeitet werden kann. Es dient als Basis für die Eingaben in den Modulen RF-/MAST Anbauten und RF-/MAST Belastung. Die Datenübergabe ist über die Schaltfläche [Exportieren] vorzunehmen.

Der Export bewirkt, dass die in RFEM bzw. RSTAB vorhandenen Modelldaten überschrieben werden. Aus diesem Grund erscheint vorher eine entsprechende Warnung.

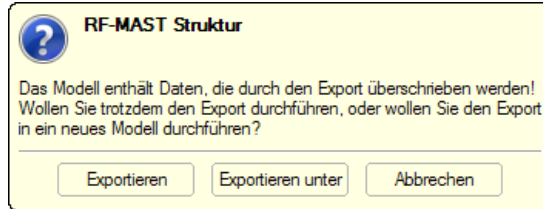
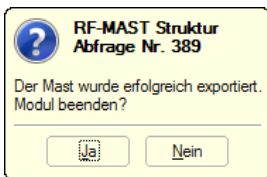


Bild 3.29: Warnung vor Export der Daten



Optional lassen sich die generierten Daten auch in eine neue Modelldatei exportieren.

Beim fehlerfreien Export erscheint eine entsprechende Meldung. Nach dem Beenden des Moduls kann der Mast dann in der Oberfläche von RFEM bzw. RSTAB weiter bearbeitet werden.

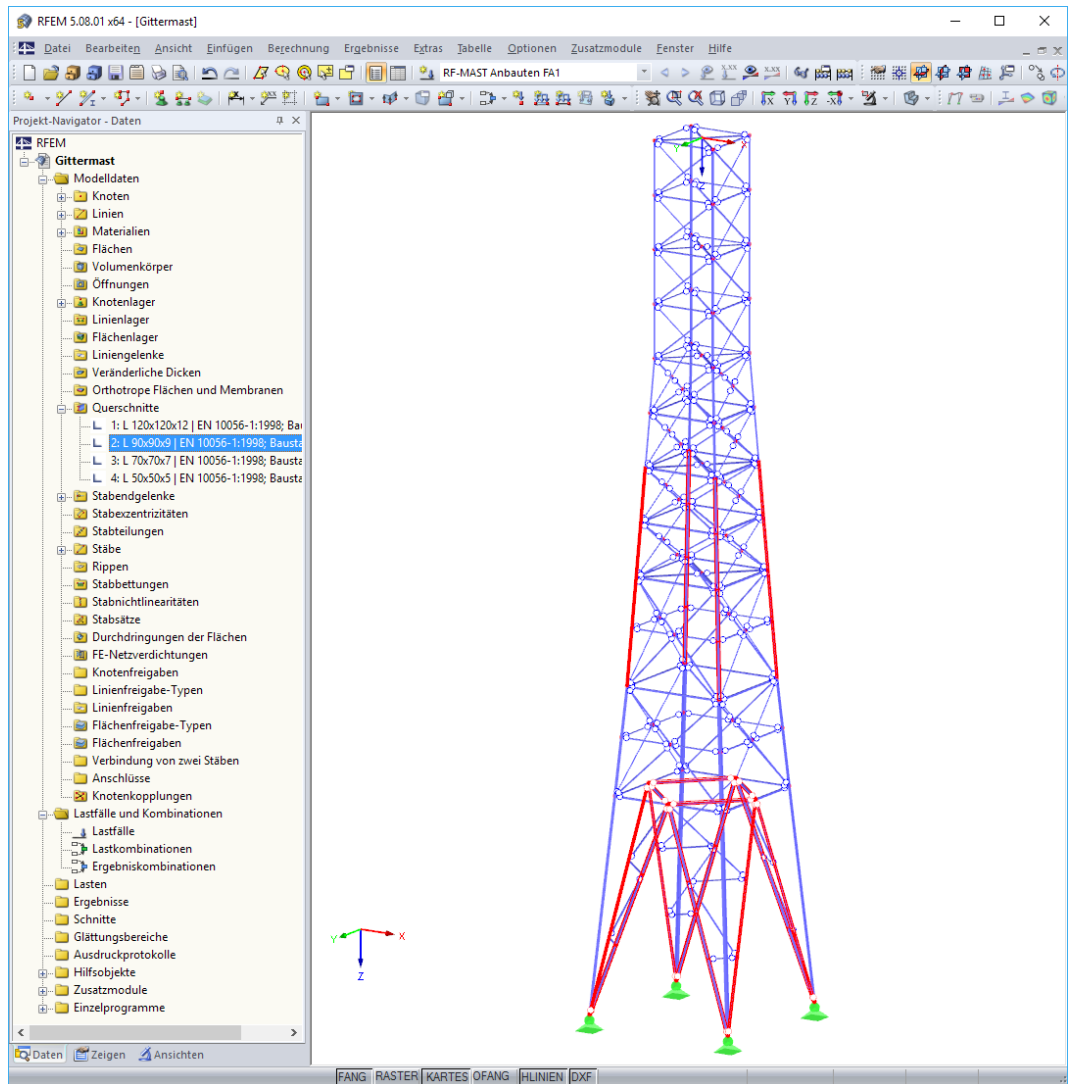


Bild 3.30: Ergebnis in RFEM

Die Funktionen des Hauptprogramms sind im [RFEM-](#) bzw. [RSTAB-](#)Handbuch beschrieben.

4 RF-/MAST Anbauten

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/MAST Anbauten** relevant sind. Die allgemeinen Funktionen sind im [Kapitel 2](#) erläutert.

4.1 Eingabedaten

4.1.1 Basisangaben

Die Maske *1.1 Basisangaben* bietet eine Übersicht über die aus RFEM bzw. RSTAB eingelesenen Modelldaten des Mastes.

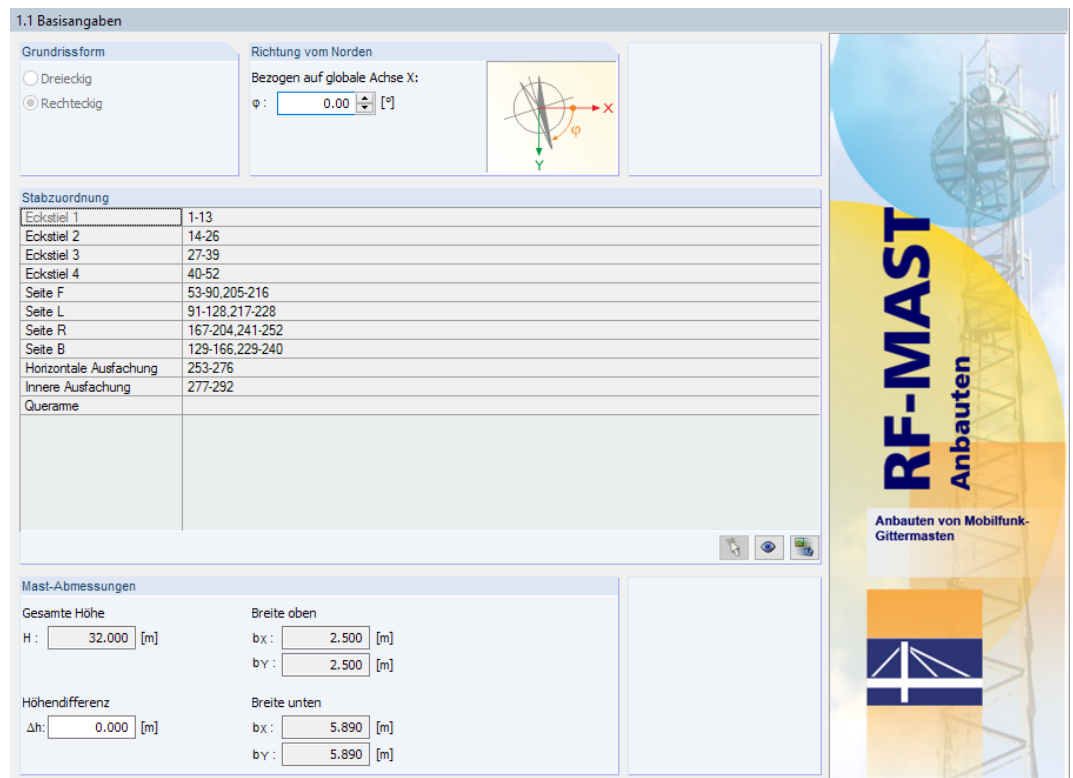
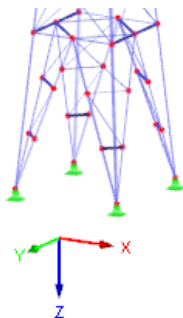


Bild 4.1: Maske 1.1 Basisangaben

Grundrissform

In diesem Abschnitt wird die im Modul RF-/MAST Struktur gewählte Grundgeometrie angezeigt.



Richtung von Norden

Für die spätere Definition der Belastung (Modul RF-/MAST Belastung) und die Bemessung (Modul RF-/MAST Bemessung) spielt die Ausrichtung der Antennenanlagen eine wichtige Rolle.

Über den Winkel φ kann die Ausrichtung des Mastes in Bezug auf Norden festgelegt werden. Dieser Winkel bezieht sich auf die globale Achse X von RFEM bzw. RSTAB. Wie die Skizze dieses Abschnitts zeigt, beschreibt ein positiver Winkel φ eine Drehung des Nordpfeils in Richtung der globalen Achse Y.

Stabzuordnung

Dieser Abschnitt enthält eine Übersicht über die aus RSTAB/RFEM eingelesenen Stäbe des Modells. Sie sind nach Mastbauteilen geordnet.

Wurde das Mastmodell ohne das Modul RF-/MAST Struktur erstellt oder nach dem Export der Daten aus RF-/MAST Struktur geändert, so ist die Tabelle leer. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, die Stabnummern manuell in die Zeilen einzutragen oder mit der Schaltfläche die Bauteile grafisch im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB auszuwählen.



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] ermöglicht es, die Lage der Stäbe in einer 3D-Grafik zu kontrollieren. Dabei werden die in der Tabelle selektierten Bauteile farbig hervorgehoben.

1.1 Basisangaben

Grundrissform
 Dreieckig
 Rechteckig

Richtung vom Norden
 Bezogen auf globale Achse X:
 φ : 0.00 [°]

Stabzuordnung	
Eckstiel 1	1-13
Eckstiel 2	14-26
Eckstiel 3	27-39
Eckstiel 4	40-52
Seite F	53-90, 205-216
Seite L	91-128, 217-228
Seite R	167-204, 241-252
Seite B	129-166, 229-240
Horizontale Ausfachung	253-276
Innere Ausfachung	277-292
Querarme	

Mast-Abmessungen

Gesamte Höhe
 H : 32.000 [m]

Breite oben
 b_x : 2.500 [m]
 b_y : 2.500 [m]

Höhendifferenz
 Δh : 0.000 [m]

Breite unten
 b_x : 5.890 [m]
 b_y : 5.890 [m]

Schema oder Rendering anzeigen

Bild 4.2: Rendering über Schaltfläche aktivieren

Mast-Abmessungen

Zur Information werden neben der Gesamthöhe H des Mastes die Breiten b_x und b_y angezeigt, die am oberen und unteren Ende vorliegen.

Antennenhöhe anzeigen als:
 Masthöhe
 Gesamthöhe (einschl. Höhendifferenz)

Wenn der Mast auf einem anderen Gebäude errichtet ist, kann eine Höhendifferenz Δ_h vorgegeben werden, um die tatsächliche Höhenlage von Antennen für die Windlasten zu erfassen. Ein positiver Wert bewirkt einen Versatz nach oben. Auf diese Weise ist es möglich, die Kote z der Antenne in Maske 1.6 (siehe Kapitel 4.1.6) auf deren Gesamthöhe über dem Geländeniveau zu beziehen. Hierzu ist im Dialog *Details* (siehe Bild 4.19, Seite 54) noch die entsprechende Option zu aktivieren.

4.1.2 Bühnen

Bühnen sind wichtige Bestandteile von Masten. In Maske 1.2 besteht die Möglichkeit, verschiedene Arten von Bühnenkonstruktionen in das Mastmodell zu integrieren.

1.2 Bühnen

Bühne Nr.	A Bühnentyp	B Drehung	C Kote z [m]	D Koordinate Z [m]	E Anordnungstyp	F Kommentar
1	PRA004	0.00	31.000	1.000	Außen	
2	PRI002a	0.00	29.000	3.000	Außen	
3	PRI003-x	0.00	27.000	5.000	Außen	
4	PRI002a-x	0.00	25.000	7.000	Außen	
5	PRA-Fiori	0.00	23.000	9.000	Außen	
6						
7						
8						
9						

Parameter

Parameter			
Länge	a	2.440	m
Länge	b	2.440	m
Abstand	a1	0.500	m
Länge	a2	0.650	m
Abstand	a3	0.500	m
Abstand	b1	0.450	m
Abstand	F3	0.500	m
Abstand	L1	0.500	m
Abstand	L3	0.500	m
Abstand	B1	0.500	m
Abstand	B3	0.500	m
Abstand	R1	0.500	m
Abstand	R3	0.500	m
Material			
Bezeichnung	Baustahl S 355		
Querschnitt			
Querschnitt 1	UPE 180		
Querschnitt 2	HEB 160		
Querschnitt 3	L 50x50x5		
Querschnitt 4	L 100x50x6		
Verbunden mit			
Eckstiele	<input checked="" type="checkbox"/>		

Bild 4.3: Maske 1.2 Bühnen



Der *Bühnentyp* kann in einer Datenbank mit verschiedenen Varianten von Bühnenkonstruktionen ausgewählt werden. Diese Datenbank ist über die Schaltfläche [Bibliothek] bzw. zugänglich, die mit einem Klick in ein Feld der Spalte A erscheint. Der gewünschte Typ kann dann in der Bibliothek ausgewählt werden (siehe Bild 4.4).

Drehung

0.00

0

90

180

270

Anordnungs-
typ

Außen

Außen

Innen

Benutzerdefiniert

Eckstielstabachse

Da die Bühnenträger nicht immer symmetrisch angeordnet sein müssen, kann eine *Drehung* der Bühne erforderlich sein (beispielsweise um die gerade Führung einer Kabelbahn zu ermöglichen). Hierzu besteht die Möglichkeit, einen Drehwinkel von 0°, 90°, 180° oder 270° vorzugeben.

Die Höhenlage der Bühne ist durch die Eingabe der *Kote z* (bezogen auf den Fußpunkt des Mastes) oder der *Koordinate Z* (bezogen auf den globalen Ursprung in RFEM/RSTAB) festzulegen. Die beiden Eingabemöglichkeiten wirken interaktiv. Sie sind in der schematischen Darstellung einzusehen, die über die Schaltfläche ein- und ausgeschaltet werden kann.

Der *Anordnungstyp* legt fest, an welchen Stellen der Eckstielquerschnitte die Bühne platziert wird:

- Außen: Bezug auf äußere Profilkanten
- Innen: Bezug auf innere Profilkanten
- Benutzerdefiniert: Manuelle Eingabe der Längen *a* und *b* im Abschnitt *Parameter*
- Eckstielstabachse: Bezug auf Profilschwerpunkt

Parameter

Die untere Tabelle verwaltet die Definitionsparameter der Bühnen. Sie beziehen sich auf die Bühne, die im Abschnitt oberhalb selektiert ist. Zum Ändern eines Parameters muss daher die relevante Bühne zunächst mit einem Klick in ihre Tabellenzeile aktiv gesetzt werden.

Die Lage der Bühnenträger wird jeweils über den *Abstand* beschrieben. Zum Verständnis der Parameter kann mit den in [Tabelle 4.1](#) erläuterten Schaltflächen die Vorschau im Grafikbereich angepasst werden. Die Parameter innerer und äußerer Bühnen sind auch im [Bild 4.5](#) und [Bild 4.6](#) auf [Seite 40](#) dargestellt.

B1		1.300	m
B3		1.300	m
R1	Abstand		
R3	Wertebereich: (0; 1.275)		m

Bei einem roten Parameter ist die Bühne mit den definierten bzw. in der Datenbank hinterlegten Abmessungen nicht in die Mastgeometrie integrierbar. Wenn mit dem Mauszeiger über die Parameterbezeichnung bewegt wird, wird der mögliche Wertebereich des Parameters angezeigt.

Baustahl S 355

Da die Bühnenkonstruktion aus einer anderen Stahlgüte gefertigt sein kann als der Mast, ist das *Material* als weiterer Parameter einstellbar. Die Bibliothek ist über die Schaltfläche aufrufbar, die mit einem Klick in das Feld der Materialbezeichnung erscheint.

HEB 160

Der *Querschnitt* eines jeden Bühnenträgers ist bei den Mustern der Datenbank bereits vordefiniert. Über die Schaltfläche kann in der Querschnittsbibliothek ein anderes Profil ausgewählt werden (siehe [Kapitel 3.1.2, Seite 12](#)).

Grafik



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau des Modells dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird das in der Tabelle selektierte Anbauteil in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
	Zeigt das Schema der Parameter oder die Vorschau des Anbauteils an
	Stellt das Anbauteil im Rendering oder als Drahtmodell dar
	Zeigt die Anbauteile der aktuellen Maske oder das Gesamtmodell an
	Blendet eine transparente Darstellung der Mastkonstruktion ein oder aus
	Blendet die Bemaßung der Anbauteile ein oder aus
	Blendet die Werte oder die Symbole der Bemaßung ein oder aus
	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt die Ansicht entgegen der Y-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar

Tabelle 4.1: Schaltflächen im Grafikfenster

Information

Sie befinden sich im Ansichtsmodus.

[Zurück](#)

Ansichtsmodus

Mit der Schaltfläche unterhalb der Tabelle ist ein Wechsel in das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster möglich. In diesem *Ansichtsmodus* stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen des Mastes. Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zu RF-/MAST.

Bibliothek der Bühnen

RF-/MAST verfügt über eine umfangreiche Datenbank mit verschiedenen Bühnenkonstruktionen.

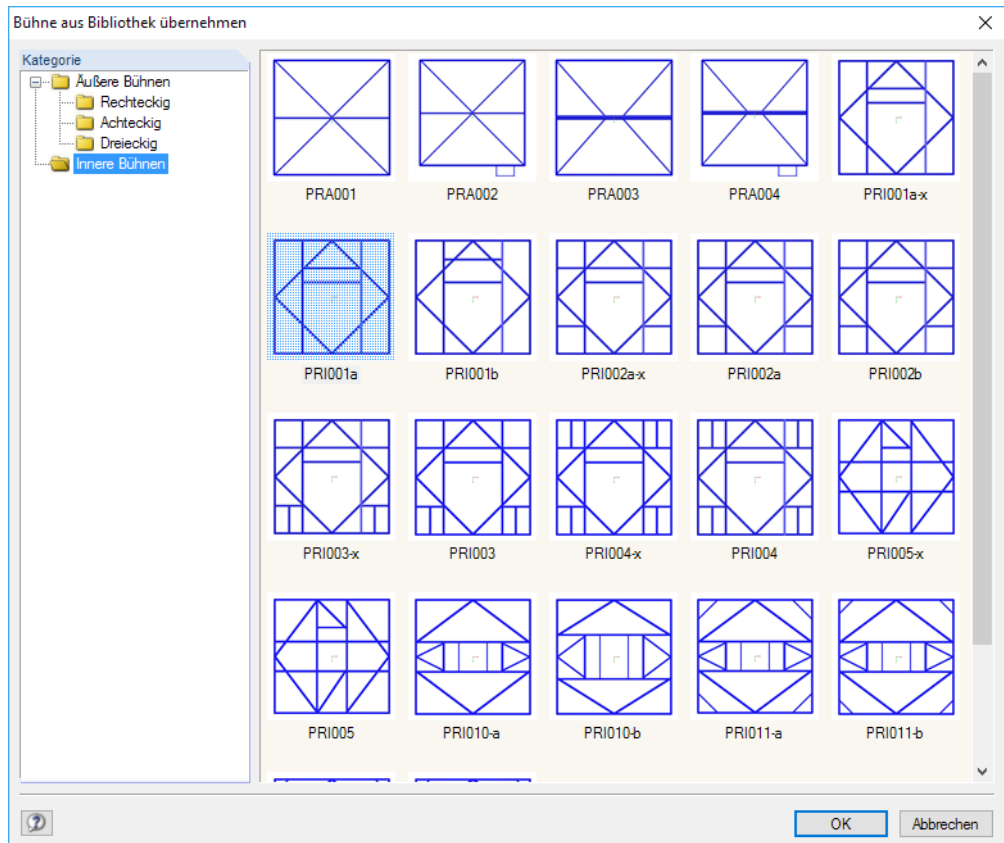


Bild 4.4: Bibliothek der Bühnen

Zunächst ist links im Navigator die geeignete *Kategorie* der Bühne festzulegen. Der gewünschte Typ kann dann anhand seiner Kennung und Symbolgrafik ausgewählt werden.

Benutzerdefinierte Bühnen

Entsprechen die Vorlagen der Datenbank nicht den individuellen Erfordernissen, so können auch eigene Muster erstellt werden. Hierzu ist in einem neuen, leeren Modell die Bühne zu erstellen und anschließend als *Block* abzulegen (siehe RFEM- bzw. RSTAB-Handbuch, Kapitel 12.4).

Da viele Abmessungen der Bühnen parametrisiert sind, sollte bei der Eingabe der Bühne eine Mustervorlage hinzugezogen werden. Es gibt gewisse Regeln, die beim Erzeugen und Benennen individueller Muster berücksichtigt werden müssen, damit diese auch von RF-/MAST Anbauten erkannt werden.

Schema für äußere Bühnen

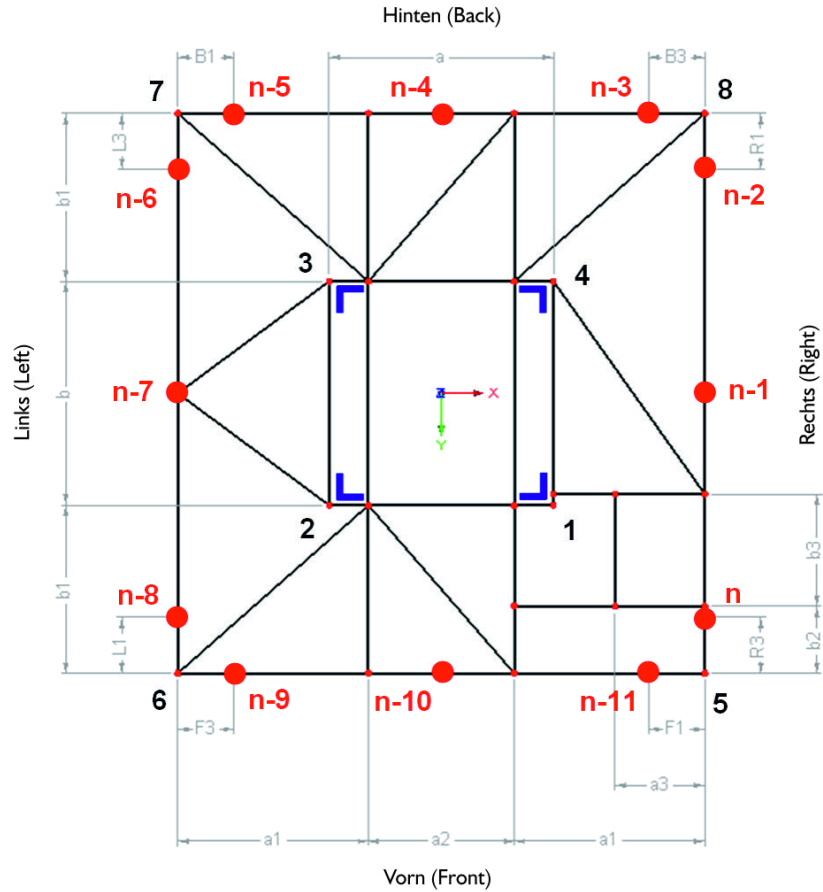


Bild 4.5: Schema für äußere Bühnen

Schema für innere Bühnen

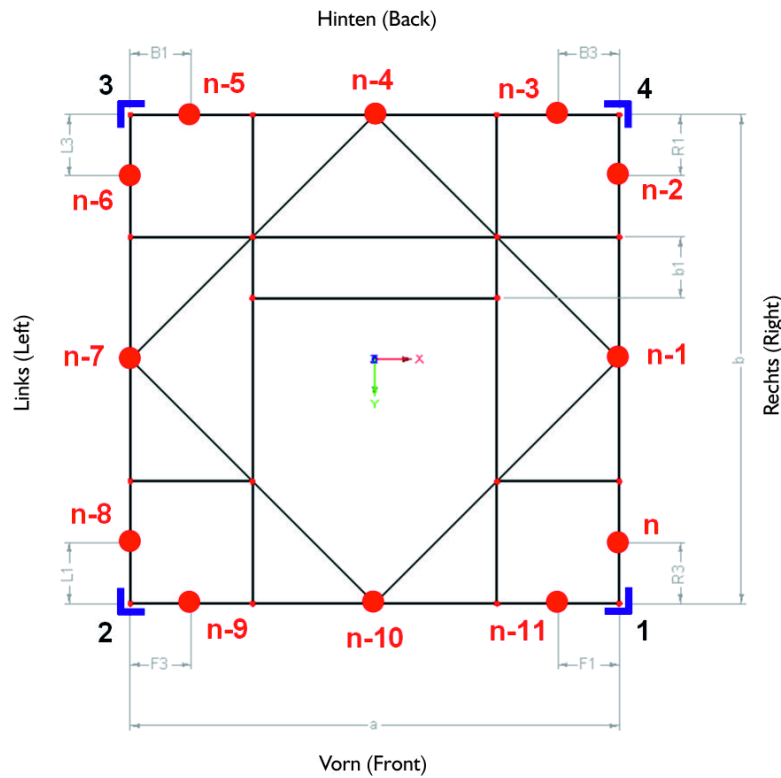


Bild 4.6: Schema für innere Bühnen

Werden die folgenden Konventionen berücksichtigt, dann können die verschiedensten benutzerdefinierten Bühnen in RF-/MAST Anbauten verwendet werden.

- Ebene Bühnen sind als Modelltyp *2D - XY* anzulegen.
- Bühnen mit L-Profilen sind als Modelltyp *3D* anzulegen und in der XY-Ebene zu definieren.
- Die Knoten der Bühnenecken sind mit 1,2,3,4 zu nummerieren. Knoten Nr. 1 liegt im ersten Quadranten (positive X- und Y-Koordinaten); die weiteren Eckknoten folgen im Uhrzeigersinn.
- Der Parameter *a* bezieht sich auf den Abstand der Knoten 1 und 2 (3 und 4); der Parameter *b* bezieht sich auf den Abstand zwischen Knoten 1 und 4 (2 und 3).
- Die zwölf Knoten mit der höchsten Nummerierung (im Falle von drei Knoten pro Bühnenecke) stehen für die Anbindung von Antennenträgern zu Verfügung.
- Knoten in den Außenecken von äußeren Bühnen sind mit 5,6,7,8 zu nummerieren; Knoten Nr. 5 ist dabei im ersten Quadranten (positive X- und Y-Koordinaten); die weiteren Eckknoten folgen im Uhrzeigersinn.
- Querschnitt Nr. 1 wird immer den äußeren Stäben zugewiesen. Wenn ein weiterer Stab der Bühne den gleichen Querschnitt erhalten soll, muss für ihn ein neuer Querschnitt angelegt werden.
- Die Bühne ist als *Block* zu speichern und nach [Tabelle 4.2](#) zu benennen.

Bezeichnung	Mastform	Anordnung	Bühnenform
PRR	viereckig	außen	rechteckig
PRO	viereckig	außen	achteckig
PRT	viereckig	außen	dreieckig
PRC	viereckig	außen	rund
PRI	viereckig	innen	innenliegend
PRA	viereckig	innen	innenliegend mit Lager für Aufsatzrohr
PTR	dreieckig	außen	rechteckig
PTP	dreieckig	außen	mehreckig
PTT	dreieckig	außen	dreieckig
PTC	dreieckig	außen	rund
PTI	dreieckig	innen	innenliegend

Tabelle 4.2: Bezeichnungen für Bühnen

4.1.3 Aufsatzrohr

Aufsatzrohre dienen als Haltekonstruktionen von Antennen und Blitzabfanganlagen. In Maske 1.3 können die Parameter eines solchen Rohres festgelegt werden.

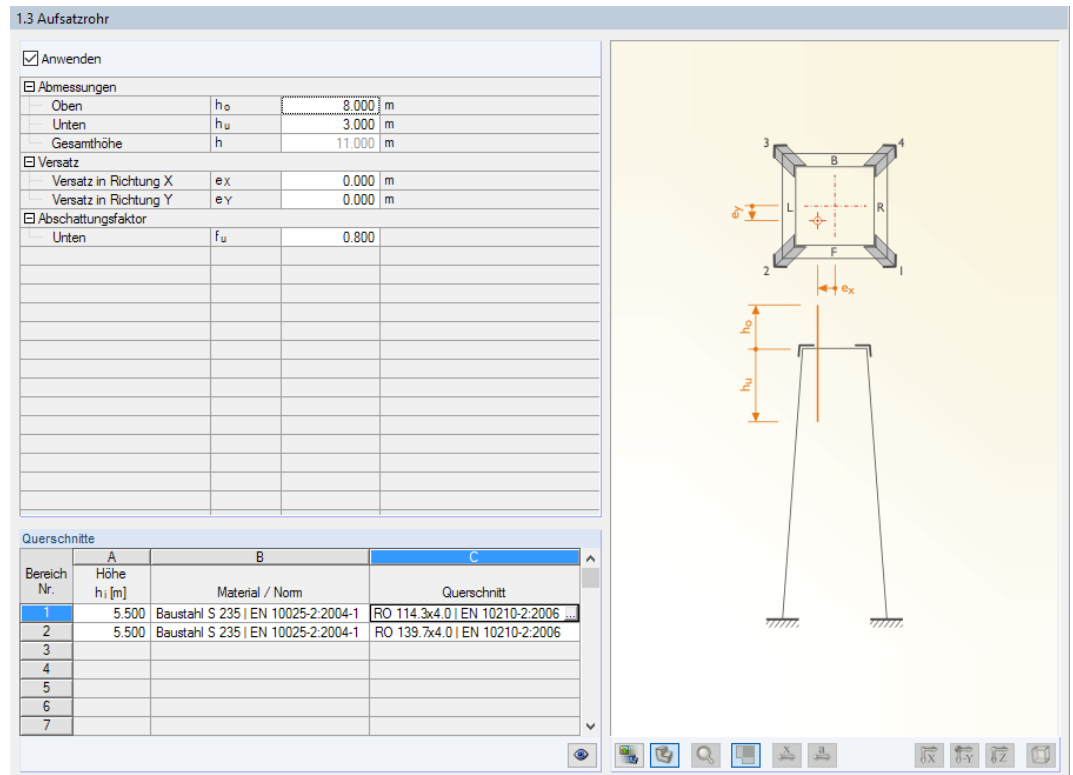


Bild 4.7: Maske 1.3 Aufsatzrohr


Das Kontrollfeld *Anwenden* steuert, ob ein Aufsatzrohr erzeugt wird.



In der oberen Tabelle ist die Geometrie und Lage des Rohres festzulegen. Die *Abmessungen* sind auf das obere Ende des Masts bezogen. Über einen *Versatz* kann das Rohr exzentrisch angeordnet werden. Zum Verständnis der Parameter ist die Symbolskizze hilfreich, die mit der Schaltfläche [Schema oder Rendering] angezeigt werden kann.

Der *Abschattungsfaktor* ist mit 1,0 voreingestellt. Nach DIN 4131 [4] Anhang A, Abschnitt A1.3.2.2 kann für Konstruktionsteile, die sich innerhalb der Umrissfläche des Mastes befinden, die Windlast um bis zu 20 % reduziert werden.

Querschnitte

In der unteren Tabelle ist das *Material* und der *Querschnitt* des Aufsatzrohres festzulegen. Die Auswahl kann in den Bibliotheken erfolgen, die jeweils über die Schaltfläche  im Eingabefeld zugänglich sind (siehe Bild 4.7).

Falls das Aufsatzrohr aus Bereichen mit unterschiedlichen Querschnitten besteht, kann die *Höhe* in Abschnitte h_i unterteilt werden. Die Querschnitte lassen sich dann bereichsweise zuweisen.

Grafik



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau des Modells dargestellt wird. Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind in der Tabelle 4.1 auf Seite 38 beschrieben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

4.1.4 Antennenträger

In Maske 1.4 sind die Antennenträger zu definieren. Die Maske ist in zwei Tabellen unterteilt.

1.4 Antennenträger

Träger Nr.	A		B		C			D			E		F		G		H		I
	Typ	An Objekt	Knoten Nr.	X [m]	Y [m]	Z [m]	Kote z [m]	Drehung α [°]	Kommentar	Globaler Einbauort	X [m]	Y [m]	Z [m]	Kote z [m]	Drehung α [°]	Kommentar			
1	ABP003-d	Aufsatzrohr		0.000	0.000	-2.000	34.000	20.00											
2	ABS006-a	Bühne 1 - Knoten	97	-0.720	1.220	1.000	31.000	90.00											
3	ABP001-a	Bühne 3 - Knoten	187	1.223	0.000	5.000	27.000	0.00											
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			

Parameter

Parameter		
Länge	h1	1.000 m
Länge	h2	1.000 m
Abstand	a1	0.600 m
Abstand	a2	Auto m
Abstand	a3	Auto m
Verbundene Knoten		
Knoten Nr. 1		Aufsatzrohr
Knoten Nr. 2		Aufsatzrohr
Knoten Nr. 3		Aufsatzrohr
Material		
Bezeichnung		Baustahl S 355
Querschnitt		
Querschnitt 1		Rohr 48.3/3.2
Querschnitt 2		Rohr 48.3/3.2

Bild 4.8: Maske 1.4 Antennenträger



In Spalte A der oberen Tabelle ist der *Typ* des Antennenträgers festzulegen. Hierzu ist mit der Schaltfläche [Bibliothek] oder bzw. der Taste [F7] eine Datenbank aufrufbar (siehe Bild 4.9).

An Objekt

- Aufsatzrohr
- Eckstiel 1
- Eckstiel 2
- Eckstiel 3
- Eckstiel 4
- Aufsatzrohr
- Bühne 1 - Knoten
- Bühne 1 - Stäbe
- Bühne 2 - Knoten
- Bühne 2 - Stäbe
- Bühne 3 - Knoten

Spalte B regelt, an welchem *Objekt* des Mastes der Antennenträger befestigt wird. Als tragende Unterkonstruktion ist ein Eckstiel, das Aufsatzrohr oder eine Bühne möglich. Die Auswahl kann in der Liste erfolgen, die wie üblich mit oder [F7] zugänglich ist. Wenn der Antennenträger an einer Bühne befestigt wird, ist in Spalte C der relevante *Knoten* bzw. *Stab* anzugeben.

In den Spalten D bis F wird der *Globale Einbauort* anhand seiner XYZ-Koordinaten angegeben. Die Koordinate Z ist dabei auf den Nullpunkt von RFEM bzw. RSTAB bezogen.

Wird der Antennenträger an einem Eckstiel oder Aufsatzrohr befestigt, ist in Spalte G die *Kote z* festzulegen. Diese Höhenangabe bezieht sich auf den Fußpunkt des Mastes.

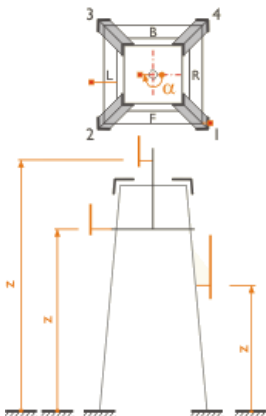
Spalte H ermöglicht eine *Drehung* des Antennenträgers. Der Winkel α ist auf die globale Achse X bezogen. Ein positiver Winkel beschreibt eine Drehung des Objekts in Richtung der Achse Y.

Parameter

In der unteren Tabelle können die parametrisierten Vorgaben des Antennenträgers angepasst werden, die aus der Bibliothek übernommen wurden. Neben jedem geometrischen *Parameter* lässt sich hier das *Material* und der *Querschnitt* der einzelnen Bauteile anpassen.

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Zeile, die in der Tabelle oben selektiert ist. Zum Anpassen der Parameter ist daher der relevante Antennenträger mit einem Klick in seine Zeile aktiv zu setzen.

Mit der Schaltfläche unterhalb der Grafik kann ein Schema angezeigt werden, das die Parameter erläutert.



Bibliothek der Antennenträger

RF-/MAST verfügt über eine Datenbank mit verschiedenen Mustern von Antennenträgern, die für die zu befestigenden Antenne infrage kommen.

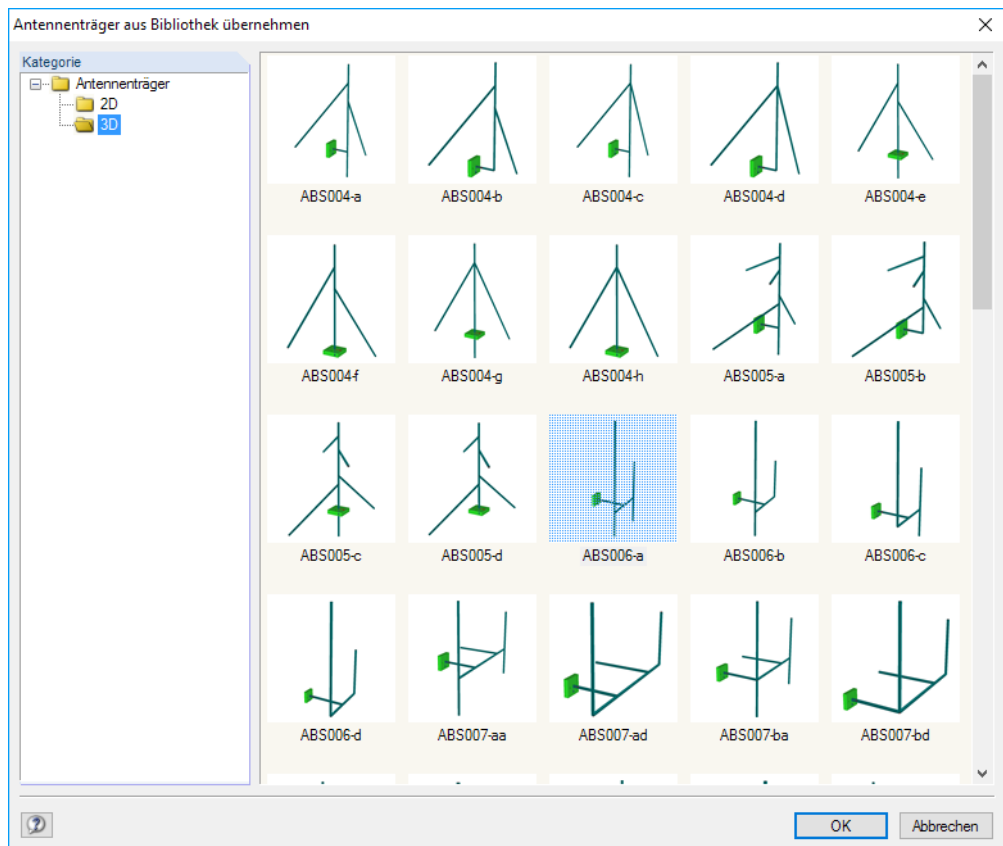


Bild 4.9: Bibliothek der Antennenträger

Im Abschnitt *Kategorie* kann der gewünschte Antennenträger festgelegt werden. Der Typ ist dann anhand seiner Kennung auszuwählen und mit [OK] in die Maske 1.4 zu übernehmen.


Grafik



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Antennenträger dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird der in der Tabelle selektierte Träger in der Grafik farbig hervorgehoben. Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind in der [Tabelle 4.1](#) auf [Seite 38](#) beschrieben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Mit der Schaltfläche  (unterhalb der oberen Tabelle) ist ein Wechsel in das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster möglich. In diesem *Ansichtsmodus* stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen des Mastes. Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zu RF-/MAST.

4.1.5 Antennengruppen

Eine Gruppierung der Antennenbelegung nach Mobilfunkbetreibern ist hilfreich, um beispielsweise die Beanspruchungen für jeden Anbieter auszuwerten. Hierzu können in Maske 1.5 sogenannte Antennengruppen definiert werden.

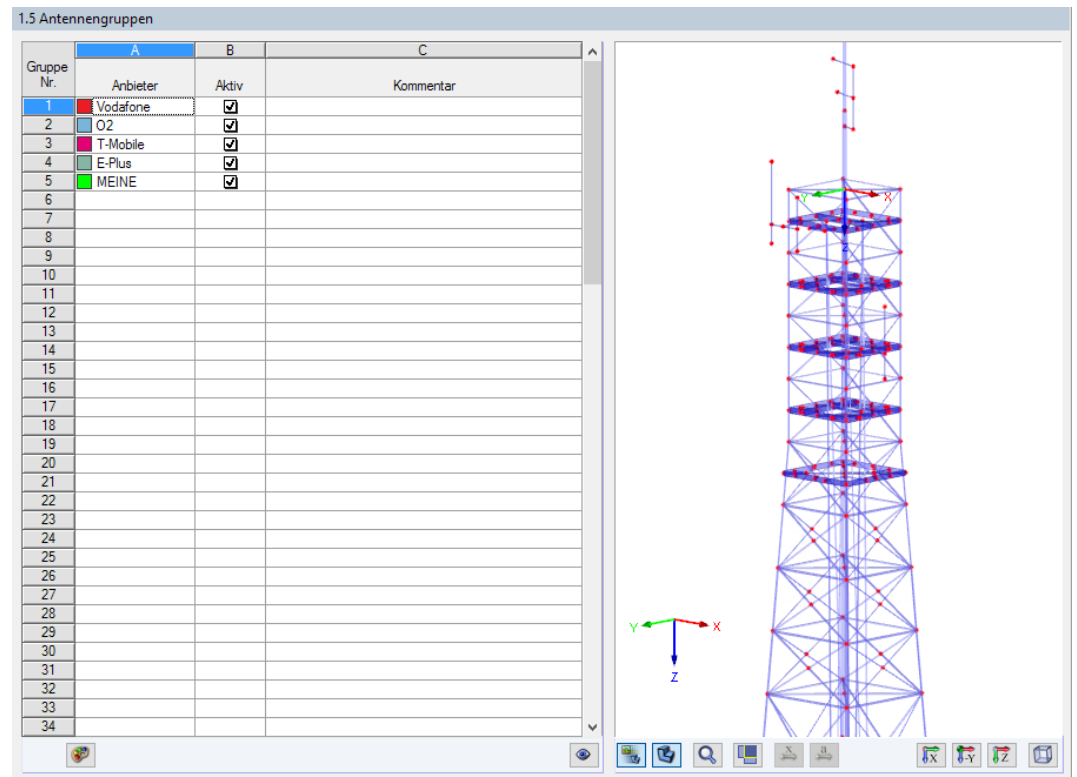



Bild 4.10: Maske 1.5 Antennengruppen

Die vier großen *Anbieter* für Mobilfunk in Deutschland sind in dieser Maske voreingestellt und mit Farbsymbolen gekennzeichnet. Die Farbzuzuweisungen lassen sich über die Schaltfläche  individuell anpassen.

Alle Antennengruppen sind *Aktiv* gesetzt. Falls gewünscht, können bestimmte Mobilfunkbetreiber in Spalte B deaktiviert werden.

In dieser Maske besteht auch die Möglichkeit, eigene Anbieter zu definieren.

4.1.6 Antennen

Antennen bieten durch ihre Form und Größe mitunter große Angriffsflächen für die Windbelastung. Daher ist die Lage und Ausrichtung dieser Bauteile wichtig für die spätere Bemessung.

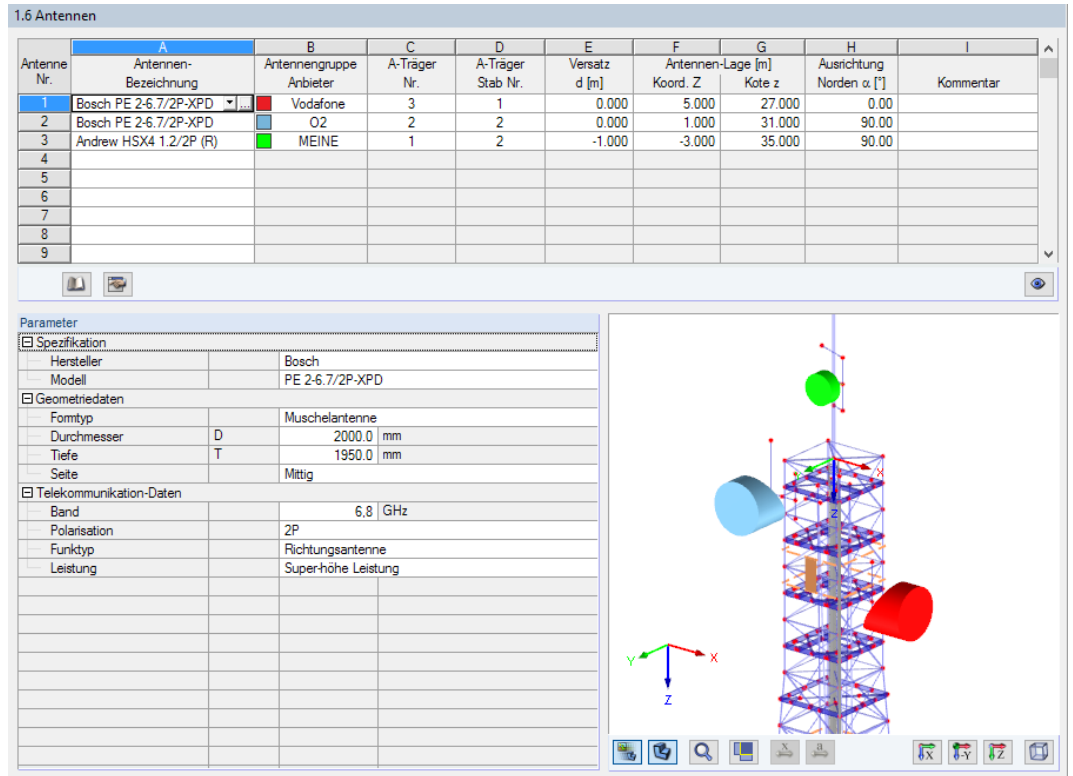
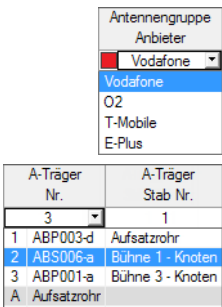


Bild 4.11: Maske 1.6 Antennen

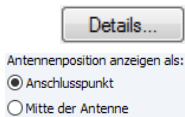
In Spalte A ist die *Antennenbezeichnung* festzulegen. Hierzu kann mit der Schaltfläche bzw. im Eingabefeld eine Datenbank mit Antennen verschiedener Hersteller aufgerufen werden (siehe Bild 4.12).



Die Antenne ist in Spalte B einer *Antennengruppe* zuzuweisen. In der Liste stehen die in Maske 1.5 definierten Anbieter zur Auswahl (siehe Kapitel 4.1.5).

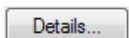
In den Spalten C und D ist anzugeben, an welchem *Antennenträger* und *Stab* dieses Trägers die Antenne befestigt ist. Die Anzahl der Stäbe, die sich für die Anbringung eignen, hängt vom Typ des in Maske 1.4 definierten Antennenträgers ab (siehe Kapitel 4.1.4).

Über den *Versatz* kann die Lage der Empfangseinheit am Stab verändert werden. Das negative Versatzmaß bewirkt ein Verschieben der Antenne entlang des Trägerstabes innerhalb der gültigen Grenzen (Stablänge). Hierzu ist es hilfreich, die aktuelle Antenne im Grafikbereich vergrößert darzustellen. Die Koordinaten der Antenne können in den Spalten F und G überprüft werden.

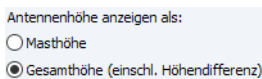


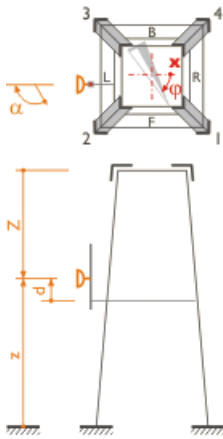
Im Dialog *Details* kann festgelegt werden, ob die Antennenposition im Anschlusspunkt oder in der Mitte der Antenne angenommen werden soll (siehe Bild 4.19, Seite 54).

In den Spalten F und G wird die *Antennenlage* angegeben. Die Koordinate Z ist dabei auf den Nullpunkt von RFEM bzw. RSTAB bezogen, die Kote z auf den Fußpunkt des Mastes bzw. Gebäudes.



Der Dialog *Details* steuert, ob die Antennenhöhe als Masthöhe oder als Gesamthöhe einschließlich Höhendifferenz angezeigt wird (siehe Bild 4.19, Seite 54). Eine Höhendifferenz liegt vor, wenn der Mast auf einem anderen Gebäude errichtet ist. Dies wirkt sich entsprechend auf die Windlasten der Antennen aus. Die Höhendifferenz Δ_h kann in Maske 1.1 definiert werden (siehe Kapitel 4.1.1).





Spalte H verwaltet die *Ausrichtung* einer jeden Antenne, die für die später festzulegende Belastung bedeutsam ist. Der Winkel α bezieht sich dabei auf die in Maske 1.1 definierte Himmelsrichtung Norden (siehe Kapitel 4.1.1).

Parameter

In der unteren Tabelle werden Detailangaben der Antenne angezeigt, die in der Tabelle oben selektiert ist.

Mit der Schaltfläche unterhalb der Grafik kann ein Schema dargestellt werden, das die Geometriedaten der Antenne veranschaulicht.

Bibliothek der Antennen

RF-/MAST verfügt über eine Datenbank mit Antennen verschiedener Hersteller.

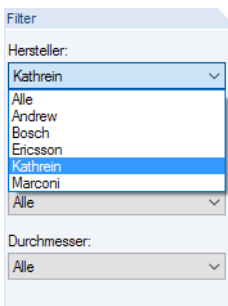
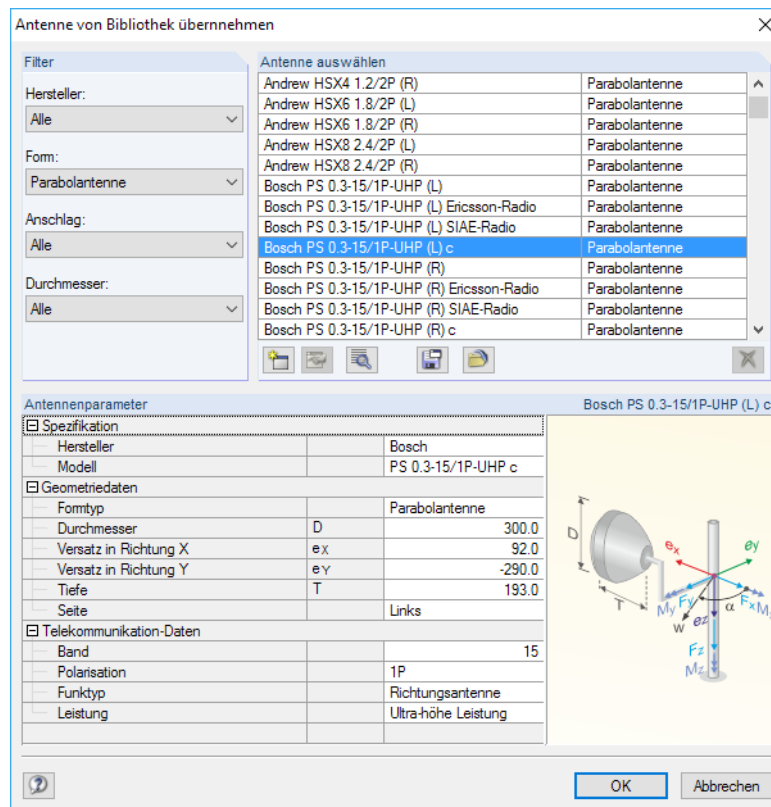


Bild 4.12: Bibliothek der Antennen

Da die Antennenbibliothek sehr umfangreich ist, stehen im Abschnitt *Filter* diverse Selektionsmöglichkeiten zur Verfügung. Sie können die Datenbank nach den Kriterien *Hersteller*, *Form*, *Anschlag* und *Durchmesser* filtern. Auf diese Weise lässt sich das Angebot reduzieren.

Im Abschnitt rechts lässt sich dann die gewünschte *Antenne auswählen*. Mit [OK] wird der Eintrag in die Maske 1.6 übernommen.

Geometrie- und Lastparameter der Antenne bearbeiten



Unterhalb der Antennen-Tabelle befindet sich die Schaltfläche [Bearbeiten]. Sie ermöglicht es, die Geometrie- und Lastparameter der in der Tabelle selektierten Antenne zu ändern. Hierzu erscheint der Dialog *Antenne bearbeiten*. Er besteht aus zwei Registern (siehe Bild 4.13 und Bild 4.14).

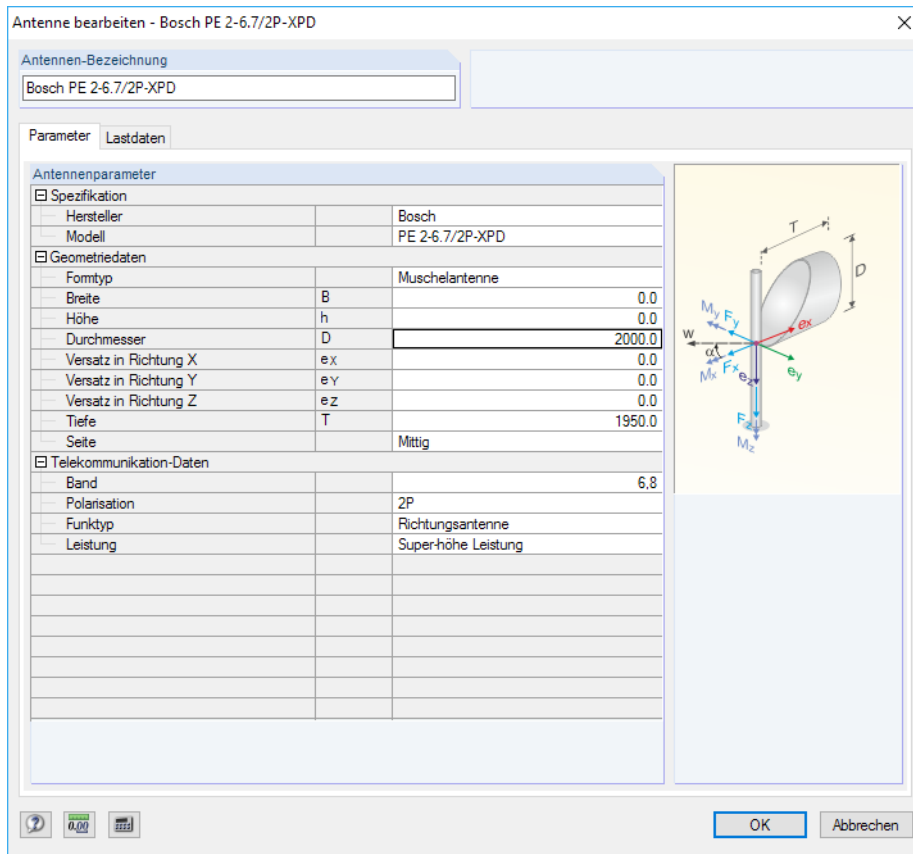


Bild 4.13: Dialog *Antenne bearbeiten*, Register *Parameter*

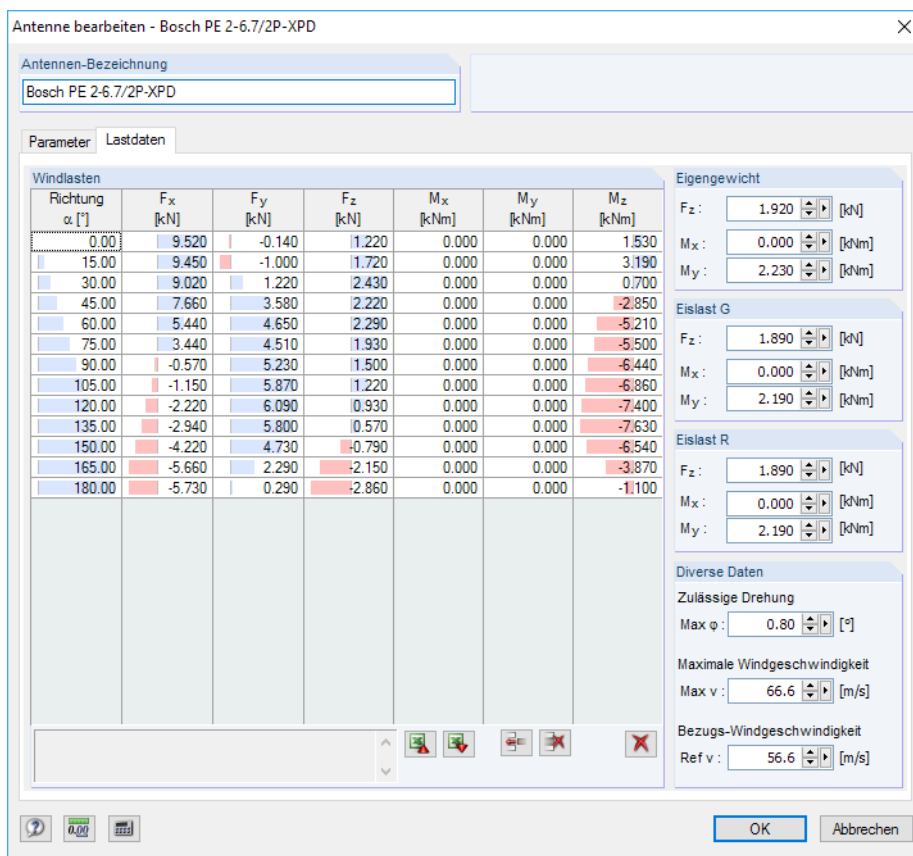


Bild 4.14: Dialog *Antenne bearbeiten*, Register *Lastdaten*

In den Registern lassen sich die voreingestellten *Antennenparameter* und *Lastdaten* anpassen.

4.1.7 Antennenersatzflächen

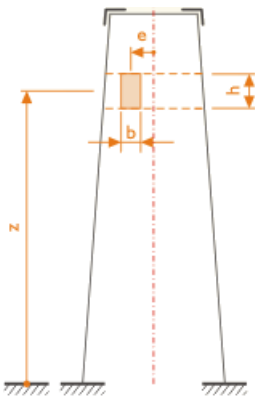
Falls die Bauart der Antenne zum Zeitpunkt der Bemessung noch nicht feststeht oder in der Datenbank nicht auswählbar ist, kann in Maske 1.7 eine Ersatzfläche definiert werden, um dieses Konstruktionsteil im Modell zu erfassen. Die Antennenersatzfläche wird dann für die Generierung der Wind- und Eislasten im Modul RF-/MAST Belastung verwendet.

1.7 Antennenersatzflächen

Fläche Nr.	Abmessungen		Fläche $c \cdot r \cdot A$ [m ²]	Kote z [m]	Kommentar
	Breite b [m]	Höhe h [m]			
1	1.000	2.000		20.000	
2	0.500	1.250		28.000	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Parameter			
<input type="checkbox"/>	Parameter		
<input type="checkbox"/>	Gewicht	W	2.230 kN
<input type="checkbox"/>	Versatz	e	0.000 m
<input type="checkbox"/>	Eislast G	F _{z,G}	1.870 kN
<input type="checkbox"/>	Eislast R	F _{z,R}	2.090 kN

Bild 4.15: Maske 1.7 Antennenersatzflächen



In der oberen Tabelle sind die *Abmessungen* b und h der Ersatzfläche anzugeben. Die Höhenlage wird in Spalte D über die *Kote* z festgelegt. Sie beschreibt den Abstand zwischen dem Fußpunkt des Mastes und dem Zentrum der Ersatzfläche.

Es ist nicht erforderlich, eine bestimmte Mastseite vorzugeben: Die maßgebende Mastseite wird im Modul RF-/MAST Belastung bei der Lastgenerierung ermittelt.

Zur Berücksichtigung des Antenneneigengewichts kann im Abschnitt *Parameter* das Gewicht W als Eigengewichtskraft eingegeben werden. Des Weiteren ist es möglich, einen Versatz e anzugeben, der bei der Generierung der Windlasten berücksichtigt wird. Wenn die Werte der Eislasten G und R bekannt sind, können auch diese für die Antennenersatzflächen berücksichtigt werden.

Grafik



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Ersatzflächen dargestellt wird. Wenn das Rendering aktiviert ist, wird die in der Tabelle selektierte Ersatzfläche in der Grafik farbig hervorgehoben. Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind in der [Tabelle 4.1](#) auf [Seite 38](#) beschrieben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

4.1.8 Innenschächte

Innenschächte dienen der Aufnahme von Leitern und Kabelbahnen. In Maske 1.8 können Größe, Lage und Anzahl der Innenschächte definiert werden.

1.8 Innenschächte

Schacht Nr.	A	B Kote [m]		D	E	F	G H I J				K	
	Lage	Anfang z _A	Ende z _B	Breite b [m]	Tiefe d [m]	Drehung α [°]	e _{xA}	e _{yA}	e _{xE}	e _{yE}		Versatz [m]
1	Mitte	3.000	31.000	0.800	0.800	0.00	0.300	0.000	0.000	0.000		
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												

Parameter

Gurtausrichtung	Rechtwinklig
Ausfachungsversatz unten	0.000 m
Ausfachungsversatz oben	0.000 m
Abschattungsfaktor	0.800
<input checked="" type="checkbox"/> Identische Seite	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Seiten	
<input type="checkbox"/> Ausfachungstyp	A
Anzahl der Teilungen	12
Diagonalen	L 40x5
Gurte	L 40x5
<input checked="" type="checkbox"/> Eckstiele	<input checked="" type="checkbox"/>
Querschnitt	L 40x5
Lagertypen	Gelenkig
<input type="checkbox"/> Diagonalen	
Stabendgelenke	Eingespant

Bild 4.16: Maske 1.8 Innenschächte

Lage

Mitte

Seite F

Seite L

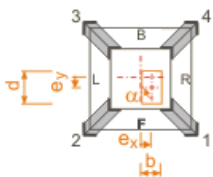
Seite R

Seite B

Mitte

Die *Lage* eines Innenschachts kann im Inneren des Mastmodells oder an einer der Mastseiten definiert werden.

Über die *Kote* z_A bzw. z_B wird der Beginn bzw. das Ende eines Schachts beschrieben. Die Abmessungen des Schachts können durch die Angabe der *Breite* und *Tiefe* festgelegt werden. Optional ist eine *Drehung* möglich, die in die Ermittlung der Windbelastung einfließt.



In den Spalten G bis J kann ein horizontaler *Versatz* für den Beginn und das Ende des Schachts definiert werden. Die Exzentrizitäten *e* sind gemäß Symbolskizze auf die globalen Achsen X und Y bezogen einzugeben. Ein Höhenversatz der Schacht-Ausfachung kann im Abschnitt *Parameter* als *Ausfachungsversatz* modelliert werden.

Parameter

Die untere Tabelle verwaltet die Detailangaben des oben selektierten Innenschachts.

Mit der Schaltfläche unterhalb der Grafik kann ein Schema dargestellt werden, das die Geometriedaten des Schachts veranschaulicht.

Der *Abschattungsfaktor* ist für die spätere Ermittlung der Windbelastung erforderlich.

Im Regelfall werden alle vier Seiten eines Innenschachts gleich ausgeführt. Falls eine individuelle Ausführung je Seite erforderlich sein sollte, ist das Kontrollfeld *Identische Seite* zu deaktivieren. Danach kann jede Seite individuell ausgeführt werden.

Die Definition des *Ausfachungstyps* ist im [Kapitel 3.1.4](#) auf [Seite 18](#) beschrieben.

Die einzelnen Querschnitte können in der allgemeinen Profilibibliothek ausgewählt werden. Diese ist über die Schaltfläche zugänglich, die nach einem Klick ein Eingabefeld erscheint.

<input checked="" type="checkbox"/> Identische Seite	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Seiten	
<input type="checkbox"/> Ausfachungstyp	A
Anzahl der Teilungen	12
Diagonalen	L 40x5
Gurte	L 40x5
<input checked="" type="checkbox"/> Eckstiele	<input checked="" type="checkbox"/>
Querschnitt	L 40x5
Lagertypen	Gelenkig
<input type="checkbox"/> Diagonalen	
Stabendgelenke	Eingespant

Lagertypen	Gelenkig
	Gelenkig
	Eingespannt
	Keine

Die Lagerung der Schacht-Eckstiele kann anhand der links dargestellten *Lagertypen* festgelegt werden.

Für den Anschluss der *Diagonalen* steht eine starre oder gelenkige Ausführung zur Auswahl.

Grafik



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] steuert, ob im Grafikbereich ein Schema der Eingabeparameter oder eine Vorschau der Schachtgeometrie dargestellt wird.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

4.1.9 Kabelbahnen

In Maske 1.9 können Kabelbahnen definiert werden, um deren Eigen- und Eislasten im Modell zu erfassen. Kabelbahnen sind auch für die Ermittlung der Windbelastung relevant.

1.9 Kabelbahnen

Weg Nr.	A	B	C Kote [m]		E	F	G	H	I	J
	Form	Lage	Anfang z _A	Ende z _B	Breite b [m]	Höhe d [m]	Radius r [m]	Anzahl der Kabel	Drehung α [°]	Kommentar
1	Rechteckig	Mitte	7.500	31.000	0.100	0.250	0.000		0.00	Verteilung
2	Rund	Eckstiel 1	0.000	31.000	0.100					Hauptleitung
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Parameter

Parameter

Versatz in Richtung X	e _x	0.000	m
Versatz in Richtung Y	e _y	0.000	m
Gewicht	W	0.410	kN/m
Abschattungsfaktor	K _{sh}	1.000	

Verbindungen

An Stäbe anschließen		257-260	
An Knoten anschließen		121	

Bild 4.17: Maske 1.9 Kabelbahnen

Form	Rechteckig
	Rechteckig
	Rund
	Reihe

Die *Form* der Kabelbahn ist in der Liste der Spalte A auszuwählen. Es sind rechteckige oder runde Kabelbahnen möglich. Für die korrekte Berücksichtigung der Verschattung bei der Windlastgenerierung können einzelne Kabel auch in einer Reihe positioniert werden. Bei dieser Option ist in Spalte F der Kabel-*Durchmesser* und in Spalte H die *Anzahl der Kabel* anzugeben.

Lage	Mitte
	Eckstiel 1
	Eckstiel 2
	Eckstiel 3
	Eckstiel 4
	Seite F
	Seite L
	Seite R
	Seite B
	Mitte
	Aufsatzrohr

Die *Lage* einer Kabelbahn kann an einem Eckstiel oder einer der Mastseiten, im Inneren des Mastmodells oder am Aufsatzrohr definiert werden.

Über die *Kote* z_A bzw. z_B wird der Beginn bzw. das Ende einer Kabelbahn beschrieben. Die Abmessungen der Kabelbahn können durch die Angabe der *Breite* und *Höhe* bzw. des *Durchmessers* festgelegt werden. Optional ist eine *Drehung* möglich, die in die Ermittlung der Windbelastung einfließt.

Parameter

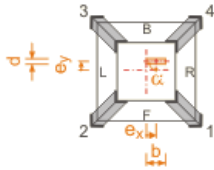
Die untere Tabelle verwaltet die Detailangaben der oben selektierten Kabelbahn.

Mit der Schaltfläche unterhalb der Grafik kann ein Schema dargestellt werden, das die Geometriedaten der Kabelbahn veranschaulicht.

Über einen *Versatz* kann die Kabelbahn exzentrisch angeordnet werden. Die Exzentrizitäten e sind gemäß Symbolskizze auf die globalen Achsen X und Y bezogen einzugeben.

Das Eigengewicht der Kabelbahn ist als Linienlast in [kN/m] anzugeben. Der *Abschattungsfaktor* ist für die spätere Ermittlung der Windbelastung erforderlich.

Über die *Verbindungen* können die Befestigungen der Kabelbahn an der Mastkonstruktion definiert werden. Dies ist für den Lasteintrag aus Eigengewicht, Wind und Eis auf die tragende Konstruktion von Bedeutung. Die maßgebenden *Stäbe* oder *Knoten* lassen sich im grafisch im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB festlegen, das über die Schaltfläche im jeweiligen Eingabefeld zugänglich ist.



Parameter			
Versatz in Richtung X	e_x	0.000	m
Versatz in Richtung Y	e_y	0.250	m
Gewicht	W	0.410	kN/m
Abschattungsfaktor	K_{Sh}	1.000	
Verbindungen			
An Stäbe anschließen		257-260	
An Knoten anschließen		121	

4.1.10 Leitern

Die letzte Eingabemaske ermöglicht es, Leitern für die Besteigung des Mastes zu definieren.

Leiter Nr.	A	B	C		D	E	F	G	
	Form	Lage	Anfang z_A	Ende z_B	Breite b [m]	Drehung α [°]	Kommentar		
1	Standard	Mitte	3.000	32.000	0.400	0.00			
2	Standard								
3	Aluminium Y-Baum								
4	Aluminium Zwillingeleiter								
5	Stahl/Edelstahl Y-Baum								
6	Stahl/Edelstahl Zwillingeleiter								
7									
8									
9									

Parameter			
Parameter			
Versatz in Richtung X	e_x	0.000	m
Versatz in Richtung Y	e_y	0.000	m
Gewicht	W	0.080	kN/m
Abschattungsfaktor	K_{Sh}	1.000	
Leiter - Geometrie			
Versatz oberer Sprosse	a	0.250	m
Abstand Sprossen	b	0.300	m
Sprosse Durchmesser	c	0.040	m
Sprosse Gesamtlänge	d	0.400	m
Holm-Durchmesser	e	0.060	m
Verbindungen			
An Stäbe anschließen		257,259,261,263	
An Knoten anschließen			

Bild 4.18: Maske 1.10 Leitern

Die *Form* der Leiter ist in der Liste der Spalte A auszuwählen (siehe Bild 4.18). Es stehen fünf Leitertypen zur Verfügung. Im Bild 4.18 ist die Standardleiter zu sehen. Die weiteren Typen sind in der Tabelle 4.3 dargestellt.

Die *Lage* einer Leiter kann an einem Eckstiel oder einer der Mastseiten, im Inneren des Mastmodells oder am Aufsatzrohr definiert werden.

Über die *Kote* z_A bzw. z_B wird der Beginn bzw. das Ende einer Leiter beschrieben. Zur Kontrolle wird die *Breite* der Leiter in Spalte E angezeigt (dieser Wert entspricht der *Sprosse Gesamtlänge* im Abschnitt *Parameter*).

Optional ist eine *Drehung* der Leiter möglich, die in die Ermittlung der Windbelastung einfließt.

Lage
Mitte
Eckstiel 1
Eckstiel 2
Eckstiel 3
Eckstiel 4
Seite F
Seite L
Seite R
Seite B
Mitte
Aufsatzrohr

Leitertyp	Symbolskizze
Aluminium Y-Baum	
Aluminium Zwillingsleiter	
Stahl/Edelstahl Y-Baum	
Stahl/Edelstahl Zwillingsleiter	

Tabelle 4.3: Leitertypen

Parameter

Die untere Tabelle verwaltet die Detailangaben der oben selektierten Leiter.

Über einen *Versatz* kann die Leiter exzentrisch angeordnet werden. Die Exzentrizitäten e sind auf die globalen Achsen X und Y bezogen einzugeben.

Das Eigengewicht ist für die Standardparameter bereits angegeben. Wird die *Leiter-Geometrie* über die diversen Parameter geändert, so ist das Gewicht entsprechend anzupassen.

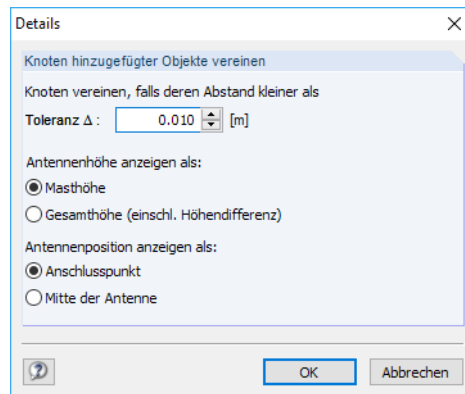
Über die *Verbindungen* können die Befestigungen der Leiter an der Mastkonstruktion definiert werden. Dies ist für den Lasteintrag aus Eigengewicht, Wind und Eis auf die tragende Konstruktion von Bedeutung. Die maßgebenden *Stäbe* oder *Knoten* lassen sich im grafisch im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB festlegen, das über die Schaltfläche im jeweiligen Eingabefeld zugänglich ist.

Verbindungen	
An Stäbe anschließen	257,259,261
An Knoten anschließen	120

4.2 Details

Details...

Vor dem Export der Daten sollten die Detaileinstellungen überprüft werden. Der entsprechende Dialog ist in jeder Maske des Zusatzmoduls über die Schaltfläche [Details] zugänglich.


 Bild 4.19: Dialog *Details*

Bühnen, Antennenträger und Aufsatzrohre werden als Stäbe in das Modell exportiert. Infolge der Nachkommastellen bei den parametrisierten Eingaben sind kleine Ungenauigkeiten möglich, die die Koordinaten der Anfangs- und Endknoten betreffen. Die *Toleranz Δ* ermöglicht eine Feinabstimmung für den Bereich, in dem die Koordinaten als identisch bewertet werden. Beim Unterschreiten dieses Abstands werden Knoten als identisch bewertet und zu einem einzigen Knoten zusammengefasst. Damit lassen sich kurze, unverbundene Stäbe vermeiden.

Die *Antennenhöhe* kann in Maske 1.6 als Masthöhe oder als Gesamthöhe einschließlich Höhendifferenz angezeigt werden (siehe [Bild 4.11](#), [Seite 46](#)). Eine Höhendifferenz liegt vor, wenn der Mast auf einem anderen Gebäude errichtet ist. Sie kann in Maske 1.1 definiert werden (siehe [Kapitel 4.1.1](#)).

Die Kontrollfeder der *Antennenposition* steuern, ob die Antennenlage in Maske 1.6 im Anschlusspunkt oder in der Mitte der Antenne angenommen wird.

4.3 Export

Exportieren

Die Eingabedaten der Anbauteile müssen nach RFEM bzw. RSTAB exportiert werden. Sie wirken sich auf das statische Modell aus und sind für die Ermittlung der Lasten im Modul RF-/MAST Belastung relevant. Die Datenübergabe ist über die Schaltfläche [Exportieren] vorzunehmen.

Falls beim Export ein Problem auftritt, erscheint eine entsprechende Fehlermeldung.



Bild 4.20: Fehlermeldung beim Export

Beim erfolgreichen Export gibt RF-/MAST Anbauten folgende Meldung aus:

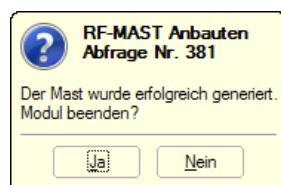


Bild 4.21: Abfrage nach erfolgreichem Export

Nach dem Beenden des Moduls kann der Mast mitsamt Anbauteilen in der Oberfläche von RFEM bzw. RSTAB weiter bearbeitet werden.

Statisch wirksame Bauteile wie Antennenträger, Aufsatzrohre und Innenschächte werden beim Export als Stäbe übergeben.

Für die Visualisierung der anderen Anbauteile (Antennen, Kabelbahnen, Leitern etc.) wird im Hauptprogramm ein RF-/MAST Anbauten-Fall angelegt. Dieser ist wie ein Lastfall in der Liste der Menüleiste einstellbar.

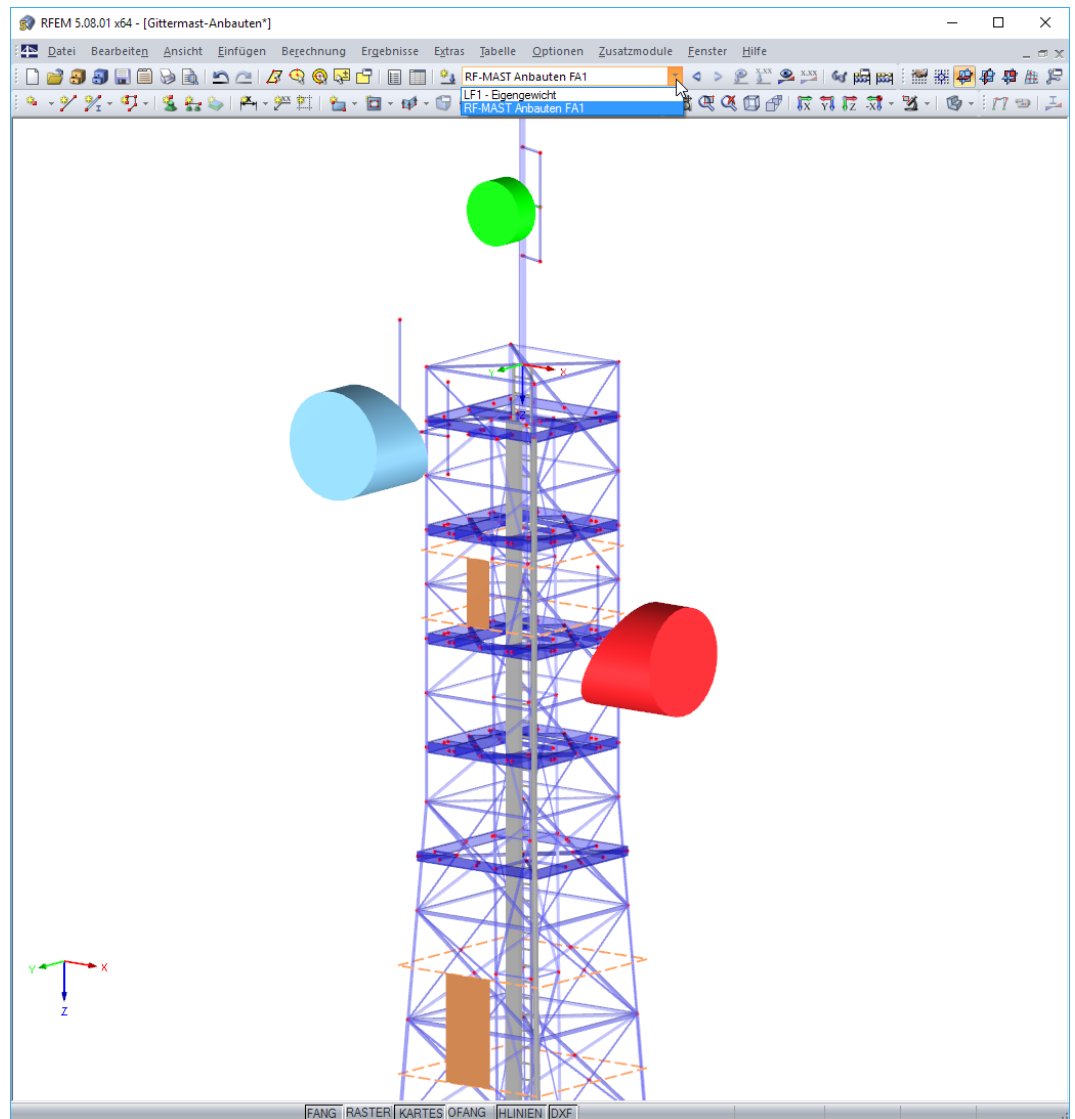


Bild 4.22: RF-MAST Anbauten-Fall in RFEM

Die Funktionen des Hauptprogramms sind im [RFEM-](#) bzw. [RSTAB-](#)Handbuch beschrieben.

5 RF-/MAST Belastung

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/MAST Belastung** relevant sind. Die allgemeinen Funktionen sind im [Kapitel 2](#) erläutert.

5.1 Eingabedaten

5.1.1 Basisangaben

Die Maske *1.1 Basisangaben* verwaltet grundlegende Informationen zum Mastmodell und den Anbauteilen.

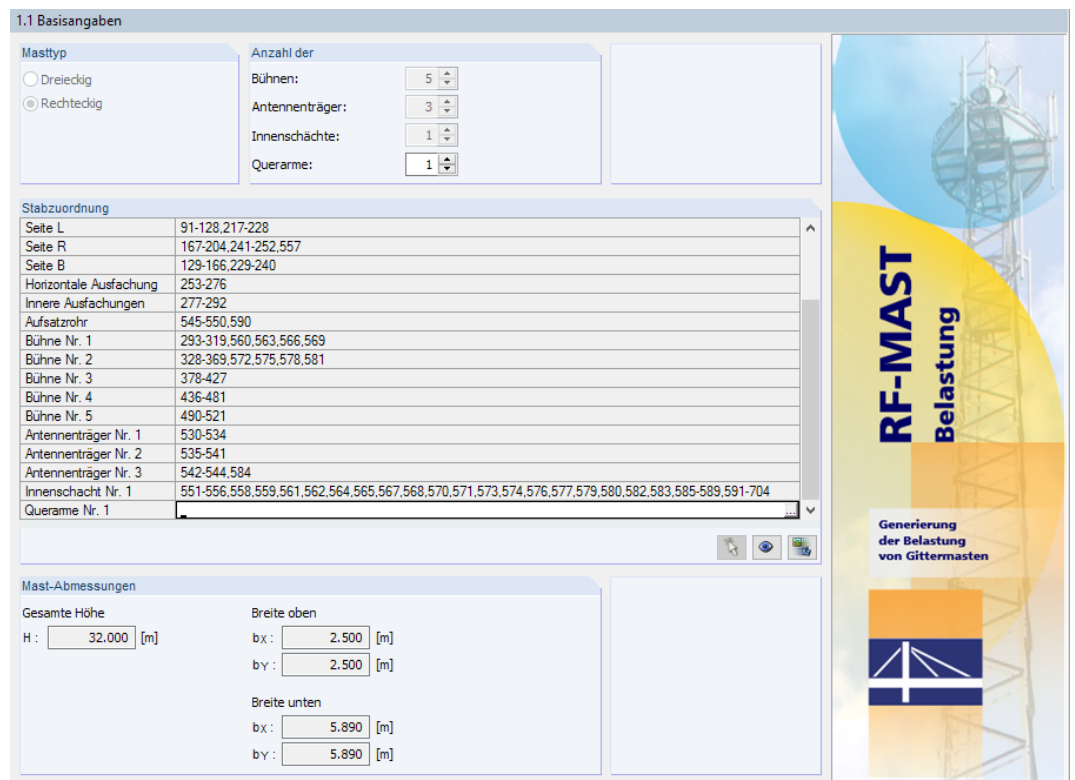


Bild 5.1: Maske 1.1 Basisangaben

Der Abschnitt *Anzahl* bietet eine Übersicht über die im Modul RF-/MAST Anbauten definierten Bühnen, Antennenträger und Innenschächte.

Wird eine aus RF-/MAST Struktur exportierte Mastkonstruktion erkannt, so werden im Abschnitt *Stabzuordnung* alle modellrelevanten Stäbe dieses Moduls aufgelistet. Ebenso werden die Stabnummern der in RF-/MAST Anbauten definierten Objekte angegeben.

Wurde das Modell ohne RF-/MAST Struktur erstellt, so können die Stabnummern manuell in die Tabellenzeilen eingetragen werden. Mit der Schaltfläche lassen sich die Bauteile auch grafisch im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB bestimmen.



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] ermöglicht es, die Lage der Stäbe in einer 3D-Grafik zu kontrollieren. Dabei werden die in der Tabelle selektierten Bauteile farbig hervorgehoben (siehe [Bild 5.2](#)).

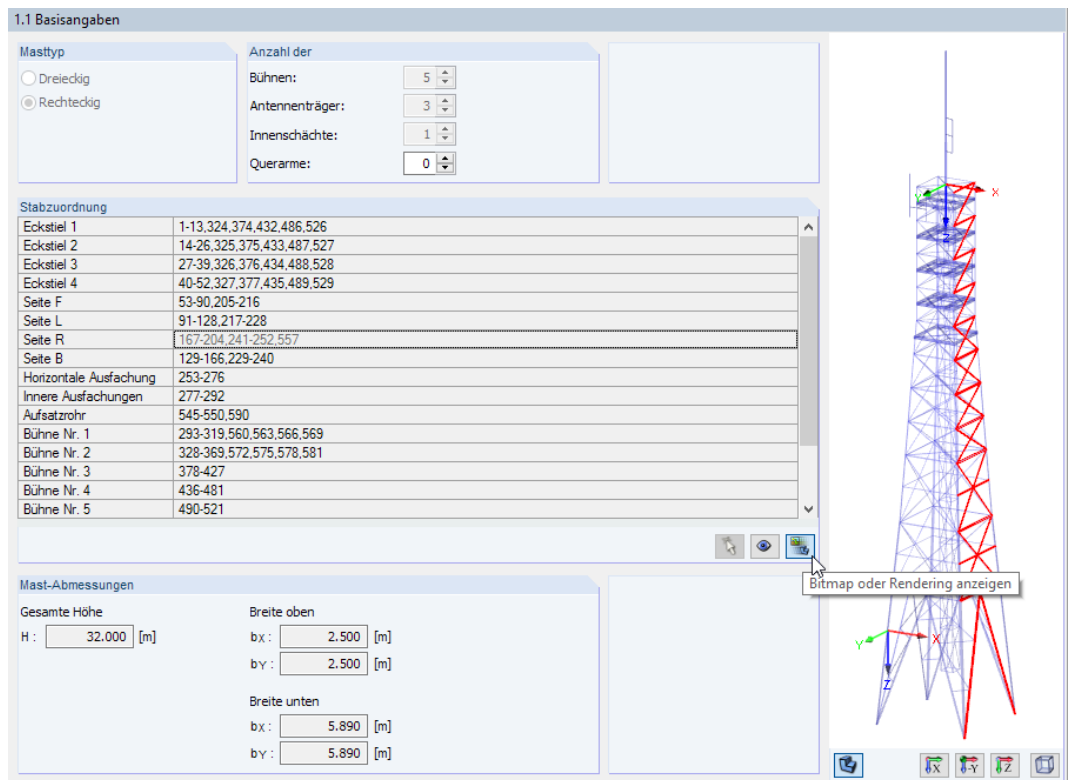


Bild 5.2: Rendering über Schaltfläche aktivieren

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind in der [Tabelle 4.1](#) auf [Seite 38](#) beschrieben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf [Seite 14](#)).

Information

Sie befinden sich im Ansichtsmodus.

[Zurück](#)

Mit der Schaltfläche unterhalb der Tabelle ist ein Wechsel in das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster möglich. In diesem *Ansichtsmodus* stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen des Mastes. Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zu RF-/MAST.

Im Abschnitt *Mast-Abmessungen* sind neben der Gesamthöhe H des Mastes die Breiten b_x und b_y angegeben, die am oberen und unteren Ende vorliegen.

5.1.2 Eigengewicht

In Maske 1.2 kann die Ermittlung des Eigengewichts beeinflusst werden, das bei den einzelnen Bauteilgruppen und Zusatzlasten von Bühnen wirkt.

1.2 Eigengewicht

Gewicht-Faktoren

Objekt	Faktor [-]	Masse [kg]	Kommentar
Eckstiele	1.000	1788.3	
Mastseiten	1.000	2699.8	
Horizontale Ausfachung	1.000	366.3	
Innere Ausfachungen	1.000	154.8	
Aufsatzrohr	1.000	133.8	
Bühne Nr. 1	1.000	330.4	
Bühne Nr. 2	1.000	485.0	
Bühne Nr. 3	1.000	496.8	
Bühne Nr. 4	1.000	485.0	
Bühne Nr. 5	1.000	285.2	
Antennenträger	1.000	45.6	
Innenschächte	1.000	796.7	
Antennen	1.000	468.0	
Kabelbahnen	1.000	963.5	
Leiter	1.000	232.0	
Antennensatzfläche	1.000	0.0	
Summe		9731.1	

Flächenlasten auf Bühnen

Bühne Nr.	Faktor [-]	Flächenlast [kg/m ²]	Fläche [m ²]	Gesamtlast [kg]
1	1.000	0.0	6.649	0.0
2	1.000	0.0	5.982	0.0
3	1.000	0.0	5.982	0.0
4	1.000	0.0	5.982	0.0
5	1.000	0.0	7.217	0.0

Bild 5.3: Maske 1.2 Eigengewicht

Gewicht-Faktoren

In dieser Tabelle ist die *Masse* einer jeden Bauteilgruppe aufgelistet. Das Eigengewicht ermittelt sich aus den Querschnittsflächen und Materialien der einzelnen Stäbe.

Für jede Bauteilgruppe kann ein *Faktor* definiert werden, um z. B. die Zinkschicht von Profilen oder das Zusatzgewicht der Verbindungsmittel zu berücksichtigen.

In der letzten Tabellenzeile wird die *Summe* der Massen ausgewiesen.

Die in der Tabelle selektierten Objekte sind in der Grafik farbig hervorgehoben.

Flächenlasten auf Bühnen

Liegt eine Bühne im Mastmodell vor, so kann eine zusätzlich wirkende *Flächenlast* definiert werden. Damit können die Eigenlasten von Bühnenaufbauten berücksichtigt werden.

Wie Bauteilgruppen lassen sich die Bühnenlasten mit einem *Faktor* skalieren.

5.1.3 Windlast - Teil 1

Der Wind stellt bei Mastkonstruktionen mit ihrer spezifischen Bauform und Bauhöhe eine bemes- sungsrelevante Belastungsgröße dar. In Maske 1.3 sind die grundlegenden Angaben zur Bestim- mung der Windlast unter Berücksichtigung des Standortes und der Mastgeometrie zu treffen.

1.3 Windlast - Teil 1

Nach Norm

- DIN V 4131:2008-09 - Nicht Schwingungsanfällig
- DIN V 4131:2008-09 - Schwingungsanfällig
- DIN 4131:1991-11
- EN 1991-1-4 / DIN EN 1993-3-1

Windrichtungen

- Konstant
 - Schritt $\Delta\varphi$: 15.00 [°]
 - Start φ_A : 0.00 [°]
 - End φ_B : 360.00 [°]
- Manuell definierte Richtungen: [°]
 - 0; 15; 30; 45; 60; 75; 90; 105; 120; 135; 150; 165; 180; 195; 210; 225; 240; 255; 270; 285; :

Staudruck

- Nach EN 1991-1-4, Anhang:
 - Windzone: 2
 - Kategorie: Kategorie II
 - Geländehöhe H_s : 380 [m]
 - Grundwindgeschwindigkeit $v_{b,0}$: 25.0 [m/s]
 - Orographiebeiwert c_0 benutzen ...
- Benutzerdefiniert

Kote z [m]	Staudruck q [kN/m ²]
32.000	1.084
31.000	1.076
30.000	1.068
29.000	1.059
28.000	1.050
27.000	1.041
26.000	1.032
25.000	1.022
24.000	1.012

Graphik: Ein Diagramm zeigt den Staudruck q in kN/m² über der Höhe z in m. Die Kurve steigt von 1.012 kN/m² bei 24 m auf 1.084 kN/m² bei 32 m an. Die x-Achse reicht von 0.0 bis 1.087 kN/m², die y-Achse von 0.0 bis 32.0 m.

Bild 5.4: Maske 1.3 Windlast - Teil 1

Nach Norm

Durch die Bögigkeit des Windes können Masttragwerke zum Schwingen angeregt werden. Zum Erfassen dieser Schwingungen sind dynamische Berechnungen notwendig. DIN 1055-4 [5] Anhang C bietet die Möglichkeit, diese dynamische Berechnung durch die Einführung eines Böenreaktionsfaktors in eine statische Berechnung zu überführen. Wird in diesem Abschnitt die Option *DIN V 4131:2008-09 - Schwingungsanfällig* ausgewählt, so erfolgt die Ermittlung der Gesamtwindlast unter Berücksichtigung des Böenreaktionsfaktors.

Wird die Normkonstellation *EN 1991-1-4 / DIN EN 1993-3-1* ausgewählt, so erfolgt die Ermittlung der Windlasten nach [6] in Kombination mit [2] Anhang B.3. Auch hier wird in einem statischen Ersatzlastverfahren die dynamische Überhöhung der Bauwerksantwort berücksichtigt. Bei diesem Ansatz spielt der Strukturbeiwert eine Rolle.

Für die Bestimmung des Böenreaktionsfaktors ist die Berechnung der niedrigsten Eigenfrequenz erforderlich. RF-/MAST Belastung ermittelt diese programmintern.

Weitere Möglichkeiten zur Bestimmung des Böenreaktionsfaktors bzw. Strukturbeiwerts sind im [Kapitel 5.1.5](#) zu finden.

Windrichtungen

In diesem Abschnitt sind die Vorgaben der gewählten Norm voreingestellt. Nach DIN 4131 [4] Anhang A 1.6 beispielsweise ist die Windrichtung für Antennen und Energieleitungen umlaufend in Schritten von 15° zu variieren, um die maßgebenden Windlasten zu ermitteln.

Es besteht die Möglichkeit, die Schrittweiten $\Delta\varphi$ *Konstant* zu ändern sowie den Startwinkel φ_A und den Endwinkel φ_B anzupassen.

Alternativ sind *Manuell definierte Richtungen* möglich. Benutzerdefinierte Schrittweiten lassen sich mit der Schaltfläche sichern und mit der Schaltfläche wieder einlesen.

Staudruck

In diesem Abschnitt bestehen zwei Möglichkeiten für die Ermittlung des Staudruck q .

Nach Norm

RF-/MAST Belastung bestimmt die Windlastverteilung über die Masthöhe in Abhängigkeit von der Windzone, der Geländekategorie, der Geländehöhe und ggf. unter Berücksichtigung des Orographiebeiwerts.

Die Windzonen und Geländekategorien sind in den jeweiligen Normen ([5] Anhang A und B bzw. [6]) Anhang A und NA.A) geregelt. Für EN 1991-1-4 kann der maßgebende nationale Anhang in der Liste ausgewählt werden.

Die *Windzone* ist über die Liste festzulegen. Mit der Schaltfläche ist eine Windzonenkarte des Landes zugänglich. Sie auf die Norm bzw. den nationalen Anhang abgestimmt.

- DIN
- CEN Europäische Union
- CSN Tschechische Republik
- CYS Zypern
- DIN Deutschland
- DK Dänemark
- NBN Belgien
- NEN Niederlande
- NF Frankreich
- SFS Finnland
- SIST Slowenien
- SR Rumänien
- SS Singapur
- SS Schweden
- STN Slowakei
- UNI Italien

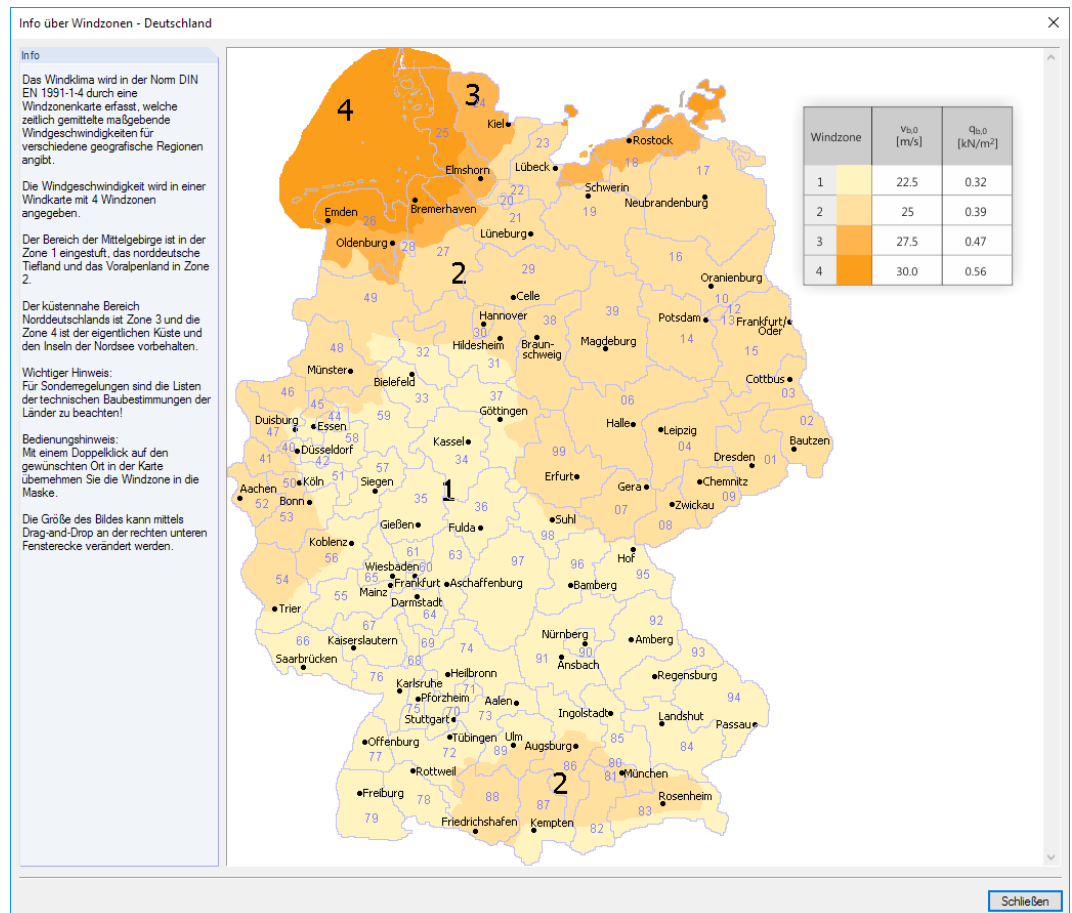


Bild 5.5: Windzonenkarte für Deutschland



Ein Doppelklick auf den Ort überträgt die zugehörige Zone in die Maske 1.3.

- Kategorie II ▾
- Kategorie I
- Kategorie II**
- Kategorie III
- Kategorie IV
- Binnenland

Die *Geländekategorie* kann in der Liste ausgewählt werden. Je nach Norm stehen dort verschiedene Kategorien zur Auswahl.

Der Staudruck ist von der *Geländehöhe* H_s abhängig. Dieser Wert ist manuell anzugeben.

Ist das Kontrollfeld *Orographiebeiwert* c_0 *benutzen* angehakt, so wird die mittlere Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Lage des Mastes in Bezug auf windbeeinflussende Geländeformen wie Hügel oder Geländesprünge ermittelt. Über die Schaltfläche sind die Detailsinstellungen zu diesem Beiwert zugänglich.

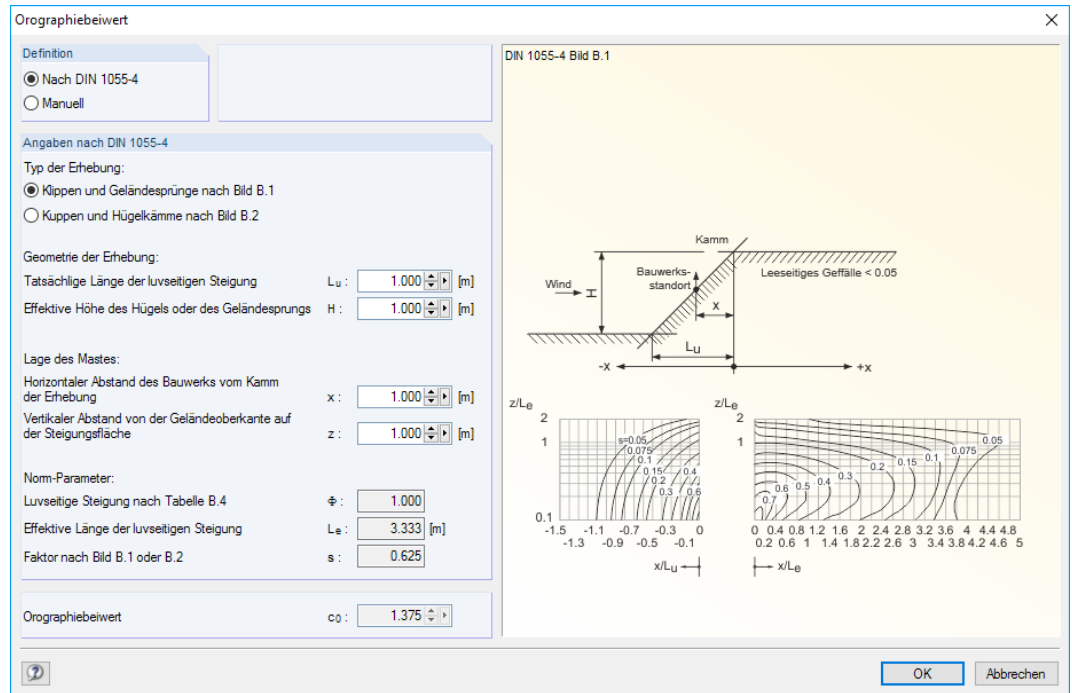


Bild 5.6: Dialog *Orographiebeiwert*

Der Beiwert c_0 kann hier automatisch *Nach DIN 1055-4* aus den Randbedingungen ermittelt oder *Manuell* festgelegt werden.

Benutzerdefiniert

Bei Winddruckverhältnissen, die sich nicht nach den bekannten Normen kategorisieren lassen, kann die Staudruckkurve manuell definiert werden.

Die Schaltflächen und ermöglichen es, die Werte von Staudruckkurven in kleinen Schritten nach Excel zu übergeben bzw. aus Excel einzulesen.

Im Grafikbereich dieser Maske wird die Staudruckkurve dargestellt.

Details

[Details...](#)

Über die Schaltfläche [Details] können in einem Dialog weitere Einstellungen überprüft werden, die sich auf die Generierung der Windlasten auswirken. Der Dialog *Details* ist im [Kapitel 5.2](#) auf [Seite 70](#) beschrieben.

5.1.4 Windlast - Teil 2

Als Voreinstellung ermittelt RF-/MAST Belastung die aerodynamischen Kraftbeiwerte automatisch. Falls erforderlich, können in Maske 1.4 benutzerdefinierte Anpassungen erfolgen.

1.4 Windlast - Teil 2

Effektive Schlankheit - Mast

Nach DIN 1055-4, Tab. 16

Strukturhöhe
H : [m]

Strukturbreite in Halbstrukturhöhe

F und B Seiten L und R. Seiten

b₁ : [m] b₂ : [m]

Benutzerdefinierte effektive Schlankheit

F und B Seiten L und R. Seiten

λ₁ : [-] λ₂ : [-]

Grundkraftbeiwert - Mast

Nach DIN V 4131 Kantige Profile

Benutzerdefiniert Abgerundete Profile

Völligkeitsgrad φ [%]	Wind Frontal c _{f0,1} [-]	Wind über Eck c _{f0,2} [-]
10.0	3.400	3.700
50.0	2.080	2.500
80.0	1.700	2.000
100.0	1.900	2.100

Windlastverteilung an Mastseiten

Windrichtung φ [°]	Anteil der Windlast [%]	
	Zugewandte Mastseiten	beschattete Mastseiten
0.00	57.0	43.0
15.00	57.0	43.0
30.00	57.0	43.0
45.00	57.0	43.0
60.00	57.0	43.0
75.00	57.0	43.0
90.00	57.0	43.0
105.00	57.0	43.0
120.00	57.0	43.0
135.00	57.0	43.0
150.00	57.0	43.0
165.00	57.0	43.0
180.00	57.0	43.0
195.00	57.0	43.0
210.00	57.0	43.0
225.00	57.0	43.0
240.00	57.0	43.0
255.00	57.0	43.0
270.00	57.0	43.0

Art der Definition:

Nur auf Mastseiten, die dem Wind zugewandt sind

Nach DIN 4131, Anhang A, Tab. A1

Benutzerdefinierte Verteilung

Bild 5.7: Maske 1.4 Windlast - Teil 2 (für DIN V 4131:2008-09)

Effektive Schlankheit - Mast

Per Voreinstellung für DIN V 4131:2008-09 wird die effektive Schlankheit gemäß DIN 1055-4[5] Tabelle 16 ermittelt.

Sollen für die Berechnung spezifische Werte gelten, so kann die *Benutzerdefinierte effektive Schlankheit* λ₁ für die parallelen Mastseiten F und B (vorne/hinten) sowie λ₂ für die Mastseiten L und R (links/rechts) manuell festgelegt werden.

Grundkraftbeiwert - Mast

Bei der Ermittlung des Grundkraftbeiwertes c_{f,0} für räumliche Fachwerke spielt der *Völligkeitsgrad* und die *Wind-Richtung* eine Rolle. Es ist anzugeben, ob *Kantige Profile* oder *Abgerundete Profile* in der Mastkonstruktion vorliegen. Diese Einstellung wirkt sich auf den Abminderungsfaktor ψ aus.

Auch in diesem Abschnitt besteht die Möglichkeit, *Benutzerdefiniert* Eingaben manuell vorzunehmen oder mit der Schaltfläche aus einer Excel-Tabelle zu importieren.

Windlastverteilung an Mastseiten

Die Standardeinstellung für die Behandlung der Windlasten sieht vor, dass die dem Wind zugewandten Mastflächen zu 100 % belastet werden und die abgewandten Flächen unbelastet bleiben. Nach DIN 4131[4] Anhang A, Tabelle A1 ist eine anteilige Belastung der Flächen möglich. Für eine *Benutzerdefinierte Verteilung* können die Anteile für *Zugewandte Mastseiten* und *Beschattete Mastseiten* in der Tabelle individuell zugewiesen oder mit der Schaltfläche aus Excel importiert werden.

5.1.5 Windlast - Ermittlung des Strukturbeiwertes

RF-/MAST Belastung ermittelt den Strukturbeiwert im Regelfall automatisch. In Maske 1.5 sind die Steuerungsparameter zur Berechnung einsehbar; sie können bei Bedarf angepasst werden.



Der Strukturbeiwert wird in DIN 4131 [4] als *Böenreaktionsfaktor* bezeichnet. Falls diese Norm in Maske 1.3 festgelegt wurde, ändert sich die Titelleiste entsprechend.

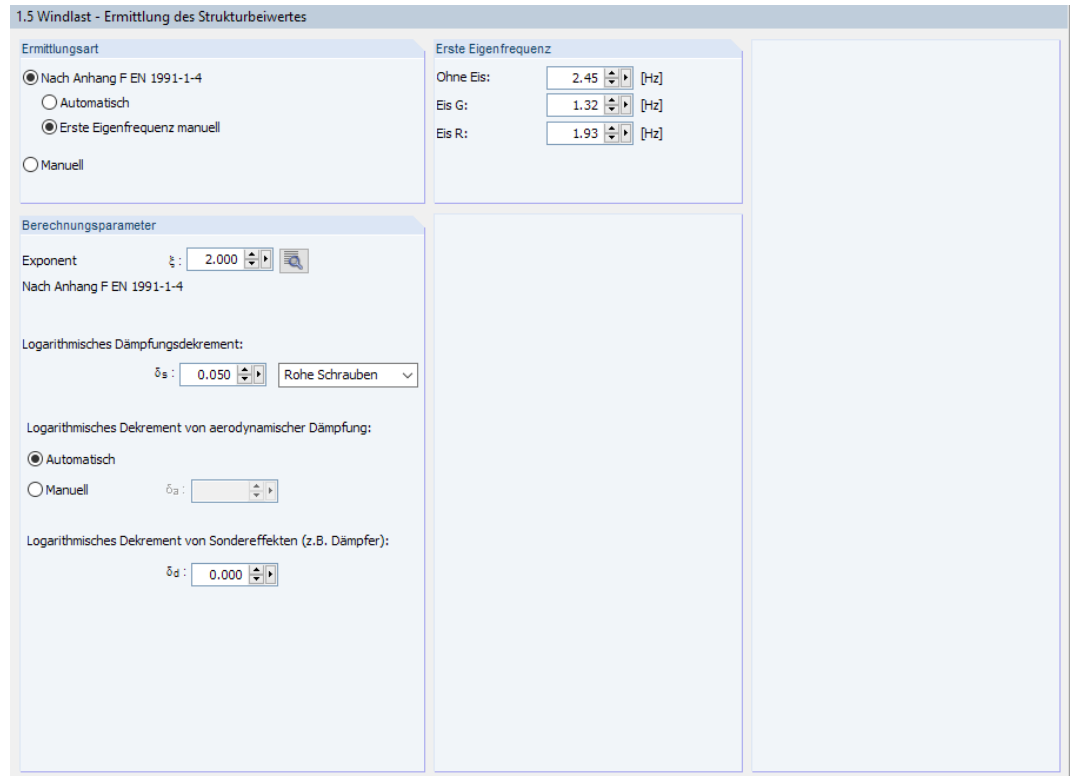


Bild 5.8: Maske 1.5 Windlast - Ermittlung des Strukturbeiwertes (für EN 1991-1-4)

Ermittlungsart

RF-/MAST Belastung ermittelt den Strukturbeiwert für schwingungsanfällige Bauwerke nach den in EN 1991-1-4 [6] Anhang F angegebenen Berechnungsverfahren. Hierzu wird die kleinste Eigenform des Mastmodells verwendet, die das Modul per Voreinstellung *Automatisch* bestimmt.

Alternativ kann die *Erste Eigenfrequenz manuell* festgelegt werden (siehe Bild 5.8). In diesem Fall trägt der Abschnitt rechts die Überschrift *Erste Eigenfrequenz*. Dort können die Frequenzen der Eigengewichtslastfälle ohne und mit Eislasten angegeben werden.

Der Strukturbeiwert kann auch *Manuell* festgelegt werden. In diesem Fall trägt der Abschnitt rechts die Überschrift *Strukturbeiwert*.



Erste Eigenfrequenz / Strukturbeiwert

Bei einer manuellen Ermittlungsart können in diesem Abschnitt die Eigenfrequenzen bzw. Strukturbeiwerte direkt eingetragen werden.

Berechnungsparameter

Bei der automatischen Ermittlung des Strukturbeiwerts bzw. Böenreaktionsfaktors können in diesem Abschnitt die in der Norm [6] bzw. [4] genannten Parameter überprüft und bei Bedarf angepasst werden.

Der Exponent ξ beeinflusst die Grundeigenform für Biegung nach [6] Abschnitt F.3. Über die Schaltfläche ist ein Dialog aufrufbar, in dem der geeignete Wert ausgewählt werden kann.

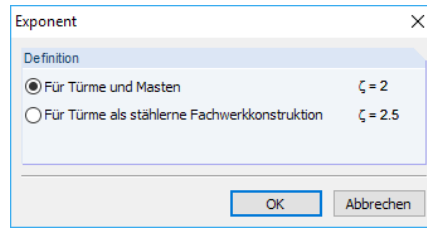
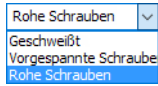


Bild 5.9: Dialog *Exponent*



Das *Logarithmische Dämpfungsdekrement* δ_s beschreibt die Wirkung der Bauwerksdämpfung auf die Grundeigenform. Näherungswerte sind in [6] Tabelle F.2 angegeben. Um das Dämpfungsdekrement zu bestimmen, kann in der Liste die Art der Verbindungsmittel ausgewählt werden.

Des Weiteren ist es möglich, das *Logarithmische Dekrement der aerodynamischen Dämpfung* δ_a für die Grundeigenform manuell festzulegen. Der Wert kann gemäß [6] Formel (F.16) oder (F.18) ermittelt werden.

Das *Logarithmische Dekrement von Sondereffekten* δ_d beschreibt die Wirkung besonderer Dämpfungsmaßnahmen am Bauwerk. Der Wert ist anhand geeigneter theoretischer oder experimenteller Verfahren zu bestimmen.

5.1.6 Abschattung

Nach [6] Anhang B.2.3 sind zur Berücksichtigung der Abschattung von Anbauteilen wie Leitern, Innenschächten oder Kabelbahnen reduzierte Windlasten möglich.

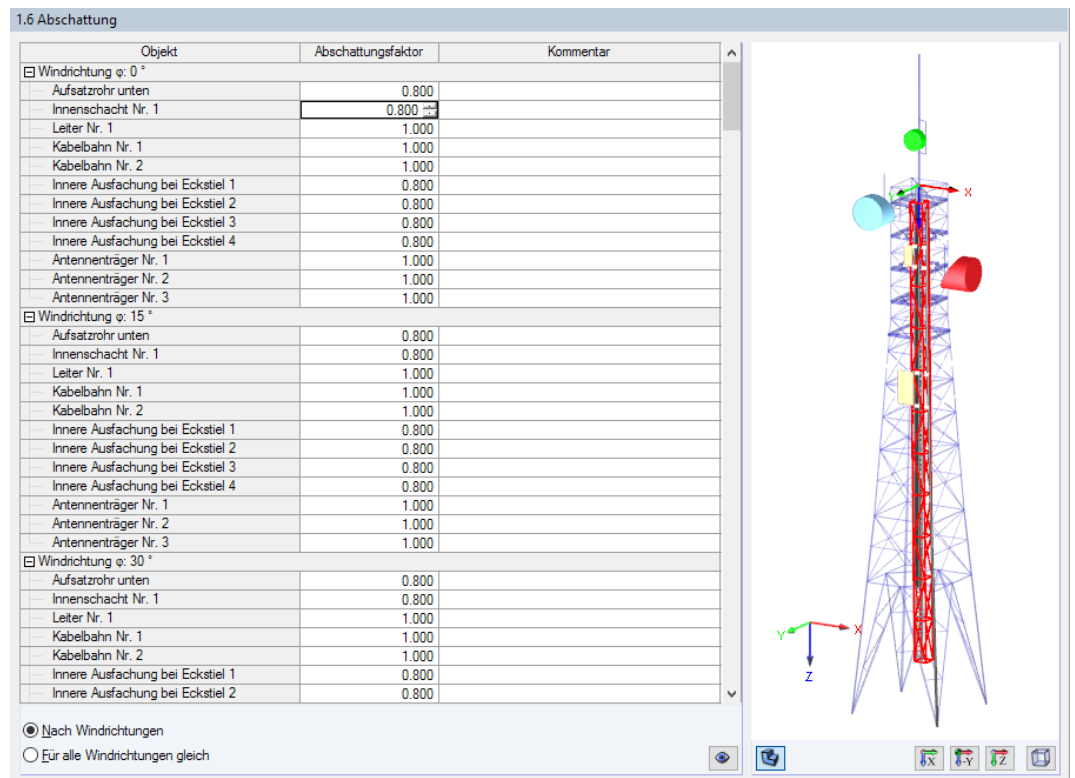


Bild 5.10: Maske 1.6 *Abschattung*

Die Auflistung erfolgt nach den Windrichtungen geordnet, die in Maske 1.3 vorgegeben wurden. Für jede Richtung kann der *Abschattungsfaktor* der Bauteilgruppen individuell festgelegt werden. Die in der Tabelle selektierten Bauteile sind in der Grafik farbig hervorgehoben.

5.1.7 Eislasten - Vereisungsklasse G

In Maske 1.7 sind die Eislasten für eine allseitige, gleichmäßige Eisummantelung der Bauteile zu definieren.

1.7 Eislasten - Vereisungsklasse G

Normauswahl für Vereisungsklasse G und R
 ISO 12494
 DIN 1055-5:2005-07 - Anhang A

Windlast-Reduktion
 Reduktionsfaktor nicht anwenden
 Reduktionsfaktor nach ISO 12494 anwenden
 Reduktionsfaktor manuell setzen

Grundangaben
 Vereisungsklasse:
 G2

Faktor für Winddruck-Reduktion:
 k: 0.45

Eiswichte für Klar- und Glatteis:
 ρ : 9.00 [kN/m³]

Verteilung über die Höhe
 Höhenfaktor nach ISO 12494-6.4, Bild 2 für Verteilung der Eisdicke t berücksichtigen

Dicke der Vereisung
 Benutzerdefiniert

Kote z [m]	Eisdicke t [mm]
32.000	27.5
31.000	27.3
30.000	27.0
29.000	26.7
28.000	26.5
27.000	26.2
26.000	25.9

Antennen-Eislasten und Windlastbeiwert

Antenne Nr.	Eingabetyp	F _{z,G} [kN]	M _{x,G} [kNm]	M _{y,G} [kNm]	Faktor [-]
1	Aus Bibliothek	1.890	0.000	0.000	1.000
2	Aus Bibliothek	1.890	0.000	0.000	1.000
3	Aus Bibliothek	0.500	-0.159	0.080	1.000

Bild 5.11: Maske 1.7 Eislasten - Vereisungsklasse G

Normauswahl für Vereisungsklassen G und R

Für die Ermittlung der Eislasten stehen zwei Normen zur Auswahl:

- ISO 12494 [7]
- DIN 1055-5:2005 [8]

Die Norm steuert, welche Optionen in den Abschnitten verfügbar sind. Sie wirkt sich auch auf den Inhalt der folgenden Maske 1.8 aus.

Windlast-Reduktion

Für ISO 12494 [7] kann in diesem Abschnitt festgelegt werden, wie die kombinierte Beanspruchung aus Eis- und Windlasten behandelt werden soll.

Mit der Option *Reduktion nach ISO 12494 anwenden* wird der in [7] Tabelle 27 angegebene Faktor zur Reduzierung des Winddrucks k im Abschnitt *Grundangaben* voreingestellt. Dieser Beiwert ist von der Vereisungsklasse abhängig.

Das Eingabefeld für den Reduktionsfaktor k ist für benutzerdefinierte Vorgaben zugänglich, wenn die Option *Reduktionsfaktor manuell setzen* aktiviert wird.

Grundangaben

Vereisungsklasse:

G2	▼
G1	
G2	
G3	
G4	
G5	

Die *Vereisungsklasse* kann in der Liste ausgewählt werden. Nach [7] Tabelle 3 bedeutet die Klasse G1 eine allseitige Eisschicht von 1 cm, die Klasse G2 entsprechend eine Schicht von 2 cm. Für Deutschland dürfen gemäß [8] Anhang A.2 die Vereisungsklassen G1 oder G2 als maßgebend angenommen werden.

Der *Faktor für Winddruck-Reduktion* steuert, wie nach [7] Abschnitt 9.2 die gleichzeitige Wirkung von Wind- und Eislasten bei der Kombination der Lastfälle behandelt wird. Das Eingabefeld ist für eine benutzerdefinierte Vorgabe des Faktors k zugänglich, wenn im Abschnitt *Windlast-Reduktion* die manuelle Definition festgelegt wurde.





Die *Eisrohwrchte* ist gemäß [7] Tabelle 3 bzw. [8] Anhang A.2 1 mit 9 kN/m^3 voreingestellt.

Dicke der Vereisung

Benutzerdefiniert

Kote z [m]	Eisdicke t [mm]
32.000	27.5
31.500	27.3
30.000	27.0
29.000	26.7
28.000	26.5
27.000	26.2
26.000	25.9

Die *Eisdicke* t ist für jede *Kote* z des Mastes aus den Grundangaben voreingestellt. Nach dem Anhängen des Kontrollfeldes kann die Tabelle *Benutzerdefiniert* angepasst werden.

Mit der Schaltfläche  lassen sich benutzerdefinierte Tabellen speichern; sie können in anderen Modellen mit  wieder eingelesen werden. Die Schaltflächen  und  ermöglichen es, Tabellen nach Excel zu übergeben bzw. aus Excel einzulesen.

Im Grafikbereich wird die Eisdicken-Tabelle als Diagramm dargestellt.

Verteilung über die Höhe / Einfluss auf Windlasten

Nach [7] Abschnitt 6.4 ist zu erwarten, dass die Eislasten mit der Höhe H des Bauteils über dem Gelände zunehmen. [7] Bild 2 zeigt den typischen Verlauf des Erhöhungsfaktors K_h für Eislasten, der beim Fehlen genauer Daten angewandt werden darf. Er ermittelt sich wie folgt:


$$K_h = e^{0,01H} \quad (5.1)$$

Nach [8] ist in diesem Abschnitt anzugeben, ob die Vergrößerung der Querschnitte infolge des Vereisung bei der Ermittlung der Windbelastung berücksichtigt werden soll.

Antennen-Eislasten und Windlastbeiwert

Eingabetyp
Aus Bibliothek ▼
Aus Bibliothek
Berechnet
Benutzerdefiniert

Die Tabelle listet alle Antennen auf, die im Modul RF-/MAST Anbauten definiert wurden (siehe Kapitel 4.1.6, Seite 46). Deren Eislasten sind aus der *Bibliothek* voreingestellt.

Über die Schaltfläche  ist eine Liste mit weiteren Möglichkeiten zugänglich: Es kann die Eislast der Antenne angesetzt werden, die aus der Vereisungsklasse *Berechnet* wird. Die Eislast lässt sich aber auch *Benutzerdefiniert* festlegen.

Die infolge der Eislast vergrößerte Antennenfläche erfordert es unter Umständen, den *Faktor* für die erhöhte Windbelastung der Antenne anzupassen.

Details

Details...

Über die Schaltfläche [Details] können in einem Dialog weitere Einstellungen überprüft werden, die sich auf die Generierung der Eislasten auswirken (siehe Bild 5.13, Seite 68).

5.1.8 Eislasten - Vereisungsklasse R

Wind aus der vorherrschenden Richtung kann bei der Vereisung des Bauwerks zum Aufbau einer einseitigen, gegen den Wind anwachsenden kompakten Eisfahne führen. Die Abschnitte dieser Maske sind auf die Norm abgestimmt, die in Maske 1.7 vorgegeben wurde.

1.8 Eislasten - Vereisungsklasse R

Grundangaben
 Vereisungsklasse: R1
 Faktor für Winddruck-Reduktion: k: 0,40

Eisrohichte für Rau eis
 Automatisch
 Manuell

Kote z [m]	Eisgewicht [kN/m]
0.000	0.004
32.000	0.007

Verteilung über die Höhe
 Höhenfaktor nach DIN ISO 12494-6.4, Bild 2 berücksichtigen
 Bei Verteilung des Eisgewichts der Vereisung
 Bei Verteilung der Eisfahnen Längen L und D der Vereisung

Eisfahnen in 10 m Höhe über Gelände
 Automatisch
 Manuell

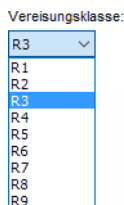
Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F
Stabbreite W [mm]	10.0	30.0	100.0	300.0	
Eisfahnenlänge L [mm]	54.0	34.0	13.0	4.0	
D [mm]	22.0	35.0	100.0	300.0	

Antennen-Eislasten und Windlastbeiwert

Antenne Nr.	Eingabetyp	F _{z,R} [kN]	M _{x,R} [kNm]	M _{y,R} [kNm]	Faktor [-]
1	Aus Bibliothek	1.890	0.000	0.000	1.000
2	Aus Bibliothek	1.890	0.000	0.000	1.000
3	Aus Bibliothek	0.500	-0.159	0.080	1.000

Bild 5.12: Maske 1.8 Eislasten - Vereisungsklasse R

Grundangaben



Die *Vereisungsklasse* kann in der Liste ausgewählt werden. Die Vereisungsklassen für Rau eis sind in [7] Tabelle 4 bzw. [8] Tabelle A.1 geregelt. Für Deutschland dürfen gemäß [8] Anhang A.2 die Vereisungsklassen R1 bis R3 für das Flachland und die unteren Lagen der Mittelgebirge angenommen werden.

Der *Faktor für Winddruck-Reduktion* steuert, wie nach [7] Abschnitt 9.2 die gleichzeitige Wirkung von Wind- und Eislasten bei der Kombination der Lastfälle behandelt wird. Es wird der in Maske 1.7 angegebene Faktor *k* angezeigt.

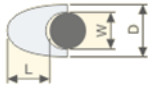
Eisrohichte für Rau eis

Bei der automatischen Ermittlung wird in der Tabelle das *Eisgewicht* der gewählten Vereisungsklasse für jede *Kote z* angegeben. Alternativ kann die Tabelle *Manuell* mit Werten gefüllt werden.

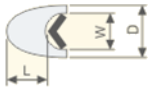
Mit der Schaltfläche lassen sich benutzerdefinierte Tabellen speichern; sie können in anderen Modellen mit wieder eingelesen werden. Die Schaltflächen und ermöglichen es, Tabellen nach Excel zu übergeben bzw. aus Excel einzulesen.

Im Grafikbereich wird die Eisgewicht-Tabelle als Diagramm dargestellt.

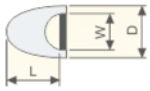
Typ A



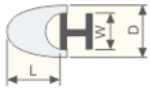
Typ B



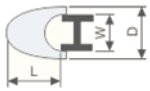
Typ C



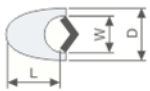
Typ D



Typ E



Typ F



Verteilung über die Höhe

Nach [7] Abschnitt 6.4 ist zu erwarten, dass die Eislasten mit der Höhe H des Bauteils über dem Gelände zunehmen. In diesem Abschnitt ist anzugeben, ob der Erhöhungsfaktor K_h für das Eisgewicht des Raueises und die Eisfahnen berücksichtigt werden soll.

Eisfahnen in 10 m Höhe über Gelände

Die Typen der Eisfahnen werden automatisch auf die Profilformen der Stäbe abgestimmt.

Alternativ kann die Form der Eisfahne *Manuell* durch deren Länge L und Breite D beschrieben werden. Es stehen die in [7] Bild 4 bzw. [8] Bild A.2 dargestellten Typen von Raueisfahnen für unterschiedliche Querschnittsformen zur Verfügung.

Die Form der Eisfahne wirkt sich auf die Windangriffsfläche des Stabes aus.

Antennen-Eislasten und Windlastbeiwert

Die Tabelle listet alle Antennen auf, die im Modul RF-/MAST Anbauten definiert wurden (siehe [Kapitel 4.1.6, Seite 46](#)). Deren Eislasten sind aus der *Bibliothek* voreingestellt.

Über die Schaltfläche kann die Eislast der Antenne auch *Benutzerdefiniert* festgelegt werden.

Die infolge der Eislast vergrößerte Antennenfläche erfordert es unter Umständen, den *Faktor* für die erhöhte Windbelastung der Antenne anzupassen.

Details

Über die Schaltfläche [Details] können in einem Dialog weitere Einstellungen überprüft werden, die sich auf die Generierung der Eislasten auswirken.

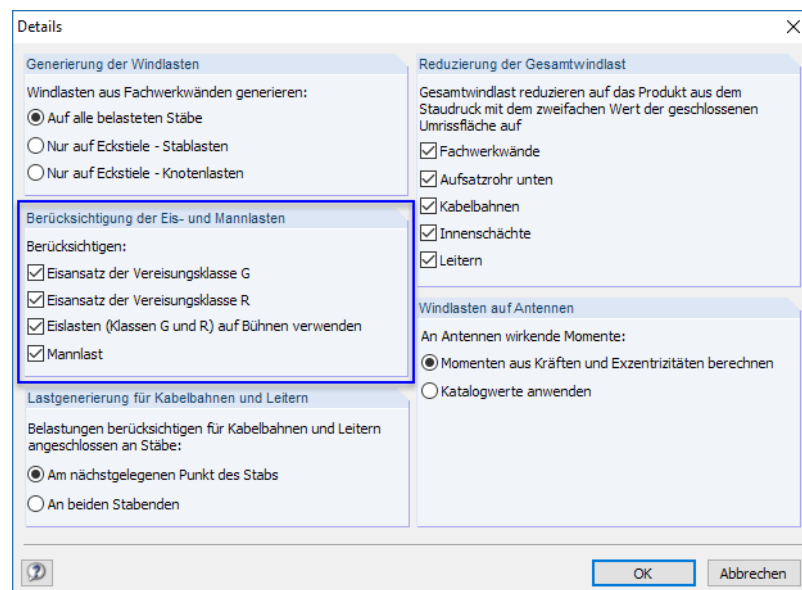


Bild 5.13: Optionen für Eislasten im Dialog *Details*

Der Dialog *Details* ist im [Kapitel 5.2](#) auf [Seite 70](#) beschrieben.

5.1.9 Verkehrslasten

Die letzte Maske des Moduls RF-/MAST Belastung verwaltet die Verkehrslasten, die für die Mastkonstruktion berücksichtigt werden müssen.

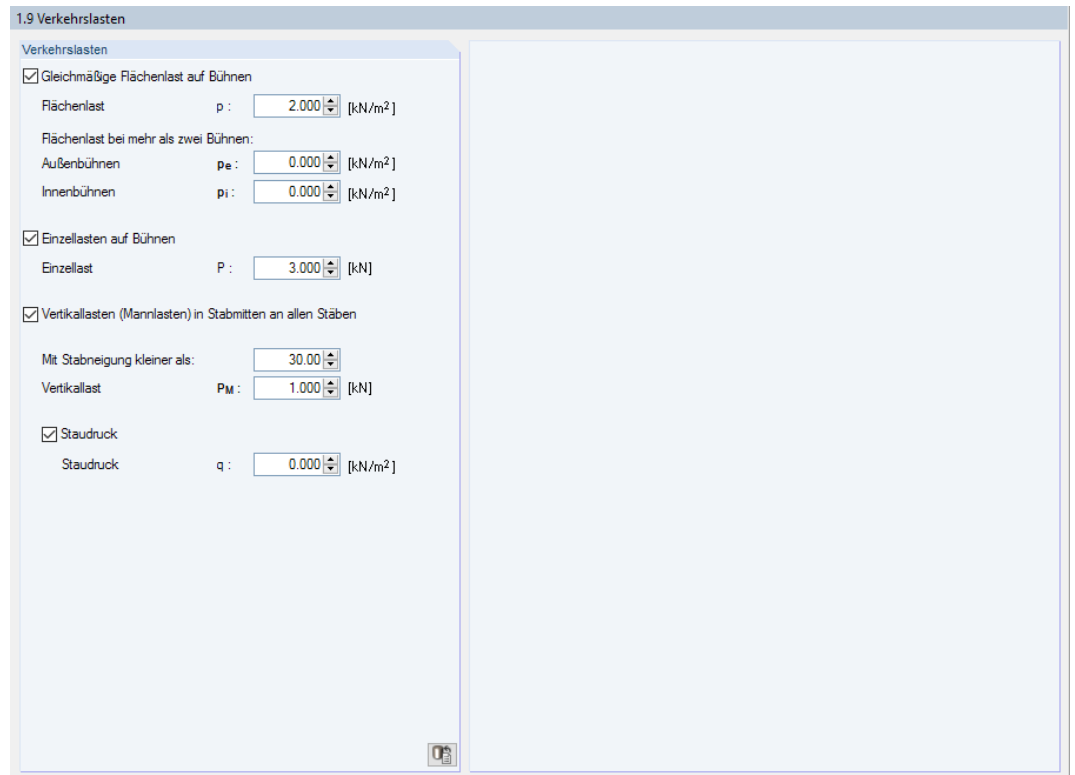


Bild 5.14: Maske 1.9 Verkehrslasten

Die für Maste relevanten Verkehrslasten sind in [2] Abschnitt 2.3.6 bzw. [4] Abschnitt 6.6 geregelt. Falls die Anforderungen für Verkehrslasten von der Norm abweichen, können individuelle Belastungswerte für die *Bühnen* und die *Mannlast* vorgegeben werden. Der *Staudruck* in dieser Maske bezieht sich auf die Verkehrslasten – die Angaben zu den Windlasten der Mastkonstruktion sind in den Masken 1.3 bis 1.5 zu treffen.

Details...

Über die Schaltfläche [Details] kann in einem Dialog festgelegt werden, ob die Mannlast generiert werden soll (siehe Bild 5.13, Seite 68).

5.2 Details

Details...

Vor dem Generieren der Lastfälle und Lasten sollten die Detailsinstellungen überprüft werden. Der entsprechende Dialog ist in jeder Maske des Zusatzmoduls über die Schaltfläche [Details] zugänglich.

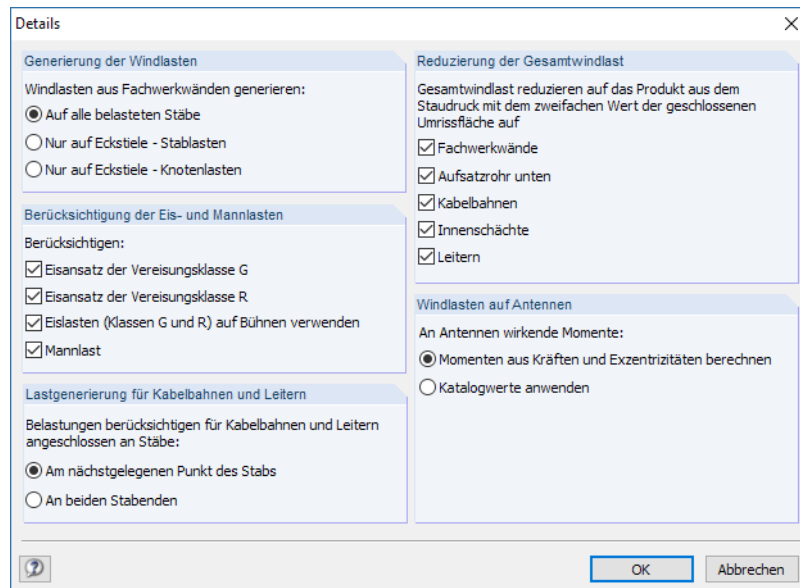


Bild 5.15: Dialog *Details*

Generierung der Windlasten

Die Windlasten können für alle belasteten Stäbe der Mastseiten erzeugt oder auf die Eckstiele umgerechnet werden. Für die letztgenannte Option sind Stab- oder Knotenlasten möglich.

Berücksichtigung der Eis- und Mannlasten

Die Kontrollfelder dieses Abschnitts steuern, ob und in welchem Umfang Eis- und Mannlasten bei der Generierung der Lastfälle berücksichtigt werden sollen.

Lastgenerierung für Kabelbahnen und Leitern

Kabelbahnen und Leitern sind an Knoten und Stäben mit der Mastkonstruktion verbunden (siehe [Kapitel 4.1.9](#) und [4.1.10](#)). Wenn der Anschluss über Stäbe erfolgt, kann in diesem Abschnitt festgelegt werden, an welchen Stellen die Lasten erzeugt werden sollen.

Reduzierung der Gesamtwindlast

Über die Kontrollfelder dieses Abschnitts ist es möglich, die Gesamtwindlast infolge der Abschätzung von Fachwerkstäben und innenliegenden Anbauteilen zu begrenzen. Die entsprechende Regelung findet sich in [\[4\]](#) Abschnitt A.2.6.2.2.

Windlasten auf Antennen

RF-/MAST Belastung kann die an den Antennen wirkenden Momente entweder aus den Kräften und geometrischen Gegebenheiten berechnen oder die in der Datenbank hinterlegten Werte verwenden.

5.3 Generierung

Generieren

Wenn alle Daten eingegeben sind, kann die Generierung der Lastfälle und Lasten mit der Schaltfläche [Generieren] gestartet werden.

Sollte RF-/MAST Belastung fehlerhafte oder fehlende Einträge in den Eingabemasken entdecken, so erscheint eine entsprechende Fehlermeldung.

Der Ablauf der Generierung kann in einem Fenster verfolgt werden.

5.4 Generierte Daten

Generieren

Exportieren

Nach dem [Generieren] können die erzeugten Belastungsdaten in den Ergebnismasken überprüft werden. Erst danach empfiehlt es sich, die Daten nach RFEM bzw. RSTAB zu [Exportieren].

Die generierten Belastungsdaten sind in verschiedenen Ergebnismasken abgelegt, die unter dem Navigator-Eintrag *Ergebnisse* verwaltet werden.

- Eingabedaten
 - Basisangaben
 - Eigengewicht
 - Windlast - Teil 1
 - Windlast - Teil 2
 - Windlast - Ermittlung des Strukturbeiwertes
 - Abschattung
 - Eislasten - Vereisungsklasse G
 - Eislasten - Vereisungsklasse R
 - Verkehrslasten
- Ergebnisse**
 - Lastfälle
 - Eigengewicht und Eisgewicht
 - Windlasten - Strukturbeiwert
 - Windlasten - Mast
 - Windlasten - Horizontale Ausfachung
 - Windlasten - Innere Ausfachung
 - Windlasten - Bühnen
 - Windlasten - Antennen
 - Windlasten - Aufsatzrohr
 - Windlasten - Antennensatzflächen
 - Windlasten - Innenschächte
 - Windlasten - Kabelbahnen
 - Windlasten - Leitern

5.4.1 Lastfälle

Die Maske 2.1 bietet eine Übersicht über alle Lastfälle, die RF-/MAST Belastung erzeugt hat.

2.1 Lastfälle

Lastfall Nr.	Lastfall - Bezeichnung	Kommentar
Eigengewicht		
LF1	Eigenlast	
Eis		
LF2	Eisgewicht - Klasse G	
LF3	Eisgewicht - Klasse R	
Wind		
LF4	Wind 0 °	
LF5	Wind 0 °, Eis G	
LF6	Wind 0 °, Eis R	
LF7	Wind 15 °	
LF8	Wind 15 °, Eis G	
LF9	Wind 15 °, Eis R	
LF10	Wind 30 °	
LF11	Wind 30 °, Eis G	
LF12	Wind 30 °, Eis R	
LF13	Wind 45 °	
LF14	Wind 45 °, Eis G	
LF15	Wind 45 °, Eis R	
LF16	Wind 60 °	
LF17	Wind 60 °, Eis G	
LF18	Wind 60 °, Eis R	
LF19	Wind 75 °	
LF20	Wind 75 °, Eis G	
LF21	Wind 75 °, Eis R	
LF22	Wind 90 °	
LF23	Wind 90 °, Eis G	
LF24	Wind 90 °, Eis R	
LF25	Wind 105 °	
LF26	Wind 105 °, Eis G	
LF27	Wind 105 °, Eis R	
LF28	Wind 120 °	
LF29	Wind 120 °, Eis G	
LF30	Wind 120 °, Eis R	

Bild 5.16: Maske 2.1 Lastfälle

Die Liste der Lastfälle ist nach den Einwirkungen *Eigengewicht*, *Eis*, *Wind* und *Verkehrslasten* sortiert. Jeder Lastfall wird durch eine eindeutige *Bezeichnung* beschrieben.

5.4.2 Eigengewicht und Eisgewicht

Die Maske 2.2 listet das Eigengewicht F_z , das Eisgewicht $F_{z,G}$ (Vereisungsklasse G) und das Eisgewicht $F_{z,R}$ (Vereisungsklasse R) nach Mastkomponenten und Anbauteilen geordnet auf.

2.2 Eigengewicht und Eisgewicht			
Objekt	Eigengewicht F_z [kN]	Eisgewicht $F_{z,G}$ [kN] $F_{z,R}$ [kN]	
Balkenstruktur			
Eckstiele	13.412	9.150	1.022
Mastseiten	26.998	32.560	5.170
Horizontale Ausfachung	3.663	3.923	0.566
Innere Ausfachungen	1.548	2.120	0.389
Aufsatzrohr	1.338	1.317	0.136
Bühne Nr. 1	3.304	3.045	0.245
Bühne Nr. 2	4.850	3.879	0.319
Bühne Nr. 3	4.968	3.907	0.327
Bühne Nr. 4	4.850	3.702	0.306
Bühne Nr. 5	2.852	2.768	0.263
Antennenträger	0.456	0.742	0.156
Innenschächte	7.967	13.927	2.866
Summe	76.205	81.040	11.766
Kabelbahnen			
Kabelbahn Nr. 1 - Teil 1	3.485	1.531	0.086
Kabelbahn Nr. 1 - Teil 2	4.920	2.422	0.135
Kabelbahn Nr. 1 - Teil 3	1.230	0.658	0.036
Kabelbahn Nr. 2 - Teil 1	0.000	0.488	0.086
Kabelbahn Nr. 2 - Teil 2	0.000	0.603	0.103
Kabelbahn Nr. 2 - Teil 3	0.000	0.729	0.121
Kabelbahn Nr. 2 - Teil 4	0.000	0.113	0.018
Summe	9.635	6.544	0.585
Leiter			
Leiter Nr. 1 - 1	1.680	3.393	0.721
Leiter Nr. 1 - 2	0.320	0.762	0.156
Leiter Nr. 1 - 3	0.320	0.804	0.162
Summe	2.320	4.959	1.039
Antennensatzfläche			
Antennensatzfläche Nr. 1	0.000	0.000	0.000
Antennensatzfläche Nr. 2	0.000	0.223	0.223
Summe	0.000	0.223	0.223

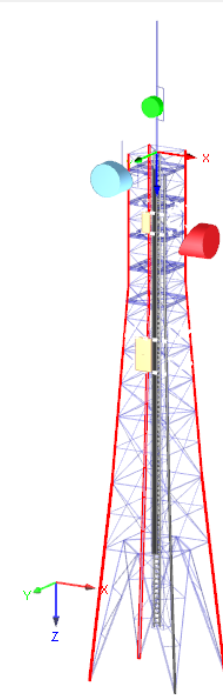


Bild 5.17: Maske 2.2 Eigengewicht und Eisgewicht

Am Ende der Liste wird die *Gesamtsumme* für alle Bauteilgruppen ausgegeben.

Grafik

Rendering

Im Grafikbereich wird die Modellgeometrie dargestellt. Die in der Tabelle selektierte Bauteilgruppe ist in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Viewer



In den Masken 2.1 bis 2.14 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Das in der Tabelle selektierte Bauteil ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im Bild 3.7 auf Seite 14 dargestellt und beschrieben.



Die Lasten werden erst nach dem der Daten grafisch am Modell dargestellt.

5.4.3 Windlasten - Strukturbeiwert

Wurde in Maske 1.3 die Ermittlung der Windbelastung nach EN 1991-1-4 / DIN EN 1993-3-1 ausgewählt (siehe Kapitel 5.1.3, Seite 59), so berechnet RF-/MAST Belastung den Strukturbeiwert der schwingungsanfälligen Mastkonstruktion.



Der Strukturbeiwert wird in DIN 4131 [4] als *Böenreaktionsfaktor* bezeichnet. Falls in Maske 1.3 diese Norm festgelegt wurde, ändert sich die Titelleiste entsprechend.

2.3 Windlasten - Strukturbeiwert

Bezeichnung	A Erste Eigenfrequenz n_1 [Hz]	B Strukturbeiwert $c_s c_d$	C
Ohne Eis	2.842	0.995	
Eisklasse G	1.963	1.011	
Eisklasse R	2.523	1.000	

Details - Bezeichnung Ohne Eis

<input type="checkbox"/> Entlang Integrallänge			
Exponent	α	0.260	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt B.1
Bezugshöhe	z_s	19.200 m	DIN EN 1991-1-4, Bild 6.1
Minimale Höhe	z_{min}	4.000 m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt B.1
Bezugshöhe	z_t	300.000 m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt B.1
Bezugslänge	L_t	300.000 m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt B.1
Integrallänge	$L(z_s)$	146.801 m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt B.1
<input type="checkbox"/> Böengrundteil			
Masthöhe	h	32.000 m	DIN EN 1991-1-4, Bild 6.1
Mastbreite	b	3.660 m	DIN EN 1991-1-4, Bild 6.1
Böengrundteil	B^2	0.730	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt B.3
<input type="checkbox"/> Logarithmisches Struktur-Dämpfungsdekrement			
Logarithmisches Struktur-Dämpfungsdekrement	δ_s	0.050	DIN EN 1991-1-4, Tabelle F.2
<input type="checkbox"/> Logarithmisches aerodynamisches Dämpfungsdekrement			
Aerodynamischer Kraftbeiwert	$c_f(\text{Durchsc})$	3.421	DIN EN 1993-3-1, Abschnitt B.2
Luftdichte	ρ	1.250 kg/m ³	
Mittlere Windgeschwindigkeit	$v_m(z_s)$	27.75 m/s	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.3
Ersatzmasse	m_e	325.25 kg/m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt F.14
Erste Eigenfrequenz	n_1	2.842 Hz	
Breite	b	3.660 m	

Bild 5.18: Maske 2.3 Windlasten - Strukturbeiwert

Die *Erste Eigenfrequenz* wird zur Bestimmung des Strukturbeiwerts benötigt. Sie wird mit dem integrierten Eigenwertlöser ermittelt und in Spalte A der Maske ausgegeben.



Im Kapitel 5.1.5 auf Seite 63 ist beschrieben, wie der Strukturbeiwert mit einer benutzerdefinierten ersten Eigenfrequenz bestimmt werden kann.

In Spalte B wird der *Strukturbeiwert* $c_s c_d$ des Mastmodells ohne und mit Eisbelastung ausgegeben.

Die Tabelle im unteren Abschnitt benennt die *Details* der in der Berechnung verwendeten Parameter. Sie beziehen sich auf die Zeile des Strukturbeiwerts, die im Abschnitt oberhalb selektiert ist. Zur Überprüfung eines anderen Beiwerts muss daher dieser zunächst mit einem Klick in seine Tabellenzeile aktiv gesetzt werden.

5.4.4 Windlasten - Mast

In Maske 2.4 werden die Windlasten aufgelistet, die für die Mastschüsse und vertikalen Ausfachungen ermittelt wurden.

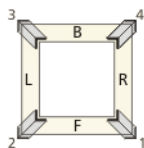
Abschnitt Nr.	Windlasten [kN]		
	F _T	F _{T,quer}	F _{T,parallel}
φ : 0° - Seite L			
1	1.166	1.166	0.000
2	0.908	0.908	0.000
3	1.048	1.048	0.000
4	0.893	0.893	0.000
5	1.030	1.030	0.000
6	0.878	0.878	0.000
7	1.012	1.012	0.000
8	0.867	0.867	0.000
9	1.203	1.203	0.000
10	1.146	1.146	0.000
11	2.512	2.512	0.000

Details - phi : 0° - Seite L - Abschnitt 1			
Abschnitt			
Abschnitt	Nr.	1	
Kote oben	z _o	0.000	m
Höhe	h	1.000	m
Höhe oben	z	32.000	m
Bezugshöhe	z _s	31.500	m
Grundwind			
Richtungsbeiwert	c _{Richt}	1.000	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.1
Jahreszeitbeiwert	c _{Jahresz.}	1.000	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.1
Grundwert der Grundwindgeschwindigkeit	v _{b,0}	25.00	m/s
Grundwindgeschwindigkeit	v _b	25.00	m/s
Durchschnittswind			
Rauigkeitsbeiwert	c _r	-	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.3
Topographiebeiwert	c ₀	1.375	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.3
Mittlere Windgeschwindigkeit	v _m	30.04	m/s
Windturbulenz			
Turbulenzbeiwert	k ₁	1.000	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.7
Topographiebeiwert	c ₀	1.375	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 4.7
Rauigkeitslänge	z ₀	-	m

Bild 5.19: Maske 2.4 Windlasten - Mast

Aufgrund der Normvorgabe, die Windbelastung in Teilschritten auf das Mastmodell aufzubringen, enthält diese Ergebnismaske eine große Menge an Daten. Hierbei spielt auch die Schrittweite der Windrichtungen eine Rolle, die in Maske 1.3 vorgegeben wurde (siehe Kapitel 5.1.3, Seite 59).

In der oberen Tabelle sind die Windlasten für jeden *Abschnitt* (Mastschuss) nach Windrichtung φ und *Seite* des Mastes geordnet aufgelistet. Die Symbole der Mastseiten bedeuten (siehe Bild 3.1, Seite 9):



- **Left:** links
- **Right:** rechts
- **Front:** vorne
- **Back:** hinten

Die *Details* im unteren Abschnitt geben Aufschluss über die Parameter, die für die Ermittlung der Windlasten angesetzt wurden. Sie beziehen sich auf die in der oberen Tabelle selektierte Zeile. Zur Überprüfung der Parameter einer bestimmten Windlast muss daher die entsprechende Tabellenzeile mit einem Klick aktiv gesetzt werden.

Zur Auswertung der oberen Tabelle lassen sich die Daten mit den Filtermöglichkeiten reduzieren, die die drei Auswahllisten am unteren Ende der Maske bieten. Sie bedeuten im Einzelnen:

Die Liste für *Frost* ermöglicht es, die Windbelastung ohne Vereisung oder mit Berücksichtigung einer Vereisungsklasse darzustellen. In der Liste der *Windrichtung* kann eine bestimmte Anströmrichtung ausgewählt werden. Über die Liste für die *Seite* lassen sich die Ergebnisse nach den vier Mastseiten selektieren.

Frost:
 Alles
 0°
 45°
 90°
 135°
 180°
 225°
 270°
 315°

Windrichtung φ:
 Alles

Seite:
 Alle Seiten
 Frontseite
 Linke Seite
 Rechte Seite
 Rückseite

5.4.5 Windlasten - Horizontale Ausfachung

Maske 2.5 präsentiert die Windlasten, die für die horizontalen Ausfachungen ermittelt wurden.

2.5 Windlasten - Horizontale Ausfachung

Stab Nr.	Windlast [kN]		
	A W _φ	B W _x	C W _y
φ : 150 ° - Horiz. Ausfachung 1 - z: 32.000 m			
253	0.044	-0.038	0.022
254	0.165	-0.143	0.083
255	0.044	-0.038	0.022
256	0.165	-0.143	0.083
φ : 150 ° - Horiz. Ausfachung 2 - z: 28.000 m			
257	0.160	-0.139	0.080
258	0.043	-0.037	0.021
259	0.160	-0.139	0.080
260	0.043	-0.037	0.021

Details - phi : 150 ° - Horiz. Ausfachung 2 - z: 28.000 m - Stab 257

Horizontale Ausfachung			
Ausfachung	Nr.	2	
Kote	z	28.000 m	
Stab	Nr.	257	
Staudruck			
Bezugshöhe	z _e	28.000 m	
Staudruck	q	1.050 kN/m ²	DIN EN 1991-1-4, Gl. (4.8)
Grundkraftbeiwert			
Grundkraftbeiwert	c _{f,0}	2.000	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.7(1)
Abminderungsfaktor			
Länge aller Stäbe in einer Linie		3.480 m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.13 Tabelle 7.16
Höhe des Stabes	h	0.050 m	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.13 Tabelle 7.16
Schlankheit	λ	70.000	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.13 Tabelle 7.16
Abminderungsfaktor	ψ _s	0.911	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.13 Tabelle 7.16
Kraftbeiwert			
Kraftbeiwert	c _f	1.823	DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.7 Gl. (7.11)
Gesamte Windlast			
Strukturbeiwert	c _{s,c,d}	0.995	DIN EN 1991-1-4, Anhang B
Stablänge	l	1.740 m	

Frost: Windrichtung φ:

Bild 5.20: Maske 2.5 Windlasten - Horizontale Ausfachungen

Windrichtung φ:

- Alles
- 0 °
- 45 °
- 90 °
- 135 °
- 180 °
- 225 °
- 270 °
- 315 °

Frost:

- Alles
- Kein
- Klasse G
- Klasse R

Die Ergebnisse werden für die einzelnen Stäbe der horizontalen Ausfachungen (siehe Kapitel 3.1.9) aufgelistet. Der Abschnitt *Details* gibt Aufschluss über die Parameter, die für die Ermittlung der in der oberen Tabelle selektierten Windlast angesetzt wurden.

Die tabellarische Ausgabe kann über die im Kapitel 5.4.4 beschriebenen Auswahllisten für *Frost* und *Windrichtung* gefiltert werden.

Grafik

Rendering

Im Grafikbereich wird die Modellgeometrie dargestellt. Der in der Tabelle selektierte Stab ist in der Grafik farbig hervorgehoben.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Viewer



In den Masken 2.1 bis 2.14 steht die Schaltfläche [Viewer] zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit, die Geometrie des Mastes in einem neuen Fenster fotorealistisch zu betrachten. Das in der Tabelle selektierte Bauteil ist in dieser Visualisierung entsprechend gekennzeichnet.

Der Viewer ist im Bild 3.7 auf Seite 14 dargestellt und beschrieben.



Die Lasten werden erst nach dem der Daten grafisch am Modell dargestellt.

5.4.6 Windlasten - Weitere Ergebnismasken

Die Ergebnismasken 2.6 bis 2.13 für innere Ausfachungen und Anbauteile lassen sich analog zu den oben beschriebenen Masken auswerten. Je nach Objekt sind die Windlasten auf die globalen Achsen X, Y und Z oder die Richtungen *parallel* und *quer* bezogen.



Die Ausgabe ist auf die Anbauteile abgestimmt: Wurden im Modul RF-/MAST Anbauten z. B. keine Kabelbahnen definiert, so erscheint keine Ergebnismaske für die Windlasten dieser Anbauteile. Die Nummerierung der Masken ist dann nicht fortlaufend.

5.4.7 Windlasten - Begrenzung der Windlast

Diese Maske erscheint nur, wenn die Windlast nach DIN 4131 [4] ermittelt wird (siehe Kapitel 5.1.3, Seite 59).

2.14 Windlasten - Begrenzung der Windlast

Abschnitt Nr.	A	B	C	D
	Max. Windlast W_{max} [kN]	Windlast W_{exist} [kN]	Verhältnis W_{max} / W_{exist}	Reduzierungsfaktor R
	$\varphi: 0^\circ$			
1	11.582	2.671	4.34	1.00
2	22.495	6.938	3.24	1.00
3	11.064	3.096	3.57	1.00
4	10.938	3.253	3.36	1.00
5	21.488	6.202	3.46	1.00
6	10.541	2.847	3.70	1.00
7	10.651	3.630	2.93	1.00
8	33.945	10.627	3.19	1.00
9	49.170	14.961	3.29	1.00
10	106.790	26.590	4.02	1.00
11	65.205	12.626	5.16	1.00

Details - $\varphi: 0^\circ$ - Abschnitt 5

Summe von Windlasten-quer zur Seite	$W_{Mast,B}$	0.000 kN
Summe von Windlasten-in Windrichtung	$W_{Mast,B}$	0.000 kN
Vorhandene Windlast - Aufsatzrohr		
Stäbe	Nr.	
Summe von Windlasten	$W_{Aufsatzrohr}$	0.000 kN
Vorhandene Windlast - Innenschächte		
Innenschächte (Abschnitte)	Nr.	1(4)
Summe von Windlasten	$W_{Innenschächte}$	1.391 kN
Vorhandene Windlast - Kabelbahnen		
Kabelbahnen (Abschnitte)	Nr.	2(5); 1(4)
Summe von Windlasten	$W_{Kabelbahnen}$	0.920 kN
Vorhandene Windlast - Leitern		
Leitern (Abschnitte)	Nr.	1(5)
Summe von Windlasten	$W_{Leitern}$	0.402 kN
Vorhandene Windlasten - Zusammenfassung		
Summe von allen Windlasten	W_{vorn}	6.202 kN
Reduzierungsfaktor		
Verhältnis	W_{max}/W_{vorn}	3.46
Reduzierungsfaktor	R	1.00

Frost: Windrichtung φ :

Bild 5.21: Maske 2.14 Windlasten - Begrenzung der Windlast

Zur Berücksichtigung von Abschattungseffekten kann die Gesamtwindlast nach [4] Abschnitt A.2.6.2.2 auf den Wert $2,0 \cdot A_c \cdot q$ begrenzt werden (mit A_c als Umrissfläche eines Abschnitts). RF-/MAST Belastung vergleicht die existierende Gesamtwindbelastung mit diesem Grenzwert und führt bei einer Überschreitung den *Reduzierungsfaktor R* ein.

Details...

Im Dialog *Details* kann festgelegt werden, welche Objekte im Einzelnen für die Abschattung infrage kommen.

5.5 Export

Exportieren

Für die weitere Bearbeitung des Mastmodells müssen die generierten Lastdaten nach RFEM bzw. RSTAB exportiert werden. Die Datenübergabe ist über die Schaltfläche [Exportieren] vorzunehmen. RF-/MAST Belastung erzeugt die in Maske 2.1 angezeigten Lastfälle und füllt sie mit den Lasten.

Nach dem erfolgreichen Export gibt RF-/MAST Belastung folgende Meldung aus:

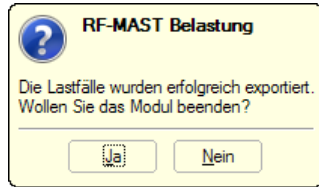


Bild 5.22: Meldung nach erfolgreichem Export

Nach dem Beenden des Moduls können die Lasten des Mastes in der Oberfläche von RFEM bzw. RSTAB überprüft und anschließend nach den Normvorgaben kombiniert werden.

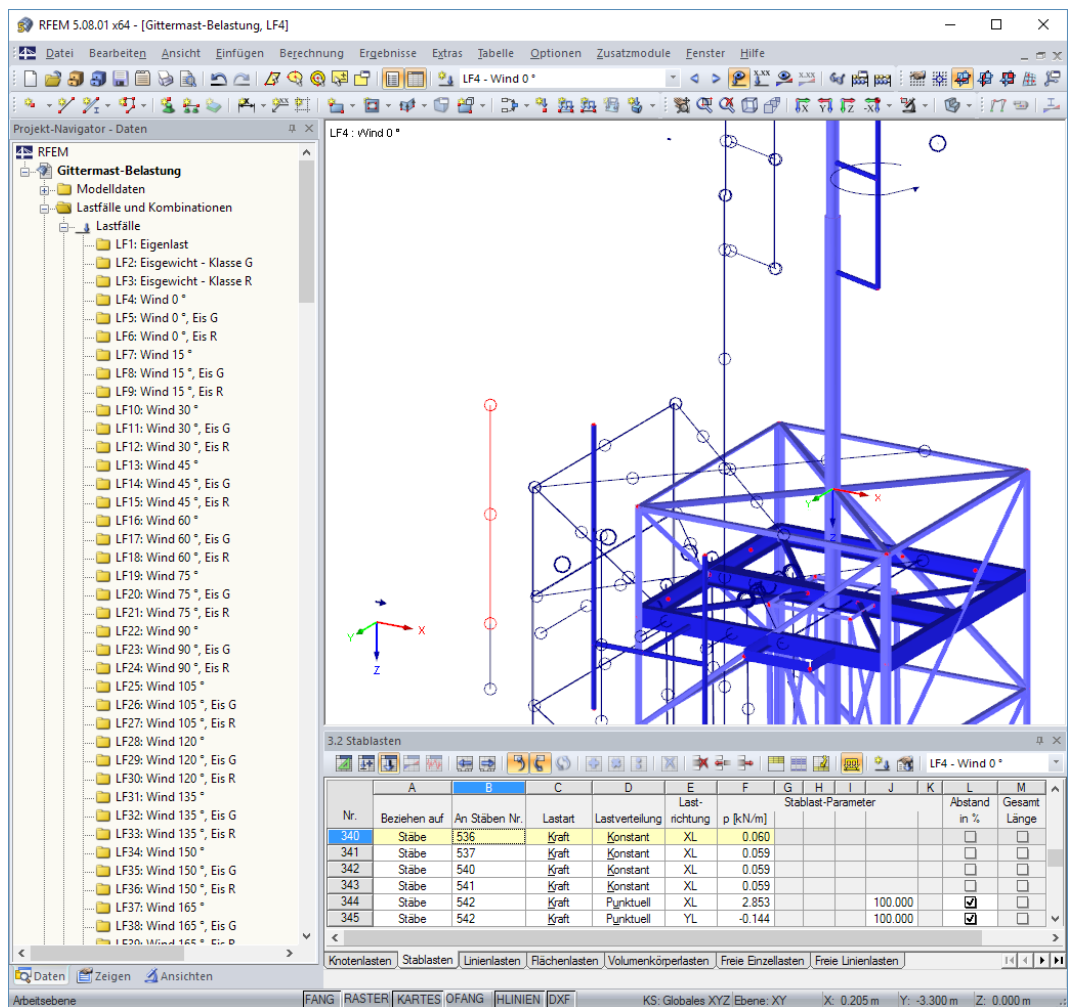
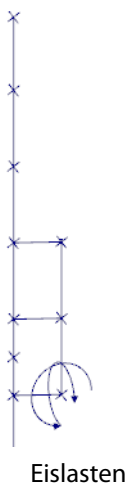


Bild 5.23: Windlasten in RFEM

Eislasten sind mit Kreuzsymbolen, Windlasten mit Kreissymbolen gekennzeichnet.

Nach DIN 4131 [4] Abschnitt 6.6 darf der Nachweis der Mannlast als Einzelkraft in Kombination mit der Windbelastung mit einem einheitlichen Staudruck von $q = 0,3 \text{ kN/m}^2$ geführt werden. Aus den Mannlast-Lastfällen bildet RF-/MAST Belastung die Ergebniskombination *EK1 Mannlasten*.

Die Funktionen des Hauptprogramms sind im [RFEM-](#) bzw. [RSTAB-](#)Handbuch beschrieben.



Eislasten

6 RF-/MAST Knicklängen

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/MAST Knicklängen** relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im [Kapitel 2](#) erläutert.

Das Modul ermittelt die Knicklängen für die Stäbe einer Mastkonstruktion. Das zugrunde liegende Fachwerkmodell kann mit RF-/MAST Struktur und RF-/MAST Anbauten erzeugt oder individuell in RSTAB bzw. RFEM erstellt werden.



Die Ermittlung der Knicklängen basiert ausschließlich auf den geometrischen Gegebenheiten. Sie ist damit unabhängig von der Belastung. Nach der Generierung ist es möglich, die Knicklängen manuell anzupassen.

6.1 Eingabedaten

Die Maske *1.1 Basisangaben* bietet eine Übersicht über die aus RFEM bzw. RSTAB eingelesenen Modelldaten des Mastes.

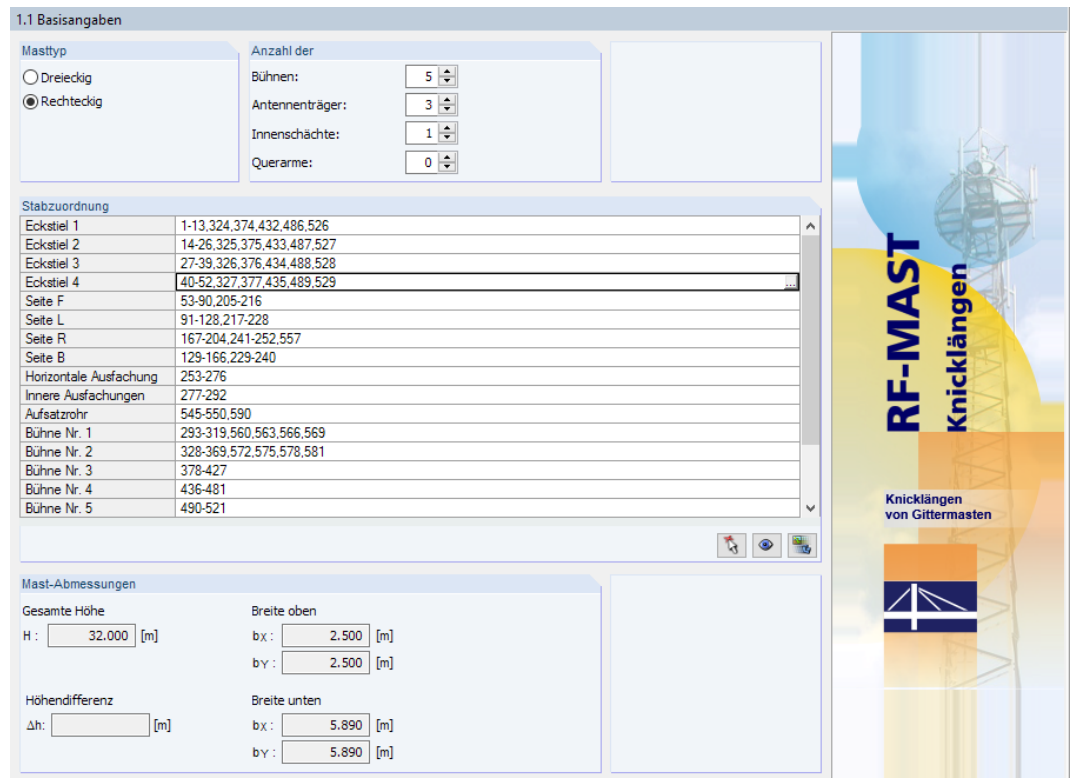


Bild 6.1: Maske 1.1 Basisangaben

Masttyp

In diesem Abschnitt ist die Grundgeometrie des Mastes anzugeben.

Anzahl

Dieser Abschnitt bietet eine Übersicht über die Anbauteile des Mastes. Wurde das Modell mit RF-/MAST Anbauten erstellt, so sind hier die im Modul definierten Bühnen, Antennenträger und Innenschächte angegeben.

Stabzuordnung

Dieser Abschnitt enthält eine Übersicht über die aus RSTAB/RFEM eingelesenen Stäbe des Modells. Sie sind nach Mastbauteilen geordnet.

In dieser Tabelle besteht die Möglichkeit, Stabnummern manuell in die Zeilen einzutragen oder mit der Schaltfläche die Bauteile grafisch im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB auszuwählen. Über die Schaltfläche in der Tabellenzeile ist das Arbeitsfenster ebenfalls zugänglich.



Die Schaltfläche [Schema oder Rendering anzeigen] ermöglicht es, die Lage der Stäbe in einer 3D-Grafik zu kontrollieren. Dabei werden die in der Tabelle selektierten Bauteile farbig hervorgehoben.

1.1 Basisangaben

Masttyp
 Dreieckig
 Rechteckig

Anzahl der
 Bühnen: 5
 Antennenträger: 3
 Innenschächte: 1
 Querarme: 0

Stabzuordnung	
Eckstiel 1	1-13,324,374,432,486,526
Eckstiel 2	14-26,325,375,433,487,527
Eckstiel 3	27-39,326,376,434,488,528
Eckstiel 4	40-52,327,377,435,489,529
Seite F	53-90,205-216
Seite L	91-128,217-228
Seite R	167-204,241-252,557
Seite B	129-166,229-240
Horizontale Ausfachung	253-276
Innere Ausfachungen	277-292
Aufsatzrohr	545-550,590
Bühne Nr. 1	293-319,560,563,566,569
Bühne Nr. 2	328-369,572,575,578,581
Bühne Nr. 3	378-427
Bühne Nr. 4	436-481
Bühne Nr. 5	490-521

Mast-Abmessungen

Gesamte Höhe
 H : 32.000 [m]

Breite oben
 b_x : 2.500 [m]
 b_y : 2.500 [m]

Höhendifferenz
 Δh: [] [m]

Breite unten
 b_x : 5.890 [m]
 b_y : 5.890 [m]

3D-Rendering des Mastes mit einer 3D-Koordinatenachse (X, Y, Z). Ein Tooltip zeigt auf die Schaltfläche "Bitmap oder Rendering anzeigen".

Bild 6.2: Rendering über Schaltfläche aktivieren



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Information

Sie befinden sich im Ansichtsmodus.

Zurück

Mit der Schaltfläche unterhalb der Tabelle ist ein Wechsel in das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster möglich. In diesem *Ansichtsmodus* stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen des Modells. Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zu RF-/MAST.

Mast-Abmessungen

Zur Information werden neben der Gesamthöhe H des Mastes die Breiten b_x und b_y angezeigt, die am oberen und unteren Ende vorliegen.

Eine ggf. in RF-/MAST Anbauten definierte *Höhendifferenz* zur Berücksichtigung der Antennenlage ist für die Ermittlung der Knicklängen bedeutungslos.

6.2 Details

Details...

Vor dem Generieren der Knicklängen sollten die Detaileinstellungen überprüft werden. Der entsprechende Dialog ist über die Schaltfläche [Details] zugänglich.

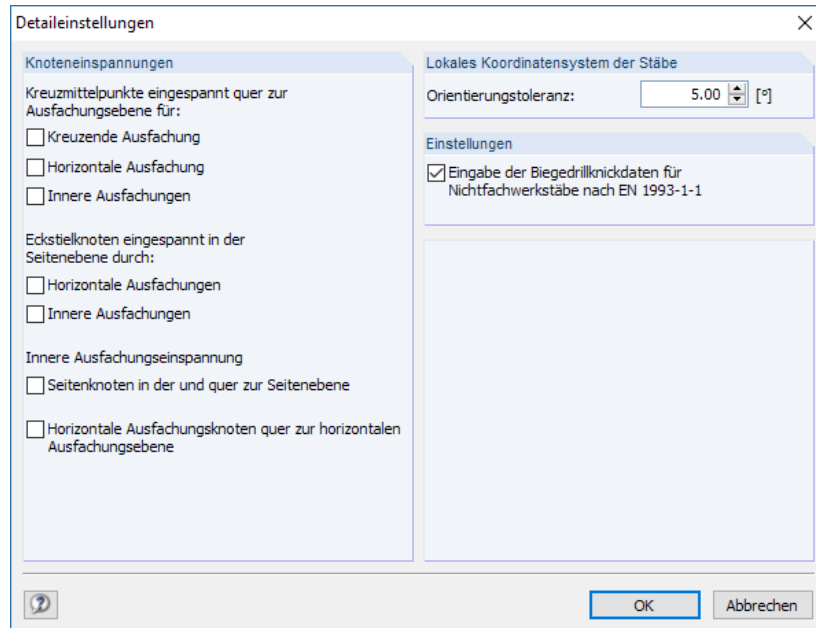


Bild 6.3: Dialog Details

Knoteneinspannungen

Für die Generierung der effektiven Längen muss festgelegt werden, welche Knoten als von anderen Stäben gehalten anzusehen sind bzw. für welche Knoten keine seitliche Stützung vorliegt. Dieser Abschnitt verwaltet die globalen Vorgaben für verschiedene Geometriebedingungen von Knoten.

Kreuzmittelpunkte

Das Bild links zeigt die Optionen für Einspannungen rechtwinklig zur Ausfachungsebene eines Knotens, an dem sich zwei Ausfachungsstäbe kreuzen. Ist ein Kontrollfeld angehakt, wird der Kreuzungsknoten dieser Ausfachung als gehalten betrachtet. Damit wird die effektive Länge L_1 rechtwinklig zur Ausfachungsebene generiert (siehe Bild 6.4). Ist das Kontrollfeld deaktiviert, so wird der Knoten als nicht gehalten betrachtet und die effektive Länge L_2 erzeugt.

- Kreuzmittelpunkte eingespannt quer zur Ausfachungsebene für:
- Kreuzende Ausfachung
 - Horizontale Ausfachung
 - Innere Ausfachungen

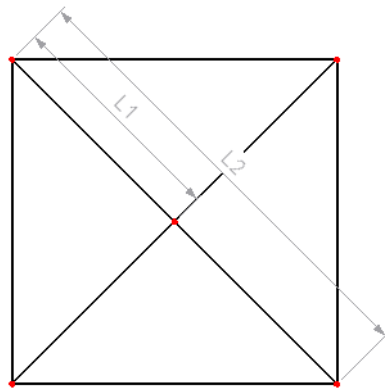


Bild 6.4: Generierte Knicklängen je nach Knoteneinspannung

Eckstielknoten eingespannt in der Seitenebene durch:

- Horizontale Ausfachungen
- Innere Ausfachungen

Eckstielknoten

Die im Bild links gezeigten Kontrollfelder steuern, wie die Eckstiele durch horizontale und innere Ausfachungen gehalten werden. Ist z. B. die Option *Horizontale Ausfachungen* nicht aktiv, werden die Eckstiele nur in die diagonale Richtungen durch die Ausfachungen gehalten (siehe Bild 6.5 a). Bei aktiviertem Kontrollfeld werden die Eckstiele diagonal und in die Richtungen der Mastseiten gehalten (siehe Bild 6.5 b).

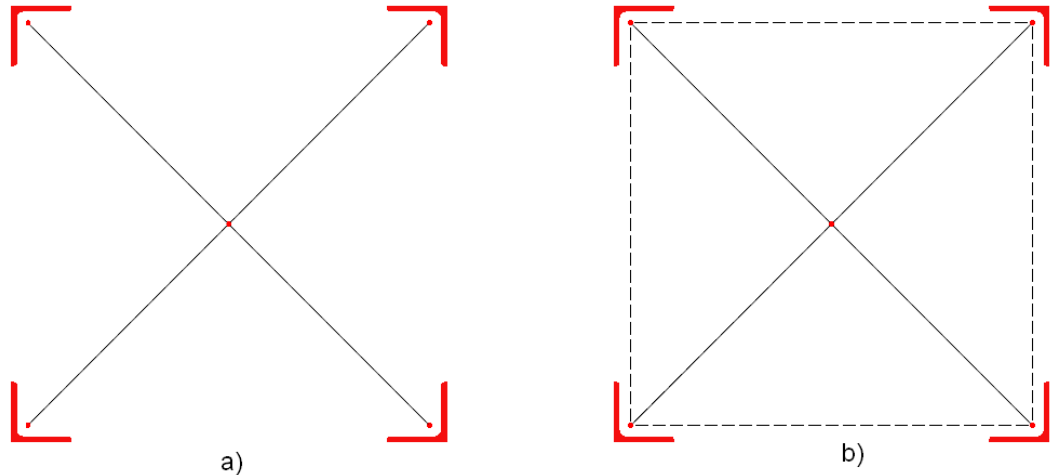


Bild 6.5: Spannung der Eckstielknoten durch horizontale Ausfachung

Analog können die Eckstiele durch *Innere Ausfachungen* gehalten werden.

Innere Ausfachung

Innere Ausfachungseinspannung

- Seitenknoten in der und quer zur Seitenebene
- Horizontale Ausfachungsknoten quer zur horizontalen Ausfachungsebene

Wenn die Mastkonstruktion durch innere Ausfachungen ausgesteift ist, so können diese Stützungen bei der Ermittlung der Knicklängen für die Seitenstäbe und die horizontalen Ausfachungen berücksichtigt werden.

Lokales Koordinatensystem der Stäbe

Für die korrekte Generierung der Knicklängen müssen die Querschnitte der Mastelemente regelkonform ausgerichtet sein. Es gelten folgende Richtlinien zur Orientierung der Stabachsen:

- **Eckstiele:**
Die lokale y- und z-Achse des Stabes muss parallel zu den Seiten des Mastes liegen (siehe Bild 6.6 a). Bei dreieckigen Masten spielt die Orientierung der Eckstiele keine Rolle, da hier die Knicklängen in einem vereinfachten Verfahren ermittelt werden.
- **Seitenstäbe:**
Die y- oder z-Achse des Stabes muss parallel zur Ebene der Seite liegen (siehe Bild 6.6 b).
- **Horizontale Ausfachungen:**
Die y- oder z-Achse des Stabes muss lotrecht zur Ausfachungsebene liegen.

Wurde das Modell mit dem Modul RF-/MAST Struktur erstellt, so sind die Stäbe automatisch entsprechend dieser Regeln orientiert. Falls der Mast manuell in RFEM bzw. RSTAB modelliert wurde, sollte die Orientierung der einzelnen Stäbe überprüft werden. Für die korrekte Generierung der Knicklängen kann dann die Stablage in RFEM/RSTAB angepasst werden.

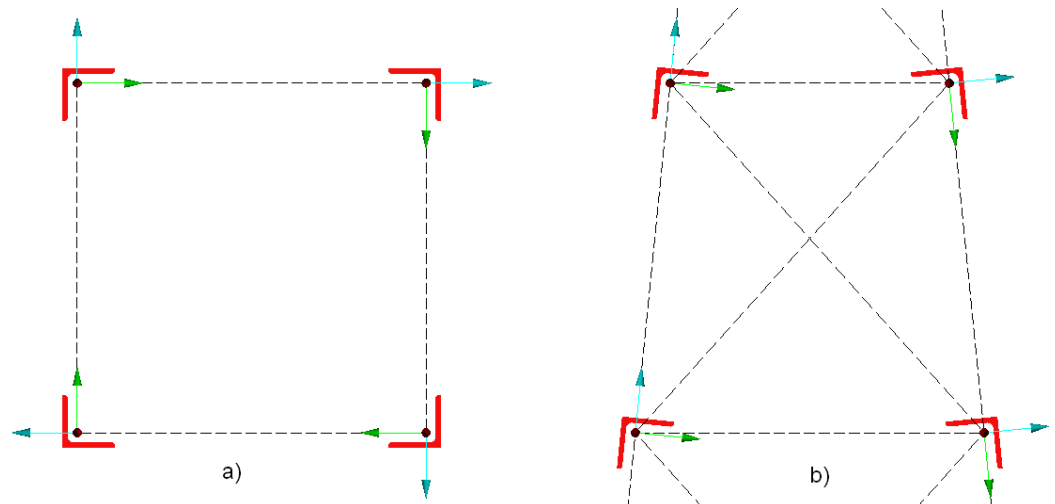


Bild 6.6: Orientierung der Eckstiele und Seitenstäbe

Die exakte Ermittlung der Staborientierung kann – insbesondere bei geneigten Stäben – mühsam sein. Im Eingabefeld *Orientierungstoleranz* besteht deshalb die Möglichkeit, die Staborientierung näherungsweise im Hinblick auf die oben beschriebenen Richtlinien vorzugeben. Es sind Stabtoleranzen von 0° bis 44,99° möglich. Weicht die Orientierung eines Stabes von den Richtlinien inklusive Toleranz ab, kann die Knicklänge nicht automatisch ermittelt werden.

Einstellungen

Einstellungen

Eingabe der Biegedrillknickdaten für Nichtfachwerkstäbe nach EN 1993-1-1

Die Knicklängen der Nichtfachwerkstäbe werden nach dem in Maske 2.2 ausgegeben (siehe [Kapitel 6.4.2, Seite 84](#)). Sollen diese Stäbe im Modul RF-/MAST Bemessung nach EN 1993-1-1 nachgewiesen werden, sind die Parameter für Biegedrillknicken erforderlich. Nach dem Anhängen des Kontrollfeldes sind die Eingabefelder in Maske 2.2 für die manuelle Definition der Knicklängen zugänglich.

6.3 Generierung

Wenn alle Daten eingegeben sind, kann die Generierung der Knicklängen mit der Schaltfläche [Generieren] gestartet werden.

Sollte RF-/MAST Knicklängen fehlerhafte Einträge in Maske 1.1 entdecken, so erscheint eine entsprechende Meldung.



Bild 6.7: Fehlermeldung bei Generierung

Die fehlerhaften Parameter können dann überprüft und korrigiert werden.

6.4 Generierte Daten

Generieren
Exportieren

Nach dem [Generieren] können die erzeugten Knicklängen in zwei Ergebnismasken überprüft und bei Bedarf angepasst werden. Erst danach empfiehlt es sich, die Daten nach RFEM bzw. RSTAB zu [Exportieren].

6.4.1 Knicklängen - Fachwerkstäbe

Die Maske 2.1 gibt die generierten Knicklängen aller Fachwerkstäbe aus. Dies sind in der Regel die Stäbe, die das Haupttragwerk des Mastes bilden: Eckstiele, Seiten, horizontale Ausfachungen und innere Ausfachungen.

2.1 Knicklängen - Fachwerkstäbe

Stab Nr.	Knicklängenbeiwerte und Knicklängen						
	A Länge L [m]	B k _{cr,v}	C L _{cr,v} [m]	D k _{cr,y}	E L _{cr,y} [m]	F k _{cr,z}	G L _{cr,z} [m]
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.1							
1	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
324	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.2							
2	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
374	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.3							
3	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
432	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.4							
4	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
486	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.5							
5	1.004	2.000	2.007	2.000	2.007	2.000	2.007
526	1.004	2.000	2.007	2.000	2.007	2.000	2.007
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.6							
6	2.007	1.000	2.007	1.000	2.007	1.000	2.007
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.7							
7	2.006	1.000	2.006	1.000	2.006	1.000	2.006
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.8							
8	2.007	1.000	2.007	1.000	2.007	1.000	2.007
Eckstiel Nr. 1 - Mastschuss Nr.9							
9	1.876	1.000	1.876	1.000	1.876	1.000	1.876

Filter: Alle Die roten Werte können nicht automatisch berechnet werden.

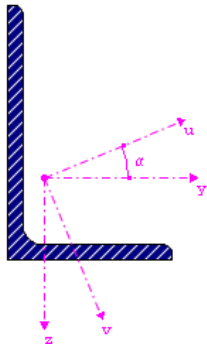


Bild 6.8: Maske 2.1 Knicklängen - Fachwerkstäbe

Die Tabelle ist in die einzelnen Baugruppen und Mastschüsse untergliedert. Für jeden Stab sind die Knicklängenbeiwerte k_{cr} und die Knicklängen L_{cr} aufgelistet. Die Werte beziehen sich auf die lokalen Koordinatensysteme der Stäbe.

Die Werte k_v, k_y, k_z und $L_{cr,v}, L_{cr,y}, L_{cr,z}$ werden in unterschiedlichen Farben ausgegeben:

- **Schwarz** dargestellte Werte wurden korrekt ermittelt.
- **Rot** dargestellte Werte konnten nicht automatisch bestimmt werden. In diesem Fall sind die Knicklängenbeiwerte 1,0. Die effektive Länge entspricht damit der Stablänge.
- Bei **grau** gesperrten Zellen existiert kein Wert. Dieser Fall liegt typischerweise bei den Werten k_v und $L_{cr,v}$ von Stäben mit doppelsymmetrischem Querschnitt vor.

Die Knicklängenbeiwerte k_v, k_y, k_z oder die zugehörigen Knicklängen $L_{cr,v}, L_{cr,y}, L_{cr,z}$ können in der Tabelle manuell geändert werden (sofern die Zellen nicht ausgegraut und gesperrt sind).

Die Daten lassen sich über einen *Filter* für Bauteile reduzieren, den die Auswahlliste am unteren Ende der Maske bietet.

Innere Ausfachung - Ausfachung Nr.139			
277	3.859	1.000	3.859

Seite F - Ausfachung Nr. 1			
205	2.461		

Filter:

Seite F	▼
Alle	
Eckstiel Nr. 1	
Eckstiel Nr. 2	
Eckstiel Nr. 3	
Eckstiel Nr. 4	
Seite F	
Seite L	
Seite R	
Seite B	
Horizontale Ausfachung	
Innere Ausfachungen	

Grafik

Rendering



Im Grafikbereich wird das Mastmodell dargestellt. Der in der Tabelle selektierte Stab ist in der Grafik farbig hervorgehoben. Mit der Schaltfläche [LKS anzeigen] kann die Darstellung der lokalen Stab-Koordinatensysteme ein- und ausgeblendet werden.



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen (siehe Beschreibung auf Seite 14).

Information

Sie befinden sich im Ansichtsmodus.

Zurück

Ansichtsmodus

Mit der Schaltfläche unterhalb der Tabelle ist ein Wechsel in das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster möglich. In diesem *Ansichtsmodus* stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen des Mastes. Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zu RF-/MAST.

6.4.2 Knicklängen - Nichtfachwerkstäbe

In Maske 2.2 werden die Knicklängenbeiwerte und Knicklängen von Anbauteilen wie Bühnen, Innenschächten, Leitern etc. ausgegeben. Da RF-/MAST Knicklängen nur die Werte für Fachwerkstäbe ermittelt, handelt es sich in dieser Liste nicht um berechnete Ergebnisse. Vielmehr sind alle Knicklängenbeiwerte der Tabelle zu 1,0 gesetzt, d. h. die Knicklängen entsprechen den Stablängen.

2.2 Knicklängen - Nichtfachwerkstäbe

Stab Nr.	A	B		C		D		E		F	G			H	I
	Länge L	Knicken um y/u		Knicken um z/v		k _{z/v}		k _w		L _w	L _T				
		k _{or,y/u}	L _{or,y/u}	k _{or,z/v}	L _{or,z/v}	k _{z/v}	k _w	L _w	L _T						
541	0.700	1.000	0.700	1.000	0.700	1.0	1.0	0.700	0.700						
542	1.500	1.000	1.500	1.000	1.500	1.0	1.0	1.500	1.500						
543	0.007	1.000	0.007	1.000	0.007	1.0	1.0	0.007	0.007						
544	0.800	1.000	0.800	1.000	0.800	1.0	1.0	0.800	0.800						
545	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.0	1.0	4.000	4.000						
546	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.0	1.0	0.500	0.500						
547	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0	1.0	1.000	1.000						
548	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.0	1.0	0.500	0.500						
549	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.0	1.0	2.000	2.000						
550	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0	1.0	1.000	1.000						

Details - Stab 545

Querschnitt: RO 114.3x4.0 | EN 10210-2:2006

Länge: L = 4.000 m

Knicken um Achse y

Knicklängebeiwert: k_{or,y} = 1.000

Knicklänge: L_{or,y} = 4.000 m

Knicken um Achse z

Knicklängebeiwert: k_{or,z} = 1.000

Knicklänge: L_{or,z} = 4.000 m

Biegedrillknicken

Knicklängebeiwert: k_{z/v} = 1.0

Knicklängebeiwert: k_w = 1.0

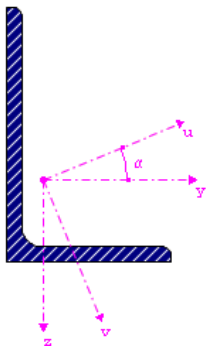
Wölbänge: L_w = 4.000 m

Drillknicklänge: L_T = 4.000 m

Kommentar:

Eingaben Stäben Nr. zuordnen: Alle

Bild 6.9: Maske 2.2 Knicklängen - Nichtfachwerkstäbe



In der oberen Tabelle sind die Knicklängenbeiwerte und Knicklängen der Stäbe aufgelistet. Sie beziehen sich jeweils auf die Hauptachsen. In den Spalten F bis I können die Parameter für *Biegedrillknicken* definiert werden, sofern die entsprechende Option im Dialog *Details* aktiviert wurde (siehe Bild 6.3, Seite 80). Die untere Tabelle informiert über die *Details* des oben selektierten Stabes.

Die Knicklängen können in beiden Tabellen angepasst werden. Das Kontrollfeld *Eingaben zuordnen Stäben Nr.* ermöglicht es, die nachfolgend getroffenen Einstellungen für ausgewählte – manueller Eintrag der Stabnummern oder grafische Auswahl über – bzw. *Alle* Stäbe anzuwenden. Diese Option ist hilfreich, um mehreren Stäben die gleichen Parameter zuzuweisen.

6.5 Export

Exportieren

Die generierten Daten müssen für die nachfolgende Bemessung nach RFEM bzw. RSTAB exportiert werden. Die Datenübergabe ist über die Schaltfläche [Exportieren] vorzunehmen.

Nach dem erfolgreichen Export gibt RF-/MAST Knicklängen folgende Meldung aus:

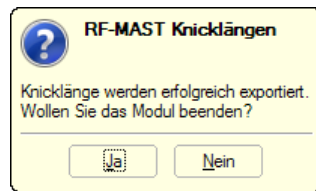


Bild 6.10: Meldung nach erfolgreichem Export

Nach dem Beenden des Moduls können die Knicklängen der Stäbe in der Oberfläche von RFEM bzw. RSTAB überprüft werden.

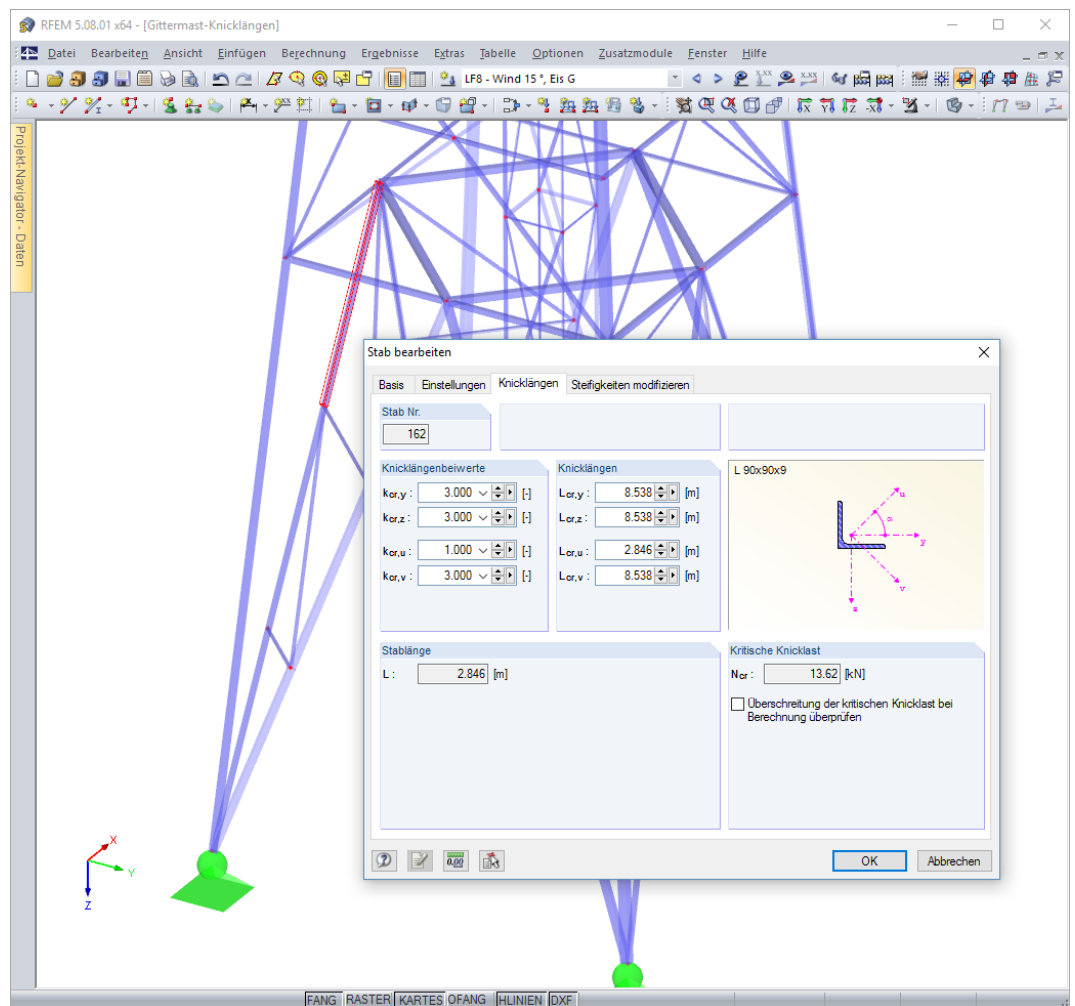


Bild 6.11: Ergebnis in RFEM

Die Funktionen des Hauptprogramms sind im [RFEM-](#) bzw. [RSTAB-](#)Handbuch beschrieben.

7 RF-/MAST Bemessung

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/MAST Bemessung** relevant sind. Die allgemeinen Funktionen sind im [Kapitel 2](#) erläutert.

7.1 Eingabedaten

7.1.1 Basisangaben

In Maske *1.1 Basisangaben* sind die zu bemessenden Stäbe, Stabsätze und Einwirkungen festzulegen. Die beiden Register verwalten die Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen für die Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.

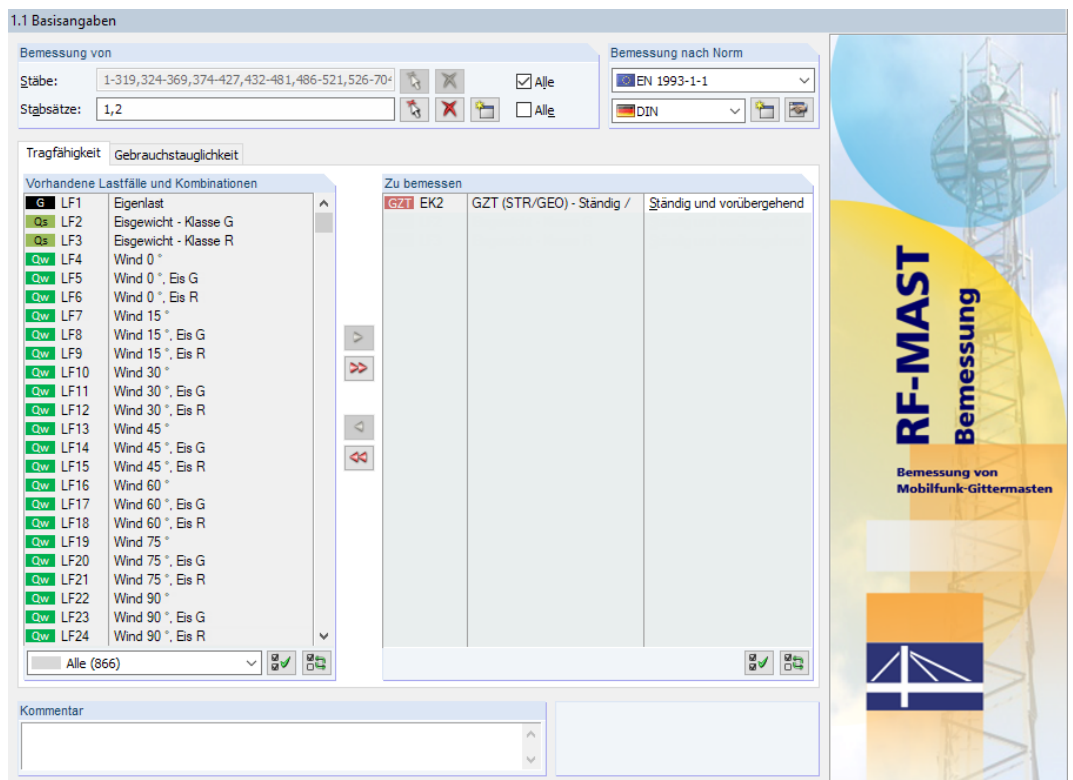


Bild 7.1: RF-/MAST Bemessung – Maske 1.1 Basisangaben

Bemessung von



Es können sowohl *Stäbe* als auch *Stabsätze* bemessen werden. Falls nur bestimmte Objekte nachgewiesen werden sollen, ist das Kontrollfeld *Alle* zu deaktivieren: Damit werden die Eingabefelder zugänglich, in die die Nummern der relevanten Stäbe oder Stabsätze eingetragen werden können. Die Schaltfläche [Löschen] leert die Liste der voreingestellten Nummern. Über die Schaltfläche [Auswählen] lassen sich die Objekte auch grafisch im RFEM- bzw. RSTAB-Arbeitsfenster festlegen.

Bei der Bemessung eines Stabsatzes werden die Extremwerte der Nachweise aller im Stabsatz enthaltenen Stäbe ermittelt und die Randbedingungen infolge angeschlossener Stäbe für Stabilitätsuntersuchungen berücksichtigt. Die Ergebnisse werden in den Ergebnismasken *2.3 Nachweise stabsatzweise*, *3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise* und *4.2 Stückliste stabsatzweise* ausgegeben.



Mit der Schaltfläche [Neu] kann ein neuer Stabsatz definiert werden. Es erscheint der aus RFEM bzw. RSTAB bekannte Dialog zur Eingabe der Stabsatz-Parameter.

Bemessung nach Norm

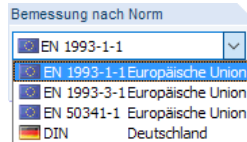
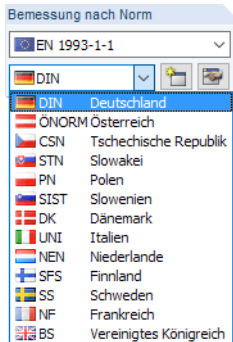


Bild 7.2: Auswahl der Norm



Nationale Anhänge

Im Auswahlfeld rechts oben ist die Norm festzulegen, nach der die Nachweise erfolgen sollen. Es stehen die im Bild 7.2 gezeigten Normen zur Auswahl.

Bei der Bemessung nach einer europäischen Norm ist zusätzlich der Nationale Anhang festzulegen, dessen Parameter für die Nachweise und für die Grenzwerte der Verformung gelten sollen.

Die Schaltfläche öffnet einen Dialog, in dem die Parameter des aktuellen Nationalen Anhangs überprüft und ggf. angepasst werden können. Dieser Dialog ist im Kapitel 7.1.1.3 auf Seite 90 beschrieben.

Über die Schaltfläche kann ein Anhang mit benutzerdefinierten Parametern angelegt werden.

Kommentar

Dieses Eingabefeld steht für individuelle Einträge zur Verfügung, um z. B. den aktuellen Bemessungsfall zu erläutern.

7.1.1.1 Tragfähigkeit

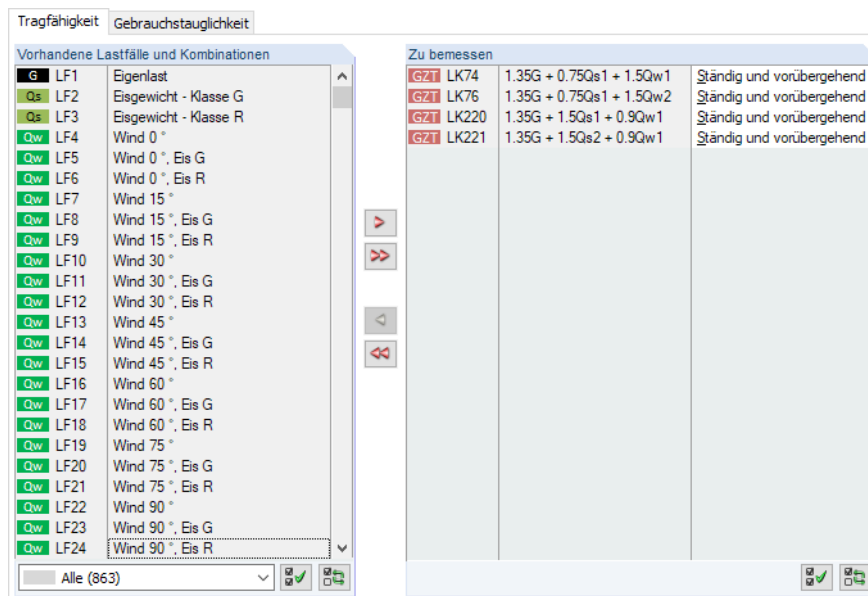


Bild 7.3: Maske 1.1 Basisangaben, Register Tragfähigkeit

Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

In dieser Spalte sind alle Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen aufgelistet, die von RF-/MAST erzeugt oder in RFEM bzw. RSTAB angelegt wurden.

Mit der Schaltfläche lassen sich selektierte Einträge in die Liste *Zu Bemessen* nach rechts übertragen. Die Übergabe kann auch per Doppelklick erfolgen. Die Schaltfläche übergibt die komplette Liste nach rechts.

Die Mehrfachauswahl von Lastfällen ist – wie in Windows üblich – mit gedrückter [Strg]-Taste möglich. So lassen sich mehrere Lastfälle gleichzeitig übertragen.

Falls die Nummer eines Lastfalls rot dargestellt ist, so kann dieser nicht bemessen werden: Hier handelt es sich um einen Lastfall ohne Lastdaten oder um einen Imperfektionslastfall. Bei der Übergabe erscheint eine entsprechende Warnung.

Am Ende der Liste sind mehrere Filteroptionen verfügbar. Sie erleichtern es, die Einträge nach Lastfällen, Kombinationen oder Einwirkungskategorien geordnet zuzuweisen. Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:

	Alle Lastfälle in der Liste werden selektiert.
	Die Auswahl der Lastfälle wird umgekehrt.

Tabelle 7.1: Schaltflächen im Register *Tragfähigkeit*

Zu bemessen

In der rechten Spalte werden die zur Bemessung gewählten Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen aufgelistet. Mit oder per Doppelklick lassen sich selektierte Einträge wieder aus der Liste entfernen. Die Schaltfläche leert die ganze Liste.

Die Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen können folgenden Bemessungssituationen zugewiesen werden:

- *Ständig und vorübergehend*
- *Außergewöhnlich*

Diese Einteilung steuert die Beiwerte γ_{M0} , γ_{M1} und γ_{M2} , die in die Ermittlung der Beanspruchbarkeiten R_d für die Querschnitts- und Stabilitätsnachweise einfließen (siehe [Bild 7.6, Seite 90](#)).

Die Bemessungssituation kann über die Liste geändert werden, die mit der Schaltfläche am Ende des Eingabefeldes zugänglich ist.

Zu bemessen		
	LK74	1.35G + 0.75Qs1 + 1.5Qw1
	LK76	1.35G + 0.75Qs1 + 1.5Qw2
	LK220	1.35G + 1.5Qs1 + 0.9Qw1
	LK221	1.35G + 1.5Qs2 + 0.9Qw1

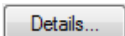
Bild 7.4: Bemessungssituation zuweisen

Auch hier ist eine Mehrfachauswahl mit gedrückter [Strg]-Taste möglich, sodass mehrere Einträge gleichzeitig geändert werden können.



Ergebniskombination

Die Bemessung einer einhüllenden Max/Min-Ergebniskombination verläuft zwar schneller als die aller enthaltenen Lastfälle und Lastkombinationen, aber der Nachweis einer Ergebniskombination birgt auch Nachteile: Zum einen ist nur schwer erkennbar, welchen Einfluss die enthaltenen Einwirkungen ausüben. Zum anderen wird für die Ermittlung des idealen Biegedrillknickmoments M_{cr} die Einhüllende der Momentenverläufe untersucht, von denen dann der ungünstigere Verlauf (Max oder Min) angesetzt wird. Dieser Verlauf spiegelt aber nur selten den Momentenverlauf wider, der in den einzelnen Lastkombinationen vorliegt. Bei einer EK-Bemessung sind daher ungünstigere Werte für M_{cr} zu erwarten, die wiederum zu höheren Ausnutzungen führen.



Im Dialog *Details*, Register *Allgemein* kann festgelegt werden, wie Ergebniskombinationen des Typs ‚oder‘ bei der Bemessung behandelt werden sollen (siehe [Kapitel 7.2.1.7, Seite 121](#)).

7.1.1.2 Gebrauchstauglichkeit

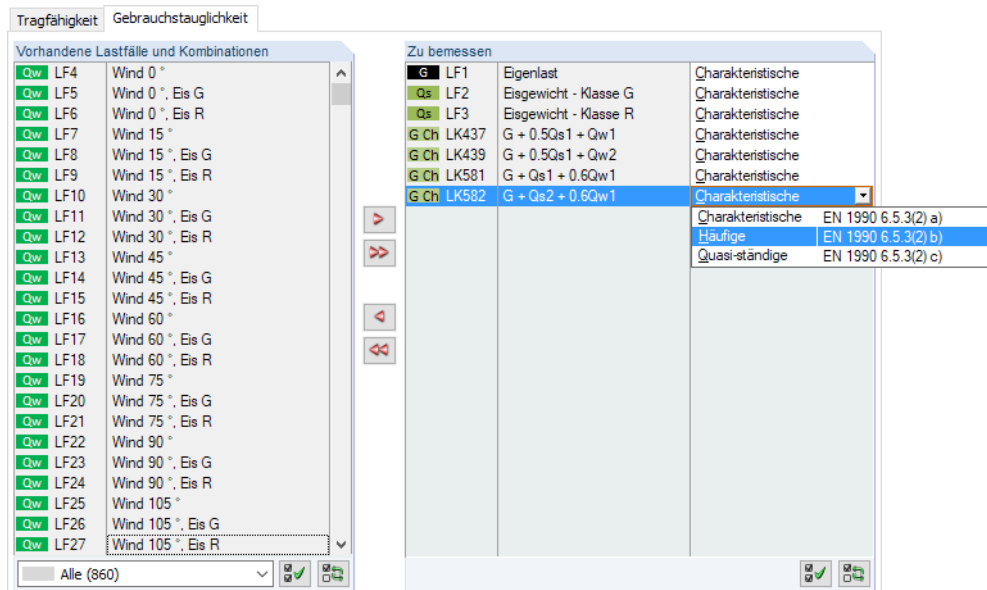


Bild 7.5: Maske 1.1 Basisangaben, Register Gebrauchstauglichkeit

Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

In diesem Abschnitt sind alle Lastfälle und Kombinationen aufgelistet, die von RF-/MAST erzeugt oder in RFEM bzw. RSTAB angelegt wurden.

Zu bemessen



Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen lassen sich wie im [Kapitel 7.1.1.1](#) beschrieben hinzufügen oder wieder entfernen.

Es ist möglich, den Lastfällen, Last- und Ergebniskombinationen unterschiedliche Grenzwerte für die Durchbiegung zuzuweisen. Folgende Bemessungssituationen stehen zur Auswahl:

- *Charakteristisch*
- *Häufig*
- *Quasi-ständig*

Die Bemessungssituation kann über die Liste geändert werden, die mit der Schaltfläche am Ende des Eingabefeldes zugänglich ist (siehe [Bild 7.5](#)).

Nat. Anhang...

Die Grenzwerte der Verformungen sind im Nationalen Anhang geregelt. Sie können über die Schaltfläche [Nat. Anhang] im Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* für die Bemessungssituationen angepasst werden (siehe [Bild 7.6](#)).

In Maske 1.10.1 *Gebrauchstauglichkeitsparameter* werden die Bezugslängen der Stäbe und Stabsätze verwaltet, die für den Verformungsnachweis anzusetzen sind (siehe [Kapitel 7.1.10](#), [Seite 107](#)).

7.1.1.3 Nationaler Anhang (NA)

Im Abschnitt *Bemessung nach Norm* kann der Nationale Anhang ausgewählt werden, dessen Parameter für die Bemessung und die Grenzwerte der Verformung gelten (siehe Randbild auf Seite 87).

Über die Schaltfläche lassen sich die voreingestellten Parameter überprüfen und ggf. anpassen (siehe Bild 7.6). Mit der Schaltfläche kann ein benutzerdefinierter Anhang erstellt werden.

Nat. Anhang...

In allen Eingabemasken steht zudem die Schaltfläche [Nat. Anhang] zur Verfügung. Auch sie ruft den Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* auf. Dieser Dialog besteht aus zwei Registern.

Basis

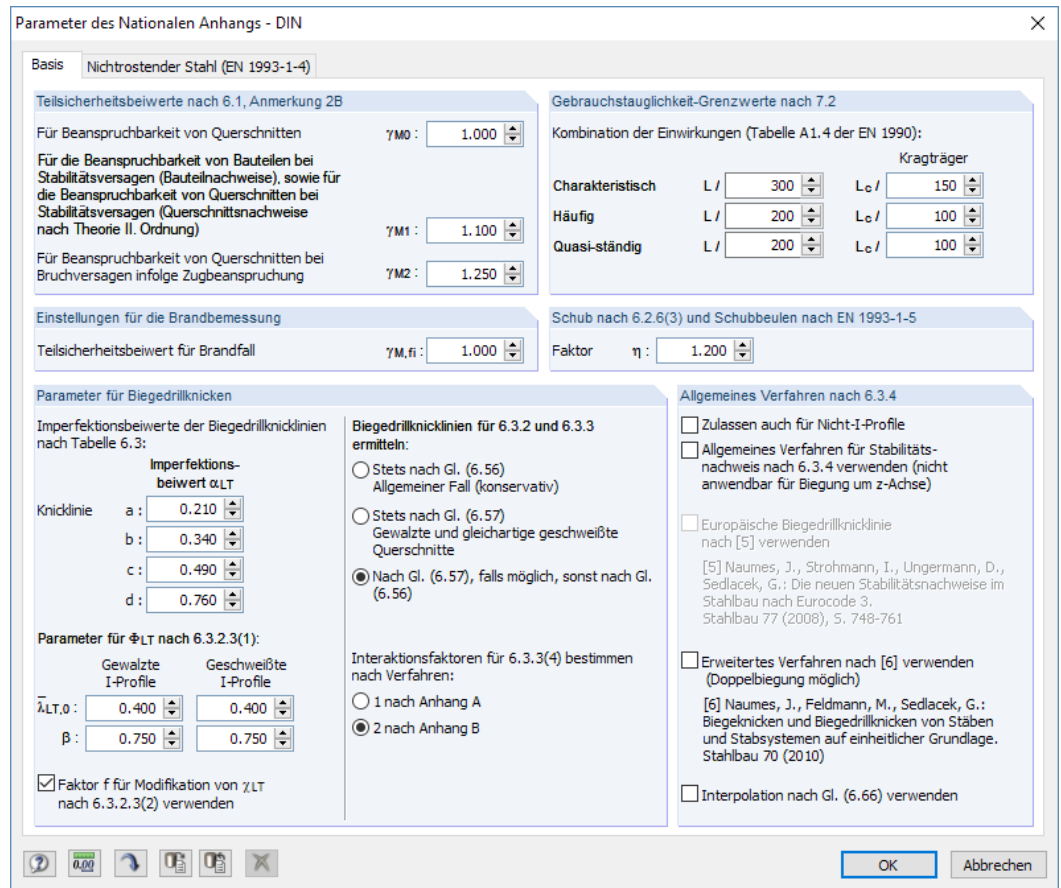


Bild 7.6: Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs - DIN*, Register *Basis*

In den Abschnitten lassen sich die *Teilsicherheitsbeiwerte*, *Gebrauchstauglichkeit-Grenzwerte* und *Parameter für Biegedrillknicken* überprüfen und ggf. anpassen.



Im Abschnitt *Allgemeines Verfahren nach 6.3.4* kann festgelegt werden, ob die Stabilitätsnachweise stets nach [1] Abschnitt 6.3.4 erfolgen sollen. Nach dem deutschen Nationalen Anhang ist das allgemeine Verfahren nur für I-förmige Profile zulässig. Mit der Option *Zulassen auch für Nicht-I-Profile* findet das Verfahren auch für andere Querschnitte Anwendung.

Das *Erweiterte Verfahren* nach [9] steht auch für die Bemessung von unsymmetrischen Querschnitten sowie von Voutenstäben und Stabsätzen mit zweiachsiger Biegung zur Verfügung (Torsion wird in RF-/MAST derzeit nicht berücksichtigt).

Nach [1] Abschnitt 6.3.4 (4) ist der Abminderungsbeiwert χ_{op} entweder

- als kleinster Wert der Größen für Knicken nach 6.3.1 oder χ_{LT} für Biegedrillknicken nach 6.3.2 mit Hilfe des Schlankheitsgrades λ_{op} zu berechnen oder
- als Wert, der zwischen χ und χ_{LT} interpoliert wird – siehe hierzu auch [1] Gleichung (6.66).

Die Schaltflächen im Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* sind wie folgt belegt:

Schaltfläche	Funktion
	Stellt die programmseitigen Voreinstellungen wieder her
	Liest benutzerdefinierte Standardeinstellungen ein
	Speichert geänderte Einstellungen als Standard
	Löscht einen benutzerdefinierten Nationalen Anhang

Tabelle 7.2: Schaltflächen im Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs*

Nichtrostender Stahl (EN 1993-1-4)

RF-/MAST ermöglicht auch die Bemessung von Bauteilen aus nichtrostendem Stahl gemäß EN 1993-1-4 [10].

Im Register des Dialogs *Parameter des Nationalen Anhangs* sind die *Teilsicherheitsbeiwerte* und *Parameter für den Stabilitätsnachweis* hinterlegt.

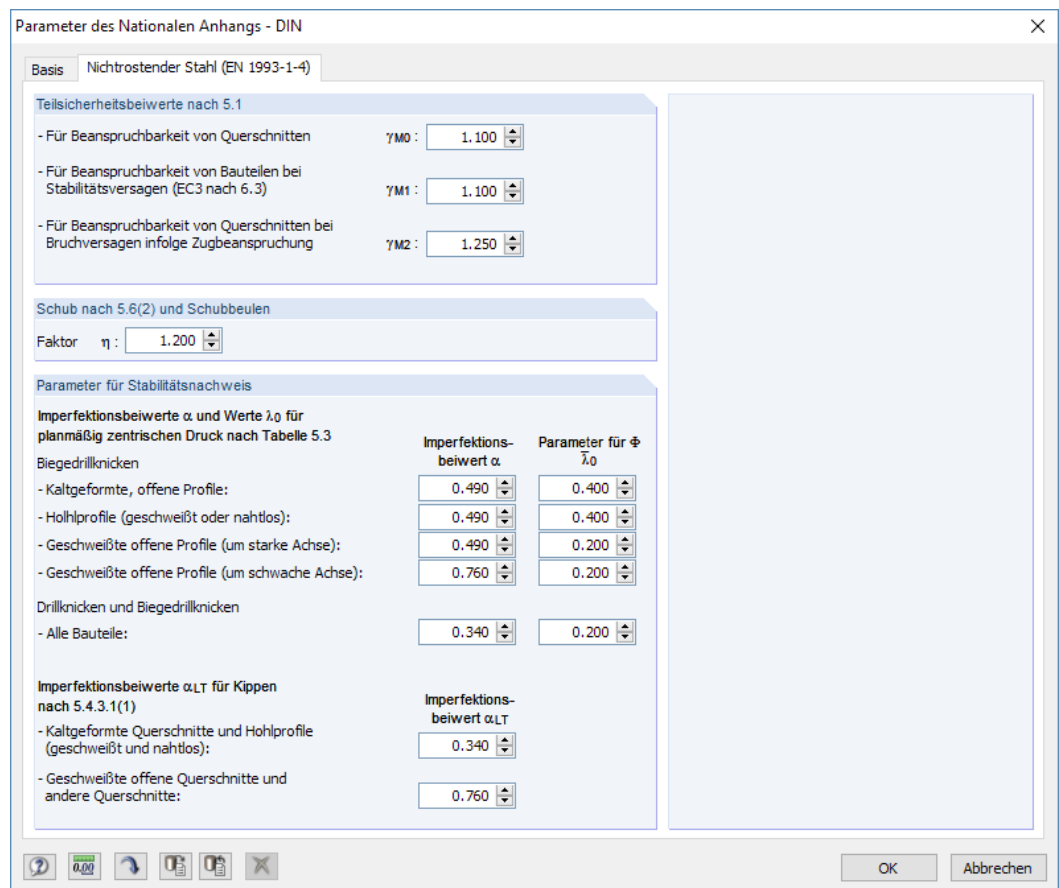


Bild 7.7: Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs - DIN*, Register *Nichtrostender Stahl (EN 1993-1-4)*

7.1.2 Stabtypen

Diese Maske bietet eine Kontrollmöglichkeit über die bemessungsrelevanten Stabzuordnungen, die ggf. infolge manueller Änderungen des Modells vorliegen. Eine automatische Erkennung ist für RF-/MAST nicht immer möglich.

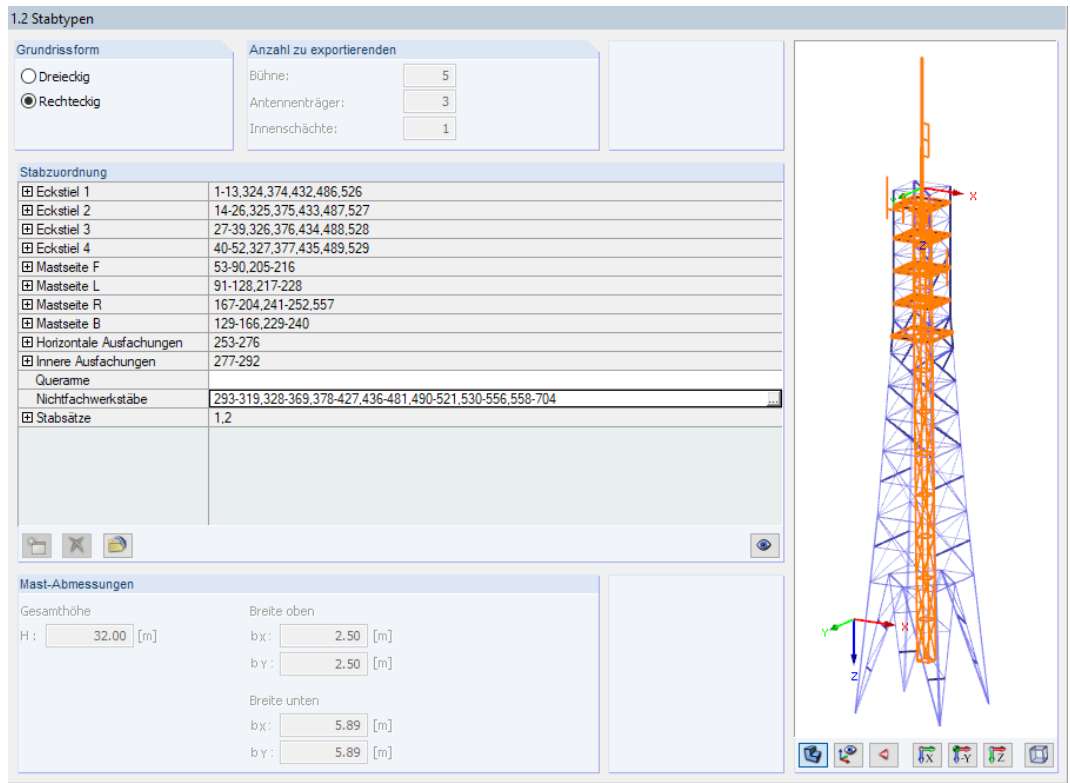


Bild 7.8: Maske 1.2 Stabtypen

Der Stabtyp steuert, nach welchen Vorgaben die Bemessung erfolgt. Je nach Bauteil gelten gemäß EN 1993-1-3 [11] und EN 50341 [3] spezifische Anforderungen. Ausfachungsstäbe sind anders zu behandeln als Stäbe von Massschüssen. Auch für die Erfassung der Knicklängen spielt es eine entscheidende Rolle, ob ein Eckstiel oder eine Ausfuchung vorliegt.



Wurde das Modell mit RF-/MAST Struktur erstellt, so sind die Zuordnungen der Eckstiele, Ausfachungen etc. vorgegeben. Benutzerdefinierte Anpassungen lassen sich über die Schaltfläche [Neu] vornehmen, die das Anlegen eines neuen Eintrags in der selektierten Kategorie ermöglicht.

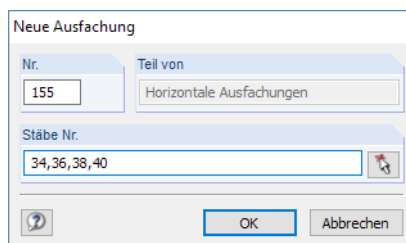


Bild 7.9: Dialog Neue Ausfuchung

Die Schaltflächen im Abschnitt *Stabzuordnung* sind mit folgenden Funktionen belegt:

	Erstellt einen neuen Eintrag in der selektierten Kategorie
	Löscht einen benutzerdefinierten Eintrag
	Importiert die Daten aus dem Modul RF-/MAST Struktur

Tabelle 7.3: Schaltflächen

7.1.3 Materialien

Diese Maske ist zweigeteilt. Im oberen Abschnitt sind alle Materialien aufgelistet, die in RF-/MAST Struktur bzw. RFEM/RSTAB angelegt wurden. Im Abschnitt *Materialkennwerte* werden die Eigenschaften des aktuellen Materials angezeigt, d. h. des Materials, dessen Zeile im oberen Abschnitt selektiert ist.

Bild 7.10: Maske 1.3 Materialien

Materialien, die bei der Bemessung nicht benutzt werden, erscheinen in grauer Schrift. Unzulässige Materialien sind in roter Schrift, geänderte Materialien in blauer Schrift dargestellt.

Das Kapitel 4.3 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.2 des RSTAB-Handbuchs beschreibt die Materialkennwerte, die zur Ermittlung der Schnittgrößen benutzt werden (*Hauptkennwerte*). In der globalen Materialbibliothek sind auch die Eigenschaften der Materialien gespeichert, die für die Bemessung benötigt werden. Diese Werte sind voreingestellt (*Zusätzliche Kennwerte*).

Die Einheiten und Nachkommastellen der Kennwerte und Spannungen lassen sich über das Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen** anpassen (siehe [Kapitel 2.2, Seite 7](#)).

Materialbezeichnung

Die in RF-/MAST Struktur bzw. RFEM/RSTAB definierten Materialien sind voreingestellt, können aber jederzeit geändert werden: Klicken Sie das Material in Spalte A an und setzen so das Feld aktiv. Dann klicken Sie auf die Schaltfläche oder betätigen die Funktionstaste [F7], um die Materialliste zu öffnen. Gemäß Bemessungskonzept der relevanten Normen sind nur Materialien der Kategorie *Stahl* auswählbar.

Nach der Übernahme werden die bemessungsrelevanten *Materialkennwerte* aktualisiert.

Wenn die Materialbezeichnung manuell geändert wird und der Eintrag in der Materialbibliothek verzeichnet ist, liest RF-/MAST ebenfalls die Materialkennwerte ein.

Die Materialeigenschaften sind im Modul RF-/MAST grundsätzlich nicht editierbar.

Materialbibliothek

Viele Materialien sind in einer Datenbank hinterlegt. Diese wird aufgerufen über das Menü

Bearbeiten → **Materialbibliothek**



oder die links dargestellte Schaltfläche.

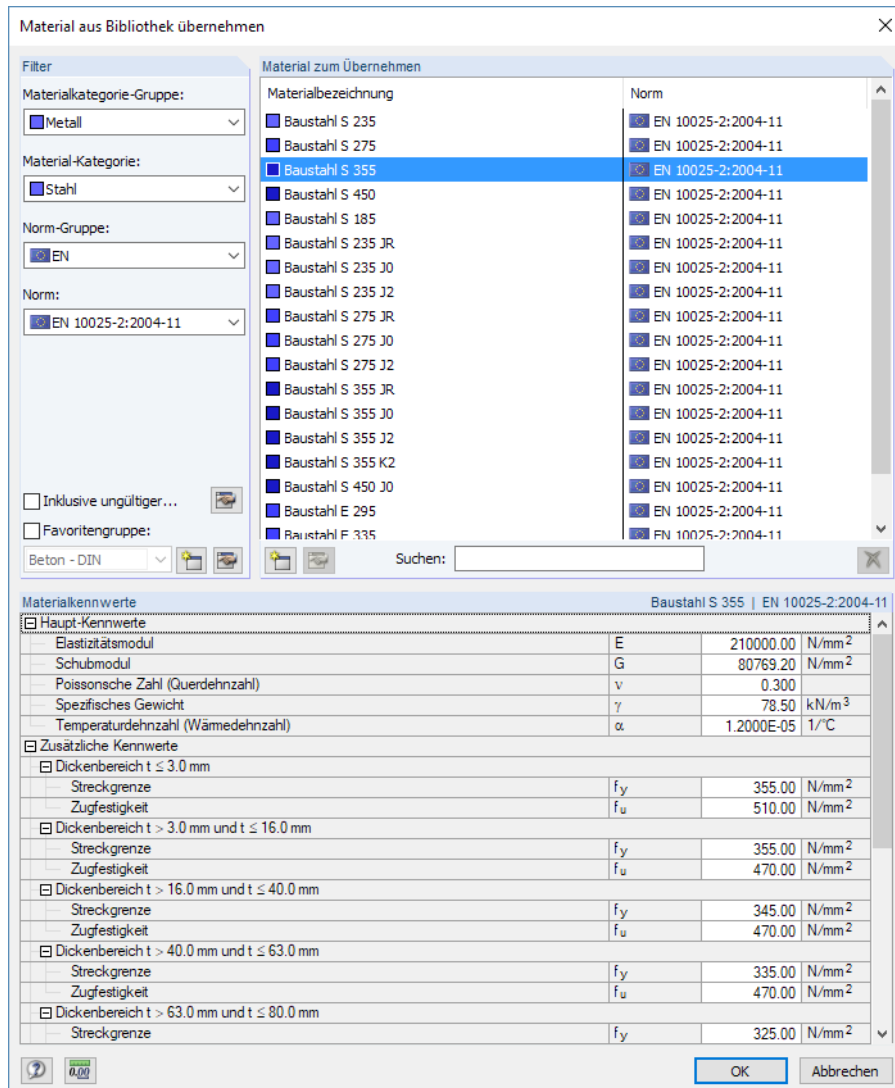
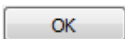


Bild 7.11: Dialog *Material aus Bibliothek übernehmen*

Im Abschnitt *Filter* ist die Materialkategorie *Stahl* voreingestellt. Die gewünschte Materialgüte kann im Abschnitt *Material zum Übernehmen* ausgewählt werden; die Kennwerte lassen sich im unteren Abschnitt überprüfen.



Mit [OK] oder [↵] wird das gewählte Material in die Maske 1.3 von RF-/MAST übergeben.

Das Kapitel 4.3 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.2 des RSTAB-Handbuchs beschreibt, wie Materialien gefiltert, ergänzt oder neu sortiert werden können.

In der Bibliothek stehen auch Materialien der Kategorien *Gusseisen* und *Nichtrostender Stahl* zur Auswahl. Bitte prüfen Sie jedoch für Ihre Nachweise, ob diese Materialien vom Bemessungskonzept der Normen abgedeckt sind.

7.1.4 Querschnitte

Diese Maske verwaltet die Querschnitte, die für die Bemessung verwendet werden. Zudem können Optimierungsparameter vorgegeben werden.

1.4 Querschnitte

Quersch. Nr.	A Material Nr.	B Querschnittsbezeichnung	C Querschnittstyp	D Querschnittsklassifizierung	E Optimieren	F Anmerkung
1	1	L L 120x120x12 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	
2	1	L L 90x90x9 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	
3	1	L L 70x70x7 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	
4	1	L L 50x50x5 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	
5	2	U UPE 180 DIN 1026-2:2002	U-Profil gewalzt	Automatisch	Nein	
6	2	I HE B 160 DIN 1025-2:1995	I-Profil gewalzt	Automatisch	Nein	
7	2	L L 50x50x5 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	1)
8	2	L L 100x50x6 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	
9	3	U U 200 DIN 1026-1:1963	U-Profil gewalzt	Automatisch	Nein	
10	3	U U 200 DIN 1026-1:1963	U-Profil gewalzt	Automatisch	Nein	
11	3	L L 80x80x8 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	1)
12	3	L L 80x80x8 EN 10056-1:1998	Winkel	Automatisch	Nein	1)

Querschnittswerte - L 90x90x9 | EN 10056-1:1998

Querschnittstyp	Winkel
Schenkelbreite	b 90.0 mm
Querschnittsdicke	t 9.0 mm
Ausrundungsradius	r 11.0 mm
Querschnittsfläche	A 15.50 cm ²
Wirksame Schubfläche	A _{v,u} 6.57 cm ²
Wirksame Schubfläche	A _{v,v} 6.40 cm ²
Flächenträgheitsmoment	I _y 184.00 cm ⁴
Flächenträgheitsmoment	I _v 47.90 cm ⁴
Torsionsträgheitsmoment	I _t 4.16 cm ⁴
Trägheitsradius	i _y 34.4 mm
Trägheitsradius	i _v 17.6 mm
Elastisches Widerstandsmoment	W _{el,u} 28.91 cm ³
Elastisches Widerstandsmoment	W _{el,v} -13.33 cm ³
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl,u} 46.57 cm ³
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl,v} 23.48 cm ³
Wölbwiderstand	I _w 0.00 cm ⁶

Querschnitt Nr. 2 angewendet in

Stäbe Nr.: 7-10,20-23,33-36,46-49,85-90,123-128

Stabsätze Nr.: -

Σ Längen: 113.19 [m] Σ Massen: 1.377 [t]


Material: 1 - Baustahl S 235 | EN 10025-2:2004-1:

Bild 7.12: Maske 1.4 Querschnitte

Querschnittsbezeichnung

Die in RF-/MAST Struktur bzw. RFEM/RSTAB definierten Querschnitte sind voreingestellt, ebenso die zugeordneten Materialnummern.



Um einen Querschnitt zu ändern, klicken Sie den Eintrag in Spalte B an und setzen so das Feld aktiv. Mit der Schaltfläche [Querschnittsbibliothek] oder  im Feld (siehe Bild 7.12) bzw. der Taste [F7] rufen Sie dann die Profilliste des aktuellen Eingabefeldes auf.

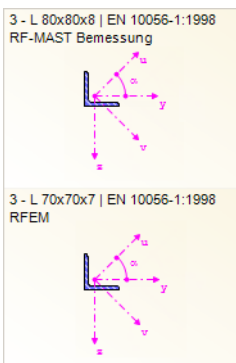


In diesem Dialog kann ein anderer Querschnitt oder auch eine andere Reihe ausgewählt werden. Soll eine ganz andere Querschnittskategorie verwendet werden, so ist über die Schaltfläche [Zur Bibliothek zurückkehren] die allgemeine Profilibibliothek zugänglich.

Das Kapitel 4.13 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.3 des RSTAB-Handbuchs beschreibt, wie Querschnitte in der Bibliothek ausgewählt werden können.

Die neue Querschnittsbezeichnung kann auch direkt in das Eingabefeld in Spalte B eingetragen werden. Wenn der Eintrag in der Datenbank verzeichnet ist, liest RF-/MAST die Querschnittskennwerte ein. Ein geänderter Querschnitt wird mit blauer Schrift gekennzeichnet.

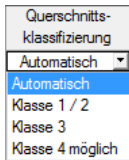
Falls unterschiedliche Querschnitte in RF-/MAST und in RFEM bzw. RSTAB vorliegen, zeigt die Grafik rechts in der Maske beide Profile an. Die Nachweise erfolgen mit den RFEM- bzw. RSTAB-Schnittgrößen für den in RF-/MAST gewählten Querschnitt.



Querschnittstyp

Es wird der Querschnittstyp angegeben, der für die Klassifizierung verwendet wird. Die in [1] Tabelle 5.2 aufgelisteten Querschnitte können je nach Klasse plastisch oder elastisch bemessen werden. Querschnitte, die nicht von dieser Tabelle abgedeckt sind, werden als *Allgemein* eingestuft. Diese können nur elastisch bemessen werden, also Klasse 3 oder 4.

Klassifizierung

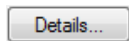


RF-/MAST nimmt die Klassifizierung *Automatisch* vor. Falls dies nicht gewünscht ist, kann die Querschnittsklasse in der Liste manuell festgelegt werden.

Max. Ausnutzung

Diese Spalte wird nach der Berechnung angezeigt (siehe [Bild 7.68, Seite 144](#)). Sie bietet eine Entscheidungshilfe für die Optimierung: Anhand der Nachweisquotienten und Relationsbalken wird deutlich, welche Querschnitte wenig ausgenutzt und überdimensioniert bzw. überlastet und unterdimensioniert sind.

Optimieren



Jeder Querschnitt der Bibliothek kann einen Optimierungsprozess durchlaufen: Es wird für die RFEM- bzw. RSTAB-Schnittgrößen das Profil gesucht, das einer benutzerdefinierten Höchstausslastung am nächsten kommt. Diese kann im Register *Allgemein* des *Details*-Dialogs festgelegt werden (siehe [Bild 7.40, Seite 121](#)).

Um einen Querschnitt zu optimieren, ist die Liste in Spalte E bzw. F zu öffnen und der gewünschte Eintrag auszuwählen: *Aus der aktuellen Reihe* oder ggf. *Aus Favoriten*, 'Bezeichnung'. Empfehlungen zur Profilloptimierung finden Sie im [Kapitel 7.5.2](#) auf [Seite 144](#).

Anmerkung

In dieser Spalte werden Hinweise in Form von Fußnoten angezeigt. Sie sind am unteren Ende der Querschnittsliste erläutert.

Info über Querschnitt



Unterhalb der Querschnittsgrafik befindet sich die Schaltfläche [Info]. Sie ruft den Dialog *Info über Querschnitt* auf (siehe [Bild 3.5, Seite 12](#)). Dort können die Querschnittskennwerte, Spannungspunkte und c/t-Querschnittsteile eingesehen werden.

Profil-Knicklinien

Falls es die Situation erfordert, können die Knicklinien in der *Querschnittswerte*-Tabelle (unten in *Maske 1.4 Querschnitte*) geändert werden.

Knicklinie	KL _y	a		Tab. 6.2
Knicklinie	KL _z	a0		Tab. 6.2
		a		
		b		
		c		
		d		

Bild 7.13: Knicklinie KL_y ändern

7.1.5 Effektive Längen - Fachwerkstäbe

Diese Maske ist zweigeteilt. Die Tabelle im oberen Abschnitt enthält zusammenfassende Angaben zu den Knicklängenbeiwerten und Ersatzstablängen für Knicken und Biegedrillknicken aller Fachwerkstäbe, die zur Bemessung vorliegen. Im Abschnitt *Einstellungen* werden weitere Informationen zu dem Stab angezeigt, dessen Zeile im oberen Abschnitt selektiert ist.

Mit der Schaltfläche kann ein Stab grafisch ausgewählt werden, um dessen Zeile zu zeigen.

Änderungen sind sowohl in der Tabelle als auch im *Einstellungen*-Baum möglich.

1.5 Effektive Längen - Fachwerkstäbe

Stab Nr.	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J			
	Knicken Möglich	Knicken um Achse v Möglich	k _{or,v}	L _{or,v} [m]	Möglich	Knicken um Achse y Möglich	k _{or,y}	L _{or,y} [m]	Möglich	Knicken um Achse z Möglich	k _{or,z}	L _{or,z} [m]	Möglich	k _{or,z}	L _{or,z} [m]	Möglich	k _{or,z}	L _{or,z} [m]	Möglich	k _{or,z}	L _{or,z} [m]	
Eckstiel Nr.1 - Schuss Nr.1																						
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000
324	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000
Eckstiel Nr.1 - Schuss Nr.2																						
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000
374	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000
Eckstiel Nr.1 - Schuss Nr.3																						
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000
432	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	1.000
Eckstiel Nr.1 - Schuss Nr.4																						

Einstellungen - Stab Nr. 1

Querschnitt: 3 - L 70x70x7 | EN 10056

Länge: L 1.000 m

Knicken möglich:

Knicken um Achse u möglich:

Knicken um Achse v möglich:

Knicklängenbeiwert: k_{or,v} 1.000

Knicklänge: L_{or,v} 1.000 m

Knicken um Achse y möglich:

Knicklängenbeiwert: k_{or,y} 1.000

Knicklänge: L_{or,y} 1.000 m

Knicken um Achse z möglich:

Knicklängenbeiwert: k_{or,z} 1.000

Knicklänge: L_{or,z} 1.000 m

Biegedrillknicken möglich:

Kommentar:

Eingaben zuordnen Stäben Nr.:

Alle

L 70x70x7 | EN 10056-1:1998

Bild 7.14: Maske 1.5 Effektive Längen - Fachwerkstäbe

In der Tabelle und im *Einstellungen*-Baum können die Knicklängen manuell angegeben oder über die Schaltfläche grafisch im Arbeitsfenster festgelegt werden. Diese Schaltfläche ist zugänglich, wenn sich der Cursor im Eingabefeld befindet (siehe Bild 7.14).

Der *Einstellungen*-Baum verwaltet folgende Parameter:

- Querschnitt
- Länge des Stabes
- Knicken möglich für den Stab (entspricht Spalten B, E und H)
- Knicken um Achse y (entspricht Spalten C und D)
- Knicken um Achse z (entspricht Spalten F und G)
- Knicken um Achse z (entspricht Spalten I und J)

Für den aktuellen Stab kann festgelegt werden, ob generell ein Knicknachweis erfolgen soll. Ferner lässt sich der *Knicklängenbeiwert* für die jeweiligen Richtungen anpassen. Beim Ändern eines Beiwerts wird die Ersatzstablänge automatisch angepasst – und umgekehrt.



Die Knicklänge eines Stabes lässt sich auch in einem Dialog festlegen, der über die Schaltfläche [Knicklängenbeiwert wählen] zugänglich ist. Sie befindet sich unterhalb der Tabelle.

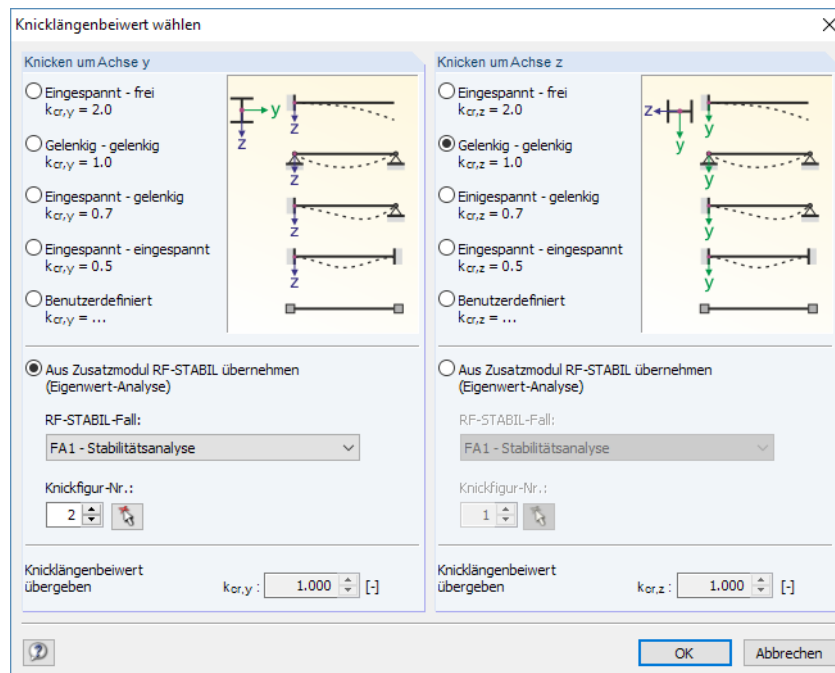


Bild 7.15: Dialog *Knicklängenbeiwert wählen*

Für jede Richtung kann man einen der vier Eulerfälle auswählen oder den Knicklängenbeiwert *Benutzerdefiniert* vorgeben. Falls im Zusatzmodul RF-STABIL bzw. RSKNICK eine Eigenwertanalyse durchgeführt wurde, kann auch eine *Knickfigur* zur Bestimmung des Beiwerts festgelegt werden.

Knicken möglich

Die Stabilitätsnachweise auf Biegeknicken setzen voraus, dass Druckkräfte aufgenommen werden können. Stäbe, bei denen dies wegen des Stabtyps nicht möglich ist (z. B. Zugstäbe), sind deshalb von vornherein vom Nachweis ausgenommen. Die Zeilen sind ausgegraut und in der Spalte *Kommentar* wird ein entsprechender Hinweis angezeigt.

Die Kontrollfelder *Knicken möglich* in Tabellenspalte A und im *Einstellungen*-Baum bieten eine Steuerungsmöglichkeit für die Stabilitätsnachweise: Sie regeln, ob diese Nachweise für einen Stab geführt werden oder unterbleiben.


Knicken um Achse v / y / z

Die Spalten *Möglich* steuern, ob eine Knickgefährdung um die Achsen v, y und z vorliegt. Diese Achsen sind die lokalen Stabachsen, wobei es sich bei der Achse v (unsymmetrischer Querschnitt) bzw. z (symmetrischer Querschnitt) um die „schwache“ Stabachse handelt. Die Knicklängenbeiwerte $k_{cr,v}$, $k_{cr,y}$ und $k_{cr,z}$ für Knicken um die starke bzw. schwache Achse können frei gewählt werden.



Die Lage der Stabachsen wird in der Profilgrafik dieser Maske dargestellt. Über die Schaltfläche [Ansichtsmodus] ist auch das RFEM- bzw. RSTAB-Arbeitsfenster zugänglich. Dort können die lokalen Stabachsen über das Stab-Kontextmenü oder im *Zeigen*-Navigator eingeblendet werden.

Ist das Knicken um eine oder mehrere Stabachsen möglich, können die Knicklängenbeiwerte und die Knicklängen in den Spalten C/D, E/F und I/J oder im *Einstellungen*-Baum eingetragen werden.

Über die Schaltfläche  lassen sich die Knicklängen grafisch im Arbeitsfenster festlegen. Diese Schaltfläche ist zugänglich, wenn sich der Cursor in einem L_{cr} -Eingabefeld befindet (siehe Bild 7.14).

Bei der Eingabe des Knicklängenbeiwerts k_{cr} wird die Knicklänge L_{cr} durch Multiplikation der Stablänge L mit dem Beiwert ermittelt. Die Eingabefelder k_{cr} und L_{cr} sind interaktiv.

Kommentar

In der letzten Spalte können benutzerdefinierte Anmerkungen erfolgen, um z. B. die Ersatzstablängen zu erläutern.

Eingaben zuordnen Stäben Nr.

Das Kontrollfeld *Eingaben zuordnen Stäben Nr.* befindet sich unterhalb der *Einstellungen*-Tabelle. Wird das Häkchen gesetzt, gelten die nachfolgend getroffenen Einstellungen für ausgewählte – manueller Eintrag der Stabnummern oder grafische Auswahl über – bzw. *Alle* Stäbe. Diese Option ist hilfreich, um mehreren Stäben die gleichen Randbedingungen zuzuweisen. Ein Beispiel finden Sie in der [Knowledge Base](#) unserer Website.



Bereits getroffene Einstellungen können mit dieser Funktion nicht nachträglich geändert werden.

7.1.6 Effektive Längen - Nichtfachwerkstäbe

1.6 Effektive Längen - Nichtfachwerkstäbe

Stab Nr.	A		B		C		D		E			F			G			H			I			J			K			L			M		
	Knicken Möglich	Möglich	Möglich	kor.y/u	Lor.y/u [m]	Möglich	kor.z/v	Lor.z/v [m]	Möglich	kor.z/v	Lor.z/v [m]	Möglich	k _{z/v}	k _w	L _w [m]	L _T [m]	Kommentar																		
293	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.500	0.500																						
294	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.650	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.650	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.650	0.650																						
295	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.070	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.070	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.070	0.070																						
296	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.720	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.720	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.720	0.720																						
297	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.500	0.500																						
298	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.500	0.500																						
299	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.720	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.720	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.720	0.720																						
300	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.720	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.720	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.720	0.720																						
301	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.500	0.500																						
302	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	0.500	0.500																						

Einstellungen - Stab Nr. 293

Querschnitt	5 - UPE 180 DIN 1026-2:2002		
Länge	L	0.500	m
<input type="checkbox"/> Knicken möglich		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Knicken um Achse y möglich		<input checked="" type="checkbox"/>	
Knicklängenbeiwert	k _{or,y}	1.000	
Knicklänge	L _{or,y}	0.500	m
<input checked="" type="checkbox"/> Knicken um Achse z möglich		<input checked="" type="checkbox"/>	
Knicklängenbeiwert	k _{or,z}	1.000	
Knicklänge	L _{or,z}	0.500	m
<input type="checkbox"/> Biegedrillknicken möglich		<input type="checkbox"/>	
Kommentar			

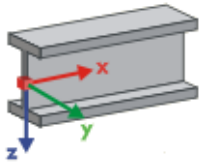
UPE 180 | DIN 1026-2:2002

[mm]

Eingaben zuordnen Stäben Nr.: Alle

Bild 7.16: Maske 1.6 Effektive Längen - Nichtfachwerkstäbe

Diese Maske verwaltet die effektiven Längen aller Stäbe, die aufgrund ihres Stabtyps auch Biegemomente aufnehmen können. Das Konzept der Maske entspricht dem der Maske *1.5 Effektive Längen - Stäbe*. Zusätzlich können hier die Parameter für Biegedrillknicken festgelegt werden.


 Achsdefinition
für $k_{z/v}$ und k_w

Biegedrillknicken möglich

Die Spalte H steuert, welche Stäbe auf Biegedrillknicken untersucht werden.

Für die Ermittlung von M_{cr} nach der Eigenwertmethode wird ein internes Stabmodell mit vier Freiheitsgraden erzeugt. Diese Freiheitsgrade sind über die Beiwerte k_z und k_w zu definieren. Im Zusammenwirken dieser beiden Beiwerte lassen sich die Lagerungsbedingungen für Biegedrillknicken erfassen (z. B. Gabellagerung).

Knicklängenbeiwert $k_{z/v}$

$k_{z/v}$
1.0
0.7li
0.7re
0.5
2.0li
2.0re

Der Beiwert $k_{z/v}$ steuert die seitliche Verschiebung $u_{y/u}$ und die Verdrehung φ_z an den Stabenden.

$k_{z/v} = 1,0$ Behinderung der seitlichen Verschiebung $u_{y/u}$ an beiden Stabenden

$k_{z/v} = 0,7li$ Behinderung der Verschiebung $u_{y/u}$ an beiden Enden und Einspannung um z links

$k_{z/v} = 0,7re$ Behinderung der Verschiebung $u_{y/u}$ an beiden Enden und Einspannung um z rechts

$k_{z/v} = 0,5$ Behinderung der Verschiebung $u_{y/u}$ und Einspannung um z an beiden Stabenden

$k_{z/v} = 2,0li$ Behinderung der Verschiebung $u_{y/u}$ und Einspannung um z links; rechtes Ende frei

$k_{z/v} = 2,0re$ Behinderung der Verschiebung $u_{y/u}$ und Einspannung um z rechts; linkes Ende frei

Kipplängenbeiwert k_w

k_w
1.0
0.7li
0.7re
0.5
2.0li
2.0re

Der Beiwert k_w steuert die Torsion um die Stablängsachse φ_x und die Verwölbung ω .

$k_w = 1,0$ Behinderung der Verdrehung um x an beiden Stabenden; beidseits wölbfrei

$k_w = 0,7li$ Behinderung der Verdrehung um x an beiden Enden und Wölbeinspannung links

$k_w = 0,7re$ Behinderung der Verdrehung um x an beiden Enden und Wölbeinspannung rechts

$k_w = 0,5$ Torsions- und Wölbeinspannung an beiden Stabenden

$k_w = 2,0li$ Behinderung der Verdrehung um x und der Verwölbung ω links; rechtes Ende frei

$k_w = 2,0re$ Behinderung der Verdrehung um x und der Verwölbung ω rechts; linkes Ende frei



Die Abkürzungen *li* und *re* stehen für die linke und rechte Seite. Mit *li* werden stets die Lagerungsbedingungen am Anfang des Stabes beschrieben.

Eine Gabellagerung kann mit den Beiwerten $k_{z/v} = 1,0$ (Stützung in y bzw. u bei freier Verdrehung um z) und $k_w = 1,0$ (Behinderung der Torsion um x bei freier Verwölbung) modelliert werden. Da das interne Stabmodell nur vier Freiheitsgrade benötigt, erübrigen sich weitere Randbedingungen.

Sollte die Biegedrillknicklänge L_w bzw. die Drillknicklänge L_T von der Stab- oder Knicklänge abweichen, können die Längen L_w und L_T in den Spalten K und L auch manuell definiert oder über die Schaltfläche grafisch festgelegt werden.

7.1.7 Effektive Längen - Stabsätze

Details...

Diese Maske erscheint nur, wenn in Maske 1.1 *Basisangaben* mindestens ein Stabsatz zur Bemessung vorgegeben und im Dialog *Details* (siehe Bild 7.35, Seite 115) das *Ersatzstabverfahren* für Stabsätze gewählt wurde. Die Masken 1.8 und 1.9 werden dann nicht angezeigt.

1.7 Effektive Längen - Stabsätze

Stabsatz Nr.	A		B		C		D		E		F		G		H		J			K		L		M	
	Knicken Möglich	Möglich	Möglich	Möglich	$k_{or,y}$	$L_{or,y}$ [m]	Möglich	Möglich	$k_{or,z}$	$L_{or,z}$ [m]	Möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]	Biegedrillknicken		L_T [m]	Kommentar						
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.700	1.881	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	2.687	<input checked="" type="checkbox"/>	0.7	1.0	2.687	2.000				2.000						
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	2.446	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	2.446	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.446	2.000				2.000						

Einstellungen - Stabsatz Nr. 1

<input checked="" type="checkbox"/> Stabsatz	Stabsatz 1
<input type="checkbox"/> Querschnitt	24 - UPE 180 DIN 1026-2:2002
Länge	L 2.687 m
<input type="checkbox"/> Knicken möglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Knicken um Achse y möglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Knicklängenbeiwert	$k_{or,y}$ 0.700
<input type="checkbox"/> Knicklänge	$L_{or,y}$ 1.881 m
<input checked="" type="checkbox"/> Knicken um Achse z möglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Knicklängenbeiwert	$k_{or,z}$ 1.000
<input type="checkbox"/> Knicklänge	$L_{or,z}$ 2.687 m
<input checked="" type="checkbox"/> Biegedrillknicken möglich	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Knicklängenbeiwert (Stützungstyp)	k_z 0.7
<input type="checkbox"/> Kipplängenbeiwert (Stützungstyp)	k_w 1.0
<input type="checkbox"/> Wölblänge	L_w 2.687 m
<input type="checkbox"/> Drilllänge	L_T 2.000 m
Kommentar	

Eingaben zuordnen den Sätzen Nr.:

Alle

Bild 7.17: Maske 1.7 Effektive Längen - Stabsätze

Das Konzept dieser Maske entspricht dem der Maske 1.6 *Effektive Längen - Nichtfachwerkstäbe*. Hier können die effektiven Längen für das Knicken um die beiden Hauptachsen des Stabsatzes wie im Kapitel 7.1.5 und Kapitel 7.1.6 beschrieben eingegeben werden. Sie legen die Randbedingungen des Stabsatzes fest, der in seiner Gesamtheit als Ersatzstab behandelt wird.

7.1.8 Knotenlager - Stabsätze

Diese Maske wird angezeigt, wenn in Maske 1.1 *Basisangaben* mindestens ein Stabsatz zur Bemessung ausgewählt wurde und die Stabilitätsuntersuchung nach dem allgemeinen Verfahren gemäß [1] Abschnitt 6.3.4 erfolgt (Standardeinstellung).

Wird im Dialog *Details* (siehe [Bild 7.35, Seite 115](#)) das *Ersatzstabverfahren* für Stabsätze gewählt, so wird die Maske 1.8 nicht angezeigt.

1.8 Knotenlager - Stabsatz Nr. 1

Lager Nr.	A Knoten Nr.	B Seitenstützung u _y '	C Einspannung		E Wölbung ω	F Lagerdrehung β [°]	G Exzentrizität		I Kommentar
			φ _x	φ _z			e _x [mm]	e _z [mm]	
1	237	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.00	0.0	0.0	
2	238	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.00	0.0	0.0	
3	247	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.00	100.0	0.0	
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Einstellungen - Knotenlager Nr. 247

<input checked="" type="checkbox"/> Stabsatz	Stabsatz 1
Querschnitt	24 - LUPE 180 DIN 1026-2-2002
Knoten mit Lager	Nr. 247
Stützung in Y'	u _y ' <input checked="" type="checkbox"/>
Einspannung um X'	φ _x <input type="checkbox"/>
Einspannung um Z'	φ _z <input type="checkbox"/>
Wölbeinspannung	ω <input type="checkbox"/>
Lagerdrehung	β 0.00 °
Exzentrizität	e _x 100.0 mm
Exzentrizität	e _z 0.0 mm
Kommentar	

Eingabe setzen für Auflager Nr.:

Alle

Bild 7.18: Maske 1.8 Knotenlager - Stabsätze



Die aktuelle Tabelle verwaltet die Randbedingungen des Stabsatzes, der links im Navigator selektiert ist!

Die in RFEM bzw. RSTAB definierten Lagerungen (z. B. Stützungen in Z bei einem Durchlaufträger) sind in dieser Maske nicht relevant: Die Momenten- und Querkraftverläufe zur Bestimmung des Vergrößerungsfaktors werden automatisch aus RFEM/RSTAB eingelesen. Hier sind die Lagerungsbedingungen festzulegen, die das Stabilitätsversagen (Knicken, Biegedrillknicken) beeinflussen.

Es sind Lager am Anfangs- und Endknoten des Stabsatzes voreingestellt. Weitere Lagerungen z. B. durch anschließende Stäbe müssen manuell ergänzt werden. Mit der Schaltfläche können Knoten grafisch im RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster ausgewählt werden.



Nach [1] Abschnitt 6.3.4 (1) können einfachsymmetrische Querschnitte nachgewiesen werden, die ausschließlich in ihrer Hauptebene belastet sind. Bei diesem Nachweisverfahren muss der Vergrößerungsfaktor $\alpha_{cr,op}$ des ganzen Stabsatzes bekannt sein. Zur Ermittlung des Faktors wird ein ebenes Stabwerk mit vier Freiheitsgraden je Knoten gebildet.



Bei der Knotenlagerdefinition ist die Ausrichtung der Achsen im Stabsatz von Bedeutung. Das Programm prüft die Lage der Knoten und legt gemäß [Bild 7.19](#) bis [7.22](#) intern die Achsen der Knotenlager für Maske 1.8 fest. Die Schaltfläche [Lokales Koordinatensystem] unterhalb der Grafik ist hilfreich für die Orientierung: Damit kann der Stabsatz als Ausschnitt dargestellt werden, in dem die Achsen ersichtlich sind. Ein Beispiel finden Sie in der [Knowledge Base](#) auf unserer Website.

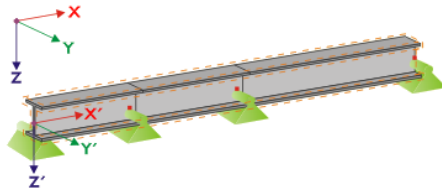


Bild 7.19: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Gerader Stabsatz

Liegen alle Stäbe des Stabsatzes auf einer Geraden wie im Bild 7.19 gezeigt, so entspricht das lokale Koordinatensystem des ersten Stabes im Stabsatz dem Ersatzkoordinatensystem des Stabsatzes.

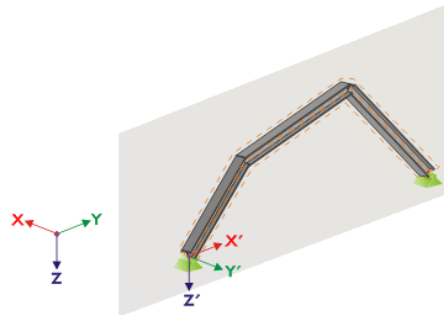


Bild 7.20: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Stabsatz in vertikaler Ebene

Falls die Stäbe eines Stabsatzes nicht auf einer Geraden liegen, müssen sie sich trotzdem in einer Ebene befinden. In Bild 7.20 ist dies eine vertikale Ebene. In diesem Fall ist die X' -Achse horizontal und in Richtung der Ebene ausgerichtet. Die Y' -Achse ist ebenfalls horizontal und rechtwinklig zur X' -Achse definiert. Die Z' -Achse zeigt senkrecht nach unten.

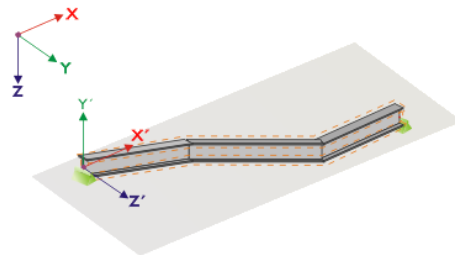


Bild 7.21: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Stabsatz in horizontaler Ebene

Liegen die Stäbe des geknickten Stabsatzes in einer horizontalen Ebene, wird die X' -Achse parallel zur X -Achse des globalen Koordinatensystems definiert. Die Y' -Achse ist dann entgegengesetzt zur globalen Z -Achse und die Z' -Achse parallel zur globalen Y -Achse ausgerichtet.

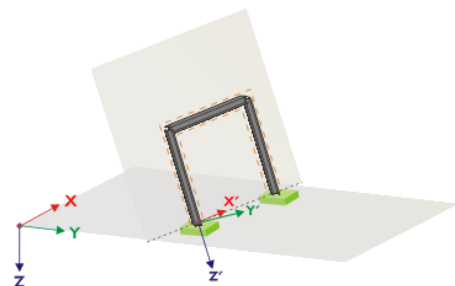


Bild 7.22: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Stabsatz in geneigter Ebene

Bild 7.22 zeigt den allgemeinen Fall eines geknickten Stabsatzes: Die Stäbe liegen nicht auf einer Geraden, sondern in einer geneigten Ebene. Die Definition der X' -Achse ergibt sich aus der Verschnidungslinie zwischen geneigter Ebene und horizontaler Ebene. Die Y' -Achse ist dann rechtwinklig zur X' -Achse und senkrecht zur geneigten Ebene ausgerichtet. Die Z' -Achse wird rechtwinklig zur X' - und Y' -Achse definiert.

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
	Stellt Modell oder Systemskizze dar
	Zeigt Stäbe als 3D-Rendering oder Drahtmodell an
	Zeigt aktuellen Stabsatz oder ganzes Modell an
	Stellt nicht relevante Stäbe des Modells transparent oder opak dar
	Stellt Stabsatz mit lokalem Koordinatensystem oder ganzes Modell dar
	Zeigt Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt Ansicht entgegen der Y-Achse
	Zeigt Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt isometrische Ansicht dar

Tabelle 7.4: Grafik-Schaltflächen



Über die Schaltfläche [Wölbfeder bearbeiten] ist es möglich, die Konstante einer Wölbfeder vom Programm ermitteln zu lassen.

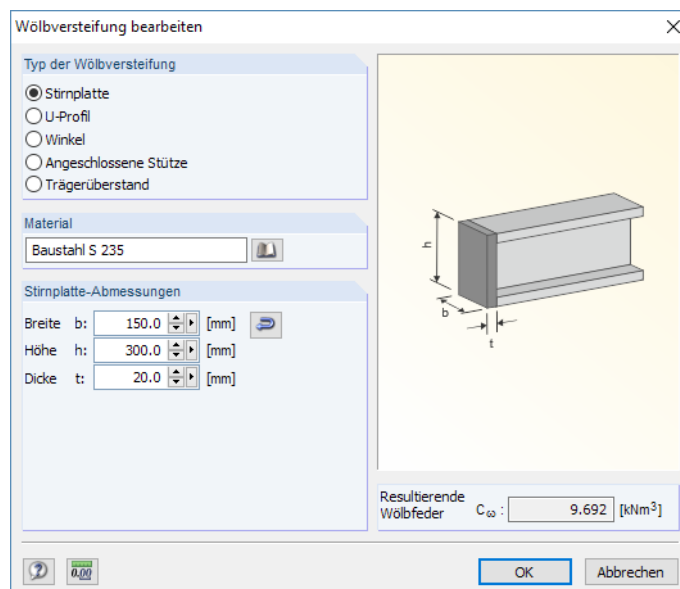


Bild 7.23: Dialog *Wölbversteifung bearbeiten*

Im Dialog *Wölbversteifung bearbeiten* stehen folgende Typen von Wölbversteifungen zur Auswahl:

- Stirnplatte
- U-Profil
- Winkel
- Angeschlossene Stütze
- Trägerüberstand



Materialien und Querschnitte können über die Listen und [Bibliothek]-Schaltflächen ausgewählt werden. Mit der Schaltfläche ist auch eine grafische Auswahl im RFEM/RSTAB-Modell möglich.

RF-/MAST ermittelt aus den Parametern die *Resultierende Wölbfeder* C_{ω} , die dann mit [OK] in die Maske 1.7 übernommen werden kann.

Wölbkraftanalyse mit sieben Freiheitsgraden

Details...

Um Stabsätze nach Biegetorsionstheorie II. Ordnung mit Wölbkrafttorsion zu untersuchen, ist im Dialog *Details*, Register *Wölbkrafttorsion* das entsprechende Kontrollfeld anzuwählen (siehe Bild 7.38, Seite 119). Die Tabellenüberschriften der Maske 1.8 werden dann entsprechend angepasst.



Für die Wölbkraftanalyse ist eine Lizenz des Moduls **RF-/STAHL Wölbkrafttorsion** erforderlich.

1.8 Knotenlager - Stabsatz Nr. 1

Lager Nr.	A Knoten Nr.	B u_x	C Auflager u_y	D u_z	E φ_x	F Drehbettung φ_y	G φ_z	H Verwölbung ω [kNm ³]	I β_x [°]	J Lagerdrehung β_y [°]	K β_z [°]	L Exzentrizität e_x [mm]	M e_y [mm]	N e_z [mm]
1	237	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.720	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
2	238	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.720	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
3	247	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.00	0.00	0.00	100.0	0.0	0.0
4					<input type="checkbox"/>									
5					Ja									
6					Nein									
7					Feder									
8														
9														

Einstellungen - Knotenlager Nr. 247

Stabsatz	Stabsatz 1	
Querschnitt	24 - UPE 180 DIN 1026-2:2002	
Knoten mit Lager	Nr.	247
Lager-Koordinatensystem	Lokal bei nächstem Stab	
Stützung in x	u_x	<input checked="" type="checkbox"/>
Stützung in y	u_y	<input checked="" type="checkbox"/>
Stützung in z	u_z	<input checked="" type="checkbox"/>
Einspannung um x	φ_x	<input type="checkbox"/>
Einspannung um y	φ_y	<input type="checkbox"/>
Einspannung um z	φ_z	<input type="checkbox"/>
Wölbeinspannung	ω	<input type="checkbox"/>
Lagerdrehung	β_x	0.00 *
Lagerdrehung	β_y	0.00 *
Lagerdrehung	β_z	0.00 *
Exzentrizität	e_x	100.0 mm
Exzentrizität	e_y	0.0 mm
Exzentrizität	e_z	0.0 mm
Kommentar		

Eingabe setzen für Auflager Nr.:

Alle

Bild 7.24: Maske 1.8 Knotenlager - Stabsätze für Wölbkraftanalyse mit sieben Freiheitsgraden

Hier sind die Lagerungsbedingungen des aus dem System herausgelösten Stabsatzes festzulegen, die an den Knoten der beteiligten Stäbe vorliegen. Die in RFEM bzw. RSTAB definierten Knotenlager sind voreingestellt, ebenso Lager an den beiden Enden des Stabsatzes.



Seitliche Stützungen des Stabsatzes sind in Form zusätzlicher Lager zu ergänzen. Damit wird die Wirkung z. B. einer Ausfachung erfasst, die im räumlichen Modell von RFEM bzw. RSTAB gegeben ist. Fehlt diese Lagerung im Modell des herausgelösten Stabsatzes, sind Instabilitäten möglich.

Die gelagerten Knoten lassen sich über die Schaltfläche auch grafisch im RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster festlegen.

In den Spalten B bis N sind die Lagerungsbedingungen der ausgewählten Knoten anzugeben. Durch Klicken in die Kontrollkästchen werden die Stützungen oder Einspannungen für die entsprechenden Freiheitsgrade aktiviert bzw. deaktiviert. Alternativ können die Konstanten der Weg- und Drehfedern manuell eingetragene werden.

Die Parameter *Lagerdrehung* und *Exzentrizität* ermöglichen eine realitätsnahe Modellierung der Lagerungsbedingungen.



Ein Beispiel zur Wölbkraftanalyse eines gevouteten Einfeldträgers ist in einem Fachbeitrag vorgestellt, den Sie in der [Knowledge Base](#) auf unserer Website finden.

7.1.9 Stabendgelenke - Stabsätze

Diese Maske wird angezeigt, wenn in Maske 1.1 *Basisangaben* mindestens ein Stabsatz zur Bemessung ausgewählt wurde. Hier können Gelenke für Stäbe im Stabsatz definiert werden, die konstruktionsbedingt die in Maske 1.8 gesperrten Freiheitsgrade nicht als Schnittgrößen übertragen. Es ist darauf zu achten, dass im Zusammenwirken mit Maske 1.8 keine Doppelgelenke entstehen!

Details...

Wird im Dialog *Details* (siehe Bild 7.35, Seite 115) das *Ersatzstabverfahren* für Stabsätze gewählt, so wird die Maske 1.9 nicht angezeigt.



Die Tabelle verwaltet die Gelenkparameter des Stabsatzes, der links im Navigator selektiert ist.

1.9 Stabendgelenke - Stabsatz Nr. 1

Gelenk Nr.	A	B	C	D	E	F	G
	Stab Nr.	Stab-Seite	Quergelenk V_y	Momentengelenk M_T	M_z [kNm/rad]	Wölbgelenk M_ω	
1	496	Anfang	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
2	495	Ende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.000	<input type="checkbox"/>	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Einstellungen - Stab Nr. 495

<input type="checkbox"/> Stabsatz	Stabsatz 1
<input type="checkbox"/> Querschnitt	24 - UPE 180 DIN 1026-2:2002
Stab mit Stabendgelenk	Nr. 495
Stabseite	Seite Ende
Querkraftgelenk in Richtung y	V_y <input type="checkbox"/>
Torsionsgelenk	M_T <input type="checkbox"/>
Momentengelenk um Achse z	M_z 15.000 kNm/rad
Wölbgelenk	M_ω <input type="checkbox"/>
Kommentar	

Bild 7.25: Maske 1.9 Stabendgelenke - Stabsätze

Stab-Seite

- Anfang
- Anfang
- Ende
- Beide

In Spalte B ist anzugeben, an welcher *Stabseite* das Gelenk vorliegt bzw. ob beide Stabseiten gelenkig angeschlossen sind.

In den Spalten C bis F können die Gelenke oder Federkonstanten definiert werden, um das Stabsatzmodell mit den Lagerungsbedingungen der Maske 1.7 abzugleichen.

Details...

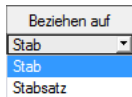
Wenn im Dialog *Details*, Register *Wölbkrafttorsion* die Wölbkraftanalyse mit sieben Freiheitsgraden gewählt wird (Lizenz des Moduls **RF-/STAHL Wölbkrafttorsion** erforderlich), sind die Tabellenspalten um die entsprechenden Eingabemöglichkeiten erweitert.

7.1.10 Gebrauchstauglichkeitsparameter

Diese Eingabemaske steuert verschiedene Vorgaben für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. Sie wird angezeigt, wenn im Register *Gebrauchstauglichkeit* der Maske 1.1 entsprechende Angaben vorliegen (siehe Kapitel 7.1.1.2, Seite 89).

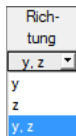
Nr.	A	B	C		D	E	F	G	H
	Beziehen auf	Stabsatz Nr.	Manuell	Bezugslänge L [m]	Richtung	Überhöhung $w_{c,z}$ [mm]	Trägertyp	Kommentar	
1	Stabsatz	1	<input type="checkbox"/>	2.687	y, z	0.0	Träger		
2	Stabsatz	2	<input type="checkbox"/>	2.446	y, z	0.0	Träger		
3	Stab	13	<input type="checkbox"/>	8.053	u, v	0.0	Träger		
4	Stab	26	<input type="checkbox"/>	8.053	u, v	0.0	Träger		
5	Stab	39	<input type="checkbox"/>	8.053	u, v	0.0	Träger		
6	Stab	52	<input type="checkbox"/>	8.053	u, v	0.0	Träger		
7	Stab	214	<input type="checkbox"/>	3.878	v	0.0	Träger		
8	Stab	226	<input type="checkbox"/>	3.878	v	0.0	Träger		
9	Stab	238	<input type="checkbox"/>	3.878	v	0.0	Träger		
10	Stab	250	<input type="checkbox"/>	3.878	v	0.0	Träger		
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									

Bild 7.26: Maske 1.10.1 Gebrauchstauglichkeitsparameter



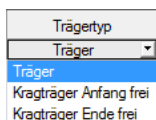
Spalte A steuert, ob die Verformung auf Einzelstäbe oder Stabsätze bezogen werden soll. Bei einem Stabsatz muss eine einheitliche Staborientierung und Stabdrehung aller enthaltenen Stäbe gegeben sein. Nur so werden die Verformungsanteile korrekt erfasst.

In Spalte B sind die Nummern der nachzuweisenden Stäbe oder Stabsätze anzugeben bzw. über die Schaltfläche im RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster grafisch auszuwählen. Die *Bezugslänge* erscheint dann automatisch in Spalte D. Dabei werden die Längen der Stäbe oder Stabsätze voreingestellt. Die Werte können nach dem Aktivieren der Spalte C *Manuell* angepasst werden.

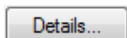


In Spalte E ist die maßgebende *Richtung* für den Verformungsnachweis festzulegen. Es stehen die Richtungen der lokalen Stabachsen y und z (bzw. u und v bei unsymmetrischen Profilen) zur Auswahl.

Die Spalte F ermöglicht es, eine *Überhöhung* des Stabes bzw. Stabsatzes zu berücksichtigen. Die Richtung der Überhöhung w_c bezieht sich auf die Vorgabe in Spalte E. Die Spaltenüberschrift wird entsprechend angepasst.



Für den korrekten Ansatz der Grenzverformungen ist der *Trägertyp* von entscheidender Bedeutung. In Spalte G kann ausgewählt werden, ob ein Träger oder Kragträger vorliegt und welches Ende ohne Lager ist.



Die Vorgabe im Dialog *Details*, Register *Gebrauchstauglichkeit* steuert, ob die Verformungen auf das unverformte Ausgangssystem oder die verschobenen Stab- bzw. Stabsatzenden bezogen werden (siehe Bild 7.36, Seite 117).

Nachweis der Drehrichtung von Antennen

Aktivieren

Wird im Dialog *Details*, Register *Gebrauchstauglichkeit* der *Nachweis der Drehrichtung von Antennen* aktiviert (siehe [Bild 7.36, Seite 117](#)), so erscheint die zusätzliche Maske *1.10.2 Gebrauchstauglichkeit von Antennen*.

1.10.2 Gebrauchstauglichkeit von Antennen

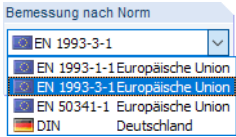
Antenne Nr.	A	B	C	D	E	F
	Antenne	An Stab Nr.	Stelle x [m]	Ausrichtung Norden α [°]	Max. Verdrehung φ_{max} [°]	Kommentar
1	1 Bosch PE 2-6.7/2P-XPD	542	1.500	0.00	0.80	
2	2 Bosch PE 2-6.7/2P-XPD	536	2.000	90.00	0.80	
3	3 Andrew HSX4 1.2/2P (R)	530	1.000	90.00	0.80	
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						

Bild 7.27: Maske 1.10.2 Gebrauchstauglichkeit von Antennen

In der Liste der Spalte A stehen die Antennen zur Auswahl, die im Modul RF-/MAST Anbauten definiert wurden (siehe [Kapitel 4.1.6, Seite 46](#)). Nach der Übernahme eines Eintrags wird in den Spalten B bis D die Lage und Ausrichtung der Antenne angegeben.

Für jede Antenne kann in Spalte E die *Max. Verdrehung* φ_{max} festgelegt werden. Der maximal zulässige Drehwinkel ist in Grad anzugeben.

7.1.11 Eckstielstäbe



Die Maske 1.11 wird nur angezeigt, wenn in Maske 1.1 Basisangaben die Norm **EN 1993-3-1** oder **EN 50341-1** eingestellt wurde.

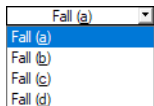
1.11 Eckstielstäbe

Schuss Nr.	A Stäbe	B Ausfachung Fall
1	1,324	Fall (a)
2	2,374	Fall (a)
3	3,432	Fall (a)
4	4,486	Fall (a)
5	5,526	Fall (a)
6	6	Fall (a)
7	7	Fall (a)
8	8	Fall (a)
9	9	Fall (a)
10	10	Fall (a)
11	11	Fall (a)
12	12	Fall (d)
13	13	Fall (e)
14	14,325	Fall (a)
15	15,375	Fall (a)
16	16,433	Fall (a)
17	17,487	Fall (a)
18	18,527	Fall (a)
19	19	Fall (a)
20	20	Fall (a)
21	21	Fall (a)
22	22	Fall (a)
23	23	Fall (a)
24	24	Fall (a)
25	25	Fall (a)
26	26	Fall (a)
27	27,326	Fall (a)
28	28,376	Fall (a)
29	29,434	Fall (a)
30	30,488	Fall (a)
31	31,528	Fall (a)
32	32	Fall (a)

Eingabe für Mastschüsse Nr. zuordnen:

Bild 7.28: Maske 1.11 Eckstielstäbe

In der Tabelle sind alle Mastschüsse aufgelistet, die im Modul RF-/MAST Struktur definiert wurden (siehe Kapitel 3.1.3, Seite 15). Die zugehörigen Stabnummern sind in der Spalte *Stäbe* angegeben.



Der *Ausfachung Fall* kann für jeden Mastschuss in Spalte B festgelegt werden. Die Liste bietet eine Auswahl unter den Fällen (a) bis (d). Diese steuern den Beiwert *k* für den effektiven Schlankheitsgrad gemäß [2] Anhang G.2. Die konstruktiven Ausbildungen der Ausfachungen sind in [2] Tabelle G.1 dargestellt.

Symmetrische Ausfachung		
Querschnitt	(3)	
Achse	v-v	y-y
<p>Fall (a) Primäre Ausfachung an beiden Enden</p>	$0,8 + \frac{\bar{\lambda}}{10}$ jedoch $\geq 0,9$ und $\leq 1,0$	1,0 ⁽¹⁾

Bild 7.29: Fall (a) für symmetrische Ausfachungen nach [2] Tabelle G.1

7.1.12 Ausfachungsstäbe

1.12 Ausfachungsstäbe

Ausfach. Nr.	A Stäbe	B Ausfachungstyp	C Lagerungsart		D Ende
			Anfang		
1	205	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
2	53	Einzelgitter	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
3	206	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
4	54	Einzelgitter	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
5	207	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
6	55	Einzelgitter	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
7	208	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
8	56	Einzelgitter	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
9	209	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
10	58,59	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
11	57,60	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
12	210	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
13	62,63	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
14	61,64	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
15	211	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
16	66,67	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
17	65,68	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
18	212	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
19	70,71	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
20	69,72	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
21	213	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
22	74,77	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
23	73,78	Kreuzausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend
24	75,76	Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung	Nicht durchlaufend		Nicht durchlaufend

Bild 7.30: Maske 1.12 Ausfachungsstäbe

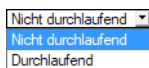
In der Tabelle sind alle Ausfachungen aufgelistet, die im Modul RF-/MAST Struktur definiert wurden (siehe Kapitel 3.1.4 bis Kapitel 3.1.10 ab Seite 18). Die zugehörigen Stabnummern sind in der Spalte *Stäbe* angegeben.

Der *Ausfachungstyp* steuert die Definition der Knicklängen nach EN 1993-3-1 [2]. In der Liste der Spalte B stehen folgende Ausfachungstypen zur Auswahl:

Ausfachungstyp
Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung
Einzelgitter
Kreuzausfachung
Kreuzausfachung mit sekundären Stäben
Nicht durchlaufende Kreuzausfachung mit horizontalen
Kreuzausfachung mit diagonalen Eckstäben
Diagonal der K-Ausfachung
Diagonal der K-Ausfachung mit sekundärer Ausfachung
Diagonal der K-Ausfachung mit sekundärer und Eckausfachung
Horizontaler Flächenstab mit horizontaler Grundrissausfachung
Horizontaler Stab ohne Grundrissausfachung
Sekundäre Ausfachung
Primäre horizontale Ausfachung
Sekundäre horizontale Ausfachung
Innere Ausfachung

Bild 7.31: Ausfachungstypen

Bei einer Kreuzausfachung beispielsweise ist anzugeben, welcher Stab die *Lastannahmende Diagonale* darstellt. RF-/MAST überprüft dann entsprechend der Einstellung im Dialog *Details*, Register *Gittermast* (siehe Bild 7.37, Seite 118), ob ausreichend Zugkraft in der kreuzenden Diagonale vorhanden ist und verkürzt die Knicklängen, wenn dies der Fall ist.



Die *Lagerungsart* steuert den Beiwert *k* zur Bestimmung des effektiven Schlankheitsgrades von Füllstäben nach [2]. *Durchlaufend* bedeutet eine Zweischraubenverbindung, während *Nicht durchlaufend* für eine Einschraubenverbindung zu verwenden ist.

7.1.13 Manuelle Eingabe der wirksamen Schlankheit

Wirksame Schlankheit

- Wirk. Schlankheitsverhältnis für Fachwerkstäbe anwenden
- Manuelle Eingabe für λ_{eff} für Fachwerkstäbe möglich
- Durch wirksamen Schlankheitsbeiwert k
- Durch wirksames Schlankheitsverhältnis λ_{eff}

Diese Maske ist verfügbar, wenn im Dialog *Details*, Register *Gittermast* die *Manuelle Eingabe* λ_{eff} für *Fachwerkstäbe* aktiviert wird (siehe Bild 7.37, Seite 118).

1.13 Manuelle Eingabe der wirksamen Schlankheit

Stab Nr.	A Manuelle Eingabe	B Achse v k_v [-]	C Achse y k_y [-]	D Achse z k_z [-]
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 1				
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1.200	1.992	1.992
324	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 2				
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
374	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 3				
3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
432	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 4				
4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
486	<input checked="" type="checkbox"/>	1.281	1.992	1.992
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 5				
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1.277	1.985	1.985
526	<input checked="" type="checkbox"/>	1.277	1.985	1.985
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 6				
6	<input checked="" type="checkbox"/>	0.638	0.993	0.993
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 7				
7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.823	1.280	1.280
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 8				
8	<input checked="" type="checkbox"/>	0.823	1.280	1.280
Eckstiel Nr. 1 - Schuss Nr. 9				
9	<input checked="" type="checkbox"/>	0.880	1.370	1.370

Eingaben zuordnen Stäben Nr. :
 Alle

Bild 7.32: Maske 1.13 Manuelle Eingabe der wirksamen Schlankheit

Die *Manuelle Eingabe* der effektiven Knicklängenbeiwerte kann getrennt für die Achsen v, y und z erfolgen. Diese Achsen sind die lokalen Stabachsen, wobei es sich bei der Achse v (unsymmetrischer Querschnitt) bzw. z (symmetrischer Querschnitt) um die „schwache“ Stabachse handelt. Die effektiven Knicklängenbeiwerte k_v , k_y und k_z (bzw. effektiven Schlankheiten λ_{eff}) können für jeden Stab individuell festgelegt werden.



Die Lage der Stabachsen lässt sich über die Schaltfläche [Ansichtsmodus] im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB überprüfen. Dort können die lokalen Stabachsen über das Stab-Kontextmenü oder im *Zeigen*-Navigator eingeblendet werden.

7.1.14 Parameter - Stäbe

Die letzte Eingabemaske des Moduls ermöglicht es, die Anschlüsse für bestimmte Stäbe nachzuweisen.

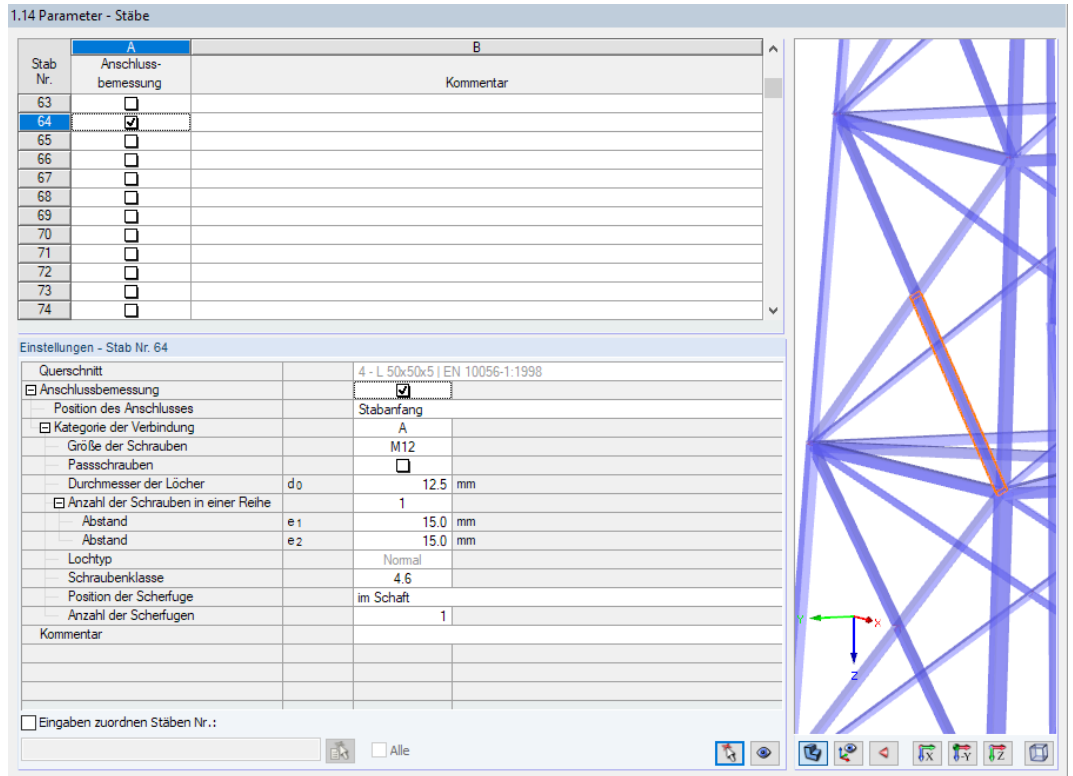
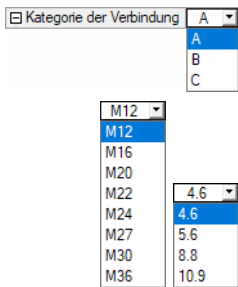


Bild 7.33: Maske 1.14 Parameter - Stäbe

Diese Maske ist zweigeteilt. Die Tabelle im oberen Abschnitt steuert, für welche Stäbe eine *Anschlussbemessung* erfolgen soll. Im Abschnitt *Einstellungen* werden die Parameter der Verbindung für den Stab angezeigt, dessen Zeile im oberen Abschnitt selektiert ist.

Mit der Schaltfläche kann ein Stab grafisch ausgewählt werden, um dessen Zeile zu zeigen.



Die *Kategorie der Verbindung* kann in der Liste ausgewählt werden, die nach einem Klick in das Eingabefeld zugänglich ist. Es stehen die Kategorien A bis C gemäß [2] Abschnitt 3.4.1 zur Verfügung.

Für die Bemessung des Anschlusses sind noch weitere Parameter (Schraubendurchmesser und -anzahl, Festigkeitsklasse, Lochdurchmesser etc.) anzugeben. In einigen Fällen ist die Auswahl in Listen möglich.

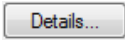
Unterhalb der *Einstellungen*-Tabelle steht das Kontrollfeld *Eingaben zuordnen Stäben Nr.* zur Verfügung. Ist es aktiviert, gelten die anschließend getroffenen Einstellungen für ausgewählte – manueller Eintrag der Stabnummern oder grafische Auswahl über – bzw. *Alle* Stäbe. Diese Option ist hilfreich, um mehreren Stäben die gleichen Randbedingungen zuzuweisen.

In der Spalte *Kommentar* können benutzerdefinierte Anmerkungen zu den Parametern erfolgen, die für die Bemessung des Anschlusses gewählt wurden.

7.2 Berechnung

7.2.1 Detailsinstellungen

Die Nachweise basieren auf den in RFEM bzw. RSTAB ermittelten Schnittgrößen.



Vor dem Start der Berechnung sollten die Bemessungsdetails überprüft werden. Der entsprechende Dialog ist in jeder Maske des Zusatzmoduls über die Schaltfläche [Details] zugänglich.

Der Dialog *Details* gliedert sich in folgende Register:

- Tragfähigkeit
- Stabilität
- Gebrauchstauglichkeit
- Gittermast
- Wölbkrafttorsion
- Plastizität
- Allgemein

7.2.1.1 Tragfähigkeit

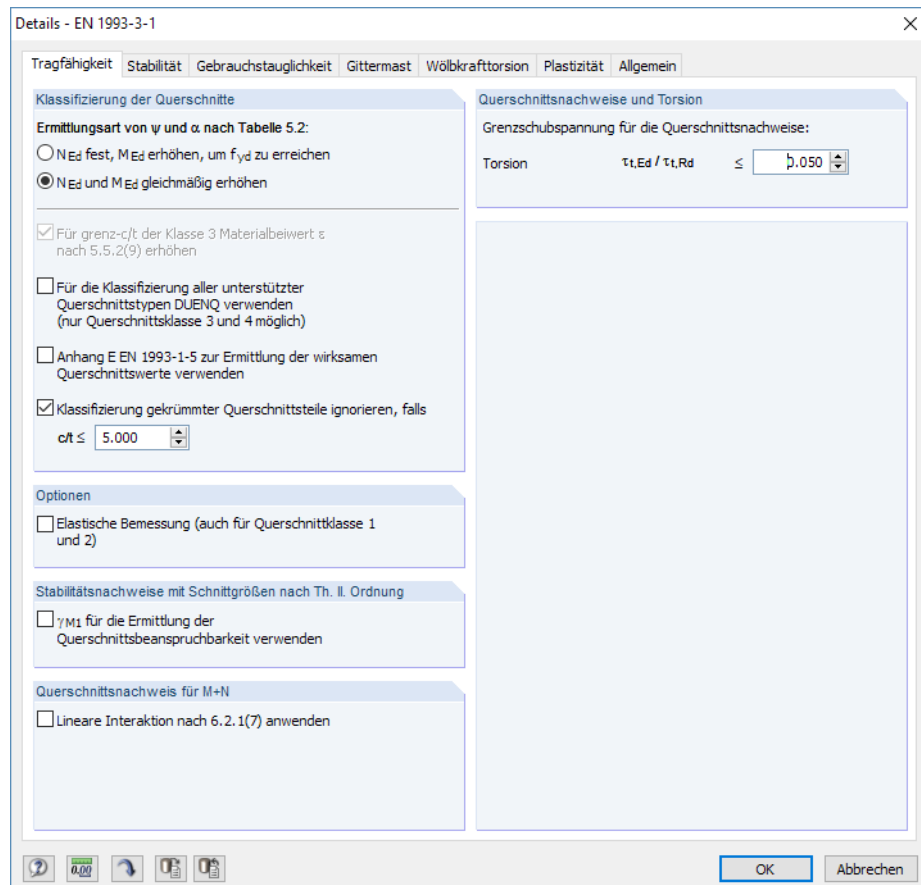


Bild 7.34: Dialog *Details*, Register *Tragfähigkeit*

Klassifizierung der Querschnitte

Liegen in einem Querschnitt Spannungen aus Druck und Biegung vor, so kann das Spannungs-Dehnungsverhältnis ψ unter Berücksichtigung des Druckzonenfaktors α auf zwei Arten ermittelt werden (der Faktor ψ wird zur Bestimmung des c/t -Verhältnisses nach [1] Tabelle 5.2 benötigt):

- N_{Ed} fest, M_{Ed} erhöhen, um f_{yd} zu erreichen
Es wird nur der Spannungsanteil aus Biegung erhöht, um die Streckgrenze zu erreichen.
- N_{Ed} und M_{Ed} gleichmäßig erhöhen
Die Spannungsanteile aus Normalkraft und Biegung werden gleichmäßig bis zum Erreichen der Streckgrenze f_{yd} gesteigert.

Das Kontrollfeld *Für grenz c/t der Klasse 3 Materialbeiwert ε nach 5.5.2(9) erhöhen* ist zugänglich, wenn im Register *Stabilität* die Stabilitätsanalyse deaktiviert ist. Dies beruht auf der Vorgabe zur Klassifizierung in [1] Abschnitt 5.5.2 (10). Bei deaktivierter Stabilitätsanalyse können Querschnitte, die als Klasse 4 eingestuft sind, durch eine Erhöhung des Beiwerts ε wie Querschnitte der Klasse 3 behandelt werden.

Mit der Option *Für die Klassifizierung aller unterstützter Querschnitte DUENQ verwenden* werden die effektiven Querschnittswerte von Klasse 4-Profilen nach dem Verfahren berechnet, das im Querschnittsprogramm DUENQ benutzt wird. Bei Profilen, die als ‚Allgemein‘ eingestuft sind (d. h. weder einer Walzprofil- noch einer parametrisierten Querschnittsreihe angehören), erfolgt die Klassifizierung generell mit DUENQ. Diese Querschnitte können nur elastisch als Klasse 3- oder Klasse 4-Profile bemessen werden.

Optional lässt sich das Verfahren gemäß *Anhang E EN 1993-1-5 zur Ermittlung der wirksamen Querschnittswerte verwenden*. In [12] Anhang E sind alternative Methoden zur Bestimmung der wirksamen Querschnittsflächen für Spannungen unterhalb der Streckgrenze beschrieben (siehe auch Beitrag in der [Knowledge Base](#) auf unserer Website).

Die für die Klassifizierung relevanten Breiten-Dickenverhältnisse können bei Querschnitten mit DUENQ-Bogenelementen zu Problemen führen. Das Kontrollfeld *Klassifikation gekrümmter Querschnittsteile ignorieren* bietet die Möglichkeit, kurze Ausrundungsbögen von der Klassifizierung auszuklammern, sobald ein benutzerdefiniertes c/t -Verhältnis unterschritten ist (siehe Beitrag in der [Knowledge Base](#)). Längsrippen oder Abkantungen dünner Bleche haben dann keinen Einfluss auf die Nachweise.

Optionen

Querschnitte, die der Klasse 1 oder 2 zugeordnet sind, werden von RF-/MAST plastisch bemessen. Falls dies nicht gewünscht ist, kann die *Elastische Bemessung* auch für diese Querschnittsklassen aktiviert werden.

Stabilitätsnachweise mit Schnittgrößen nach Theorie II. Ordnung

Werden die Stabilitätsnachweise nicht mit dem Ersatzstabverfahren nach [1] Abschnitt 6.3, sondern mit den Schnittgrößen nach Theorie II. Ordnung geführt, kann über dieses Kontrollfeld gesteuert werden, ob der Beiwert γ_{M1} (anstelle γ_{M0}) für die Querschnittsnachweise benutzt wird.

Nat. Anhang...

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M1} ist zur Ermittlung der Beanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen (Bauteilnachweise) relevant. Er kann im Dialog *Nationaler Anhang* (siehe [Bild 7.6, Seite 90](#)) überprüft und ggf. geändert werden.



Ein Fachbeitrag in der [Knowledge Base](#) auf unserer Website gibt weitere Empfehlungen für die Stabilitätsnachweise.

Querschnittsnachweis für M+N

Das Kontrollfeld *Lineare Interaktion nach 6.2.1(7)* steuert, ob für den Nachweis der Beanspruchbarkeit des Querschnitts eine lineare Addition der Ausnutzungsgrade für die Momente und Normalkräfte gemäß [1] Gl. (6.2) bzw. Gl. (6.44) als konservative Näherung angewendet wird.

Querschnittsnachweise und Torsion

Im Eingabefeld kann der Schubspannungsanteil aus Torsion festgelegt werden, bis zu dem die Torsionsspannungen beim Querschnittsnachweis vernachlässigt werden. Dadurch lassen sich Warnungen vor zu großen Torsionsspannungen bei Querschnitten der Klasse 4 unterdrücken.

7.2.1.2 Stabilität

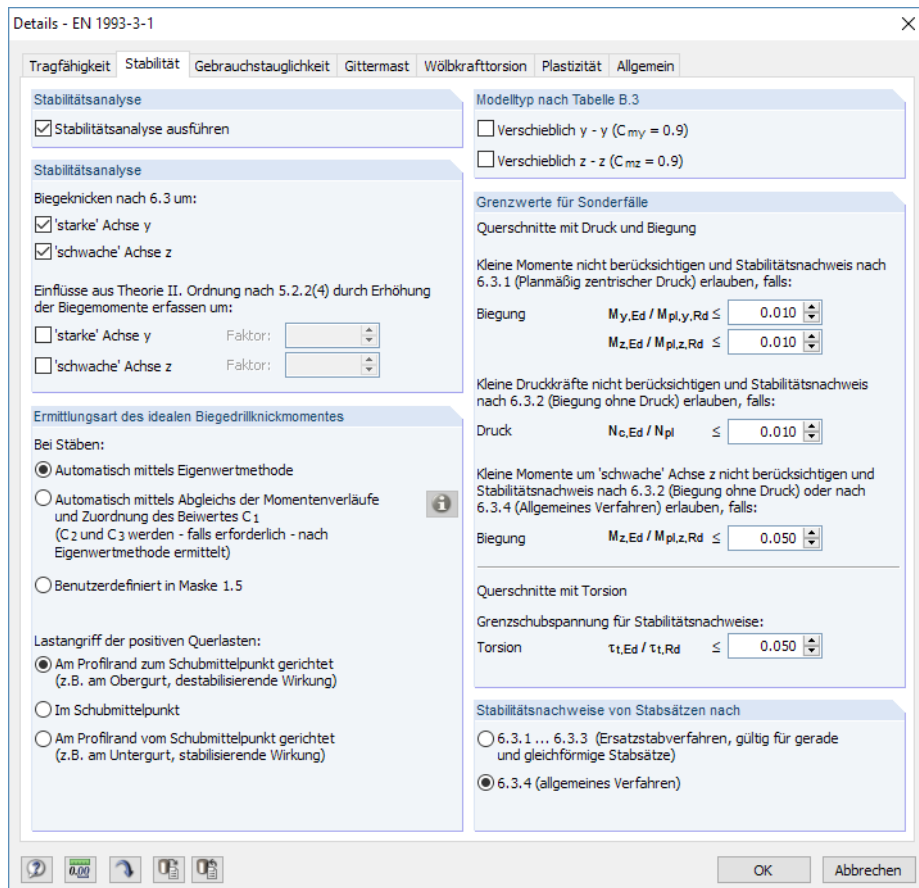


Bild 7.35: Dialog *Details*, Register *Stabilität*

Stabilitätsanalyse

Das Kontrollfeld *Stabilitätsanalyse ausführen* steuert, ob neben den Querschnittsnachweisen auch eine Stabilitätsanalyse erfolgt. Wird der Haken entfernt, so werden die Eingabemasken 1.5 bis 1.9 nicht angezeigt.

Bei aktivem Kontrollfeld können die Achsen festgelegt werden, die für die Untersuchung auf *Biegeknicken nach 6.3* gemäß [1] relevant sind.

Des Weiteren ist es möglich, die *Einflüsse aus Theorie II. Ordnung nach 5.2.2(4)* mit einem manuell definierbaren Faktor für Biegemomente zu berücksichtigen. Dadurch können z. B. bei einem Rahmen, dessen maßgebliche Knickfigur das seitliche Ausweichen darstellt, die Schnittgrößen nach Theorie I. Ordnung ermittelt und durch geeignete Faktoren vergrößert werden. Die Erhöhung der Biegemomente wirkt sich nicht auf den Biegeknicknachweis nach [1] Abschnitt 6.3.1 aus, der mit den Normalkräften erfolgt.

Ermittlungsart des idealen Biegedrillknickmoments

Das kritische ideale Moment wird gemäß Voreinstellung *Automatisch mittels Eigenwertmethode* ermittelt. Dabei benutzt das Programm ein finites Stabmodell, um M_{cr} unter Berücksichtigung folgender Punkte zu bestimmen:

- Abmessungen des Bruttoquerschnitts
- Lastart und Lage des Lastangriffspunkts
- Tatsächliche Momentenverteilung
- Seitliche Zwängungen (über Lagerbedingungen)
- Tatsächliche Randbedingungen

Die Freiheitsgrade lassen sich über die Beiwerte $k_{z/v}$ und k_w steuern (siehe [Kapitel 7.1.6, Seite 100](#)).



Bei der Ermittlung des idealen kritischen Moments *Automatisch mittels Abgleichs der Momentenverläufe* wird der Beiwert C_1 anhand des Momentenverlaufs bestimmt. Die Last- und Momentenbilder sind über die [Info]-Schaltfläche in einem Dialog einsehbar. Dort kann über die *Deckungstoleranz des Momentenverlaufs* gesteuert werden, bis zu welchem Grad Abweichungen bei den Momentenbildern zulässig sind. Die Beiwerte C_2 und C_3 werden nach Eigenwertmethode bestimmt.

Mit der Option *Benutzerdefiniert in Maske 1.6* wird die Überschrift der Spalte J in Maske 1.6 in M_{cr} geändert, sodass das ideale Biegedrillknickmoment direkt eingetragen werden kann.

Sind *Querlasten* vorhanden, so ist es wichtig zu definieren, wo diese Kräfte am Profil wirken: Je nach Lastangriff können Querlasten stabilisierend oder destabilisierend wirken und so das ideale kritische Moment maßgeblich beeinflussen.

Die Vorzeichen der Exzentrizitäten sind auf den Schubmittelpunkt M des Querschnitts bezogen. Ein Beitrag in unserer [Knowledge Base](#) nennt Empfehlungen zur Vorzeichenregelung für Querlasten.

Modelltyp nach Tabelle B.3

Gemäß [1] Anhang B, Tabelle B.3 soll für Bauteile mit Knicken in Form seitlichen Ausweichens der äquivalente Momentenbeiwert als $C_{my} = 0,9$ bzw. $C_{mz} = 0,9$ angenommen werden. Die beiden Kontrollfelder sind standardmäßig deaktiviert. Nach dem Anhaken werden die Beiwerte C_{my} und C_{mz} nach den Abgrenzungskriterien der Tabelle B.3 ermittelt.

Grenzwerte für Sonderfälle

Um unsymmetrische Querschnitte auf planmäßig zentrischen Druck nach [1] Abschnitt 6.3.1 nachzuweisen, können durch die Einstellungen in diesem Abschnitt *Kleine Momente* um die starke und schwache Achse vernachlässigt werden.

Analog lassen sich für den reinen Nachweis auf Biegung nach [1] Abschnitt 6.3.2 *Kleine Druckkräfte* ausblenden, indem ein Grenzverhältnis von $N_{c,Ed} / N_{pl}$ festgelegt wird.

Gemäß [1] Abschnitt 6.3.4 ist das allgemeine Verfahren für unsymmetrische Querschnitte oder Voutenstäbe nur zulässig, wenn diese auf Druck und/oder einachsige Biegung in der Hauptebene beansprucht sind. Um eine geringe Momentenbeanspruchung um die schwache Achse zu vernachlässigen, kann eine Grenze des Momentenverhältnisses $M_{z,Ed} / M_{pl,z,Rd}$ festgelegt werden.

Planmäßige *Torsion* ist in [1] nicht klar geregelt. Ist eine Torsionsbeanspruchung vorhanden, die das per Voreinstellung definierte Schubspannungsverhältnis von 5 % nicht überschreitet, wird sie für den Stabilitätsnachweis vernachlässigt; es werden Ergebnisse für Biegeknicken und Biegedrillknicken ausgegeben.



Wird eine der Grenzen dieses Abschnitts überschritten, erscheint ein Hinweis in der Ergebnismaske. Es erfolgt keine Stabilitätsanalyse. Die Querschnittsnachweise werden unabhängig davon geführt. Diese Grenzeinstellungen sind nicht Teil einer Norm oder eines Nationalen Anhangs. Eine Änderung der Grenzen liegt im Verantwortungsbereich des Anwenders.

Stabilitätsnachweise von Stabsätzen

Stabsätze können nach 6.3.1 ... 6.3.3 (*Ersatzstabverfahren*) wie ein großer Einzelstab behandelt werden. Die Faktoren k_z und k_w sind hierzu in Maske 1.7 *Effektive Längen - Stabsätze* festzulegen. Sie werden zur Ermittlung der Lagerungsbedingungen β , u_y , φ_x , φ_z und ω benutzt. In diesem Fall werden die Masken 1.8 und 1.9 nicht angezeigt. Beachten Sie, dass die Faktoren k_z und k_w identisch für jeden Abschnitt oder Teilstab des Satzes sind. Das Ersatzstabverfahren sollte daher nur für gerade Stabsätze verwendet werden.

Mit der Voreinstellung 6.3.4 (*allgemeines Verfahren*) erfolgt eine allgemeine Analyse gemäß [1] Abschnitt 6.3.4, die auf dem Faktor α_{cr} basiert. In Maske 1.8 *Knotenlager* und 1.9 *Stabendgelenke* sind die Randbedingungen im Hinblick auf das Stabilitätsversagen (Knicken und Biegedrillknicken) für jeden Stabsatz gesondert zu definieren. Die Faktoren k_z und k_w aus Maske 1.6 werden nicht benutzt.



In einem Beitrag in der [Knowledge Base](#) finden Sie weitere Hinweise zum allgemeinen Verfahren. Bei der Stabilitätsanalyse mit Wölbkrafttorsion (siehe [Kapitel 7.2.1.5](#)) ist dieser Abschnitt gesperrt.

7.2.1.3 Gebrauchstauglichkeit

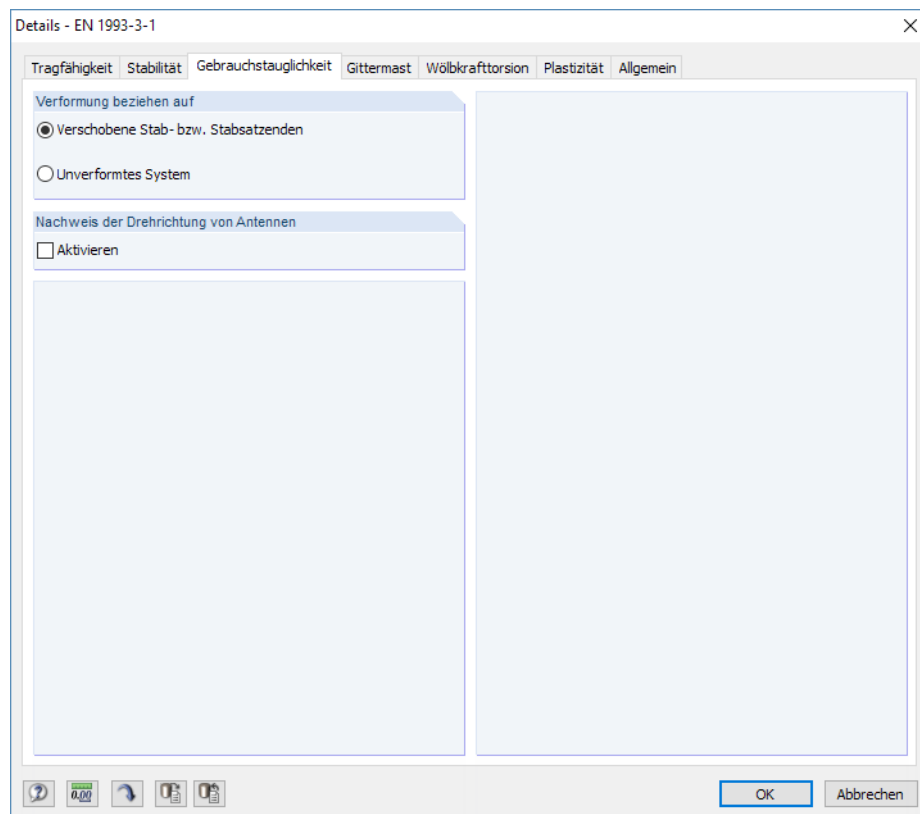


Bild 7.36: Dialog *Details*, Register *Gebrauchstauglichkeit*

Verformung beziehen auf

Die Auswahlfelder steuern, ob die maximalen Verformungen auf die verschobenen Stab- bzw. Stabsatzenden (Verbindungsline zwischen Anfangs- und Endknoten des verformten Systems) oder auf das unverformte Ausgangssystem bezogen werden. In der Regel sind die Verformungen relativ zu den Verschiebungen im Gesamtsystem nachzuweisen.



Nat. Anhang...

Die [Knowledge Base](#) auf unserer Website enthält ein Beispiel für den Bezug von Verformungen. Die Grenzverformungen können im Dialog *Nationaler Anhang* überprüft und ggf. angepasst werden (siehe [Bild 7.6, Seite 90](#)).

Nachweis der Drehrichtung von Antennen

Wenn für Antennen ein Gebrauchstauglichkeitsnachweis in Form zulässiger Knotenverdrehungen erfolgen soll, kann dieser Nachweis über das Kontrollfeld aktiviert werden. Die Antennen und deren Verdrehungen φ_{\max} sind dann in Maske 1.10.2 festzulegen (siehe [Kapitel 7.1.10, Seite 108](#)).

Nach der Berechnung werden die Nachweise in Maske 2.7 ausgegeben (siehe [Bild 7.49, Seite 129](#)).

7.2.1.4 Gittermast

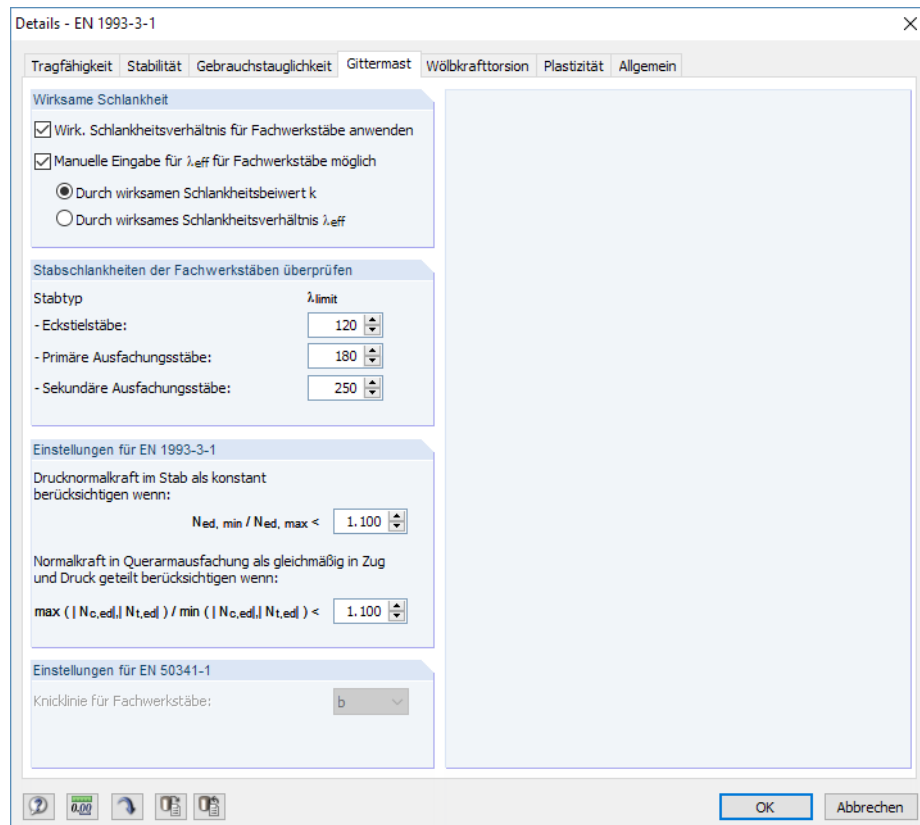


Bild 7.37: Dialog *Details*, Register *Gittermast*

Wirksame Schlankheit

Das Kontrollfeld ist zu aktivieren, wenn mit wirksamen Schlankheiten gerechnet werden soll (siehe [2] Anhang G.2). Falls gewünscht, kann eine *Manuelle Eingabe für λ_{eff} für Fachwerkstäbe* in Maske 1.13 erfolgen (siehe [Kapitel 7.1.13, Seite 111](#)).

Stabschlankheiten der Fachwerkstäbe überprüfen

Die gemäß [2] Anhang H.3.1 (3) vordefinierten Grenzwerte der Schlankheiten von Füllstäben können in diesem Abschnitt angepasst werden. Nach der Berechnung werden die Ergebnisse in Maske 3.3 aufgelistet (siehe [Bild 7.52, Seite 131](#)).

Einstellungen für EN 1993-3-1

Mit diesen Einstellungen kann für Kreuzausfachungen festgelegt werden, ab welchem Verhältnis die Normalkraft im Stab als konstant anzusehen ist.

Des Weiteren kann eine Toleranz des Druck-/Zugverhältnisses festgelegt werden, ab der eine kreuzende Zugdiagonale eine Druckdiagonale hält und somit deren Knicklänge reduziert.

Einstellungen für EN 50341-1

Für Fachwerkstäbe kann eine von der Empfehlung abweichende Knicklinie festgelegt werden.

7.2.1.5 Wölbkrafttorsion

Dieses Register ermöglicht Einstellungen zur Wölbkraftanalyse von Stabsätzen. Die Einträge sind zugänglich, wenn das Zusatzmodul **RF-/STAHL Wölbkrafttorsion** lizenziert ist.

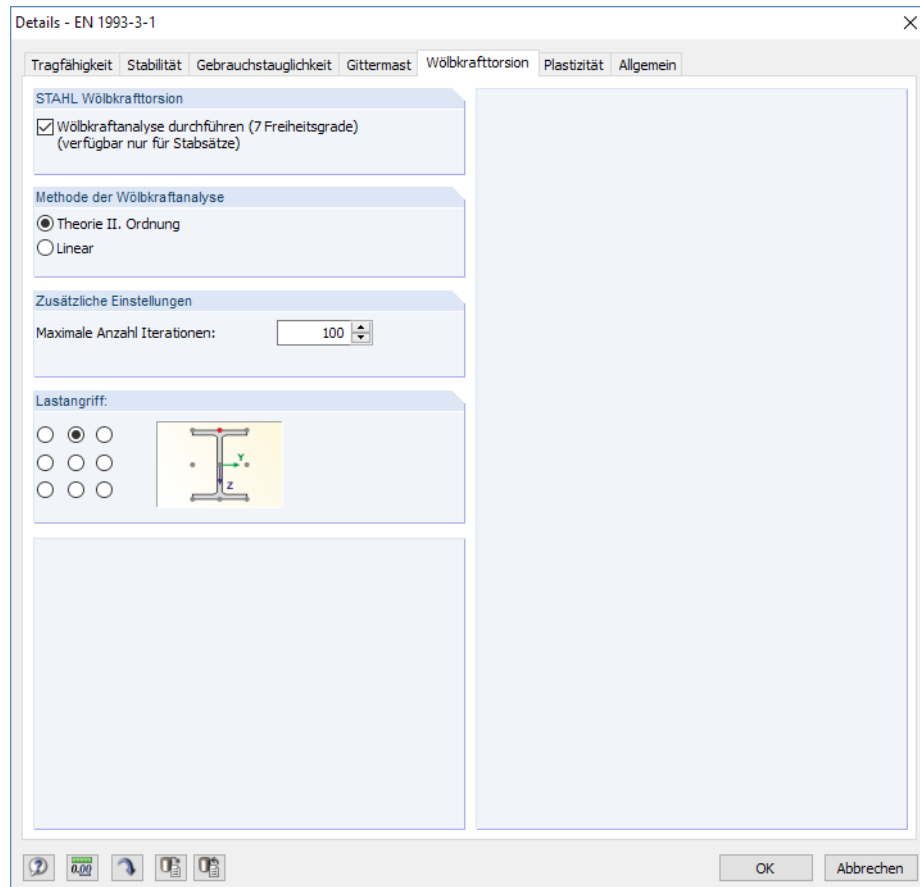


Bild 7.38: Dialog *Details*, Register *Wölbkrafttorsion*

Soll RF-/MAST eine *Wölbkraftanalyse durchführen*, ist das Kontrollfeld anzuhaken. Damit werden die übrigen Abschnitte zugänglich; gleichzeitig werden die entsprechenden Auswahlfelder für den Stabilitätsnachweis von Stabsätzen im Register *Stabilität* gesperrt.

Beim Verfahren mit sieben Freiheitsgraden erfolgt die Stabilitätsberechnung nach Biegetorsionstheorie II. Ordnung unter Berücksichtigung von Wölbkrafttorsion und eigenformaffinen Imperfektionen. Die Freiheitsgrade der Verschiebungen und Verdrehungen in bzw. um die drei Achsen X' , Y' und Z' sowie der Verwölbung können benutzerdefiniert in den Masken 1.8 und 1.9 festgelegt werden (siehe Bild 7.24, Seite 105).



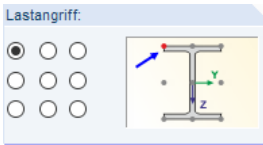
Eine ausführliche Beschreibung der Biegetorsionstheorie II. Ordnung finden Sie im Handbuch zum Programm **RF-/FE-BGDK** auf unserer Website.

In folgenden Fachbeiträgen werden die Grundsätze des Verfahrens durch Beispiele konkretisiert:

- <https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001298>
- <https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001377>

Als *Methode der Wölbkraftanalyse* ist neben der Theorie II. Ordnung eine lineare Berechnung möglich. Mit dieser Variante wird der Stabsatz nach Theorie I. Ordnung analysiert. Damit lassen sich z. B. Einflüsse der Verwölbung untersuchen und Konsequenzen auf das Stabilitätsverhalten ableiten.

Die Wölbkraftanalyse erfolgt iterativ, wobei sich die Steifigkeitsmatrix K infolge bereits berechneter Schnittgrößen und Verformungen ändert. Die *Maximale Anzahl der Iterationen* verhindert, dass die Berechnung bei Konvergenzproblemen in eine Endlosschleife gerät.



Der *Lastangriff* spielt für die Stabilitätsanalyse mit sieben Freiheitsgraden eine wichtige Rolle. Je nach Ansatz wirkt sich die Last stabilisierend oder destabilisierend auf das Stabilitätsverhalten aus. Anhand der neun Symbol-Kontrollfelder kann festgelegt werden, an welcher Stelle des Profils die Last wirkt. Der aktuelle Punkt wird in der Querschnittsskizze rot gekennzeichnet.

Belastungsermittlung

Die für die Wölbkraftanalyse angesetzten Belastungen basieren auf den Ergebnissen von RFEM bzw. RSTAB. Dabei werden die Stabverformungen benutzt, um die Momentenverläufe und daraus wiederum die Lasten zu bestimmen. Daher ist bei der Definition der Randbedingungen in Maske 1.8 darauf zu achten, dass das herausgelöste Stabsatzmodell den Gegebenheiten des RFEM/RSTAB-Modells entspricht. Werden beispielsweise Verdrehungen für einen Knoten freigegeben, die im Modell durch eine angeschlossene Diagonale eingeschränkt sind, sind unterschiedliche Schnittgrößenverläufe in RFEM bzw. RSTAB und RF-/MAST die Folge.



Folgender Fachbeitrag beschreibt, wie die Belastung für Wölbkrafttorsion ermittelt wird:
<https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001417>

7.2.1.6 Plastizität

Dieses Register ermöglicht Einstellungen zur erweiterten plastischen Analyse der Querschnitte. Die Einträge sind zugänglich, wenn das Zusatzmodul **RF-/STAHL Plastizität** lizenziert ist.

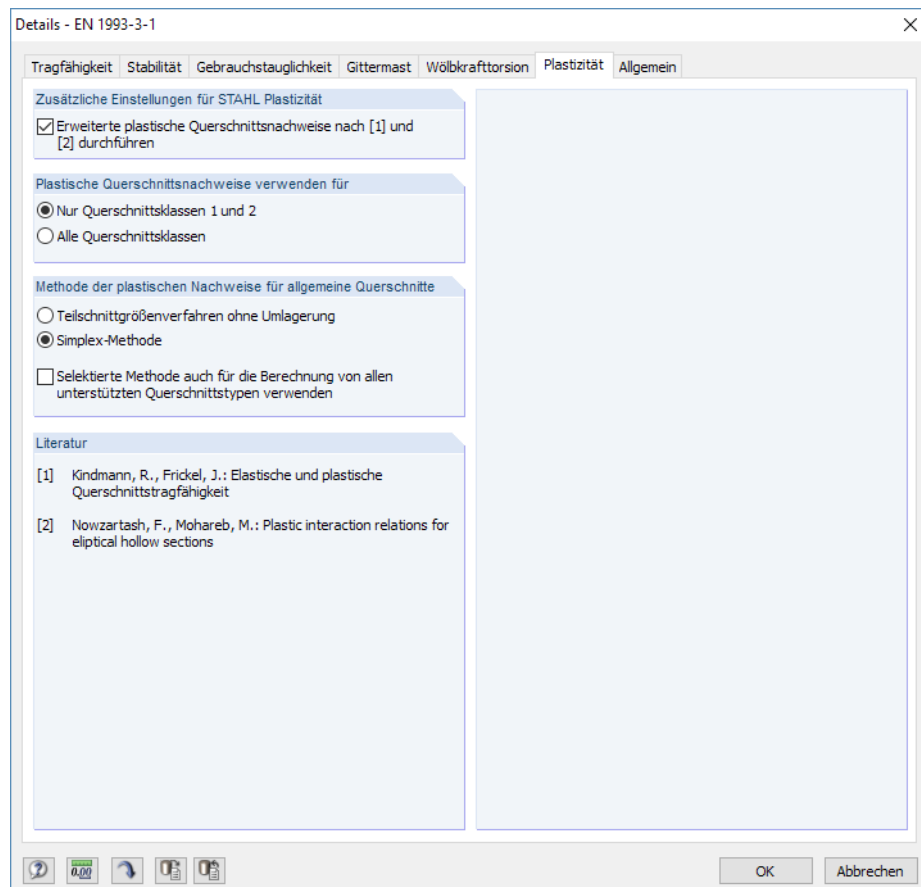


Bild 7.39: Dialog *Details*, Register *Plastizität*

Bei der Querschnittsbemessung nach dem Nachweisverfahren Elastisch-Plastisch wird für die Berechnung der Beanspruchungen S_d linearelastisches Werkstoffverhalten, für die Berechnung der Beanspruchbarkeiten R_d linearelastisch-idealplastisches Werkstoffverhalten angenommen. Damit werden die Reserven des Querschnitts genutzt, jedoch die ggf. vorhandenen plastischen Reserven des Systems nicht berücksichtigt. Beim Erreichen der Grenzschnittgrößen im vollplastischen Zustand stellt sich der Grenzzustand der Tragfähigkeit ein.

Soll RF-/MAST *Erweiterte plastische Querschnittsnachweise nach [1] und [2]* durchführen, ist das Kontrollfeld anzuhaken. Damit werden die übrigen Abschnitte zugänglich.



Eine ausführliche Beschreibung der plastischen Querschnittsnachweise finden Sie im Handbuch zum Programm [RF-/STAHL Plastisch](#) auf unserer Website.

7.2.1.7 Allgemein

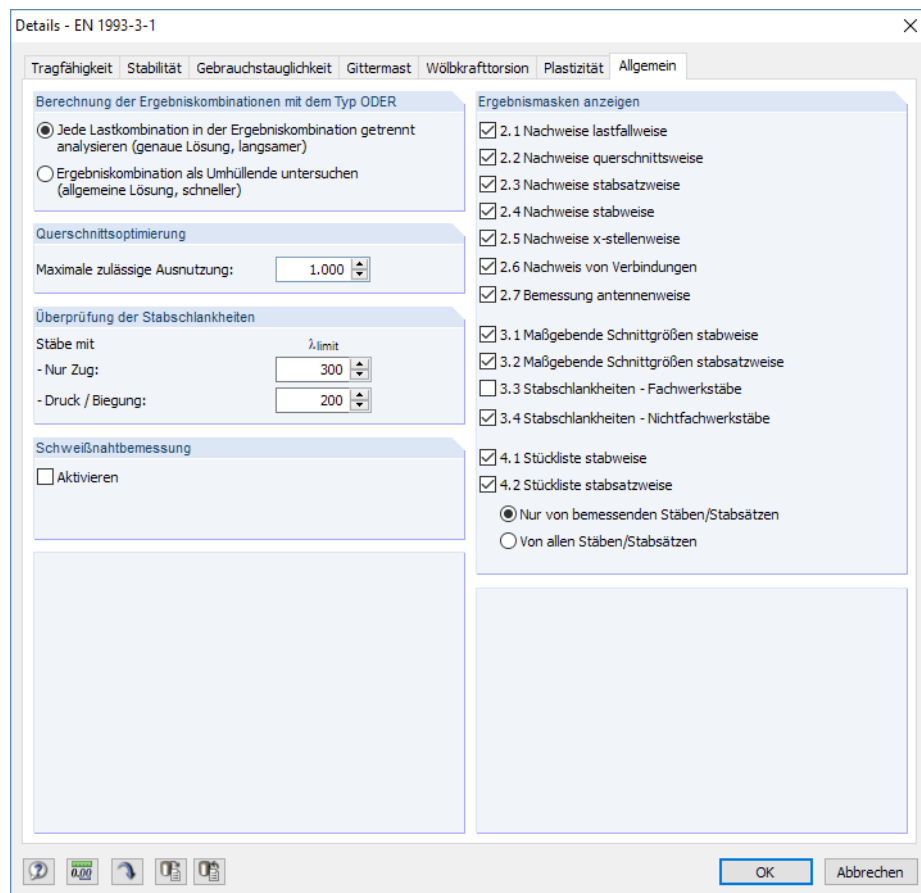


Bild 7.40: Dialog *Details*, Register *Allgemein*

Berechnung der Ergebniskombinationen mit dem Typ ODER

Bei der automatischen Bildung von Kombinationen entstehen meist viele Lastkombinationen (LK). Diese werden in der Regel in einer Ergebniskombination (EK) als alternativ wirkend in einer ‚Oder‘-Verknüpfung zusammengefasst, die die Umhüllende liefert: LK1/s o LK2/s o LK3/s o LK4/s etc. Für die Bemessung dieser Ergebniskombinationen bestehen in RF-/MAST zwei Möglichkeiten.

Die Lastanteile der enthaltenen Kombinationen lassen sich *getrennt analysieren*. Damit werden die idealen Biegedrillknickmomente für jede Konstellation separat ermittelt und die Nachweise entsprechend geführt. Dieser Ansatz liefert die exakten Ergebnisse. Er ist jedoch mit einem hohen Rechen- und Zeitaufwand verbunden.

Alternativ lässt sich die *Ergebniskombination als Umhüllende untersuchen*. Diese Berechnung läuft wesentlich schneller ab, da RF-/MAST jeweils nur die Extremwerte mit den zugehörigen Schnittgrößen für die Bemessung verwendet. Das Ergebnis kann aber auf der unsicheren Seite liegen, wenn in der EK eine Kombination existiert, bei der mehrere Schnittgrößen (z. B. N und M_y) zugleich knapp unter den Extremwerten liegen.

Querschnittsoptimierung

Als Ziel der Optimierung ist eine maximale Ausnutzung von 100 % voreingestellt. Im Eingabefeld kann ggf. eine andere Obergrenze festgelegt werden.

Überprüfung der Stabschlankheiten

Die beiden Eingabefelder regeln die Grenzwerte λ_{limit} für die Kontrolle der Stabschlankheiten. Es sind separate Vorgaben für Stäbe mit reinen Zugkräften und für Stäbe mit Biegung und Druck möglich.

Der Vergleich der Grenzwerte mit den tatsächlichen Stabschlankheiten erfolgt in Maske 3.3. Diese Ergebnismaske ist nach der Berechnung verfügbar (siehe [Kapitel 7.3.11, Seite 132](#)), wenn das entsprechende Häkchen im Abschnitt *Ergebnismasken anzeigen* gesetzt ist.

Schweißnahtbemessung

Das Kontrollfeld steuert, ob im Zuge der Bemessung auch Schweißnahtnachweise erfolgen. Dabei werden die typischen Nachweise nach EN 1993-1-8 [13] geführt. Die Ergebnisse sind nach der Bemessung unter den Querschnittsnachweisen zu finden (siehe Beitrag in der [Knowledge Base](#) auf unserer Website).

Ergebnismasken anzeigen

Hier kann ausgewählt werden, welche Ergebnistabellen einschließlich Stückliste angezeigt werden sollen. Die Masken sind im [Kapitel 7.3](#) beschrieben.

Die Maske 3.3 *Stabschlankheiten* ist standardmäßig deaktiviert.

7.2.2 Start der Berechnung

Berechnung

In jeder Eingabemaske des Moduls RF-/MAST Bemessung kann die [Berechnung] über die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden.

RF-/MAST sucht nach den Ergebnissen der zu bemessenden Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen. Werden diese nicht gefunden, startet zunächst die RFEM- bzw. RSTAB-Berechnung zur Ermittlung der bemessungsrelevanten Schnittgrößen.

Die Berechnung kann auch in der Oberfläche von RFEM bzw. RSTAB gestartet werden: Im Dialog *Zu berechnen* (Menü **Berechnung** → **Zu berechnen**) sind die Bemessungsfälle der Zusatzmodule wie Lastfälle oder Lastkombinationen aufgelistet.

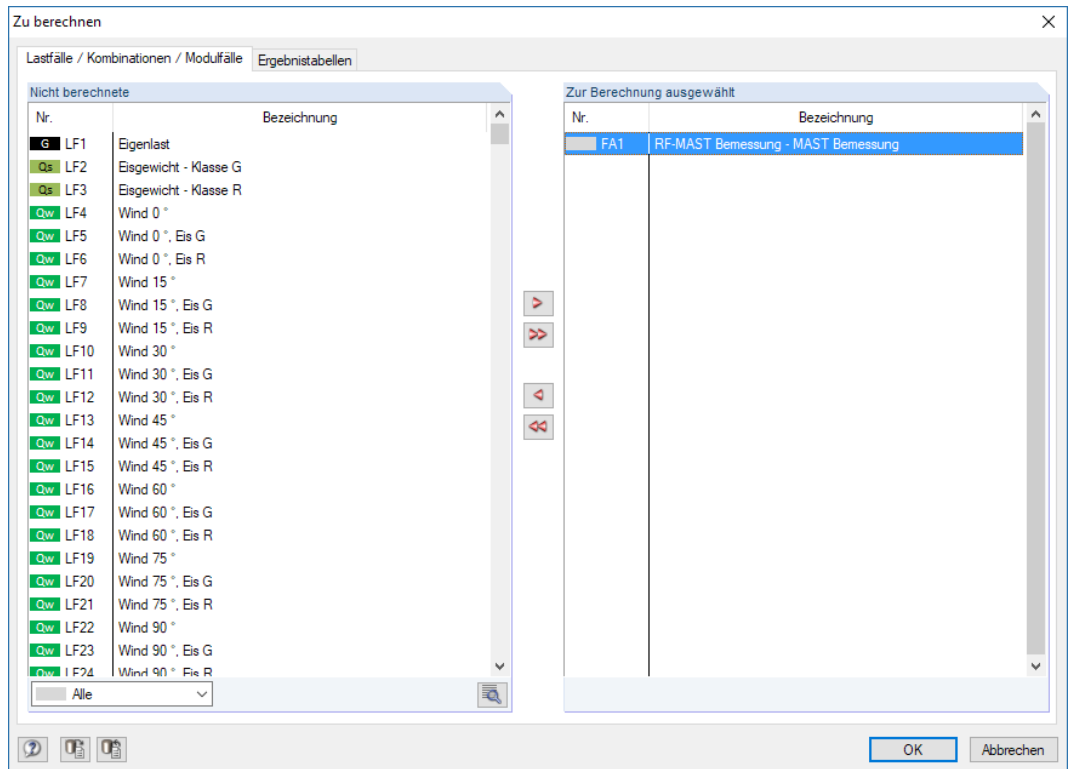
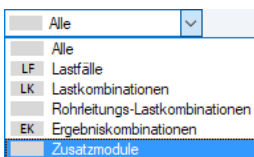


Bild 7.41: Dialog *Zu berechnen*



Falls die RF-/MAST-Fälle in der Liste *Nicht berechnete* fehlen, ist die Selektion am Ende der Liste auf *Alle* oder *Zusatzmodule* zu ändern.

Mit der Schaltfläche werden die selektierten RF-/MAST-Fälle in die rechte Liste übergeben. [OK] startet dann die Berechnung.



Ein Bemessungsfall kann auch über die Liste der Symbolleiste direkt berechnet werden: Stellen Sie den RF-/MAST-Fall ein und klicken dann die Schaltfläche [Ergebnisse anzeigen] an.



Bild 7.42: Direkte Berechnung eines RF-/MAST-Bemessungsfalls in RFEM

Der Ablauf der Bemessung kann anschließend in einem Dialog verfolgt werden.

7.3 Ergebnisse

Unmittelbar nach der Berechnung erscheint die Maske *2.1 Nachweise lastfallweise*.

Die Nachweise sind in den Ergebnismasken 2.1 bis 2.7 nach verschiedenen Kriterien sortiert.

Die Masken 3.1 und 3.2 listen die maßgebenden Schnittgrößen auf; die Masken 3.3 und 3.4 geben Aufschluss über die Stabschlankheiten.

In den Masken 4.1 und 4.2 werden die Stücklisten stab- und stabsatzbezogen ausgegeben.

7.3.1 Nachweise lastfallweise

2.1 Nachweise lastfallweise

Belastung	A	B	C	D	E	F	G
	Bezeichnung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Nachweis Ausnutzung		Nachweis nach Formel	BS
Tragfähigkeitsnachweise							
LK74	1.35G + 0.75Qs1 + 1.5Qw1	269	0.000	0.82	≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung	ST+V
LK76	1.35G + 0.75Qs1 + 1.5Qw2	269	0.000	0.82	≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung	ST+V
LK220	1.35G + 1.5Qs1 + 0.9Qw1	259	1.740	1.06	> 1	CS262) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - K1	ST+V
LK221	1.35G + 1.5Qs2 + 0.9Qw1	269	0.000	0.67	≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung	ST+V
Gebrauchstauglichkeitsnachweise							
LK437	G + 0.5Qs1 + Qw1	545	0.000	0.60	≤ 1	SE411) Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - z-Richtung, Kr1	GC
LK439	G + 0.5Qs1 + Qw2	542	1.500	0.39	≤ 1	451) Gebrauchstauglichkeit - Antennenverdrehung	GC

Max: 1.06 > 1

Zwischenwerte - Stab 269 - x: 0.000 m - LK74

- Materialwerte - Baustahl S 235 | EN 10025-2:2004-11
- Querschnittswerte - L 80x80x10 | EN 10056-1:1998
- Bemessungsschnittgrößen
- Querschnittsklassifizierung - Klasse 3
- Stabtyp - Primäre horizontale Ausfachung
- Nachweis

	SP-Nr.	2	
Maßgebender Spannungspunkt			
Moment	M _{u,Ed}	-3.02	kNm
Flächenträgheitsmoment	I _u	139.00	cm ⁴
Spannungspunktcoordinate	y _{SP}	-56.6	mm
Normalspannung infolge M _u	σ _{x,Mu,Ed}	122.99	N/mm ²
Moment	M _{v,Ed}	-0.91	kNm
Flächenträgheitsmoment	I _v	36.40	cm ⁴
Spannungspunktcoordinate	u _{SP}	23.5	mm
Normalspannung infolge M _v	σ _{x,Mv,Ed}	58.93	N/mm ²
Normalspannung	σ _{x,Ed}	181.97	N/mm ²
Querkraft	V _{v,Ed}	1.24	kN
Statisches Moment	S _u	0.00	cm ³
Dicke	t	10.0	mm
Schubspannung	τ _{v,v,Ed}	0.00	N/mm ²
Querkraft	V _{u,Ed}	0.34	kN
Statisches Moment	S _v	0.00	cm ³

Bild 7.43: Maske 2.1 Nachweise lastfallweise



Der obere Teil der Maske bietet eine nach Lastfällen, Last- und Ergebniskombinationen geordnete Zusammenfassung der maßgebenden Nachweise. Die Liste ist zudem in Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise untergliedert.

Der untere Teil enthält detaillierte Angaben zu den Querschnittswerten, Bemessungsschnittgrößen und Nachweisparametern des Lastfalls, der im oberen Teil markiert ist.

Bezeichnung

Zur Information werden die Bezeichnungen der Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen angezeigt, für die die Nachweise geführt wurden.

Stab Nr.

Es wird jeweils die Nummer des Stabes angegeben, der die höchste Ausnutzung für die bemessene Einwirkung aufweist.

Stelle x

An dieser x-Stelle des Stabes liegt jeweils die maximale Ausnutzung vor. Für die tabellarische Ausgabe werden folgende Stabstellen x verwertet:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß eventuell vorgegebener Stabteilung (siehe RFEM-Tabelle 1.16 bzw. RSTAB-Tabelle 1.6)
- Stabteilung gemäß Vorgabe für Stabergebnisse (RFEM/RSTAB-Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*)
- Extremwerte der Schnittgrößen

Nachweis

Max: 0.96 ≤ 1

In den Spalten D und E werden die Nachweisbedingungen gemäß [1], [2] oder [3] ausgegeben.

Die Länge des farbigen Balkens stellt die jeweilige Ausnutzung in grafischer Form dar.

Nachweis nach Formel

Diese Spalte listet die Gleichungen der Norm auf, mit denen die Nachweise geführt wurden.

BS

Die Spalte G gibt Aufschluss über die nachweisrelevanten Bemessungssituationen (BS): *ST+V* bzw. *AU* für Tragfähigkeit oder eine der drei Bemessungssituationen für Gebrauchstauglichkeit (*GC, GH, GQ*) gemäß Vorgabe in Maske 1.1 *Basisangaben* (siehe Bild 7.5, Seite 89).

7.3.2 Nachweise querschnittsweise

2.2 Nachweise querschnittsweise

Quersch. Nr.	A Stab Nr.	B Stelle x [m]	C Belastung	D Nachweis Ausnutzung	E	F Nachweis nach Formel
	551	0.004	LK74	0.14	≤ 1	ST315) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)
4	L 50x50x6 EN 10056-1:1998					
	220	0.000	LK220	0.00	≤ 1	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	56	0.000	LK74	0.07	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	60	1.708	LK74	0.04	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	277	0.000	LK220	0.16	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um u-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	220	0.984	LK220	0.05	≤ 1	CS117) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	263	0.000	LK220	0.03	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse v nach 6.2.6
	263	0.435	LK220	0.02	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse v nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4

Max: 1.06 > 1

Zwischenwerte - Stab 277 - x: 0.000 m - LK220

Querschnittsklassifizierung - Klasse 3

Spannung	σ	-38.61	N/mm ²	< 0	Druck
Schenkelhöhe	h	50.0	mm		Tab. 5.2
Schenkelbreite	b	50.0	mm		Tab. 5.2
Länge des c/t-Querschnittsteils	c	37.0	mm		Tab. 5.2
Schenkeldicke	t	6.0	mm		Tab. 5.2
Materialbeiwert	s	1.000			Tab. 5.2
Max. c/t-Verhältnis - Klasse 3	$\lambda_{3,a}$	14.000			Tab. 5.2
Max. h/t-Verhältnis - Klasse 3	$\lambda_{3,b}$	15.000			Tab. 5.2
Max. (b+h)/2t-Verhältnis - Klasse 3	$\lambda_{3,c}$	11.500			Tab. 5.2
c/t-Verhältnis	c/t	6.167		≤ $\lambda_{3,a}$	Tab. 5.2
h/t-Verhältnis	h/t	8.333		≤ $\lambda_{3,b}$	Tab. 5.2
(b+h)/2t-Verhältnis	(b+h)/2t	8.333		≤ $\lambda_{3,c}$	Tab. 5.2
Querschnittsklasse	Klasse	3			

Stabtyp - Innere Aufschichtung

Nachweis

Moment	$M_{u,Ed}$	0.22	kNm		
Elastisches Widerstandsmoment	$W_{el,u,min}$	5.74	cm ³		
Streckgrenze	f_y	235.00	N/mm ²		3.2.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{MO}	1.000			6.1
Momentenbeanspruchbarkeit	$M_{el,u,Rd}$	1.35	kNm		Gl. (6.14)
Momentenbeanspruchbarkeit	$M_{c,u,Rd}$	1.35	kNm		

Bild 7.44: Maske 2.2 Nachweise querschnittsweise

Diese Maske listet die maximalen Ausnutzungen aller zur Bemessung gewählten Stäbe und Einwirkungen nach Querschnitten sortiert auf. Die Ergebnisse sind jeweils nach Querschnitts-, Stabilitäts- und Gebrauchstauglichkeitsnachweisen geordnet.

Liegt eine Voute vor, so werden die Querschnitte des Stabanfangs und -endes separat aufgelistet.

7.3.3 Nachweise stabsatzweise

2.3 Nachweise stabsatzweise

Stabsatz Nr.	A Stab Nr.	B Stelle x [m]	C Belastung	D Nachweis Ausnutzung	E	F Nachweis nach Formel
3	Aufsatzrohr (Stab Nr. 545,547,548,546,549)					
	545	1.000	LK221	0.00	≤ 1	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	549	2.000	LK220	0.02	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	545	1.500	LK74	0.04	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	548	0.500	LK74	0.03	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	548	0.000	LK74	0.01	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	548	0.500	LK74	0.04	≤ 1	CS128) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6
	545	1.500	LK74	0.04	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	547	1.000	LK74	0.07	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	545	4.000	LK74	0.26	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1

Max: 0.80 ≤ 1

Zwischenwerte - Stab 545 - x: 4.000 m - LK74

- Materialwerte - Baustahl S 235 | EN 10025-2:2004-11
- Querschnittswerte - RO 76.1x4.0 | EN 10210-2:2006
- Bemessungsschnittgrößen
- Querschnittsklassifizierung - Klasse 1
- Stabtyp - Eckstiel
- Nachweis

Moment	$M_{y,Ed}$	1.28	kNm	
Plastisches Widerstandsmoment	$W_{pl,y}$	20.80	cm ³	
Streckgrenze	f_y	235.00	N/mm ²	3.2.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M0}	1.000		6.1
Momentenbeanspruchbarkeit	$M_{pl,y,Rd}$	4.89	kNm	Gl. (6.13)
Querkraft	$V_{z,Ed}$	0.64	kN	
Wirksame Schubfläche	$A_{v,z}$	5.77	cm ²	6.2.6(3)
Querkraftbeanspruchbarkeit	$V_{pl,z,Rd}$	78.26	kN	Gl. (6.18)
Kriterium $V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	v_z	0.008		≤ 0.5 6.2.10(2)
Normalkraft	N_{Ed}	-0.92	kN	
Querschnittsfläche	A	9.06	cm ²	
Normalkraftbeanspruchbarkeit	$N_{pl,Rd}$	212.91	kN	Gl. (6.6)
Momentenbeanspruchbarkeit	$M_{N,pl,y,Rd}$	4.89	kNm	ONORM B 1993-1-1
Nachweis Komponente für M_y	η_{My}	0.26		≤ 1 (6.31)
Nachweis	η	0.26		≤ 1 (ONORM B 1993-1-1)

Bild 7.45: Maske 2.3 Nachweise stabsatzweise

Diese Ergebnismaske wird angezeigt, wenn mindestens ein Stabsatz zur Bemessung ausgewählt wurde. Die maximalen Ausnutzungen sind hier nach Stabsätzen geordnet aufgelistet.

In Spalte *Stab Nr.* wird die Nummer des Stabes im Stabsatz angegeben, der jeweils die höchste Ausnutzung für die einzelnen Bemessungskriterien aufweist.

Bei der stabsatzweisen Ausgabe liegt der Nachweis übersichtlich für eine Baugruppe vor (z. B. einen Bühnenträger).

7.3.4 Nachweise stabweise

2.4 Nachweise stabweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Belastung	C Nachweis Ausnutzung	D	E Nachweis nach Formel
270	Querschnitt Nr. 3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998				
	2.405	LK220	0.03 ≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3	
	1.443	LK220	0.07 ≤ 1	CS205) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse, Quer- und Normkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3	
271	Querschnitt Nr. 3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998				
	0.000	LK220	0.32 ≤ 1	CS131) Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7	
	0.000	LK220	0.03 ≤ 1	CS132) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)	
	0.481	LK220	0.33 ≤ 1	CS133) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)	
	0.000	LK220	0.01 ≤ 1	CS137) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)	
	0.481	LK220	0.32 ≤ 1	CS138) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)	

Max: 1.06 > 1

Zwischenwerte - Stab 271 - x: 0.481 m - LK220

- Materialwerte - Baustahl S 235 | EN 10025-2:2004-11
- Querschnittswerte - L 80x80x10 | EN 10056-1:1998
- Bemessungsschnittgrößen
- Querschnittsklassifizierung - Klasse 3
- Stabtyp - Primäre horizontale Ausfachung

Nachweis	Wert	Einheit	Limit
Querkraft	V _{v,Ed}	1.45 kN	
Statisches Flächenmoment	S _u	19.89 cm ³	
Flächenträgheitsmoment	I _u	139.00 cm ⁴	
Blechdicke	t	10.0 mm	
Schubspannung	τ _{v,v,Ed}	2.07 N/mm ²	Gl. (6.20)
Torsionsmoment	T _{Ed}	0.21 kNm	
Torsionsträgheitsmoment	I _t	5.00 cm ⁴	
Blechdicke	t	10.0 mm	
Schubspannung	τ _{t,Ed}	42.92 N/mm ²	
Schubspannung	τ _{v,v,t,Ed}	44.99 N/mm ²	
Streckgrenze	f _y	235.00 N/mm ²	3.2.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{M0}	1.000	6.1
Schubspannungsbeanspruchbarkeit	τ _{Rd}	135.68 N/mm ²	
Nachweis	η	0.33	≤ 1

Bild 7.46: Maske 2.4 Nachweise stabweise

Diese Ergebnismaske präsentiert die maximalen Ausnutzungen für die einzelnen Nachweise nach Stabnummern geordnet. Die Spalten sind im Kapitel 7.3.1 ab Seite 124 erläutert.

7.3.5 Nachweise x-stellenweise

2.5 Nachweise x-stellenweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Belastung	C Nachweis Ausnutzung	D	E Nachweis nach Formel
259	Querschnitt Nr. 4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998				
	0.000	LK220	0.45 ≤ 1	CS131) Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7	
	0.000	LK220	0.05 ≤ 1	CS132) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)	
	0.000	LK74	0.39 ≤ 1	CS133) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)	
	0.000	LK220	0.02 ≤ 1	CS137) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)	
	0.000	LK74	0.37 ≤ 1	CS138) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)	
	0.435	LK220	0.45 ≤ 1	CS131) Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7	
	0.435	LK220	0.47 ≤ 1	CS133) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)	
	0.435	LK220	0.46 ≤ 1	CS138) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)	
	0.435	LK220	0.45 ≤ 1	CS267) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3	

Max: 1.06 > 1

Zwischenwerte - Stab 259 - x: 0.000 m - LK220

- Materialwerte - Baustahl S 235 | EN 10025-2:2004-11
- Querschnittswerte - L 50x50x6 | EN 10056-1:1998
- Bemessungsschnittgrößen
- Querschnittsklassifizierung - kein Druck
- Stabtyp - Primäre horizontale Ausfachung

Nachweis	Wert	Einheit	Limit
Normalkraft	N _{Ed}	0.01 kN	
Querkraft	V _{u,Ed}	0.33 kN	
Querkraft	V _{v,Ed}	-0.87 kN	
Torsionsmoment	T _{Ed}	0.07 kNm	
Moment	M _{u,Ed}	0.00 kNm	
Moment	M _{v,Ed}	0.00 kNm	
Spannung	σ	0.02 N/mm ²	> 0 Zug
Torsionsmoment	T _{Ed}	0.07 kNm	
Torsionsträgheitsmoment	I _t	0.68 cm ⁴	
Maßgebende Dicke für St. Venantsche Torsion	t _{St. Venant}	6.0 mm	
Schubspannung	τ _{t,Ed}	60.72 N/mm ²	
Streckgrenze	f _y	235.00 N/mm ²	3.2.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{M0}	1.000	6.1
Schubspannungsbeanspruchbarkeit	τ _{Rd}	135.68 N/mm ²	
Nachweis	η	0.45	≤ 1 (6.23)

Bild 7.47: Maske 2.5 Nachweise x-stellenweise

Diese Ergebnismaske listet die Maxima für jeden Stab an sämtlichen Stellen x auf, die sich aus den Teilungspunkten von RFEM bzw. RSTAB ergeben:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß eventuell vorgegebener Stabteilung (siehe RFEM-Tabelle 1.16 bzw. RSTAB-Tabelle 1.6)
- Stabteilung gemäß Vorgabe für Stabergebnisse (RFEM/RSTAB-Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*)
- Extremwerte der Schnittgrößen

7.3.6 Anschlussbemessung

2.6 Anschlussbemessung

Stab Nr.	A	B	C	D	E
Stelle x [m]	Belastung	Nachweis	Nachweis nach Formel		
83	Querschnitt Nr. 4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998				
0.000	LK74	0.14	≤ 1	JO391	Verbindungsnachweis - Schubbeanspruchbarkeit
0.000	LK74	0.22	≤ 1	JO392	Verbindungsnachweis - Lochleibungswiderstand
0.000	LK74	0.10	≤ 1	JO394	Verbindungsnachweis - Zugbeanspruchbarkeit des Nettoquerschnitts
253	Querschnitt Nr. 4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998				
1.740	LK74	0.07	≤ 1	JO391	Verbindungsnachweis - Schubbeanspruchbarkeit
1.740	LK74	0.11	≤ 1	JO392	Verbindungsnachweis - Lochleibungswiderstand
314	Querschnitt Nr. 7 - L 50x50x5 EN 10056-1:1998				

Max: 0.22 ≤ 1

Zwischenwerte - Stab 83 - x: 0.000 m - LK74

- Materialwerte - Baustahl S 235 | EN 10025-2:2004-11
- Querschnittswerte - L 50x50x6 | EN 10056-1:1998
- Bemessungsschnittgrößen

Normalkraft	N_{Ed}	2.98	kN	
Querkraft	$V_{u,Ed}$	0.01	kN	
Querkraft	$V_{v,Ed}$	-0.02	kN	
Torsionsmoment	T_{Ed}	0.00	kNm	
Moment	$M_{u,Ed}$	0.00	kNm	
Moment	$M_{v,Ed}$	0.00	kNm	
- Stabtyp - Kreuzausfachung
- Nachweis

Bemessungswert des Gleitwiderstandes je Schraube im Grenzzustand	$F_{v,Ed}$	2.98	kN	
Faktor	α_v	0.600		EN 1993-1-8, Tab. 3.4
Bruttoquerschnittsfläche der Schraube	A	1.13	cm ²	
Zugfestigkeit der Schraube	f_{ub}	400.00	N/mm ²	EN 1993-1-8, Tab. 3.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M2}	1.250		6.1
Bemessungswert der Abschertragfähigkeit je Schraube	$F_{v,Rd}$	21.70	kN	EN 1993-1-8, Tab. 3.4
Nachweis	η	0.14	≤ 1	

Bild 7.48: Maske 2.6 Anschlussbemessung

Diese Ergebnismaske wird angezeigt, wenn in Maske 1.14 *Parameter - Stäbe* mindestens ein Stab für die Anschlussbemessung ausgewählt wurde (siehe Bild 7.33, Seite 112). Die diversen Nachweise der Verbindung sind hier nach Stäben geordnet aufgelistet.

Im Abschnitt *Einstellungen* sind die Details des Nachweises einsehbar, der in der oberen Tabelle selektiert ist.

7.3.7 Nachweise antennenweise

2.7 Nachweis antennenweise

Antenne Nr.	A	B	C	D	E	F
Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Nachweis Ausnutzung	Nachweis nach Formel		
1	1 Bosh PE 2-6.7/2P-XPD					
	542	1.500	LK437	0.32	≤ 1	451) Gebrauchstauglichkeit - Antennenverdrrehung
	542	1.500	LK439	0.39	≤ 1	451) Gebrauchstauglichkeit - Antennenverdrrehung
2	2 Bosh PE 2-6.7/2P-XPD					
	536	2.000	LK437	0.18	≤ 1	451) Gebrauchstauglichkeit - Antennenverdrrehung
	536	2.000	LK439	0.14	≤ 1	451) Gebrauchstauglichkeit - Antennenverdrrehung
3	3 Andrew HSX4 1.2/2P (R)					
	530	1.000	LK437	0.16	≤ 1	451) Gebrauchstauglichkeit - Antennenverdrrehung

Max: 0.39 ≤ 1

Zwischenwerte - Stab 542 - x: 1.500 m -
 Materialwerte - Baustahl S 355 | EN 10025-2:2004-11
 Querschnittswerte - Rohr 48.3/3.2
 Verformungen

Richtung	w	mm
Richtung x	w _x	3.6
Richtung y	w _y	-0.2
Richtung z	w _z	-15.6

Nachweis

Nachweis	α	°	φ	°	φ _{max}	°	η	≤
Ausrichtung Norden	0.00	°						
Verdrrehungen des Verbindungspunktes	φ _x	-0.02	°					
Verdrrehungen des Verbindungspunktes	φ _y	-0.26	°					
Verdrrehungen des Verbindungspunktes	φ _z	0.00	°					
Resultierende Verdrrehung	φ	0.26	°					
Max. Antennenverdrrehung	φ _{max}	0.80	°					
Nachweis	η	0.32						≤ 1

32 - Rohr 48.3/3.2

Bild 7.49: Maske 2.7 Nachweise antennenweise

Details...

Diese Ergebnismaske erscheint, wenn im Dialog *Details*, Register *Gebrauchstauglichkeit* der Nachweis der Drehrichtung von Antennen aktiviert (siehe Bild 7.36, Seite 117) und in Maske 1.10.2 *Gebrauchstauglichkeit von Antennen* Objekte für den Nachweis ausgewählt wurden (siehe Bild 7.27, Seite 108).

Die Nachweise der maximalen Verformungen werden nach Antennen geordnet ausgegeben.

7.3.8 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

3.1 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Belastung	C		D		E			F			G			H			I Bemessung nach Gleichung
			N _{Ed}	V _{y/z,Ed}	Kräfte [kN] V _{y/z,Ed}	T _{Ed}	Momente [kNm] M _{y/z,Ed}	T _{Ed}	M _{y/z,Ed}	M _{y/z,Ed}	M _{y/z,Ed}	M _{y/z,Ed}	M _{y/z,Ed}	M _{y/z,Ed}	M _{y/z,Ed}				
7	Querschnitt Nr. 2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998																		
	2.006	LK74	-29.73		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		-0.01			CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4	
8	Querschnitt Nr. 2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998																		
	2.007	LK74	-34.08		-0.01		-0.05		0.01		-0.09		0.01		0.01			CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4	
	2.007	LK74	-34.08		-0.01		-0.05		0.01		-0.09		0.01		0.01			CS185) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft	
9	Querschnitt Nr. 2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998																		
	1.876	LK74	-37.37		0.01		-0.07		-0.01		-0.04		-0.02		0.01			CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4	
	0.000	LK74	-37.31		0.02		-0.07		-0.01		0.09		0.01		0.01			CS185) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft	
	1.407	LK74	-37.36		0.01		-0.07		-0.01		0.00		-0.01		0.01			CS205) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse, Quer- und Normalkraft	
	1.876	LK76	-26.99		0.01		-0.06		-0.01		-0.03		-0.01		0.01			CS225) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft	
	1.876	LK74	-37.37		0.01		-0.07		-0.01		-0.04		-0.02		0.01			ST306) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6	
	1.876	LK74	-37.37		0.01		-0.07		-0.01		-0.04		-0.02		0.01			ST312) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um v-Achse nach 6	
	1.876	LK74	-37.37		0.01		-0.07		-0.01		-0.04		-0.02		0.01			ST316) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6	
10	Querschnitt Nr. 2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998																		
	2.138	LK74	-37.28		-0.02		-0.01		-0.01		-0.06		0.01		0.01			CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4	
	2.138	LK74	-37.28		-0.02		-0.01		-0.01		-0.06		0.01		0.01			CS185) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft	
	0.000	LK76	-26.88		-0.01		-0.01		-0.01		-0.03		-0.01		0.01			CS225) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft	
	2.138	LK74	-37.28		-0.02		-0.01		-0.01		-0.06		0.01		0.01			ST306) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6	
	2.138	LK74	-37.28		-0.02		-0.01		-0.01		-0.06		0.01		0.01			ST312) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um v-Achse nach 6	
	2.138	LK74	-37.28		-0.02		-0.01		-0.01		-0.06		0.01		0.01			ST316) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6	
11	Querschnitt Nr. 1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998																		
	1.860	LK74	-45.63		0.02		0.02		0.00		-0.03		-0.04		0.01			CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4	
	0.000	LK74	-45.52		0.03		0.02		0.00		-0.06		0.01		0.01			CS185) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft	
	1.860	LK74	-45.63		0.02		0.02		0.00		-0.03		-0.04		0.01			CS205) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse, Quer- und Normalkraft	
12	Querschnitt Nr. 1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998																		
	2.165	LK74	-45.61		-0.04		-0.01		0.00		-0.05		0.03		0.01			CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4	
	0.000	LK74	-45.48		-0.03		-0.01		0.00		-0.03		-0.04		0.01			CS205) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse, Quer- und Normalkraft	
	2.165	LK74	-45.61		-0.04		-0.01		0.00		-0.05		0.03		0.01			CS225) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft	

Bild 7.50: Maske 3.1 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

Diese Maske weist für jeden Stab die maßgebenden Schnittgrößen aus – die Schnittgrößen, die bei den einzelnen Nachweisen zur höchsten Ausnutzung führen.

Stelle x

An dieser x-Stelle des Stabes liegt jeweils die maximale Ausnutzung vor.

Lastfall

In dieser Spalte sind die Nummern des Lastfalls bzw. der Last- oder Ergebniskombination angegeben, deren Schnittgrößen zur höchsten Ausnutzung führen.

Kräfte / Momente

Es werden für jeden Stab die Normal- und Querkkräfte sowie Torsions- und Biegemomente ausgewiesen, die bei den einzelnen Querschnitts-, Stabilitäts- und Gebrauchstauglichkeitsnachweisen zur höchsten Ausnutzung führen.

Bemessung nach Gleichung

Die letzte Spalte gibt Auskunft über die Nachweisarten und Bemessungsformeln, mit denen die Nachweise nach [1], [2] oder [3] geführt wurden.

7.3.9 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

Stabsatz Nr.	A		B	C	D		E	F		G		H	I
	Stelle x [m]	Belastung		N_{Ed}	Kräfte [kN] $V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	T_{Ed}	Momente [kNm] $M_{y,Ed}$		$M_{z,Ed}$	Bemessung nach Gleichung		
1	(Stab Nr. 498-501)												
	0.422	LK76		0.02	0.01	0.03	0.00	0.11	-0.01	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen			
	0.843	LK220		0.03	0.01	0.00	0.00	0.16	-0.01	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - I			
	0.843	LK220		0.03	0.01	0.00	0.00	0.16	-0.01	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5			
2	(Stab Nr. 442-447)												
	0.000	LK220		-0.09	0.02	-0.02	0.00	0.13	0.00	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen			
3	Aufsatzrohr (Stab Nr. 545,547,548,546,549)												
	1.500	LK220		-0.09	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen			
	2.000	LK220		-1.01	-0.03	0.34	0.05	1.29	0.24	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4			
	0.000	LK74		-0.24	-0.13	0.53	0.05	0.29	0.00	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - I			
	0.500	LK74		-0.26	-0.13	0.54	0.05	0.55	0.06	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6			
	0.000	LK74		-0.24	-0.13	0.53	0.05	0.29	0.00	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5			
	2.000	LK74		-0.76	-0.05	0.57	0.09	2.03	0.27	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.5			
	2.000	LK220		-1.01	-0.03	0.34	0.05	1.29	0.24	CS221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.5			
	1.500	LK74		-0.07	0.00	0.05	0.00	0.04	0.00	ER056) Das allgemeine Verfahren ist nur für I-Querschnitte verwen			
	2.000	LK437		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SE400) Gebrauchstauglichkeit - Keine bzw. sehr kleine Verformung			
	0.000	LK437		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SE411) Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination Charakte			
	0.000	LK437		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SE416) Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination Charakte			

Bild 7.51: Maske 3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

Diese Maske weist für jeden Stabsatz die Schnittgrößen aus, die bei den einzelnen Nachweisen zu den höchsten Ausnutzungen führen.

7.3.10 Stabschlankheiten - Fachwerkstäbe

3.3 Stabschlankheiten - Fachwerkstäbe

Stab Nr.	A		B	C	D	E		F	G	H		I
	Stabtyp		λ_{limit}	Länge L [m]	Starke Achse y/y ₀ k_{y/y_0}	Starke Achse y/y ₀ I_{y/y_0} [mm]	λ_{y/y_0}	Schwache Achse z/z ₀ k_{z/z_0}	Schwache Achse z/z ₀ I_{z/z_0} [mm]	λ_{z/z_0}		
7	Eckstiel		120.000	2.006	1.000	34.5	58.234	1.000	17.6			
8	Eckstiel		120.000	2.007	1.000	34.5	58.253	1.000	17.6			
9	Eckstiel		120.000	1.876	1.000	34.5	54.442	1.000	17.6			
10	Eckstiel		120.000	2.138	1.000	34.5	62.064	1.000	17.6			
11	Eckstiel		120.000	1.860	1.000	46.1	40.361	1.000	23.5			
12	Eckstiel		120.000	2.165	1.000	46.1	46.987	1.000	23.5			
15	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			
17	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			
18	Eckstiel		120.000	1.004	1.000	30.3	33.076	1.000	15.5			
19	Eckstiel		120.000	2.007	1.000	30.3	66.152	1.000	15.5			
20	Eckstiel		120.000	2.006	1.000	34.5	58.234	1.000	17.6			
21	Eckstiel		120.000	2.007	1.000	34.5	58.253	1.000	17.6			
22	Eckstiel		120.000	1.876	1.000	34.5	54.442	1.000	17.6			
23	Eckstiel		120.000	2.138	1.000	34.5	62.064	1.000	17.6			
24	Eckstiel		120.000	1.860	1.000	46.1	40.361	1.000	23.5			
25	Eckstiel		120.000	2.165	1.000	46.1	46.987	1.000	23.5			
26	Eckstiel		120.000	8.053	1.000	46.1	174.756	1.000	23.5			
27	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			
28	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			
29	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			
30	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			
31	Eckstiel		120.000	1.004	1.000	30.3	33.076	1.000	15.5			
32	Eckstiel		120.000	2.007	1.000	30.3	66.152	1.000	15.5			
33	Eckstiel		120.000	2.006	1.000	34.5	58.234	1.000	17.6			
34	Eckstiel		120.000	2.007	1.000	34.5	58.253	1.000	17.6			
35	Eckstiel		120.000	1.876	1.000	34.5	54.442	1.000	17.6			
36	Eckstiel		120.000	2.138	1.000	34.5	62.064	1.000	17.6			
37	Eckstiel		120.000	1.860	1.000	46.1	40.361	1.000	23.5			
38	Eckstiel		120.000	2.165	1.000	46.1	46.987	1.000	23.5			
39	Eckstiel		120.000	8.053	1.000	46.1	174.756	1.000	23.5			
40	Eckstiel		120.000	1.000	1.000	30.3	32.960	1.000	15.5			

Eckstielstäbe Primäre Ausfachungsstäbe Sekundäre Ausfachungsstäbe

Max λ_y : 174.756 > 120 ❌ Max λ_y : 167.876 ≤ 180 ✅ Max λ_y : 204.316 ≤ 250 ✅

Max λ_z : 342.545 > 120 ❌ Max λ_z : 327.316 > 180 ❌ Max λ_z : 398.365 > 250 ❌

Bild 7.52: Maske 3.3 Stabschlankheiten - Fachwerkstäbe

Details...

Diese Ergebnismaske wird angezeigt, wenn im Dialog *Details*, Register *Allgemein* das entsprechende Häkchen gesetzt ist (siehe Bild 7.40, Seite 121).

Details...

Die Tabelle listet die effektiven Schlankheitsgrade der bemessenen Fachwerkstäbe bzw. Balkenstäbe mit Momentengelenken auf. Die Schlankheitsgrade für beide Hauptachsenrichtungen werden in Abhängigkeit von der Lastart ermittelt. Am Ende der Liste findet sich ein Vergleich mit den Grenzwerten, die im Dialog *Details*, Register *Gittermast* definiert sind (siehe Bild 7.37, Seite 118).

Die Tabelle dient nur der Information. Es ist keine Stabilitätsbemessung der Schlankheiten vorgesehen.

7.3.11 Stabschlankheiten - Nichtfachwerkstäbe

3.4 Stabschlankheiten - Nichtfachwerkstäbe

Stab Nr.	Beanspruchung	Länge L [m]	Starke Achse y/u			Schwache Achse z/v		
			$k_{y u}$ [-]	$i_{y u}$ [mm]	$\lambda_{y u}$ [-]	$k_{z v}$ [-]	$i_{z v}$ [mm]	$\lambda_{z v}$ [-]
293	Druck / Biegung	0.500	1.000	63.2	7.906	1.000	39.3	12.716
294	Druck / Biegung	0.650	1.000	63.2	10.277	1.000	39.3	16.530
295	Druck / Biegung	0.070	1.000	63.2	1.107	1.000	39.3	1.780
296	Druck / Biegung	0.720	1.000	63.2	11.384	1.000	39.3	18.311
297	Druck / Biegung	0.500	1.000	63.2	7.906	1.000	39.3	12.716
298	Druck / Biegung	0.500	1.000	73.4	6.810	1.000	23.9	20.897
299	Druck / Biegung	0.720	1.000	73.4	9.807	1.000	23.9	30.091
300	Druck / Biegung	0.720	1.000	73.4	9.807	1.000	23.9	30.091
301	Druck / Biegung	0.500	1.000	73.4	6.810	1.000	23.9	20.897
302	Druck / Biegung	0.500	1.000	73.4	6.810	1.000	23.9	20.897
303	Druck / Biegung	0.720	1.000	73.4	9.807	1.000	23.9	30.091
304	Druck / Biegung	0.720	1.000	73.4	9.807	1.000	23.9	30.091
305	Druck / Biegung	0.500	1.000	73.4	6.810	1.000	23.9	20.897
306	Druck / Biegung	0.500	1.000	73.4	6.810	1.000	23.9	20.897
307	Druck / Biegung	0.720	1.000	73.4	9.807	1.000	23.9	30.091
308	Druck / Biegung	0.720	1.000	73.4	9.807	1.000	23.9	30.091
309	Druck / Biegung	0.500	1.000	73.4	6.810	1.000	23.9	20.897
310	Druck / Biegung	0.970	1.000	67.7	14.324	1.000	40.5	23.973
311	Druck / Biegung	0.250	1.000	67.7	3.692	1.000	40.5	6.179
312	Druck / Biegung	0.150	1.000	67.7	2.215	1.000	40.5	3.708
313	Druck / Biegung	1.318	1.000	19.0	69.202	1.000	9.7	135.327
314	Druck / Biegung	1.559	1.000	19.0	81.863	1.000	9.7	160.087
315	Druck / Biegung	1.559	1.000	19.0	81.863	1.000	9.7	160.087
316	Druck / Biegung	1.318	1.000	19.0	69.202	1.000	9.7	135.327
317	Druck / Biegung	0.450	1.000	33.1	13.597	1.000	10.7	42.166
318	Druck / Biegung	0.650	1.000	33.1	19.640	1.000	10.7	60.907
319	Druck / Biegung	0.450	1.000	33.1	13.597	1.000	10.7	42.166
328	Druck / Biegung	0.500	1.000	77.0	6.492	1.000	21.4	23.322
329	Druck / Biegung	0.111	1.000	77.0	1.447	1.000	21.4	5.198
330	Druck / Biegung	0.611	1.000	77.0	7.939	1.000	21.4	28.521

Stäbe mit Druck / Biegung:
 Max $\lambda_{y|u}$: 141.232 ≤ 200
 Max $\lambda_{z|v}$: 275.365 > 200

Bild 7.53: Maske 3.4 Stabschlankheiten - Nichtfachwerkstäbe

Details...

Die Tabelle listet die effektiven Schlankheitsgrade der bemessenen Nichtfachwerkstäbe für beide Hauptachsenrichtungen auf. Sie wurden in Abhängigkeit von der Lastart ermittelt. Am Ende der Liste findet sich ein Vergleich mit den Grenzwerten, die im Dialog *Details*, Register *Allgemein* definiert sind (siehe Bild 7.40, Seite 121).

Stäbe des Typs „Zugstab“ oder „Seil“ sind in dieser Tabelle ausgeblendet.

Auch diese Tabelle dient nur der Information. Es erfolgt keine Stabilitätsbemessung der Schlankheiten.

7.3.12 Stückliste stabweise

Abschließend erscheint eine Bilanz der im Bemessungsfall behandelten Querschnitte.

4.1 Stückliste stabweise

Position Nr.	A Querschnitt Bezeichnung	B Anzahl Stäbe	C Länge [m]	D Gesamtlänge [m]	E Oberfläche [m ²]	F Volumen [m ³]	G Quers.-Masse [kg/m]	H Masse [kg]	I Gesamtmasse [t]
1	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	8	2.01	16.05	5.63	0.02	12.17	24.41	0.195
2	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	1.88	7.50	2.63	0.01	12.17	22.82	0.091
3	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	4	2.14	8.55	3.00	0.01	12.17	26.02	0.104
4	1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998	4	1.86	7.44	3.49	0.02	21.59	40.15	0.161
5	1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998	4	2.17	8.66	4.06	0.02	21.59	46.74	0.187
6	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	21	1.00	21.00	6.54	0.03	11.85	11.85	0.249
7	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	6	1.00	6.02	1.88	0.01	11.85	11.90	0.071
8	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	3	2.01	6.02	1.88	0.01	11.85	23.79	0.071
9	1 - L 120x120x12 EN 10056-1:1998	2	8.05	16.11	7.55	0.04	21.59	173.85	0.348
10	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	11	3.17	34.88	6.77	0.02	4.47	14.16	0.156
11	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	8	1.56	12.46	2.42	0.01	4.47	6.96	0.056
12	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	8	1.71	13.67	2.65	0.01	4.47	7.63	0.061
13	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	8	1.66	13.25	2.57	0.01	4.47	7.40	0.059
14	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	8	1.80	14.41	2.80	0.01	4.47	8.05	0.064
15	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	8	1.85	14.82	2.88	0.01	4.47	8.28	0.066
16	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	8	1.99	15.94	3.09	0.01	4.47	8.90	0.071
17	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	3	2.68	8.05	1.56	0.00	4.47	11.98	0.036
18	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	4	2.09	8.34	1.62	0.00	4.47	9.32	0.037
19	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	4	3.12	12.49	2.42	0.01	4.47	13.95	0.056
20	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	6	1.76	10.54	2.04	0.01	4.47	7.85	0.047
21	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	6	1.89	11.35	2.20	0.01	4.47	8.45	0.051
22	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	3	2.53	7.59	1.47	0.00	4.47	11.30	0.034
23	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	2	1.81	3.62	0.70	0.00	4.47	8.09	0.016
24	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	2	2.88	5.77	1.12	0.00	4.47	12.88	0.026
25	2 - L 90x90x9 EN 10056-1:1998	7	2.85	19.92	6.98	0.03	12.17	34.63	0.242
26	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	2	1.59	3.17	0.62	0.00	4.47	7.08	0.014
27	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	4	2.70	10.79	3.36	0.02	11.85	31.99	0.128
28	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	4	2.94	11.75	3.66	0.02	11.85	34.81	0.139
29	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	4	3.16	12.65	3.94	0.02	11.85	37.50	0.150
30	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	4	3.40	13.61	4.24	0.02	11.85	40.32	0.161
31	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	4	3.88	15.51	4.83	0.02	11.85	45.96	0.184
32	3 - L 80x80x10 EN 10056-1:1998	8	2.26	18.06	5.62	0.03	11.85	26.76	0.214
33	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	15	2.46	36.91	7.16	0.02	4.47	10.99	0.165
34	4 - L 50x50x6 EN 10056-1:1998	9	1.74	15.66	3.04	0.01	4.47	7.77	0.070

Bild 7.54: Maske 4.1 Stückliste stabweise

Details...

In dieser Liste sind per Voreinstellung nur die bemessenen Stäbe erfasst. Wird eine Stückliste für alle Stäbe des Modells benötigt, so kann dies im Dialog *Details*, Register *Allgemein* eingestellt werden (siehe Bild 3.8, Seite 15).

Position Nr.

Das Programm vergibt Positionsnummern für gleichartige Stäbe.

Querschnitt Bezeichnung

In dieser Spalte sind die Querschnittsnummern und -bezeichnungen aufgelistet.

Anzahl Stäbe

Es wird für jede Position angegeben, wie viele gleichartige Stäbe zur Verwendung kommen.

Länge

Hier wird jeweils die Länge eines einzelnen Stabes ausgewiesen.

Gesamtlänge

Die Werte in dieser Spalte stellen jeweils das Produkt aus den beiden vorherigen Spalten dar.

Oberfläche



Es werden positionsweise die auf die Gesamtlänge bezogenen Oberflächen angegeben. Diese werden aus der *Mantelfläche* der Profile ermittelt, die in den Masken 1.4 sowie 2.1 bis 2.7 bei den Querschnittsinformationen einsehbar ist (siehe [Bild 3.5, Seite 12](#)).

Volumen

Das Volumen einer Position ermittelt sich aus der Querschnittsfläche und der Gesamtlänge.

Quers.-Masse

Die *Querschnittsmasse* stellt das auf einen Meter Länge bezogene Profildgewicht dar. Bei Voutenquerschnitten erfolgt eine Mittelung der beiden Profilkennwerte.

Masse

Die Werte dieser Spalte ermitteln sich jeweils aus dem Produkt der Spalten C und G.

Gesamtmasse

In der letzten Spalte wird das Gesamtgewicht jeder Position angegeben.

Summe

Am Ende der Liste befindet sich eine Bilanz mit den Summen der Spalten B, D, E, F und I. Das letzte Feld *Gesamtmasse* gibt Aufschluss über die insgesamt benötigte Stahlmenge.

7.3.13 Stückliste stabsatzweise

4.2 Stückliste stabsatzweise

Position Nr.	A Stabsatz- Bezeichnung	B Anzahl Stabsätze	C Länge [m]	D Gesamtlänge [m]	E Oberfläche [m ²]	F Volumen [m ³]	G Quers.-Masse [kg/m]	H Masse [kg]	I Gesamtmasse [t]
1	Bühnenträger	1	2.69	2.69	1.72	0.01	19.70	52.93	0.053
2	Querträger	1	2.45	2.45	1.62	0.01	25.28	61.82	0.062
3	Aufsatzrohr	1	8.00	8.00	3.07	0.01	11.70	93.57	0.094
Summe		3		13.13	6.41	0.03			0.208

Bild 7.55: Maske 4.2 Stückliste stabsatzweise

Die letzte Ergebnismaske wird angezeigt, wenn mindestens ein Stabsatz zur Bemessung ausgewählt wurden. Sie bietet eine Übersicht über die Stahlpositionen von Baugruppen.

Die Spalten sind im vorherigen Kapitel erläutert. Bei unterschiedlichen Querschnitten im Stabsatz werden Oberfläche, Volumen und Querschnittsmasse gemittelt.

7.4 Ergebnisauswertung

Die Bemessungsergebnisse lassen sich auf verschiedene Weise auswerten. Hierzu sind auch die Schaltflächen unterhalb der Tabelle hilfreich.

2.2 Nachweise querschnittsweise

Quersch. Nr.	A Stab Nr.	B Stelle x [m]	C Belastung	D Nachweis Ausnutzung	E	F
	217	0.984	LK220	0.06	≤ 1	CS205) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3
	117	2.683	LK74	0.57	≤ 1	CS225) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3
	277	0.000	LK220	0.16	≤ 1	CS242) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Winkelprofil
	220	0.984	LK220	0.05	≤ 1	CS252) Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Winkelprofil
	259	1.740	LK220	1.06	> 1	CS262) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3
	259	0.435	LK220	0.45	≤ 1	CS267) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3
	259	0.435	LK220	0.63	≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
	83	0.000	LK74	0.14	≤ 1	JO391) Verbindungsnachweis - Schubbeanspruchbarkeit
	83	0.000	LK74	0.22	≤ 1	JO392) Verbindungsnachweis - Lochleibungswiderstand
	83	0.000	LK74	0.10	≤ 1	JO394) Verbindungsnachweis - Zugbeanspruchbarkeit des Nettoquerschnitts

Max: 1.06 > 1

Zwischenwerte - Stab 259 - x: 1.740 m - LK220

Nachweis	Wert	Einheit	Kriterium	Ergebnis
Moment	M _{u,Ed}	-1.18 kNm		
Elastisches Widerstandsmoment	W _{el,u,min}	5.74 cm ³		
Normalspannung infolge M _u	σ _{x,Mu,Ed}	206.33 N/mm ²		
Moment	M _{v,Ed}	-0.16 kNm		
Elastisches Widerstandsmoment	W _{el,v,min}	3.60 cm ³		
Normalspannung infolge M _v	σ _{x,Mv,Ed}	43.33 N/mm ²		
Normalspannung	σ _{x,Ed}	249.66 N/mm ²		
Querkraft	V _{v,Ed}	0.45 kN		
Wirksame Schubfläche	A _{v,v}	2.35 cm ²	6.2.6(3)	
Streckgrenze	f _y	235.00 N/mm ²		3.2.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{M0}	1.000		6.1
Querkraftbeanspruchbarkeit	V _{pl,v,Rd}	31.90 kN	Gl. (6.18)	
Kriterium V _{v,Ed} / V _{pl,v,Rd}	v _v	0.014	≤ 0.5	6.2.10(2)
Querkraft	V _{u,Ed}	0.22 kN		
Wirksame Schubfläche	A _{v,u}	2.44 cm ²	6.2.6(3)	
Querkraftbeanspruchbarkeit	V _{pl,u,Rd}	33.07 kN	Gl. (6.18)	
Kriterium V _{u,Ed} / V _{pl,u,Rd}	v _u	0.007	≤ 0.5	6.2.10(2)
Beanspruchbarkeit	σ _{x,Rd}	235.00 N/mm ²	Gl. (6.45)	
Nachweis	η	1.06	> 1	6.2.10

Bild 7.56: Schaltflächen zur Ergebnisauswertung

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Tragfähigkeit	Blendet die Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises ein und aus
	Gebrauchstauglichkeit	Blendet die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises ein und aus
	Ergebniskombination	Erzeugt aus den maßgebenden Lastfällen und Lastkombinationen eine neue Ergebniskombination
	Relationsbalken	Blendet die farbigen Bezugsskalen in den Ergebnismasken ein und aus
	Filterparameter	Beschreibt das Kriterium, nach dem die Ausgabe in den Tabellen gefiltert wird: Ausnutzungen größer 1, Maximalwert oder benutzerdefinierte Schranke
	Filter anwenden	Stellt nur Zeilen dar, für die die Filterparameter gelten (Ausnutzungen > 1, Maximum, definierter Wert)
	Ergebnisverläufe	Öffnet das Fenster <i>Ergebnisverläufe im Stab</i> → Kapitel 7.4.2, Seite 139
	Excel-Export	Exportiert die Tabelle nach MS Excel / OpenOffice → Kapitel 2.3, Seite 7
	Stabauswahl	Ermöglicht die grafische Auswahl eines Stabes, um dessen Ergebnisse in der Tabelle anzuzeigen
	Ansichtsmodus	Ermöglicht den Wechsel in das Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB, um die Ansicht zu ändern

Tabelle 7.5: Schaltflächen in den Ergebnismasken 2.1 bis 2.7

7.4.1 Ergebnisse am RFEM/RSTAB-Modell

Für die Auswertung kann auch das Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB genutzt werden.

Hintergrundgrafik und Ansichtsmodus

Das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster im Hintergrund ist hilfreich, um die Position eines Stabes im Modell ausfindig zu machen: Der in der Ergebnismaske von RF-/MAST selektierte Stab wird in der Hintergrundgrafik farbig hervorgehoben. Ein Pfeil kennzeichnet auch die x-Stelle des Stabes, um die es sich in der aktuellen Tabellenzeile handelt.

The screenshot shows the 'RF-MAST Bemessung - [Tower-Design]' window. At the top, a 3D model of a tower structure is displayed with a red arrow pointing to a specific member. Below the model is a table with columns: Belastung, Bezeichnung, Stab Nr., Stelle x [m], Nachweis, and BS. The table lists various load cases and their corresponding design checks. The selected member LK220 is highlighted in red in the table, with a value of 1.06 in the 'Nachweis' column.

Belastung	Bezeichnung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Nachweis	BS
Tragfähigkeitsnachweise					
LK74	1.35G + 0.75Qs1 + 1.5Qw1	269	0.000	0.82 ≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
LK76	1.35G + 0.75Qs1 + 1.5Qw2	269	0.000	0.82 ≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
LK220	1.35G + 1.5Qs1 + 0.9Qw1	259	1.740	1.06 > 1	CS262) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Kl
LK221	1.35G + 1.5Qs2 + 0.9Qw1	269	0.000	0.67 ≤ 1	CS271) Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
Gebrauchtauglichkeitsnachweise					
LK437	G + 0.5Qs1 + Qw1	542	1.500	0.32 ≤ 1	451) Gebrauchtauglichkeit - Antennenverdringung
LK439	G + 0.5Qs1 + Qw2	542	1.500	0.39 ≤ 1	451) Gebrauchtauglichkeit - Antennenverdringung

Below the table, there is a section for 'Zwischenwerte - Stab 259 - x: 1.740 m - LK220' which lists various material and design parameters such as moment, elastic resistance, and safety factors.

Bild 7.57: Kennzeichnung des Stabes und der aktuellen Stelle x im RFEM-Modell



Falls sich die Darstellung durch Verschieben des RF-/MAST-Fensters nicht verbessern lässt, sollte die Schaltfläche [Ansicht ändern] benutzt werden, um den *Ansichtsmodus* zu aktivieren: Das Fenster wird ausgeblendet, sodass in der RFEM/RSTAB-Arbeitsfläche die Ansicht angepasst werden kann. Im Ansichtsmodus stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen der Darstellung. Der Markierungspfeil bleibt dabei sichtbar.

Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zum Modul RF-/MAST Bemessung.

Information

Sie befinden sich im Ansichtsmodus.

Zurück

RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster

Grafik

Die Ausnutzungsgrade lassen sich auch grafisch am Modell überprüfen: Klicken Sie die Schaltfläche [Grafik] an, um das Bemessungsmodul zu verlassen. Im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB werden nun die Ausnutzungen wie die Schnittgrößen eines Lastfalls dargestellt.

Im *Ergebnisse*-Navigator besteht die Möglichkeit, die Ausnutzungen separat für die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit auszuwählen. Ebenso lassen sich die Klassifizierungen der Querschnitte überprüfen.

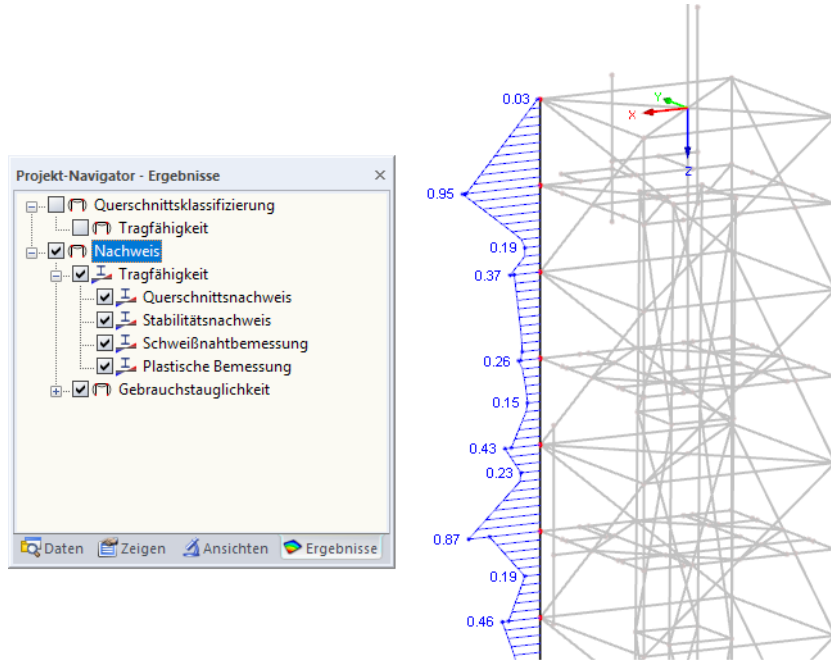


Bild 7.58: *Ergebnisse*-Navigator für RF-/MAST Bemessung



Analog zur Schnittgrößenanzeige blendet die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] die Darstellung der Bemessungsergebnisse ein oder aus. Die Schaltfläche [Ergebnisse mit Werten anzeigen] rechts davon steuert die Anzeige der Ergebniswerte.

Die RFEM/RSTAB-Tabellen sind für die Auswertung der Bemessungsergebnisse nicht relevant.

Die Bemessungsfälle lassen sich in der Liste der RFEM/RSTAB-Menüleiste einstellen.

Die Ergebnisdarstellung kann im *Zeigen*-Navigator unter dem Eintrag **Ergebnisse** → **Stäbe** gesteuert werden. Als Standard werden die Ausnutzungen *Zweififarbig* angezeigt.

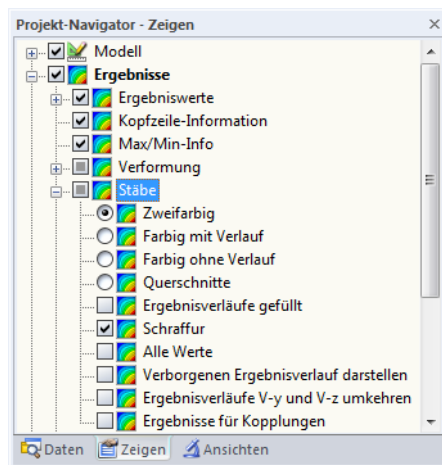
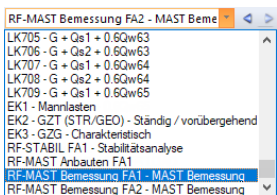


Bild 7.59: *Zeigen*-Navigator: *Ergebnisse* → *Stäbe*



Bei einer mehrfarbigen Darstellung (Optionen *Farbig mit/ohne Verlauf* oder *Querschnitte*) steht das Farbpanel mit den üblichen Steuerungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Funktionen sind im Kapitel 3.4.6 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

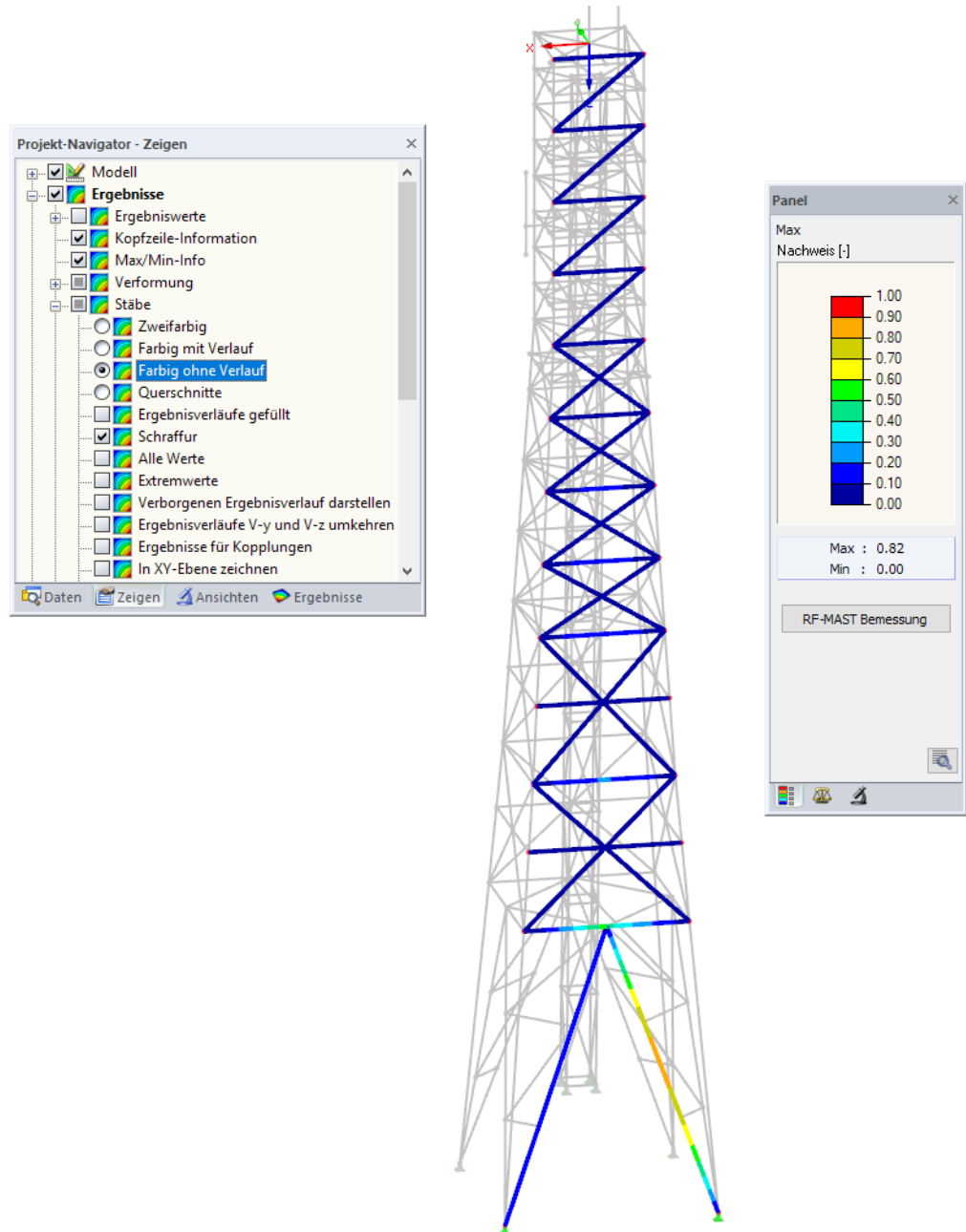


Bild 7.60: Ausnutzungsgrade mit Anzeigeeption *Farbig ohne Verlauf*

Die Grafiken der Bemessungsergebnisse können in das Ausdruckprotokoll übergeben werden (siehe [Kapitel 8.2, Seite 147](#)).

RF-MAST Bemessung

Die Rückkehr zum Zusatzmodul ist über die Panel-Schaltfläche [RF-/MAST Bemessung] möglich.

7.4.2 Ergebnisverläufe

Die Stabergebnisse können grafisch auch in Form der Ergebnisverläufe ausgewertet werden.



Selektieren Sie den Stab (oder Stabsatz) in der RF-/MAST-Ergebnismaske, indem Sie in die Tabellenzeile des Stabes klicken. Rufen Sie dann den Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* über die links gezeigte Schaltfläche auf. Sie befindet sich am Ende der oberen Ergebnistabelle (siehe Bild 7.56, Seite 135).

In der RFEM/RSTAB-Grafik sind die Ergebnisverläufe zugänglich über das Menü

Ergebnisse → **Ergebnisverläufe an selektierten Stäben**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste von RFEM bzw. RSTAB.

Es öffnet sich ein Fenster, das den Verlauf der Nachweiswerte grafisch am Stab bzw. Stabsatz anzeigt.

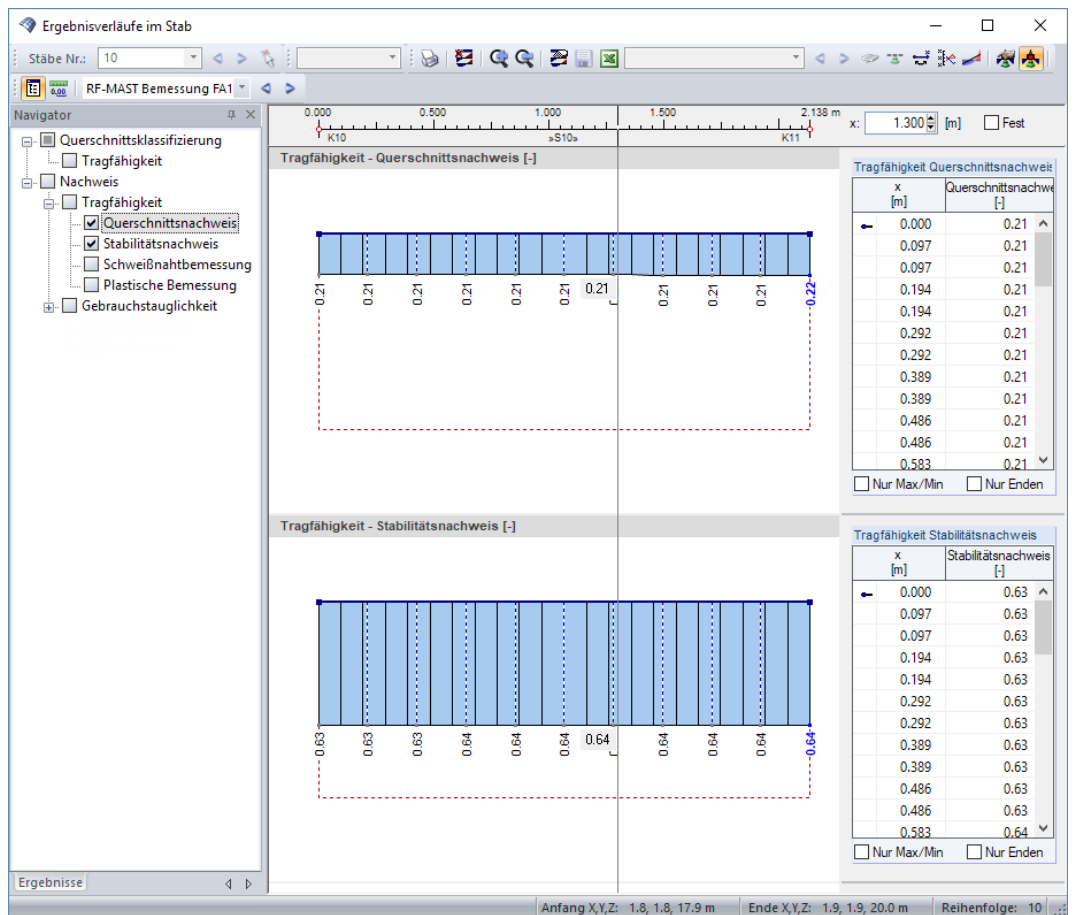
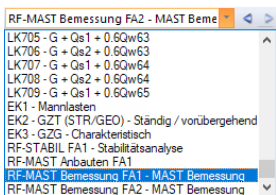


Bild 7.61: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*

Auch hier ermöglicht der *Ergebnisse*-Navigator eine gezielte Auswahl unter den Klassifizierungen sowie den Nachweisen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.



Über die Liste in der Symbolleiste kann zwischen den RF-/MAST-Bemessungsfällen gewechselt werden.

Der Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* ist im Kapitel 9.5 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

7.4.3 Filter für Ergebnisse

Die Gliederung der RF-/MAST-Ergebnismasken bietet bereits eine Auswahl nach verschiedenen Kriterien. Zusätzlich bestehen Filtermöglichkeiten für die Tabellen (siehe Bild 7.56, Seite 135), um die numerische Ausgabe nach Ausnutzungen einzugrenzen. Diese Funktion ist auch in der Knowledge Base auf unserer Website vorgestellt.

Für die grafische Auswertung der Ergebnisse lassen sich die Filtermöglichkeiten nutzen, die im Kapitel 9.9 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 9.7 des RSTAB-Handbuchs beschrieben sind.

Auch für RF-/MAST können die Möglichkeiten der *Sichtbarkeiten* genutzt werden (siehe RFEM-Handbuch, Kapitel 9.9.1 bzw. RSTAB-Handbuch, Kapitel 9.7.1), um die Stäbe für die Auswertung zu filtern. Der *Ansichten*-Navigator ermöglicht den Zugriff auf alle Sichtbarkeiten, die im Modul RF-/MAST Struktur erzeugt wurden.

Filtern von Nachweisen

Die Ausnutzungen lassen sich gut als Filterkriterium im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB nutzen, das über die Schaltfläche [Grafik] zugänglich ist. Hierfür muss das Panel angezeigt werden. Sollte es nicht aktiv sein, kann es eingeblendet werden über das RFEM/RSTAB-Menü

Ansicht → **Steuerpanel**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Das Panel ist im Kapitel 3.4.6 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben. Die Filtereinstellungen für die Ergebnisse sind im ersten Panel-Register (Farbskala) vorzunehmen. Da dieses Register bei der zweifarbigen Anzeige nicht verfügbar ist, muss im *Zeigen*-Navigator auf die Darstellungsarten *Farbig mit/ohne Verlauf* oder *Querschnitte* umgeschaltet werden.

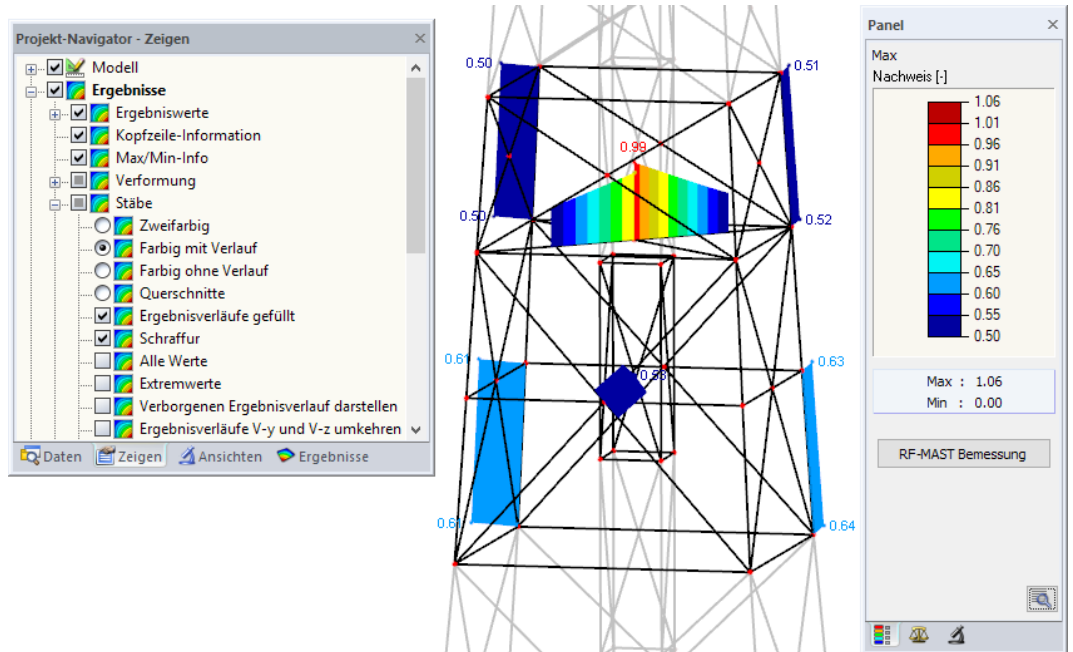


Bild 7.62: Filtern der Ausnutzungsgrade mit angepasster Farbskala

Wie das Bild 7.62 zeigt, kann die Werteskala des Panels so eingestellt werden, dass nur Ausnutzungsgrade größer als 0,50 in den Farben zwischen blau und rot dargestellt werden.

Die Funktion *Verborgenen Ergebnisverlauf darstellen* im *Zeigen*-Navigator (**Ergebnisse** → **Stäbe**) blendet alle Ausnutzungen ein, die nicht im Bereich der Werteskala liegen. Diese Verläufe werden strichlinienhaft dargestellt.

Filtern von Stäben



Im Register *Filter* des Steuerpanels können die Nummern ausgewählter Stäbe angegeben werden, um deren Ergebnisse gefiltert anzuzeigen. Diese Funktion ist im Kapitel 9.9.3 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 9.7.3 des RSTAB-Handbuchs beschrieben.

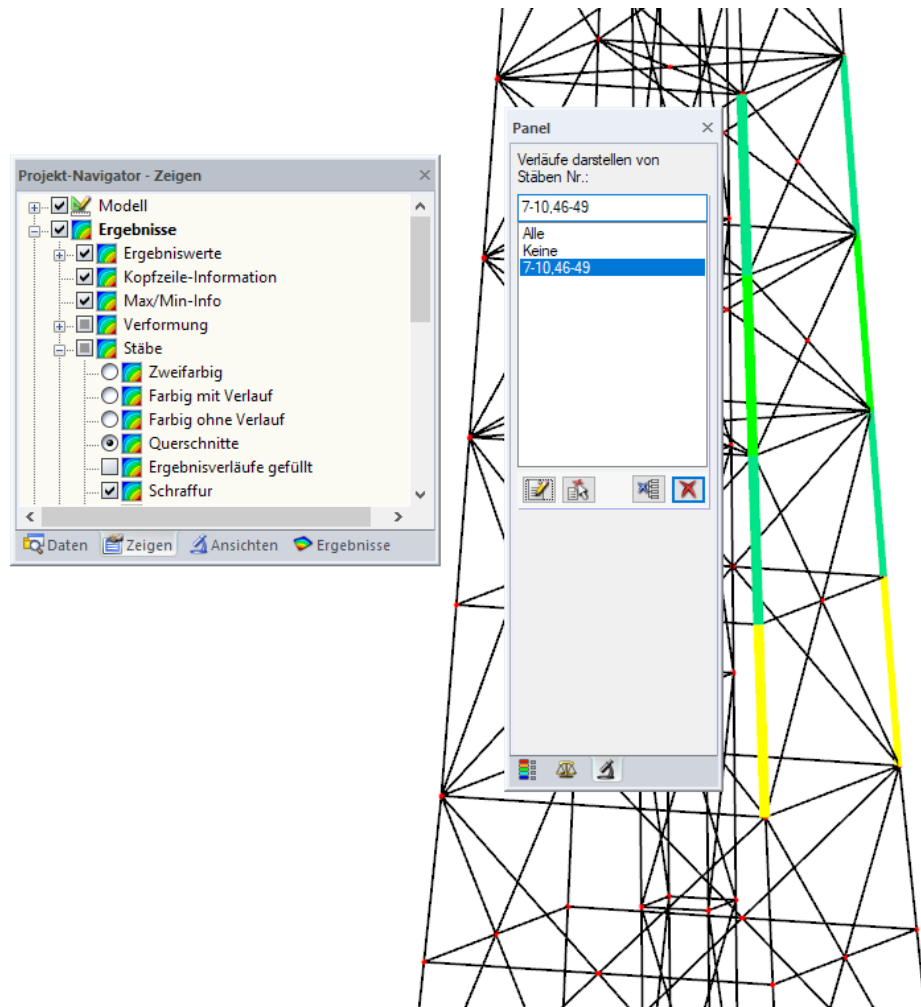


Bild 7.63: Stabfilter für Ausnutzungen ausgewählter Eckstielstäbe

Im Unterschied zur Ausschnittfunktion wird das Modell vollständig mit angezeigt. Das Bild oben zeigt die Ausnutzungen ausgewählter Eckstielstäbe. Die übrigen Stäbe werden im Modell dargestellt, sind in der Anzeige jedoch ohne Ausnutzungsgrade.

7.5 Optionen

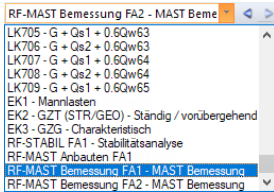
Dieses Kapitel stellt die Bemessungsfälle und Optimierungsmöglichkeiten für Querschnitte vor.

7.5.1 Bemessungsfälle

Bemessungsfälle ermöglichen es, Stäbe für die Nachweise zu gruppieren: So können Bauteilgruppen zusammengefasst oder Stäbe mit bestimmten Bemessungsvorgaben (z. B. geänderte Materialien, Teilsicherheitsbeiwerte, Optimierung) untersucht werden.

Es bereitet kein Problem, einen Stab oder Stabsatz in verschiedenen Bemessungsfällen zu untersuchen.

Die Bemessungsfälle von RF-/MAST sind auch in RFEM bzw. RSTAB über die Lastfall-Liste der Symbolleiste zugänglich.



Neuen Bemessungsfall anlegen

Ein Bemessungsfall wird angelegt über das RF-/MAST-Menü

Datei → **Neuer Fall**.

Es erscheint folgender Dialog.

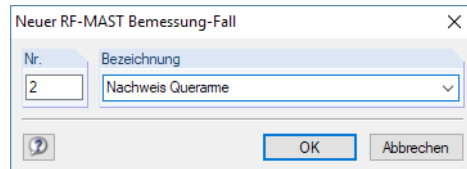


Bild 7.64: Dialog *Neuer RF-MAST Bemessungs-Fall*

In diesem Dialog ist eine (noch freie) *Nummer* für den neuen Bemessungsfall anzugeben. Die *Bezeichnung* erleichtert die Auswahl in der Lastfall-Liste.

Nach [OK] erscheint die RF-/MAST-Maske *1.1 Basisangaben* zur Eingabe der Bemessungsdaten.

Bemessungsfall umbenennen

Die Bezeichnung eines Bemessungsfalls wird geändert über das RF-/MAST-Menü

Datei → **Fall umbenennen**.

Es erscheint folgender Dialog.

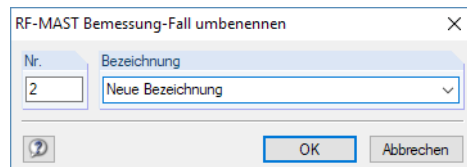


Bild 7.65: Dialog *RF-MAST Bemessungs-Fall umbenennen*

Hier kann nicht nur eine andere *Bezeichnung*, sondern auch eine andere *Nummer* für den Bemessungsfall festgelegt werden.

Bemessungsfall kopieren

Die Eingabedaten des aktuellen Bemessungsfalls werden kopiert über das RF-/MAST-Menü

Datei → **Fall kopieren**.

Es erscheint folgender Dialog.

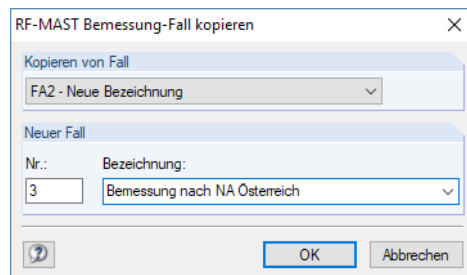


Bild 7.66: Dialog *RF-MAST Bemessung-Fall kopieren*

Es ist die *Nummer* und ggf. eine *Bezeichnung* für den neuen Fall festzulegen.

Bemessungsfall löschen

Bemessungsfälle lassen sich wieder löschen über das RF-/MAST-Menü

Datei → **Fall löschen**.

Es erscheint folgender Dialog.

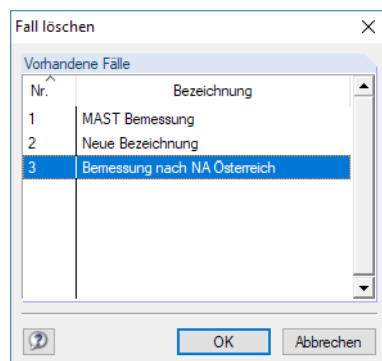


Bild 7.67: Dialog *Fall löschen*

Der Bemessungsfall kann in der Liste *Vorhandene Fälle* ausgewählt werden. Mit [OK] erfolgt der Löschvorgang.

7.5.2 Querschnittsoptimierung

Im Bemessungsmodul besteht die Möglichkeit, überlastete oder kaum ausgenutzte Querschnitte zu optimieren: Legen Sie hierzu in Maske 1.3 Querschnitte die relevanten Profile fest, indem Sie in Spalte E bzw. F in der Liste auswählen, ob die Querschnitte *Aus der aktuellen Reihe* oder benutzerdefinierten *Favoriten* ermittelt werden sollen.

1.4 Querschnitte

Quersch. Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H
Quersch. Nr.	Material Nr.	Querschnittsbezeichnung	Querschnittstyp	Querschnittsklassifizierung	Max. Ausnutzung	Optimieren	Anmerkung	Kommentar
1	1	L L 120x120x12	Winkel	Automatisch	0.22	Nein		
2	1	L L 70x70x6 E	Winkel	Automatisch	0.29	Nein	1)	
3	1	L L 80x80x10 E	Winkel	Automatisch	0.99	Nein	1)	
4	1	L L 50x50x6 E	Winkel	Automatisch	1.06	Nein	1)	
5	2	C UPE 180 DIN	U-Profil gewalzt	Automatisch	0.02	Nein		Bühne Nr.
6	2	I HE B 160 DI	I-Profil gewalzt	Automatisch	0.01	Aus der aktuellen Reihe		Bühne Nr.
7	2	L L 50x50x5 E	Winkel	Automatisch	0.17	Aus Favoriten 'ASD'		
8	2	L L 100x50x6 E	Winkel	Automatisch	0.01	Aus Favoriten 'NF'		Bühne Nr.
9	3	C U 200 DIN 1	U-Profil gewalzt	Automatisch	0.00	Aus Favoriten 'BS'		Bühne Nr.
10	3	C U 200 DIN 1	U-Profil gewalzt	Automatisch	0.00	Nein		Bühne Nr.
11	3	L L 80x80x8 E	Winkel	Automatisch	0.00	Nein	1)	
12	3	L L 80x80x8 E	Winkel	Automatisch	0.00	Nein	1)	
13	3	L L 80x8 (alte F	Winkel	Automatisch	0.00	Nein		Bühne Nr.

1) Der Querschnitt in RFEM und RF-MAST Bemessung ist nicht identisch.

Bild 7.68: Optimierungsmöglichkeit in Maske 1.4 Querschnitte

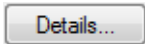
In den Ergebnismasken kann die Optimierung über das Kontextmenü eingeleitet werden.

2.2 Nachweise querschnittsweise

Quersch. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Nachweis Ausnutzung	F
4	L 50x50x6 EN 10056-1:1998				Nachweis nach Formel
	220				... bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	56				Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	60				Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	277				Querschnittsnachweis - Biegung um u-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	220				Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	263				Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse v nach 6.2.6
	263	0.097	LK220	0.02 ≤ 1	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse v nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	263	0.000	LK220	0.01 ≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse u nach 6.2.6
	263	0.097	LK220	0.01 ≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse u nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4

Max: 1.06 > 1

Bild 7.69: Kontextmenü zur Querschnittsoptimierung



Bei der Optimierung wird untersucht, welcher Querschnitt den Tragfähigkeitsnachweis „optimal“ erfüllt, d. h. der maximal zulässigen Ausnutzung am nächsten kommt, die im Dialog *Details* festgelegt ist (siehe Bild 7.40, Seite 121). Die erforderlichen Querschnittswerte werden dabei mit den Schnittgrößen ermittelt, wie sie von RFEM bzw. RSTAB vorliegen. Erweist sich ein anderer Querschnitt als günstiger, so wird dieser Querschnitt für den Nachweis benutzt. In Maske 1.4 werden dann zwei Querschnitte dargestellt – der ursprüngliche Querschnitt von RFEM bzw. RSTAB und der optimierte Querschnitt (siehe Bild 7.70).

Querschnitte, die aus Walzprofilen zusammengesetzt sind, können nicht optimiert werden.



Bei der Optimierung ist zu beachten, dass die Schnittgrößen nicht automatisch neu mit den geänderten Querschnitten berechnet werden: Der Anwender entscheidet, welche Profile für eine Neuberechnung nach RFEM bzw. RSTAB übergeben werden. Wegen der geänderten Steifigkeiten im System können die Schnittgrößen, die sich mit den optimierten Querschnitten ergeben, deutlich abweichen. Es empfiehlt sich daher, nach einer ersten Optimierung die Schnittgrößen mit den geänderten Querschnitten neu zu berechnen und dann die Profile nochmals optimieren zu lassen.

Die geänderten Querschnitte können nach RFEM bzw. RSTAB exportiert werden: Stellen Sie die Maske *1.4 Querschnitte* ein und wählen dann das Menü

Bearbeiten → **Alle Querschnitte an RFEM/RSTAB übergeben.**

Auch über das Kontextmenü der Maske 1.4 lassen sich optimierte Querschnitte nach RFEM bzw. RSTAB exportieren.

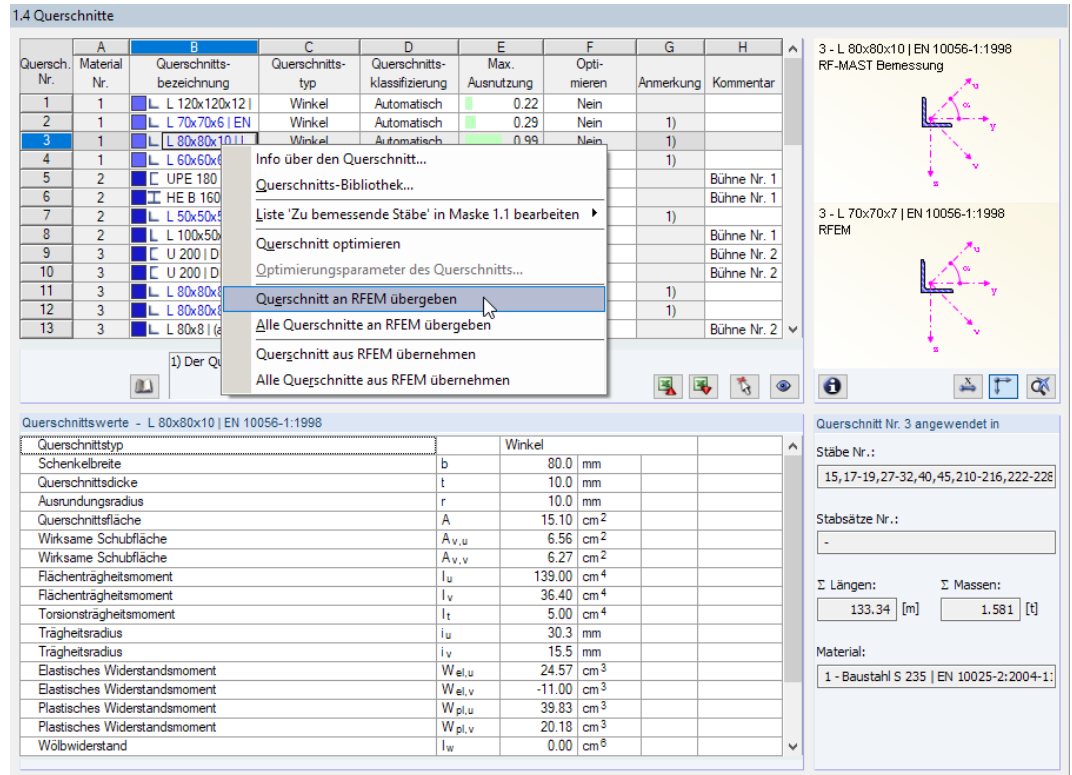


Bild 7.70: Kontextmenü der Maske 1.4 Querschnitte

Vor der Übergabe erfolgt eine Abfrage, ob die Ergebnisse von RFEM bzw. RSTAB gelöscht werden sollen.

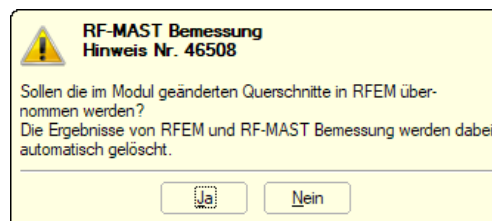


Bild 7.71: Abfrage vor Übergabe geänderter Querschnitte nach RFEM

Berechnung

Nach dem Start der [Berechnung] in RF-/MAST werden die Schnittgrößen und Nachweise in einem Rechenlauf ermittelt.

Wurden die geänderten Querschnitte noch nicht nach RFEM bzw. RSTAB exportiert, so können mit den im Bild 7.70 gezeigten Optionen wieder die ursprünglichen Querschnitte in das Bemessungsmodul eingelesen werden. Beachten Sie, dass diese Möglichkeit nur in Maske *1.4 Querschnitte* besteht.

8 Ausdruck

8.1 Ausdruckprotokoll

Für die Daten der Zusatzmodule RF-/MAST wird – wie in RFEM oder RSTAB – ein Ausdruckprotokoll generiert, das mit Grafiken und Erläuterungen ergänzt werden kann. Die Selektion im Ausdruckprotokoll steuert, welche Daten der Module schließlich im Ausdruck erscheinen.



Das Ausdruckprotokoll ist im RFEM- bzw. RSTAB-Handbuch beschrieben. Das Kapitel 10.1.3.5 *Selektion der Zusatzmodul-Daten* erläutert, wie die Ein- und Ausgabedaten von Zusatzmodulen für den Ausdruck aufbereitet werden können.

1.1 BASISANGABEN

Masttyp	Rechteckig
Anzahl Bühnen	1
Anzahl Antennenträger	3
Anzahl Innenschächte	1
Gesamthöhe des Mastes	32,000 m
Oberer Seitenbreite des Mastes	b _u = 2,500 m
Untere Seitenbreite des Mastes	b _u = 2,500 m b _u = 5,890 m

1.2 EIGENGEWICHT

Objekt	Faktor [-]	Gewicht [kg]	Kommentar
Eckstiele	1,000	1788,3	
Mastseiten	1,000	2699,8	
Horizontale Ausfachung	1,000	366,3	
Innere Ausfachungen	1,000	164,8	
Aufsatzrohr	1,000	133,8	
Bühne Nr. 1	1,000	330,4	
Bühne Nr. 2	1,000	485,0	
Bühne Nr. 3	1,000	486,0	
Bühne Nr. 4	1,000	485,0	
Bühne Nr. 5	1,000	285,2	
Antennenträger	1,000	45,0	
Innenschächte	1,000	796,7	
Antennen	1,000	462,0	
Kabelbahnen	1,000	363,5	
Leitern	1,000	232,0	
Antennensatzfläche	1,000	232,0	
Summe		9731,1	

1.3 WINDLAST - TEIL 1

Nach Norm	DIN V 4131:2008-09 - Schwingungsanfällig
Windrichtungen	Gleichmäßig
Schrittweite s _w	16,00 m
Anfang s _a	0,00 m
Ende s _e	300,00 m
Staudruck	Nach DIN 1055-4
Windzone	WZ1
Kategorie	Stirnland (Kat. II und III)
Geländehöhe H _g	0,000 m
Topographiebeiwert c _t	1,000

1.4 WINDLAST - TEIL 2

Effektive Schlankheit - Mast	Nach DIN 1055-4, Tabelle 10
Strukturhöhe H	32,000 m
Strukturhöhe in Halbstrukturmhöhe	
Seiten F und B b _l	3,401 m
Seiten L und R b _r	3,401 m
Grundrissbeiwert - Mast	Nach DIN 4131, Anhang A, Bild A.1
Windlastverteilung an Mastseiten	Seiten F, B und R, L
Defintionsart	Nach DIN 4131, Anhang A, Tabelle A1

Bild 8.1: Daten der RF-MAST-Module im Ausdruckprotokoll

Bei komplexen Mastmodellen mit vielen Bemessungsfällen trägt die Aufteilung der Daten in mehrere Ausdruckprotokolle zur Übersichtlichkeit bei.

8.2 Grafikausdruck

In RFEM und RSTAB kann jedes Bild, das im Arbeitsfenster angezeigt wird, in das Ausdruckprotokoll übergeben oder direkt zum Drucker geleitet werden. Somit lassen sich auch die am Modell gezeigten Ausnutzungen für den Ausdruck aufbereiten.



Das Drucken von Grafiken ist im Kapitel 10.2 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

Die aktuelle Grafik kann gedruckt werden über das Menü

Datei → Grafik drucken



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

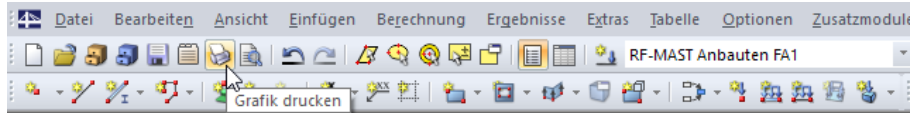


Bild 8.2: Schaltfläche *Grafik drucken* in RFEM-Symbolleiste

Es wird folgender Dialog angezeigt.

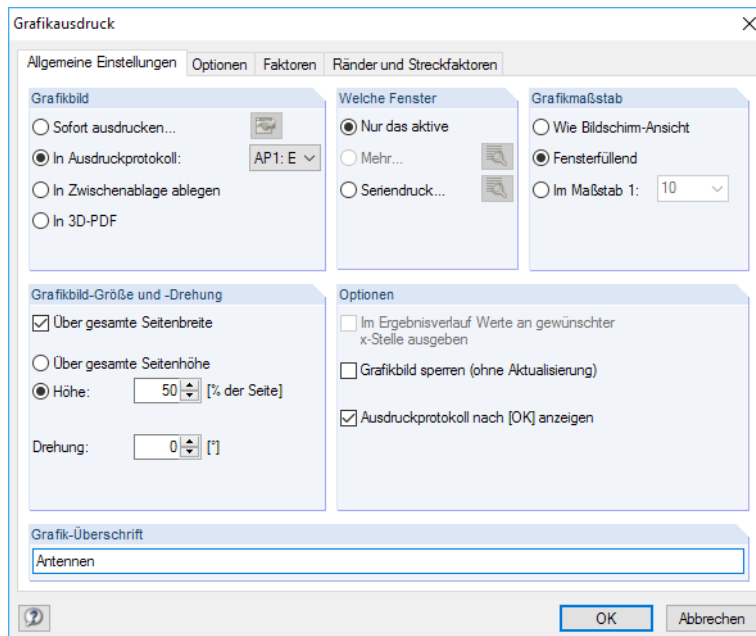
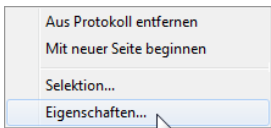


Bild 8.3: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Allgemeine Einstellungen*

Der Dialog *Grafikausdruck* ist im Kapitel 10.2 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben. Dort sind auch die übrigen Dialogregister erläutert.

Eine Grafik kann im Ausdruckprotokoll wie gewohnt per Drag-and-drop an eine andere Stelle geschoben werden.

Um eine Grafik nachträglich im Ausdruckprotokoll anzupassen, führen Sie einen Rechtsklick auf den entsprechenden Eintrag im Protokoll-Navigator aus. Die Option *Eigenschaften* im Kontextmenü ruft wieder den Dialog *Grafikausdruck* auf, in dem Sie die Anpassungen vornehmen können.



Literatur

- [1] *EN 1993-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [2] *EN 1993-3-1: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 3-1: Türme, Maste und Schornsteine.* CEN, Brüssel, 2009.
- [3] *EN 50341-1: Freileitungen über AC 45 kV - Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen.* CEN, Brüssel, 2001.
- [4] *DIN 4131: Antennentragwerke aus Stahl.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1991.
- [5] *DIN 1055-4:2005-03: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [6] *EN 1991-1-4: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2010.
- [7] *ISO 12494: Einwirkungen auf Tragwerke infolge atmosphärischer Eisbildung.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2001.
- [8] *DIN 1055-5:2005-07: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 5: Schnee- und Eislasten.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [9] Johannes Naumes, Markus Feldmann und Gerhard Sedlacek. *Biegeknicken und Biegedrillknicken von Stäben auf einheitlicher Grundlage*, Band 70. Shaker Verlag, 2010.
- [10] *EN 1993-1-4: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-4: Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [11] *EN 1993-1-3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [12] *EN 1993-1-5: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [13] *EN 1993-1-8: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.

Index

A	
Abmessungen	15
Abschattung	64
Abschattungsfaktor	42, 50, 52
Achse	98
Allgemeines Verfahren	117
Anbauten	35
Anbieter	45
Anmerkung	96
Anschluss	112, 128
Ansichtsmodus	38, 57, 84, 135, 136
Antenne	46, 66, 68, 70, 108, 118, 129
Antennenersatzfläche	49
Antennenhöhe	54
Antennenposition	54
Antennenträger	43, 44
Antennenverdrehung	108, 129
Arbeitsfenster	140
Aufsatzrohr	42
Ausdruckprotokoll	7, 146, 147
Außergewöhnlich	88
Ausfachung	10, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 110
Ausfachungstyp	18, 24, 26, 50
Ausleger	28
Ausnutzung	96, 124
Ausrichtung	47
C	
c/t-Teil	12
B	
Basisangaben	35, 56, 86
Beenden von RF-/MAST	6
Belastung	56
Bemessung	86
Bemessungsfall	137, 142, 143
Bemessungssituation	88, 89, 125
Benutzerprofil	7
Berechnung	113
Berechnung starten	123
Bezugslänge	89
Biegedrillknicken	84, 90, 100
Biegedrillknickmoment	116
Biegeknicken	98, 115
Blättern in Masken	6
Böenreaktionsfaktor	59, 63, 73
Breite	15, 16
Breitenzunahme	15
Bühne	37, 39, 58
C	
Charakteristisch	89
D	
Dämpfung	64
Datenexport	7
Dekrement	64
Detaileinstellungen	113
Details	54
Dezimalstellen	7, 93
Drehung	43
Drucken	147
Durchbiegung	89
DUENQ	114
E	
Eckstiel	15, 109
Eckstielaufsatz	10
Effektive Länge	80, 97, 99
Eigenform	63
Eigenfrequenz	63, 73
Eigengewicht	58, 72
Einheiten	7, 93
Eisdicke	66
Eisfahne	68
Eisgewicht	67, 72
Eislast	65, 67, 70
Eisrohwrichte	66, 67
Ergebnisauswertung	135
Ergebnisdarstellung	137
Ergebniskombination	88, 89, 121, 135
Ergebnisverläufe	139
Ergebniswerte	137
Erhöhungsfaktor	115
Ersatzfläche	49
Ersatzstablänge	97
Ersatzstabverfahren	101, 102, 117
Erweitertes Verfahren	90
Excel	8
Exponent	64
Export	34, 54, 77, 85
Export Querschnitt	145
F	
Fachwerkstab	83, 131
Faktor	58
Farbskala	140
Favorit	144
Filter	83, 135, 140, 141

R			
Raueis	67	Toleranz	54
Relationsbalken	135	Torsion	115, 116
Rendering	13, 140	Trägertyp	107
RF-STABIL	98	Tragfähigkeit	87, 113, 135
RFEM/RSTAB-Grafik	137, 147	Typ	9
Richtung	35	U	
RSKNICK	98	Überhöhung	107
		Unverformtes System	117
S		V	
Schaltflächen	135	Verborgener Ergebnisverlauf	140
Schankheit	111	Vereisungsklasse	65, 66, 67
Schlankheit	62, 132	Verformungsnachweis	89, 107
Schnittgrößen	130, 144	Verkehrslast	69
Schweißnahtbemessung	122	Versatz	46, 50
Scrollrad	14	Verschobene Stabenden	117
Sichtbarkeiten	140	Viewer	14
Sonderfälle	116	Visualisierung	14, 17
Spannungspunkt	12	Völligkeitsgrad	62
Stabachse	81	Volumen	134
Stabdrehung	32	Voute	116, 126
Stabendgelenk	30, 31, 106	X	
Stabilitätsnachweis	91, 98, 114, 115, 117	x-Stelle	125, 128, 130
Stabsatz	86, 101, 102, 106, 117, 126, 131, 134	W	
Stabschlankheiten	122, 131, 132	Windlast	59, 60, 62, 63, 65, 66, 68, 70, 74
Stabtyp	30, 31, 92	Windrichtung	60, 62, 74
Stabzuordnung	56, 79	Windzone	60
Stäbe	86	Wölbfeder	104
Ständig und vorübergehend	88	Wölbkraftanalyse	105, 106, 119
Starten von RF-/MAST	5	Wölbkrafttorsion	119
Staudruck	60, 69	Y	
Stelle x	125	Y-Baum	53
Steuerpanel	140	Z	
Struktur	9	Zeigen-Navigator	137, 140
Strukturbeiwert	63, 73	Zwillingsleiter	53
Stückliste	33, 133, 134	Zwischenablage	7
Summe	134		
T			
Teilsicherheitsbeiwerte	90		
Teilung	19		
Theorie II. Ordnung	114, 115		