

**Fassung
Juli 2008**

Zusatzmodul

RF-C-ZU-T

**Nachweis der (c/t)-Verhältnisse
von Stäben gemäß DIN 18800**

Programm- Beschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

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

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

Tel.: +49 (0) 9673 9203-0
Fax: +49 (0) 9673 1770
E-Mail: info@dlubal.com
Web: www.dlubal.de

Inhalt

	Inhalt	Seite		Inhalt	Seite
1.	Einleitung	4	4.1	Berechnungsdetails	20
1.1	Zusatzmodul RF-C-ZU-T	4	4.2	Start der Berechnung	21
1.2	RF-C-ZU-T Team	5	5.	Ergebnisse	22
1.3	Gebrauch des Handbuchs	5	5.1	Nachweise querschnittsweise	23
1.4	Aufruf des RF-C-ZU-T Moduls	6	5.2	Nachweise stabsatzweise	25
2.	Theoretische Grundlagen	8	5.3	Nachweise x-stellenweise	26
2.1	(c/t)-Nachweis Elastisch-Elastisch	8	5.4	Nachweise stabweise	27
2.1.1	Beidseitig gelagerter Plattenstreifen	8	6.	Ergebnisauswertung	28
2.1.2	Einseitig gelagerter Plattenstreifen	9	6.1	Ergebnisse am RFEM-Modell	28
2.1.3	Nachweis	9	6.2	Ergebnisverläufe	30
2.1.4	Kreisquerschnitt	9	6.3	Filter für Ergebnisse	31
2.2	(c/t)-Nachweis Elastisch-Plastisch	10	7.	Ausdruck	33
2.2.1	Beidseitig gelagerter Plattenstreifen	11	7.1	Ausdruckprotokoll	33
2.2.2	Einseitig gelagerter Plattenstreifen	11	7.2	RF-C-ZU-T Grafiken drucken	34
2.2.3	Nachweis	11	8.	Allgemeine Funktionen	36
2.2.4	Kreisquerschnitt	12	8.1	RF-C-ZU-T Bemessungsfälle	36
2.3	Berücksichtigung von Schubspannungen	12	8.2	Profiloptimierung	38
3.	Eingabedaten	13	8.3	Einheiten und Dezimalstellen	40
3.1	Basisangaben	13	8.4	Export der Ergebnisse	40
3.2	Materialien	15	A	Literatur	42
3.3	Querschnitte	17	B	Index	43
4.	Berechnung	20			

1. Einleitung

1.1 Zusatzmodul RF-C-ZU-T

Das Programmsystem RFEM der ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH bietet mit dem Modul RF-STAHl ein leistungsfähiges Werkzeug zur Durchführung des Vergleichsspannungsnachweises nach DIN 18 800 an. Da aber auch für rein biegebeanspruchte Querschnitte oft der vereinfachte Beulnachweis gefordert wird, steht mit dem Programm **RF-C-ZU-T** ein weiteres nützliches Werkzeug bereit, um das volle Mitwirken der Querschnittsteile unter Druckspannungen nachzuweisen. Wenn dieser so genannte (c/t)- bzw. (b/t)-Nachweis erfüllt ist, erübrigt sich ein weiterführender Beulnachweis. Mit wenigen Eingaben kann so der Nachweis für die Stäbe einer ganzen RFEM-Position geführt werden.

Wenn der (c/t)-Nachweis nicht erfüllt ist, so sei auf das weiterführende DLUBAL-Programm FE-BEUL verwiesen. Dieses ermittelt in solchen Fällen die exakten Beulspannungen und führt für diese den Spannungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 3 sowie den Stabilitätsnachweis. Oft kann durch die genaue Berechnung der Nachweis doch noch erfüllt werden. Allerdings ist in diesem Programm eine größere Anzahl von benutzerdefinierten Eingaben erforderlich und es müssen längere Rechenzeiten in Kauf genommen werden. Alternativ besteht natürlich auch die Möglichkeit, die Stäbe in Flächenelemente zu zerlegen und dann mit dem Zusatzmodul RF-STABIL zu analysieren.

Wie die übrigen Zusatzmodule ist RF-C-ZU-T vollständig in RFEM 3 integriert. Das Zusatzmodul präsentiert sich nicht nur optisch als fester Bestandteil von RFEM. Die Ergebnisse der (c/t)-Untersuchung können in das zentrale Ausdruckprotokoll eingebunden werden. Damit lässt sich die gesamte Berechnung in ansprechender und vor allem auch einheitlicher Form gestalten und präsentieren.

Im Programm steht eine automatische Querschnittsoptimierung mitsamt Exportmöglichkeit der geänderten Profile nach RFEM zur Verfügung.

Separate Bemessungsfälle erlauben eine flexible Untersuchung des Beulverhaltens.

Einige Neuerungen in RF-C-ZU-T sind:

- Ausweisung der maximalen Profilausnutzung in der Querschnittsmaske als Entscheidungshilfe für die Optimierung der Querschnitte
- Farb-Relationsbalken in den Ergebnismasken
- Darstellung der Profilausnutzung als Ergebnisverlauf
- Filtermöglichkeit für die Darstellung in der RFEM-Grafik
- Nachweisanzeige am gerenderten Modell
- Direkter Datenexport zu MS Excel

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit RF-C-ZU-T.

Ihr Team von ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH

An der Entwicklung von RF-C-ZU-T waren beteiligt:

Programmkoordinierung

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem

Programmierung

Václav Jarko Ing. Roman Svoboda

Querschnitts- und Materialdatenbank

Inq. Ph.D. Jan Rybín Jan Brnušák

Programmdesign, Dialogbilder und Icons

Dipl.-Ing. Georg Dlubal
MqA. Robert Kolouch

Programmkontrolle

Karel Kolář

Handbuch, Hilfesystem und Übersetzungen

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

Technische Unterstützung und Endkontrolle

Dipl.-Ing. (FH) André Bergholz	Dipl.-Ing. David Röseler
Dipl.-Ing. Rafael Ceglarek	Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Entenmann	M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag
Dipl.-Ing. Frank Faulstich	Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner
Dipl.-Ing. (FH) René Flori	Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl
Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier	Dipl.-Ing. (FH) Anke Voggenreiter

1.3 Gebrauch des Handbuchs

Die Themenbereiche Installation, Benutzeroberfläche, Ergebnisauswertung und Ausdruck werden im RFEM-Handbuch ausführlich erläutert, sodass auf eine Beschreibung verzichtet werden kann. Der Schwerpunkt dieses Handbuchs liegt auf den Besonderheiten, die sich im Rahmen der Arbeit mit dem Zusatzmodul ergeben.

Das Handbuch zu RF-C-ZU-T orientiert sich an der Reihenfolge und am Aufbau der Eingabe- und Ergebnismasken. Im Text werden die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Details]. Gleichzeitig sind sie am linken Rand abgebildet. Zudem werden die **Begriffe** der Dialoge, Tabellen und Menüs durch *Kursivschrift* hervorgehoben, um das Nachvollziehen der Erläuterungen zu erleichtern.

Das Handbuch enthält auch ein Stichwortverzeichnis. Sollten Sie trotzdem nicht fündig werden, steht auf unserer Website www.dlupal.de eine Suchfunktion zur Verfügung, mit der Sie in der Liste aller *Fragen und Antworten* nach bestimmten Kriterien filtern können.

1.4 Aufruf des RF-C-ZU-T Moduls

Es bestehen in RFEM folgende Möglichkeiten, das Zusatzmodul RF-C-ZU-T zu starten.

Menü

Der Programmaufruf kann erfolgen über das RFEM-Menü

Zusatzmodule → Stahlbau → RF-C-ZU-T.

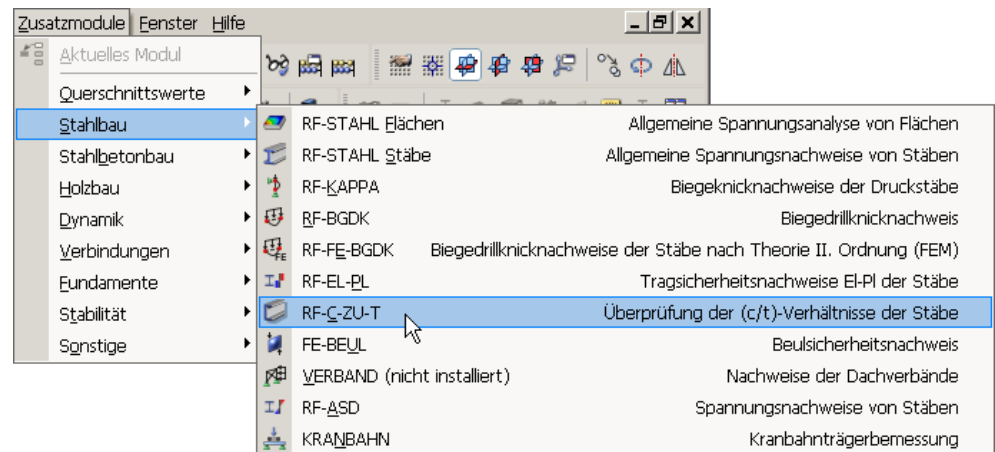


Bild 1.1: Menü: *Zusatzmodule* → *Stahlbau* → *RF-C-ZU-T*

Navigator

Das Modul RF-C-ZU-T kann im *Daten-Navigator* aufgerufen werden über den Eintrag

Zusatzmodule → RF-C-ZU-T.

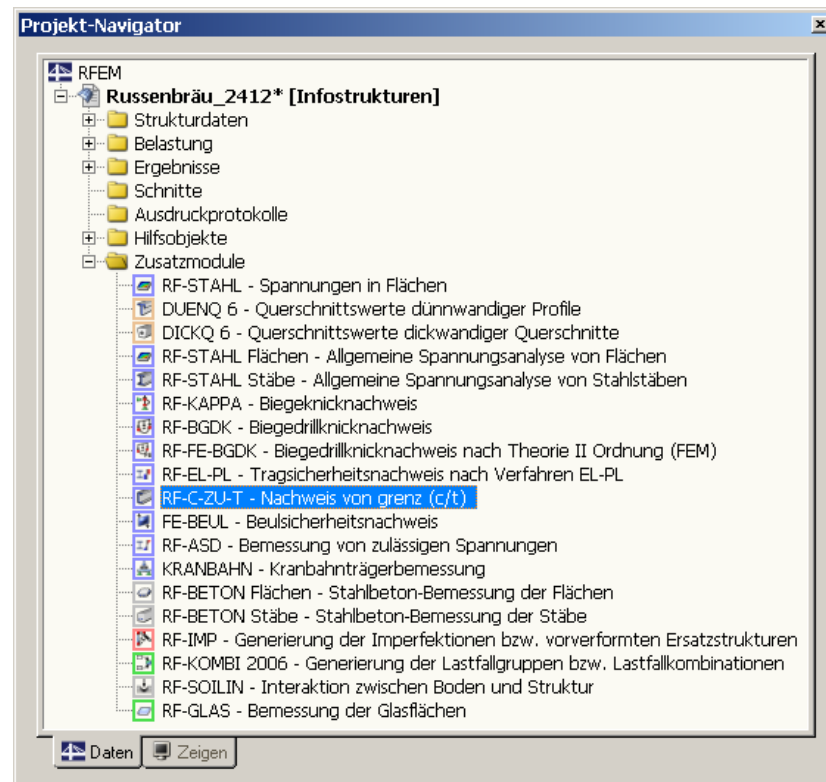
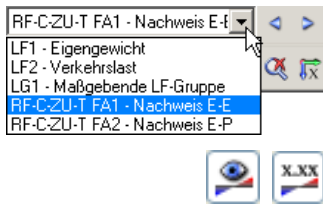


Bild 1.2: Daten-Navigator: *Zusatzmodule* → *RF-C-ZU-T*



RF-C-ZU-T

Panel

Sollten in der RFEM-Position bereits Ergebnisse von RF-C-ZU-T vorliegen, kann der entsprechende RF-C-ZU-T - Fall in der Liste der Lastfälle eingestellt werden. Mithilfe der Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] wird das Nachweiskriterium an den Stäben grafisch dargestellt.

Im Panel steht in diesem Fall die Schaltfläche [RF-C-ZU-T] zur Verfügung, die für den Aufruf des Moduls benutzt werden kann.

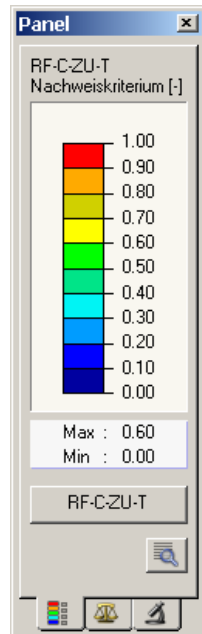


Bild 1.3: Panel: Schaltfläche [RF-C-ZU-T]

2. Theoretische Grundlagen

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen zusammengestellt, die in das Zusatzmodul RF-C-ZU-T Eingang gefunden haben. Im Wesentlichen werden Resultate der Literatur wiedergegeben. Dieses einführende Kapitel kann daher kein Lehrbuch ersetzen.

Bei Einhaltung der Werte $\text{grenz}(c/t)$ ist das volle Mitwirken der Querschnittsteile unter Druckspannungen gewährleistet. In diesem Falle ist ein Nachweis der ausreichenden Beulsicherheit nach DIN 18 800 Teil 3 nicht erforderlich.

Der Tragsicherheitsnachweis erfolgt wahlweise nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch oder dem Verfahren Elastisch-Plastisch. Für die Berechnung ist es notwendig, die Querschnitte in ein- oder zweiseitig gelagerte Plattenstreifen einzuteilen und nachzuweisen.

2.1 (c/t)-Nachweis Elastisch-Elastisch

Beim (c/t)-Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch gehen die vorhandenen Spannungen über das maximal zulässige Verhältnis $\text{grenz}(c/t)$ in den Nachweis ein. Der Nachweis legt einen linearen Spannungsverlauf innerhalb des Beulfeldes zu Grunde.

Für die Berechnung wird zwischen drei möglichen Fällen unterschieden:

- Beidseitig gelagerter Plattenstreifen
- Einseitig gelagerter Plattenstreifen
- Kreisförmiger Rohrquerschnitt

2.1.1 Beidseitig gelagerter Plattenstreifen

Es werden zunächst die Spannungen am Anfangs- und am Endpunkt des (c/t)-Elementes ermittelt. Daraus wird das Randspannungsverhältnis ψ bestimmt.

$$\psi = \frac{\sigma_1}{\sigma_2}$$

mit σ_1 : Größtwert der Druckspannung im betrachteten Plattenstreifen (Druck: positiv)
 σ_2 : Spannungswert am anderen Ende des Plattenstreifens

Gleichung 2.1: Randspannungsverhältnis

Anhand des Randspannungsverhältnisses ψ wird zwischen zwei Fällen unterschieden:

Bereich $-1 < \psi \leq 0$

$$\text{grenz}(c/t) = 420,4 \cdot \sqrt{(7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2)} \cdot \frac{1}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}$$

Bereich $0 < \psi \leq 1$

$$\text{grenz}(c/t) = 420,4 \cdot (1 - 0,278 \cdot \psi - 0,025 \cdot \psi^2) \cdot \sqrt{\frac{8,2}{\psi + 1,05} \cdot \frac{1}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$$

mit γ_M : Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeiten (in der Regel 1,1)

Gleichung 2.2: Grenzwerte (c/t) allgemein

2.1.2 Einseitig gelagerter Plattenstreifen

Hier wird zusätzlich unterschieden, ob die größte Druckspannung am gelagerten oder am freien Rand auftritt.

Größte Druckspannung am freien Rand

Bereich $-1 < \psi \leq -1$

$$\text{grenz}(c/t) = 305 \cdot \sqrt{\frac{0,57 - 0,21 \cdot \psi + 0,07 \cdot \psi^2}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$$

Größte Druckspannung am gelagerten Rand

Bereich $-1 < \psi \leq 0$

$$\text{grenz}(c/t) = 305 \cdot \sqrt{\frac{1,7 - 5 \cdot \psi + 17,1 \cdot \psi^2}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$$

Bereich $0 < \psi \leq 1$

$$\text{grenz}(c/t) = 305 \cdot \sqrt{\frac{0,578}{\psi + 0,34} \cdot \frac{1}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$$

mit γ_M : Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeiten (in der Regel 1,1)

Gleichung 2.3: Grenzwerte (c/t) allgemein

2.1.3 Nachweis

Das vorhandene Verhältnis (c/t) errechnet sich, indem die Länge c des Plattenstreifens durch dessen Dicke t geteilt wird.

Der Nachweis ist erfüllt, wenn beim Vergleich der (c/t)-Verhältnisse gilt:

$$\text{vorh}(c/t) \leq \text{grenz}(c/t)$$

Gleichung 2.4: Nachweisbedingung

2.1.4 Kreisquerschnitt

Für Kreisquerschnitte wird, genau genommen, nicht der (c/t)-, sondern der (d/t)-Nachweis geführt.

$$\text{grenz}(d/t) = (90 - 20 \cdot \frac{\sigma_N}{\sigma_1}) \cdot \frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}$$

mit d: Rohrdurchmesser bezogen auf die Mittellinie der Wandstärke

σ_1 : GrößtWert der Druckspannung in [N/mm²]

σ_N : Druckspannungsanteil aus Normalkraft in [N/mm²]

γ_M : Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeiten (in der Regel 1,1)

Gleichung 2.5: Grenzwerte (d/t) für Kreiszylinder

Das vorhandene Verhältnis (d/t) errechnet sich, indem der mittlere Durchmesser d durch die Wandstärke t geteilt wird. Der mittlere Durchmesser d ermittelt sich wie in der folgenden Gleichung dargestellt.

$$d = \frac{\text{Innendurchmesser} + \text{Außendurchmesser}}{2}$$

Der Nachweis für Rohrprofile ist erfüllt, wenn beim Vergleich der (d/t)-Verhältnisse gilt:

$$\text{vorh } (d/t) \leq \text{grenz } (d/t)$$

Gleichung 2.6: Nachweisbedingung

2.2 (c/t)-Nachweis Elastisch-Plastisch

Beim (c/t)-Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Plastisch ist das Verhältnis grenz (c/t) nicht von den absoluten Werten des Randspannungsverhältnisses abhängig. Hier wird die Höhe der Druckzone durch den Wert α beschrieben. Die Berechnung beruht auf einem nichtlinearen Spannungsverlauf mit der Annahme, dass die Spannung im Querschnittsteil über die ganze Zug- bzw. Druckzone die Fließgrenze erreicht und an der Stelle des Nulldurchganges abrupt auf den entsprechenden Wert mit dem entgegengesetzten Vorzeichen abfällt.

Auch hier wird zwischen drei Möglichkeiten unterschieden:

- Beidseitig gelagerter Plattenstreifen
- Einseitig gelagerter Plattenstreifen
- Kreisförmiger Rohrquerschnitt

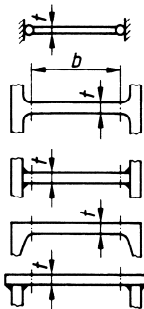
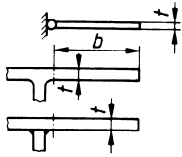
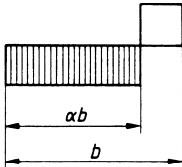
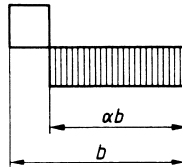
Beidseitig gelagerter Plattenstreifen		
Lagerung und Breite b		
	$\text{grenz } (b/t) = \frac{37}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$	
Einseitig gelagerter Plattenstreifen		
Lagerung und Breite b	Druckspannung $f_{y,k}/\gamma_M$ am	
	gelagerten Rand	freien Rand
		
	$\text{grenz } (b/t) = \frac{11}{\alpha \cdot \alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$	$\text{grenz } (b/t) = \frac{11}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$

Bild 2.1: Grenzwerte (c/t) für beidseitig und einseitig gelagerte Plattenstreifen

2.2.1 Beidseitig gelagerter Plattenstreifen

Es gilt allgemein:

$$\text{grenz } (c/t) = \frac{37}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$$

Für α gilt bei doppelsymmetrischen I-Profilen näherungsweise:

- $\alpha = 1$ für reine Druckbeanspruchung
- $\alpha = 0,5$ für Biegebeanspruchung infolge M_y und M_z
- $\alpha = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{N}{\frac{f_{y,k}}{\gamma_M} \cdot (h - 2 \cdot t - 2 \cdot r) \cdot s} \right)$ für zweiachsige Biegung mit Normalkraft

mit γ_M : Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeiten (in der Regel 1,1)
 $f_{y,k}$: Charakteristischer Wert der Stahlstreckgrenze in [N/mm²]
 N : Normalkraft im Stab (Druck positiv, Zug negativ)
 h : Gesamthöhe des Profils
 t : Dicke des Flansches
 s : Dicke des Steges
 r : Ausrundungsradius

Gleichung 2.7: Grenzwerte (c/t) und Faktoren α

2.2.2 Einseitig gelagerter Plattenstreifen

Hier wird zusätzlich unterschieden, ob die größte Druckspannung am gelagerten oder am freien Rand auftritt.

Größte Druckspannung am freien Rand

$$\text{grenz } (c/t) = \frac{11}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$$

Größte Druckspannung am gelagerten Rand

$$\text{grenz } (c/t) = \frac{11}{\alpha \cdot \sqrt{\alpha}} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$$

mit $f_{y,k}$: Charakteristischer Wert der Stahlstreckgrenze in [N/mm²]
 γ_M : Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeiten (in der Regel 1,1)

Gleichung 2.8: Grenzwerte (c/t) allgemein

2.2.3 Nachweis

Das vorhandene Verhältnis (c/t) errechnet sich, indem die Länge c des Plattenstreifens durch dessen Dicke t geteilt wird.

Der Nachweis ist erfüllt, wenn beim Vergleich der (c/t) -Verhältnisse gilt:

$$\text{vorh } (c/t) \leq \text{grenz } (c/t)$$

Gleichung 2.9: Nachweisbedingung

2.2.4 Kreisquerschnitt

Für Kreisquerschnitte wird, genau genommen, nicht der (c/t)-, sondern der (d/t)-Nachweis geführt.

$$\text{grenz } (d/t) = 70 \cdot \frac{240}{f_{y,k}}$$

mit $f_{y,k}$: Charakteristischer Wert der Stahlstreckgrenze in [N/mm²]

γ_M : Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeiten (in der Regel 1,1)

Gleichung 2.10: Grenzwerte (d/t) für Kreiszylinder

Das vorhandene Verhältnis (d/t) errechnet sich, indem der mittlere Durchmesser d durch die Wandstärke t geteilt wird. Der mittlere Durchmesser d ermittelt sich wie folgt:

$$d = \frac{\text{Innendurchmesser} + \text{Außendurchmesser}}{2}$$

Der Nachweis ist erfüllt, wenn beim Vergleich der (d/t)-Verhältnisse gilt:

$$\text{vorh } (d/t) \leq \text{grenz } (d/t)$$

Gleichung 2.11: Nachweisbedingung

2.3 Berücksichtigung von Schubspannungen

Die in Kapitel 2.1 genannten Gleichungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabellen 12 bis 14, gelten nur unter der Voraussetzung, dass ausschließlich längs gerichtete Druckspannungen auftreten. Für Fälle, in denen auch Schubspannungen τ auftreten, wird im Kommentar zu Element (745) folgende grundsätzliche Aussage getroffen:

$$\tau \leq 0,2 \cdot \sigma_1$$

Die Gleichungen der Tabellen 12 und 13 DIN 18800 Teil 1, Element (745) und sinngemäß auch Tabelle 14 können mit $f_{y,k}$ an Stelle von $\sigma_1 \cdot \gamma_M$ verwendet werden.

$$\tau > 0,2 \cdot \sigma_1$$

Treten größere Schubspannungen auf, so kann, um auf der sicheren Seite nach Tabelle 12 und 13 zu liegen, mit $\sigma_v \cdot \gamma_M$ anstelle von $\sigma_1 \cdot \gamma_M$ für $\psi = 1,0$ gerechnet werden.

Die oben genannte Regelung für die Berücksichtigung der Schubspannungen betrifft nur den Nachweis Elastisch-Elastisch (E-E).



3. Eingabedaten

Die Eingaben zur Definition der Bemessungsfälle erfolgen in Masken. Für Stäbe und Stabsätze wird unterstützend die [Pick]-Funktion zur grafischen Auswahl angeboten.

Nach dem Aufruf von RF-C-ZU-T wird in einem neuen Fenster links ein Navigator angezeigt, der alle aktuell anwählbaren Masken verwaltet. Darüber befindet sich eine Pulldownliste mit den eventuell bereits vorhandenen Bemessungsfällen (siehe Kapitel 8.1, Seite 36).

Wird RF-C-ZU-T zum ersten Mal in einer RFEM-Position aufgerufen, so liest das Zusatzmodul folgende bemessungsrelevante Daten automatisch ein:

- Stäbe und Stabsätze
- Lastfälle und Lastfallgruppen
- Materialien
- Querschnitte
- Schnittgrößen (im Hintergrund – sofern berechnet)



Die Ansteuerung der Masken erfolgt entweder durch Anklicken eines bestimmten Eintrages im Navigator von RF-C-ZU-T oder durch Blättern mit den beiden links dargestellten Schaltflächen. Die Funktionstasten [F2] und [F3] blättern ebenfalls eine Maske vorwärts bzw. zurück.

Mit [OK] werden die getroffenen Eingaben gesichert und das Modul RF-C-ZU-T verlassen, während [Abbruch] ein Beenden ohne Sicherung zur Folge hat.

3.1 Basisangaben

In Maske 1.1 *Basisangaben* werden die zu bemessenden Stäbe, Stabsätze und Einwirkungen ausgewählt.

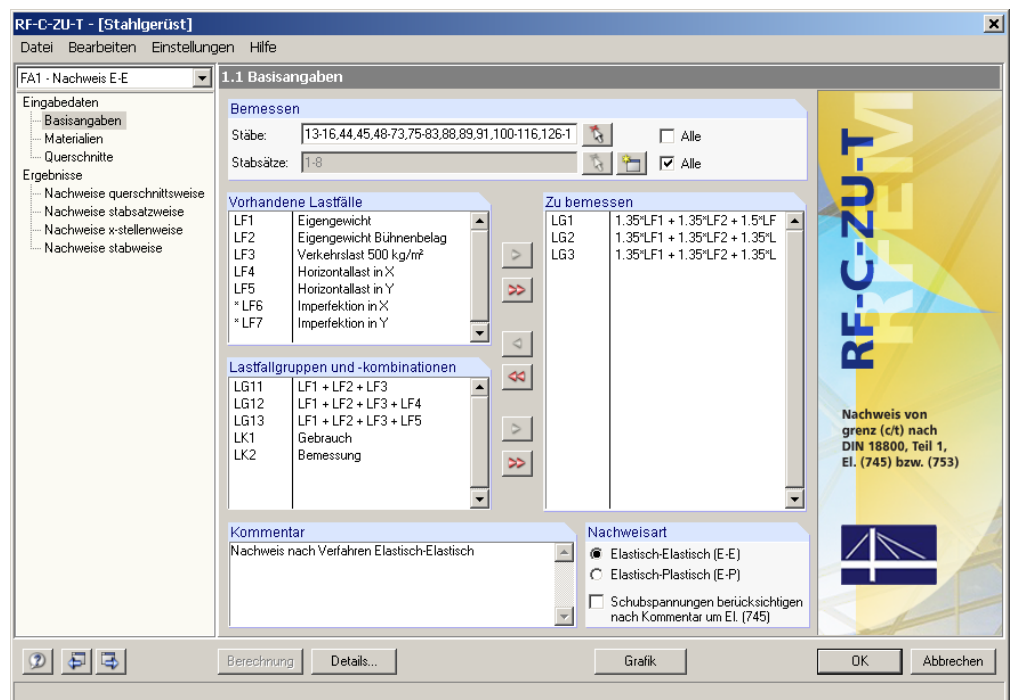


Bild 3.1: Maske 1.1 *Basisangaben*

Bemessen



Die Bemessung kann sowohl für *Stäbe* als auch für *Stabsätze* erfolgen. Falls nur bestimmte Objekte bemessen werden sollen, ist das Kontrollfeld *Alle* zu deaktivieren. Damit werden die beiden Eingabefelder zugänglich, in die die Nummern der relevanten Stäbe oder Stabsätze eingetragen werden können. Über die Schaltfläche [Pick] ist auch die grafische Auswahl im RFEM-Arbeitsfenster möglich. Die Liste der voreingestellten Stabnummern kann schnell per Doppelklick selektiert und dann durch manuelle Eingaben überschrieben werden.



Falls in RFEM noch keine Stabsätze definiert wurden, so können diese über die Schaltfläche [Neu] auch in RF-C-ZU-T angelegt werden. Es erscheint der bereits aus RFEM bekannte Dialog zum Anlegen eines neuen Stabsatzes, in dem die weiteren Angaben erfolgen.



Der (c/t)-Nachweis ist grundsätzlich für Stabzüge und Stabgruppen möglich. Im Zuge einer Stabsatzbemessung werden mehrere Stäbe wie ein Gesamtstab behandelt, dessen Maximalwerte man dann in der Ergebnismaske 2.2 *Nachweise stabsatzweise* aufbereitet sind.

Vorhandene Lastfälle / Lastfallgruppen und -kombinationen



In diesen beiden Abschnitten werden alle in RFEM definierten Lastfälle, Lastfallgruppen und -kombinationen gelistet, die für die Bemessung infrage kommen. Mit der Schaltfläche [►] können selektierte Lastfälle, Lastfallgruppen oder -kombinationen in die Liste *Zu Bemessen* rechts übertragen werden. Die Auswahl kann auch per Doppelklick erfolgen. Die Schaltfläche [►►] übergibt die komplette Liste nach rechts.

Sollten Lastfälle mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet sein wie beispielsweise die Lastfälle 6 und 7 im Bild 3.1, können diese nicht bemessen werden. Dies ist der Fall, wenn keine Lasten definiert sind oder wenn es sich wie im Beispiel um Imperfektionslastfälle handelt.

Zu bemessen



In der rechten Spalte werden die zur Bemessung ausgewählten Einwirkungen aufgelistet. Mit der Schaltfläche [◄] lassen sich bereits selektierte Lastfälle, Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen aus der Liste wieder entfernen. Auch hier kann die Auswahl per Doppelklick erfolgen. Mit der Schaltfläche [◄◄] wird die ganze Liste geleert.

Kommentar

Dieses Eingabefeld steht für eine benutzerdefinierte Anmerkung zur Verfügung, die z. B. den aktuellen RF-C-ZU-T - Bemessungsfall erläuternd beschreibt.

Nachweisart

In diesem Dialogabschnitt können erweiterte Einstellungen zur Steuerung der Berechnung vorgenommen werden. Es steht das Nachweisverfahren *Elastisch-Elastisch (E-E)* (siehe Kapitel 2.1) oder das Nachweisverfahren *Elastisch-Plastisch (E-P)* (siehe Kapitel 2.2) zur Auswahl.

Soll der Nachweis nach dem Verfahren *Elastisch-Elastisch (E-E)* erfolgen, kann zusätzlich das Kontrollfeld *Schubspannungen berücksichtigen nach Kommentar zu EI. (745)* aktiviert werden. Dies bewirkt, dass die Berechnung nicht mehr mit der üblichen Annahme durchgeführt wird, die Schubspannungen seien vernachlässigbar gering. Nähere Hinweise hierzu finden Sie im Kapitel 2.3 auf Seite 12.

Die (c/t)-Nachweise nach den beiden Verfahren sind ausführlich in den Tabellen 12 bis 15 der DIN 18 800 Teil 1 beschrieben. Im Theoriekapitel 2 dieses Handbuchs findet sich ebenfalls eine kurze Zusammenfassung.

3.2 Materialien

Diese Maske ist zweigeteilt. Im oberen Abschnitt sind die zur Bemessung vorgesehenen Materialien angeführt. Im Abschnitt *Materialkennwerte* unterhalb werden die Eigenschaften des aktuellen Materials angezeigt, d. h. des Materials, dessen Zeile im oberen Abschnitt selektiert ist.

Die zur Schnittgrößenermittlung in RFEM benötigten Materialkennwerte sind im Kapitel 5.3 des RFEM-Handbuchs ausführlich beschrieben. Die bemessungsrelevanten Materialeigenschaften werden in der globalen Materialbibliothek mit gespeichert und sind automatisch voreingestellt.

Die Einheiten und Nachkommastellen der Materialkennwerte und Spannungen lassen sich über Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen** ändern (siehe Kapitel 8.3, Seite 40).

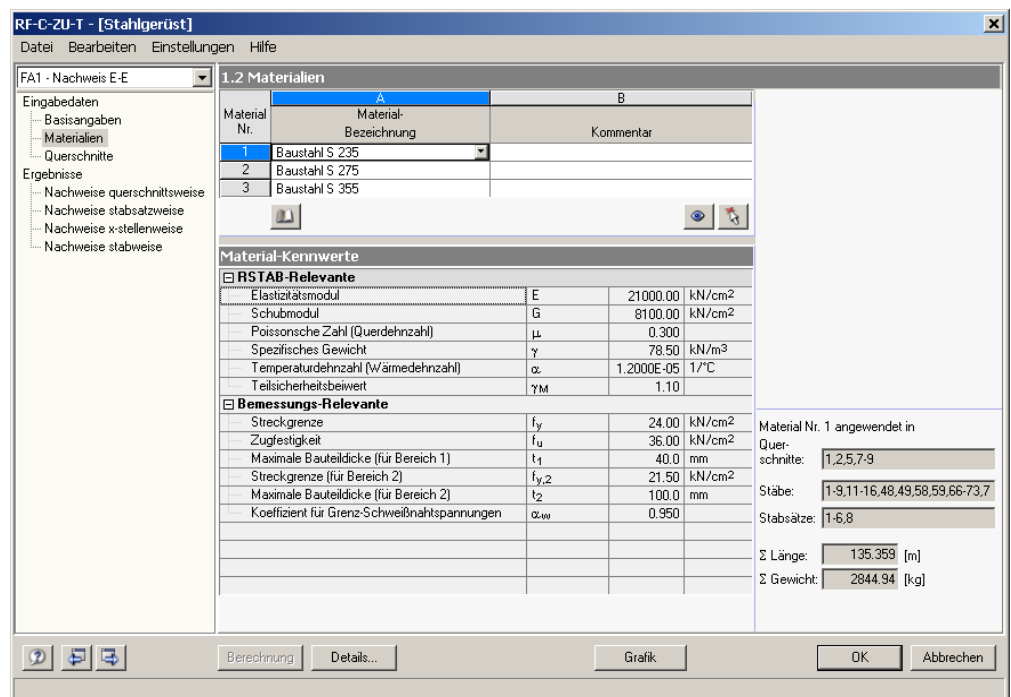


Bild 3.2: Maske 1.2 *Materialien*

Materialbezeichnung

Die in RFEM definierten Materialien sind voreingestellt. Wenn die *Materialbezeichnung* mit einem Eintrag der Materialbibliothek übereinstimmt, liest RF-C-ZU-T die Kennwerte ein.

Die Auswahl eines Materials ist über die Liste möglich: Platzieren Sie den Cursor in Spalte A und klicken dann die Schaltfläche [▼] an oder betätigen die Funktionstaste [F7]. Es öffnet sich die links dargestellte Liste. Nach der Übernahme werden die Kennwerte aktualisiert.

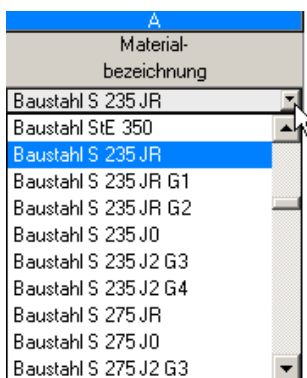
In der Liste werden dem Bemessungskonzept der DIN 18 800 entsprechend nur Materialien der Kategorie **Stahl** angeführt. Die Übernahme von Materialien aus der Bibliothek ist nachfolgend beschrieben.

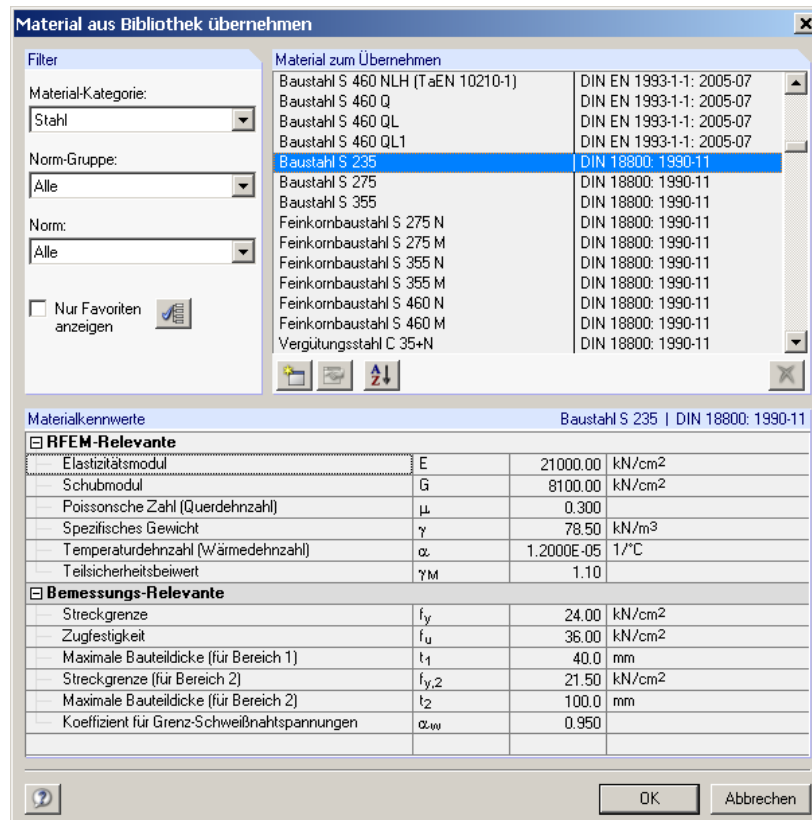
Materialbibliothek

Eine Vielzahl von Materialien ist in einer Bibliothek hinterlegt. Diese wird aufgerufen über

Bearbeiten → **Materialbibliothek**

oder die links dargestellte Schaltfläche.



Bild 3.3: Dialog *Material aus Bibliothek übernehmen*

Im Abschnitt *Filter* ist die Materialkategorie *Stahl* voreingestellt. Aus der rechts davon befindlichen Liste *Material zum Übernehmen* können Sie ein Material auswählen und dessen Kennwerte im unteren Bereich des Dialogs kontrollieren. Mit [OK] oder [↵] wird es in die Maske 1.2 von RF-C-ZU-T übernommen.

Im Kapitel 5.3 des RFEM-Handbuches ist ausführlich beschrieben, wie Materialien gefiltert, ergänzt oder neu sortiert werden können.

Theoretisch können über die Bibliothek auch Materialien der Kategorien *Gusseisen* und *Nichtrostender Stahl* ausgewählt werden. Es ist dabei allerdings zu beachten, dass diese Materialien nicht vom Bemessungskonzept der DIN 18 800 abgedeckt sind. Dementsprechend sind in RF-C-ZU-T die Materialeigenschaften grundsätzlich nicht editierbar.

3.3 Querschnitte

In dieser Maske werden die für die Bemessung infrage kommenden Querschnitte verwaltet. Zusätzlich können hier Optimierungsparameter festgelegt werden.

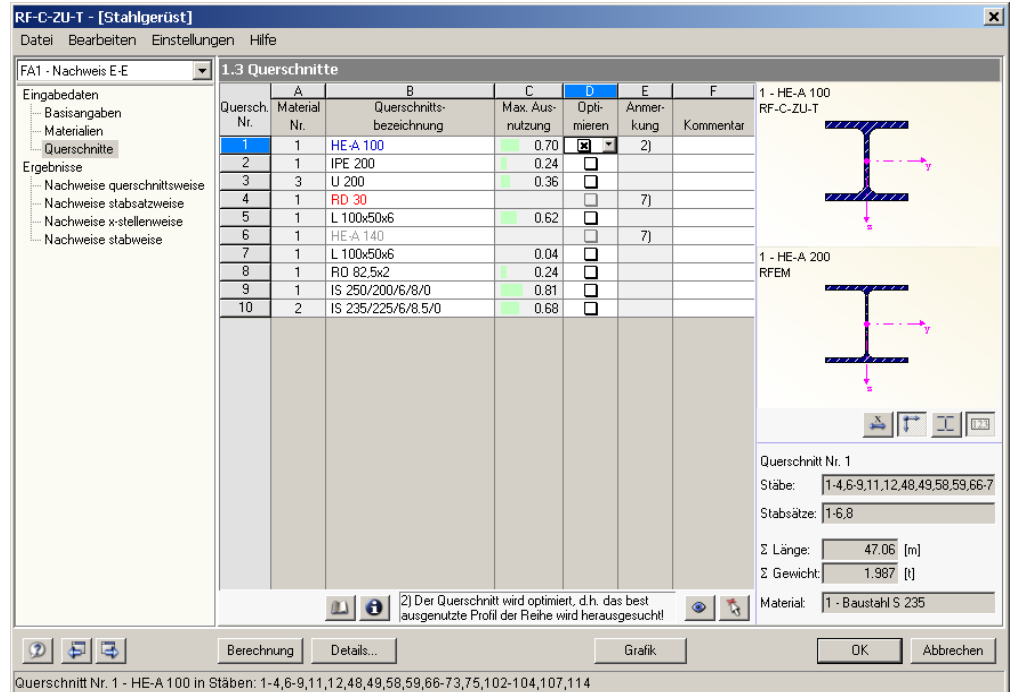


Bild 3.4: Maske 1.3 Querschnitte

Querschnittsbezeichnung

Die in RFEM verwendeten Querschnitte sind beim Aufruf der Maske voreingestellt, ebenso die zugeordneten Materialnummern.

Die vorgegebenen Querschnitte können für die Bemessung jederzeit abgeändert werden. Die Querschnittsbezeichnung eines modifizierten Profils wird in dieser Spalte mit blauer Schrift hervorgehoben.

Zum Ändern eines Profils wird die neue Querschnittsbezeichnung in die entsprechende Zeile eingetragen oder das neue Profil aus der Bibliothek ausgewählt. Diese können Sie wie gewohnt mit der Schaltfläche [Querschnittsbibliothek] aufrufen. Alternativ platzieren Sie den Cursor in der gewünschten Zeile und drücken dann [...] oder die Funktionstaste [F7]. Es erscheint die bereits aus RFEM bekannte Querschnittsbibliothek bzw. Profilliste.

Die Auswahl von Querschnitten aus der Bibliothek ist im Kapitel 5.13 des RFEM-Handbuchs ausführlich beschrieben.

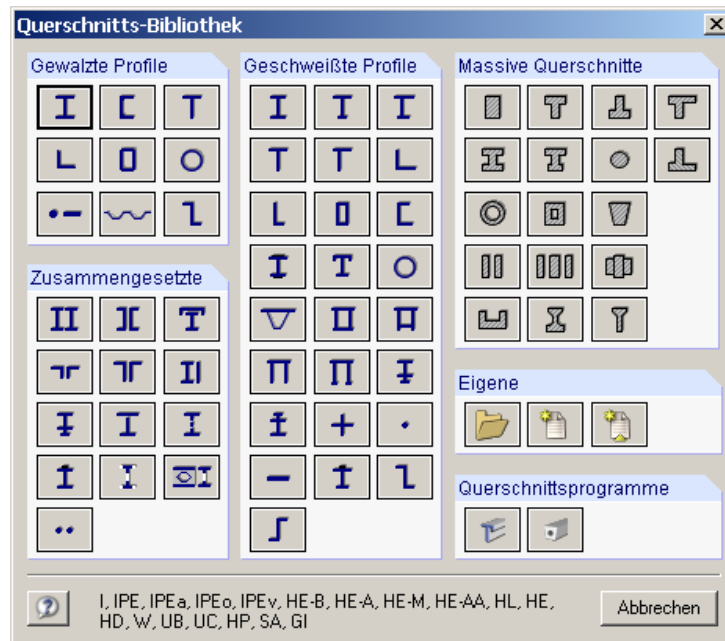


Bild 3.5: Querschnittsbibliothek

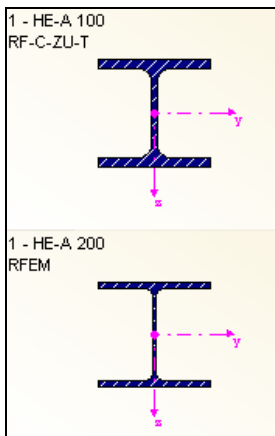
Falls unterschiedliche Querschnitte in RF-C-ZU-T und in RFEM vorliegen, so zeigt die Grafik rechts in der Maske beide Profile an. Der Nachweis wird dann mit den RFEM-Schnittgrößen für das in RF-C-ZU-T gewählte Profil geführt.

Das Programm führt den (c/t)-Nachweis gemäß DIN 18 800 Teil 1 für alle dünnwandigen Querschnitte, deren (c/t)-Querschnittsteile in der Querschnittsbibliothek verankert sind. In der RFEM-Profildatenbank sind dies sämtliche Profilreihen aus folgenden Kategorien:

- Gewalzte Profile
- Zusammengesetzte Profile
- Geschweißte Profile
- Querschnittsprogramm DUENQ

Zur Kontrolle können Sie sich die (c/t)-Querschnittsteile mitsamt Nummerierung auch in der Grafik des Querschnitts anzeigen lassen. Die Anzeige wird mit den beiden Schaltflächen rechts unterhalb der Grafik gesteuert.

Bei geschweißten Profilen besteht die Möglichkeit, durch Angabe der Schweißnahtdicke diese auch im Nachweis entsprechend zu berücksichtigen. Damit wird die Querschnittsteilbreite c verkürzt, was entsprechende Auswirkungen für den (c/t)-Nachweis hat. Hierbei stellt der Parameter a das Wurzelmaß der Schweißnaht dar.



Stab mit Voutenquerschnitt

Bei gevouteten Stäben mit unterschiedlichen Profilen am Stabanfang und Stabende werden die beiden Querschnittsnummern gemäß der Definition in RFEM in zwei Zeilen angegeben. RF-C-ZU-T führt auch die Bemessung von Voutenstäben durch, sofern die gleiche Anzahl von Spannungspunkten für den Anfangs- und Endquerschnitt vorliegt. Ist dies nicht der Fall, können die Zwischenwerte nicht interpoliert werden und es erscheint vor der Berechnung eine entsprechende Warnung.

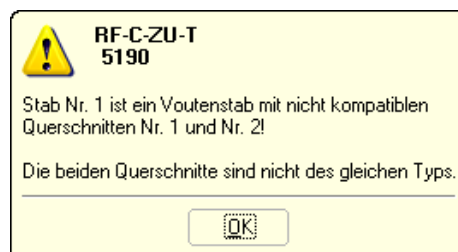


Bild 3.6: Warnung bei inkompatiblen Querschnitten



Die (c/t)-Querschnittsteile des aktuellen Querschnitts können Sie über die [Info]-Schaltfläche am unteren Ende der Querschnittsliste im Detail kontrollieren. Es erscheint der aus RFEM bekannte Dialog *Info über Querschnitt*. Dort steht unterhalb der Grafik die Schaltfläche [Details der (c/t)-Querschnittsteile] zur Verfügung, die folgenden Dialog aufruft.

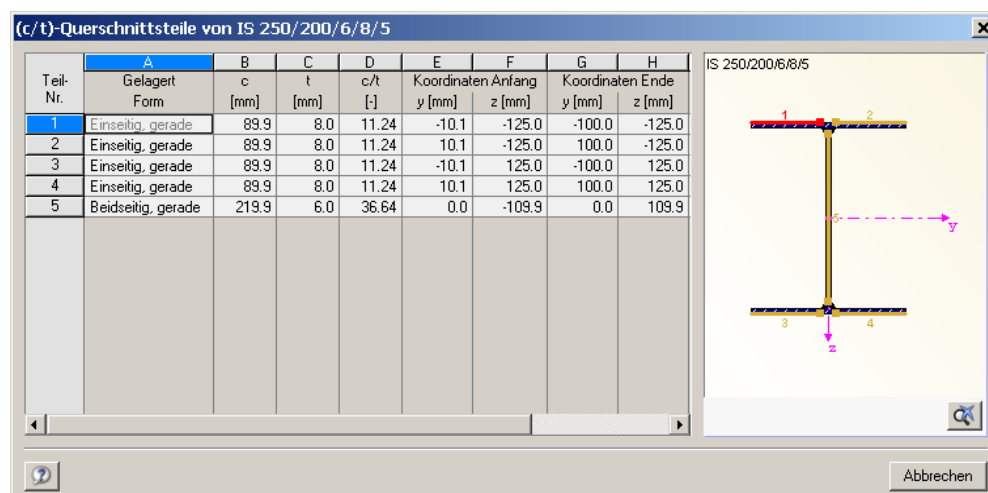


Bild 3.7: Dialog (c/t)-Querschnittsteile

Max. Ausnutzung

Diese Spalte dient als Entscheidungshilfe für den Optimierungsprozess. Sie wird angezeigt, sobald eine (c/t)-Untersuchung durchgeführt wurde. Anhand der Ausnutzung und der Farb-Relationsbalken wird deutlich, welche Profile kaum ausgenutzt und somit überdimensioniert bzw. zu stark beansprucht und damit unterdimensioniert sind.

Optimieren

Es besteht die Möglichkeit, jedes Profil einem Optimierungsprozess zu unterwerfen. Dabei wird mit den RFEM-Schnittgrößen das Profil innerhalb der betreffenden Querschnittsreihe ermittelt, das der maximalen Ausnutzung von 1.0 am nächsten kommt.

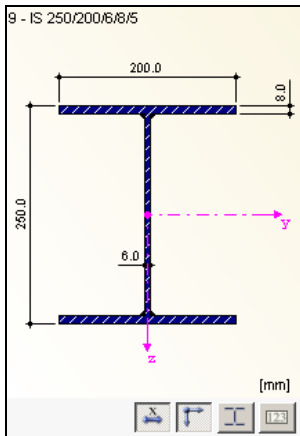
Soll ein bestimmter Querschnitt optimiert werden, ist dessen Kontrollfeld in Spalte C bzw. D zu aktivieren. Empfehlungen zur Profilloptimierung finden Sie im Kapitel 8.2 auf Seite 38.

Anmerkung

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

Querschnittsgrafik

Im rechten Teil der Maske 1.3 wird der aktuelle Querschnitt grafisch dargestellt. Die Schaltfläche unterhalb sind mit folgenden Funktionen belegt:







Schaltfläche	Funktion
	Die Bemaßung des Querschnitts wird ein- oder ausgeblendet.
	Die Hauptachsen des Profils werden ein- oder ausgeschaltet.
	Die (c/t)-Querschnittsteile werden angezeigt oder ausgeblendet.
	Die Nummerierung der (c/t)-Querschnittsteile wird ein- oder ausgeblendet.

Tabelle 3.1: Schaltflächen der Querschnittsgrafik

Erscheint vor der Berechnung die Meldung *Unzulässiger Querschnitt Nr. XX*, so liegt ein Querschnitt vor, der nicht in der Profildatenbank registriert ist. Es kann sich hierbei um einen eigendefinierten oder nicht berechneten DUENQ-Querschnitt handeln. Über die Schaltfläche [...] in Spalte B *Querschnittsbezeichnung* kann dann ein geeignetes Profil für die Bemessung eingestellt werden (siehe Bild 3.5 mit anschließender Erläuterung).

4. Berechnung

Berechnung

Die (c/t)-Nachweise erfolgen mit den in RFEM ermittelten Schnittgrößen. Der Start der [Berechnung] erfolgt über die gleichnamige Schaltfläche.

4.1 Berechnungsdetails

Details...

Der nachweisrelevante Parameter γ_M als Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgrößen kann in einem Dialog vor der Berechnung kontrolliert und ggf. angepasst werden. Dieser Dialog lässt sich mit der Schaltfläche [Details] aus jeder RF-C-ZU-T - Maske aufrufen.

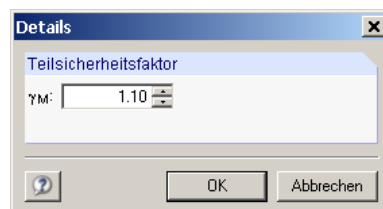


Bild 4.1: Dialog Details

Hier ist der in DIN 18 800 Teil 1, El. (720) empfohlene Wert $\gamma_M = 1,1$ voreingestellt.

4.2 Start der Berechnung

Berechnung

In jeder der drei Eingabemasken des Moduls RF-C-ZU-T kann die [Berechnung] über die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden.

RF-C-ZU-T sucht nach den Ergebnissen der zu untersuchenden Lastfälle, Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen. Werden diese nicht gefunden, so startet zunächst die RFEM-Berechnung zur Ermittlung der bemessungsrelevanten Schnittgrößen. Dabei wird auf die vorgegebenen Berechnungsparameter von RFEM zurückgegriffen.

Wenn eine Optimierung der Querschnitte (vgl. Kapitel 8.2, Seite 38) erfolgen soll, werden die erforderlichen Profile ermittelt und die entsprechenden Nachweise geführt.

Auch aus der RFEM-Oberfläche kann die Berechnung der RF-C-ZU-T - Ergebnisse initiiert werden. Die Zusatzmodule werden im Dialog *Zu berechnen* wie ein Lastfall oder eine Lastfallgruppe aufgelistet. Dieser Dialog wird in RFEM aufgerufen über Menü

Berechnung → Zu berechnen.

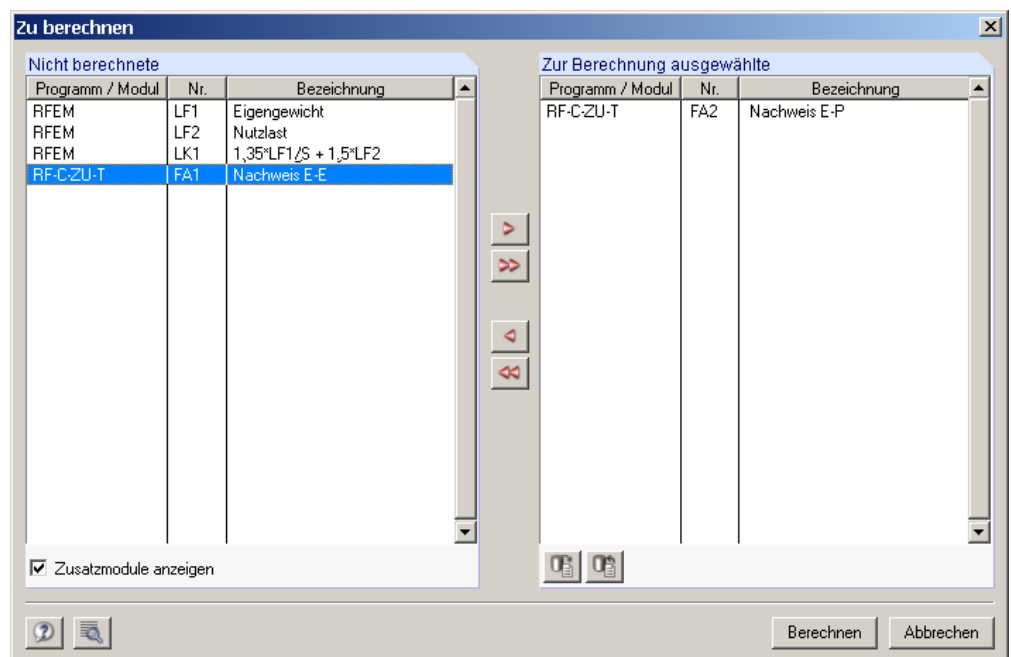


Bild 4.2: Dialog *Zu berechnen*

Falls die RF-C-ZU-T - Bemessungsfälle in der Liste *Nicht berechnet* fehlen, muss das Kontrollfeld *Zusatzmodule anzeigen* aktiviert werden.

Mit der Schaltfläche [►] werden die selektierten RF-C-ZU-T - Fälle in die rechte Liste übergeben. Die Berechnung wird dann mit der entsprechenden Schaltfläche gestartet.

Auch über die Liste der Symbolleiste kann ein bestimmter Bemessungsfall direkt berechnet werden. Stellen Sie den gewünschten RF-C-ZU-T - Fall ein und klicken anschließend auf die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus].

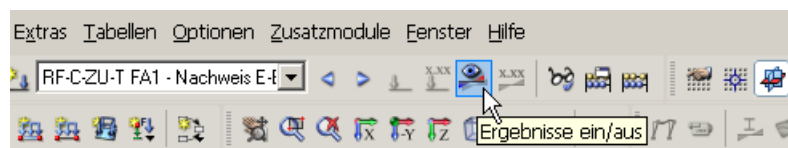


Bild 4.3: Direkte Berechnung eines RF-C-ZU-T - Bemessungsfalls in RFEM

Berechnen



Der Ablauf der Bemessung kann anschließend in einem Dialog verfolgt werden.

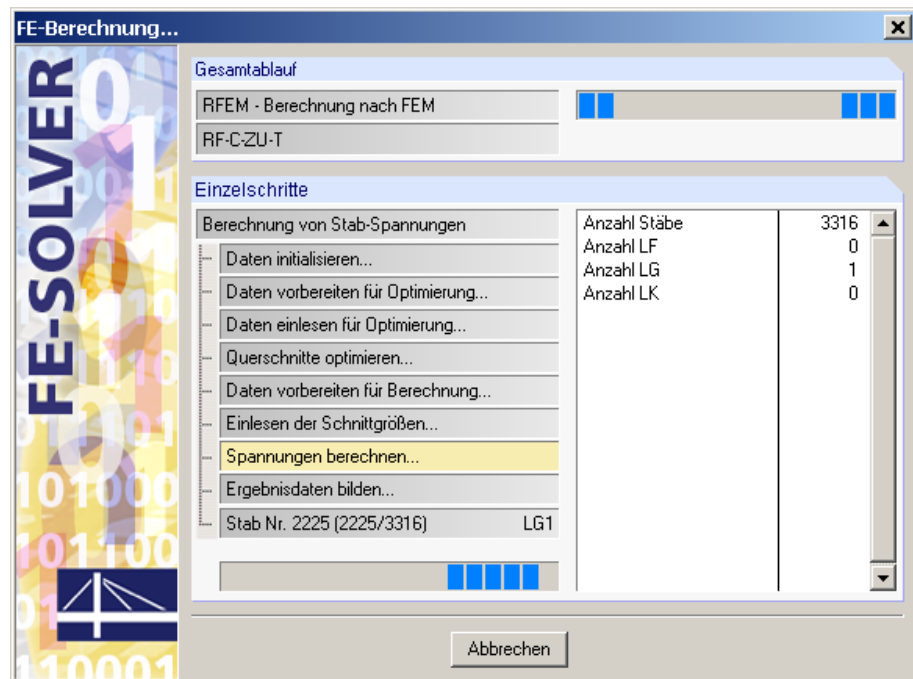


Bild 4.4: RF-C-ZU-T Berechnung

5. Ergebnisse

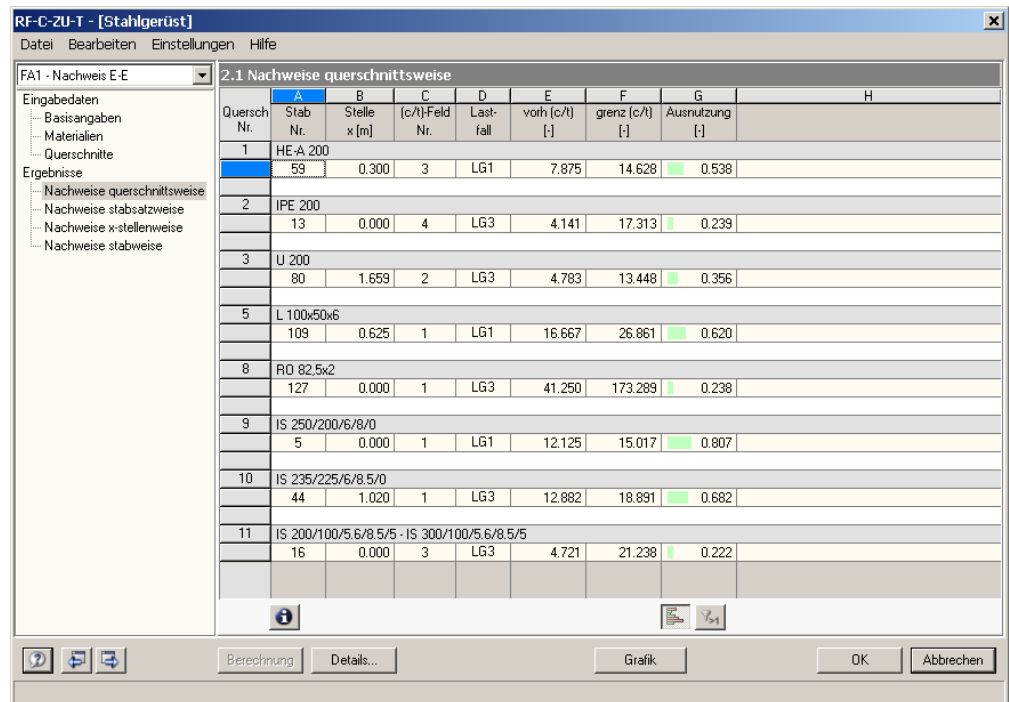


Unmittelbar nach der Berechnung erscheint die Maske 2.1 *Nachweise querschnittsweise*. In den Ergebnismasken 2.1 bis 2.4 werden die Nachweise mitsamt Erläuterungen aufgelistet. Jede Ergebnismaske kann über den Navigator von RF-C-ZU-T angesteuert werden. Alternativ benutzt man die beiden links dargestellten Schaltflächen oder die Funktionstasten [F2] und [F3], um eine Maske vor- oder zurückzublättern.

Mit [OK] werden die Ergebnisse gesichert und das Modul RF-C-ZU-T verlassen.

In diesem Handbuchkapitel werden die einzelnen Masken der Reihe nach vorgestellt. Die Auswertung und Kontrolle der Resultate ist im folgenden Kapitel 6 *Ergebnisauswertung* ab Seite 28 beschrieben.

5.1 Nachweise querschnittsweise



Quersch. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	(c/t)-Feld Nr.	Last- fall	vorn (c/t) [-]	grenz (c/t) [-]	Ausnutzung [-]	H
1	HE-A 200	59	0.300	3	LG1	7.875	14.628	0.538
2	IPE 200	13	0.000	4	LG3	4.141	17.313	0.239
3	U 200	80	1.659	2	LG3	4.783	13.448	0.356
5	L 100x50x6	109	0.625	1	LG1	16.667	26.861	0.620
8	RD 82,5x2	127	0.000	1	LG3	41.250	173.289	0.238
9	IS 250/200/6/8/0	5	0.000	1	LG1	12.125	15.017	0.807
10	IS 235/225/6/8,5/0	44	1.020	1	LG3	12.882	18.891	0.682
11	IS 200/100/5,6/8,5/5 - IS 300/100/5,6/8,5/5	16	0.000	3	LG3	4.721	21.238	0.222

Bild 5.1: Maske 2.1 Nachweise querschnittsweise

Diese Maske listet für alle zum Nachweis bestimmten Stäbe die maximalen (c/t)-Ausnutzungen auf, die sich aus den relevanten Lastfällen, Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen ergeben. Die Auflistung erfolgt nach Querschnitten geordnet. Liegt ein Voutenstab vor, werden beide Querschnittsbezeichnungen in der Zeile neben der Querschnittsnummer angegeben.

Stab Nr.

Für jeden Querschnitt wird die Nummer des Stabes angegeben, der jeweils die größte Ausnutzung, d. h. das maximale Verhältnis von vorn (c/t) zu grenz (c/t), aufweist.

Stelle x

Es wird jeweils die x-Stelle im Stab ausgewiesen, an der die maximale Ausnutzung ermittelt wurde. Zur tabellarischen Ausgabe werden folgende RFEM-Stabstellen x herangezogen:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß eventuell vorgegebener Stabteilung
- Extremwerte der Schnittgrößen

Bei reiner Druckbelastung ist diese Stelle x stets Null, weil der maßgebliche Fall „Maximale Druckspannung“ schon Stabanfang auftritt. Bei reiner Biegebelastung tritt der maßgebliche Fall immer in Stabmitte auf, da dort die Druckspannungen aus Biegung am größten sind.

(c/t)-Feld Nr.

Für jeden Stab kann hier die Nummer des (c/t)-Feldes abgelesen werden, das für den Nachweis maßgeblich ist.

Die Nummern beziehen sich auf die in der Profilbibliothek hinterlegten (c/t)-Querschnittsteile. Diese können über einen Klick auf die [Info]-Schaltfläche kontrolliert werden, die sich am unteren Ende dieser Tabelle befindet. Es öffnet sich der Dialog *Info über Querschnitt*, in dem unterhalb der Grafik die Schaltfläche [Details der (c/t)-Querschnittsteile] zur Verfügung steht. Diese wiederum ruft den im Bild 3.6 auf Seite 19 dargestellten Dialog auf.



Lastfall

In Spalte D wird die Nummer des Lastfalls bzw. der Lastfallgruppe oder -kombination ausgewiesen, deren Schnittgrößen zum jeweiligen Maximum des (c/t)-Nachweises führen.

vorh (c/t)

Diese Spalte gibt für jeden Stab das maximale vorhandene Verhältnis von Plattenstreifenbreite zu Plattenstreifendicke an. Dieses Verhältnis (c/t) errechnet sich, indem unter Berücksichtigung von Ausrundungsradien die Länge c des Querschnittsteils durch dessen Dicke t geteilt wird.

grenz (c/t)

Für jeden Querschnitt werden die Grenzwerte (c/t) bzw. (d/t) für Kreiszylinder gemäß den Tabellen 12 bis 15 der DIN 18 800 Teil 1 ausgewiesen. Die Ermittlung der maßgebenden Grenzwerte (c/t) ist im Kapitel 2 dieses Handbuchs beschrieben.

Ausnutzung

Das Ergebnis der (c/t)-Untersuchung wird in Form eines Nachweisquotienten angegeben (vgl. Kapitel 2.1.3, Seite 9 bzw. Kapitel 2.2.3, Seite 11). Wird das Nachweiskriterium nicht überschritten, so ist der Ergebniswert kleiner oder gleich 1.00 und der (c/t)-Nachweis gilt als erfüllt. Damit ist das volle Mitwirken der Querschnittsteile unter Druckspannungen gewährleistet, womit weitere Stabilitätsuntersuchungen hinsichtlich Beulens entfallen können.

Die Werte dieser Spalte sind mit farbigen Balken hinterlegt, deren Länge die Ausnutzung des Querschnitts widerspiegeln. Ein grüner Balken bedeutet zudem, dass der Nachweis erfüllt ist, ein roter Balken weist auf eine Überschreitung hin. Die Darstellung dieser Balken kann über die links dargestellte Schaltfläche ein- und ausgeblendet werden.



Die Schaltflächen unterhalb dieser Auflistung sind mit folgenden Funktionen belegt:




Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Querschnitt-Info	Ruft Dialog <i>Info über Querschnitt</i> auf mit Kontrollmöglichkeit von Profilwerten und (c/t)-Querschnittsteilen
	Relationsbalken	Blendet in den Ergebnismasken die farbigen Bezugsskalen ein und aus
	Überschreitung	Stellt nur Zeilen dar, in denen die Ausnutzung größer als 1 und damit der Nachweis nicht erfüllt ist

Tabelle 5.1: Schaltflächen in den Ergebnismasken 2.1 bis 2.4

5.2 Nachweise stabsatzweise

RF-C-ZU-T - [Stahlgerüst]

Datei Bearbeiten Einstellungen Hilfe

FA1 - Nachweis E-E

Eingabedaten

- Basisangaben
- Materialien
- Querschnitte

Ergebnisse

- Nachweise querschnittsweise
- Nachweise stabsatzweise
- Nachweise x-stellenweise
- Nachweise stabweise

2.2 Nachweise stabsatzweise

Stabsatz Nr.	A Stab Nr.	B Stelle x [m]	C (c/t)-Feld Nr.	D Lastfall	E vorh (c/t) [-]	F grenz (c/t) [-]	G Ausnutzung [-]	H
1	Stütze A-A (Stab Nr. 4,8)							
	8	3.300	1	LG3	7.875	21.999	0.358	
2	Stütze B-B (Stab Nr. 3,7)							
	7	3.300	1	LG3	7.875	20.826	0.378	
3	Stütze C-C (Stab Nr. 2,6)							
	6	0.000	1	LG1	7.875	15.778	0.499	
4	Stütze D-D (Stab Nr. 1,5)							
	5	0.000	1	LG1	12.125	15.017	0.807	
5	Riegel 1-1 (Stab Nr. 9,48,49)							
	48	1.020	2	LG3	7.875	16.476	0.478	
6	Riegel 2-2 (Stab Nr. 11,58,66,114)							
	58	0.300	3	LG3	7.875	15.840	0.497	
7	Riegel 3-3 (Stab Nr. 10,44,45)							
	44	1.020	1	LG3	12.982	18.891	0.682	
8	Riegel 4-4 (Stab Nr. 12,59,67,103)							
	59	0.300	3	LG1	7.875	14.628	0.538	

Berechnung Details... Grafik OK Abbrechen

Bild 5.2: Maske 2.2 Nachweise stabsatzweise

Diese Ergebnismaske wird nur dann angezeigt, wenn ein oder mehrere Stabsätze für den Nachweis ausgewählt wurden. Die Auflistung der maximalen Ergebniswerte erfolgt nach Stabsätzen geordnet.

Die einzelnen Spalten sind im vorherigen Kapitel 5.1 ausführlich erläutert.

5.3 Nachweise x-stellenweise

RF-C-ZU-T - [Stahlgerüst]

Datei Bearbeiten Einstellungen Hilfe

FAT - Nachweis E-E

2.3 Nachweise x-stellenweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B [c/t]-Feld Nr.	C Lastfall	D vorh [c/t] [-]	E grenz [c/t] [-]	F Ausnutzung [-]	G
5	Querschnitt Nr. 9 - IS 250/200/6/8/0						
	0.000	1	LG1	12.125	15.017	0.807	
	1.100	1	LG1	12.125	19.599	0.619	
	1.320	2	LG1	12.125	21.153	0.573	
	2.200	2	LG1	12.125	35.875	0.338	
	2.475	4	LG1	12.125	40.794	0.297	
	3.300	4	LG1	12.125	22.368	0.542	
	1.815	2	LG2	12.125	28.440	0.426	
	2.200	1	LG2	12.125	38.896	0.312	
	2.310	1	LG2	12.125	44.858	0.270	
	3.300	3	LG2	12.125	23.383	0.519	
6	Querschnitt Nr. 1 - HE-A 200						
	0.000	1	LG1	7.875	15.778	0.499	
	1.100	1	LG1	7.875	20.858	0.378	
	1.815	2	LG1	7.875	29.181	0.270	
	2.200	2	LG1	7.875	40.866	0.193	
	2.310	2	LG1	7.875	47.993	0.164	
	3.300	4	LG1	7.875	22.484	0.350	
	0.660	2	LG3	7.875	18.840	0.418	
	1.100	2	LG3	7.875	21.323	0.369	
	2.200	2	LG3	7.875	39.563	0.199	
	2.310	4	LG3	7.875	45.151	0.174	
	3.300	4	LG3	7.875	22.603	0.348	

Berechnung Details... Grafik OK Abbrechen

Bild 5.3: Maske 2.3 Nachweise stabweise

Es wird jede einzelne Stelle x im Stab mit dem jeweiligen (c/t) -Feld ausgewiesen, für das die maximale Ausnutzung ermittelt wurde. Zur tabellarischen Ausgabe werden folgende RFEM-Stabstellen x herangezogen:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß eventuell vorgegebener Stabteilung
- Vorgabe der Stabteilung für Stabergebnisse im Register *Optionen* des RFEM-Dialogs *Berechnungsparameter*
- Extremwerte der Schnittgrößen

Die Ergebnisse sind in dieser Maske nach Stabnummern geordnet. Es werden für jeden untersuchten Lastfall bzw. jede analysierte Lastfallgruppe oder -kombination die an den jeweiligen x -Stellen maßgebenden Werte $\text{grenz } (c/t)$ ausgewiesen, die die maximale Ausnutzung zur Folge haben.

Die einzelnen Spalten finden Sie im Kapitel 5.1 auf Seite 23 erläutert.

5.4 Nachweise stabweise

RF-C-ZU-T - [Stahlgerüst]

Datei Bearbeiten Einstellungen Hilfe

FA1 - Nachweis E-E

Eingabedaten

- Basisangaben
- Materialien
- Querschnitte

Ergebnisse

- Nachweise querschnittsweise
- Nachweise stabsatzweise
- Nachweise x-stellenweise
- Nachweise stabweise**

2.4 Nachweise stabweise

Stab Nr.	Stelle x [m]	(c/t)-Feld Nr.	Lastfall	vorf. (c/t) [-]	grenz. (c/t) [-]	Ausnutzung [-]	G
12	Querschnitt Nr. 1 - HE-A 200						
	5.630	2	LG3	7.875	18.212	0.432	
13	Querschnitt Nr. 2 - IPE 200						
	0.000	4	LG3	4.141	17.313	0.239	
14	Querschnitt Nr. 2 - IPE 200						
	0.000	4	LG3	4.141	27.701	0.149	
15	Querschnitt Nr. 2 - IPE 200						
	0.000	3	LG3	4.141	17.577	0.236	
16	Querschnitt Nr. 11 - IS 200/100/5.6/8.5/5 ... 12 - IS 300/100/5.6/8.5/5						
	0.000	3	LG3	4.721	21.238	0.222	
44	Querschnitt Nr. 10 - IS 235/225/6/8.5/0						
	1.020	1	LG3	12.882	18.891	0.682	
45	Querschnitt Nr. 10 - IS 235/225/6/8.5/0						
	0.000	1	LG3	12.882	19.482	0.661	
48	Querschnitt Nr. 1 - HE-A 200						
	1.020	2	LG3	7.875	16.476	0.478	
49	Querschnitt Nr. 1 - HE-A 200						

Berechnung Details... Grafik OK Abbrechen

Bild 5.4: Maske 2.4 Nachweise x-stellenweise - Stabsätze

Diese Ergebnismaske präsentiert die maximalen Ausnutzungen nach Stabnummern geordnet. Für jeden Stab wird die *Stelle x* angegeben, an der das Maximum auftritt.

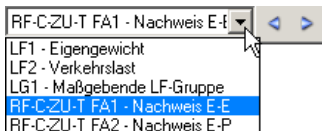
Die einzelnen Spalten sind im Kapitel 5.1 auf Seite 23 erläutert.

6. Ergebnisauswertung

Nach der Bemessung bestehen verschiedene Möglichkeiten, die Ergebnisse auszuwerten. Die grafische Auswertung kann im RFEM-Arbeitsfenster erfolgen.

6.1 Ergebnisse am RFEM-Modell

Grafik



Zur grafischen Auswertung der Bemessungsergebnisse kann das RFEM-Arbeitsfenster genutzt werden. Dort lassen sich die Ausnutzungsgrade an den Stäben bzw. Stabsätzen visualisieren. Mit der Schaltfläche [Grafik] wird das Modul RF-C-ZU-T verlassen. Im RFEM-Arbeitsfenster wird das Nachweiskriterium dann grafisch wie eine Lastfallschnittgröße dargestellt.

Ein *Ergebnisse*-Navigator wird für das Modul RF-C-ZU-T nicht angeboten, da keine grafische Auswertung der Zwischenergebnisse vorgesehen ist.

Wie bei den RFEM-Schnittgrößen blendet die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] die Darstellung der Bemessungsergebnisse ein oder aus, die rechts davon angeordnete Schaltfläche [Ergebnisse mit Werten anzeigen] steuert die Anzeige der Ergebniswerte in der Grafik.

Da die RFEM-Tabellen für die Auswertung der RF-C-ZU-T Ergebnisse keine Funktion haben, können sie ggf. deaktiviert werden.

Die Auswahl der Bemessungsfälle erfolgt wie gewohnt über die Liste in der RFEM-Menüleiste.

Die Steuerung der Ergebnispräsentation kann über den *Zeigen*-Navigator unter dem Eintrag *Ergebnisse* → *Stäbe* erfolgen. Standardmäßig wird das Nachweiskriterium *zweifärbig* dargestellt (d. h. letztendlich einfarbig, da keine negativen Ausnutzungen entstehen).

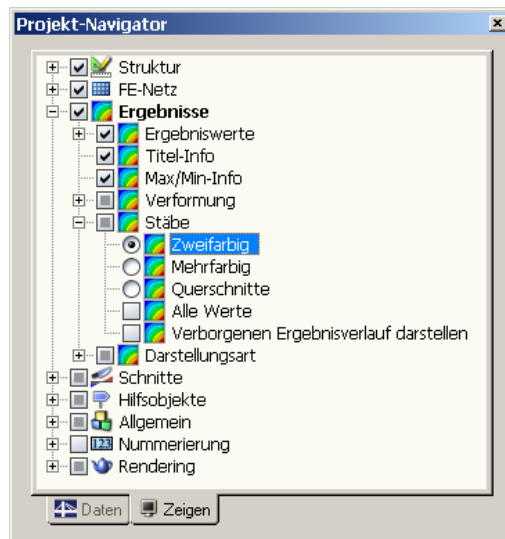


Bild 6.1: Zeigen-Navigator: Ergebnisse → Stäbe



Bei einer mehrfarbigen Darstellung steht das farbige Panel mit den üblichen Steuerungsmöglichkeiten zur Verfügung. Dessen Funktionen werden im RFEM-Handbuch, Kapitel 4.4.6 ab Seite 73 ausführlich beschrieben. Wie bei den Stabschnittgrößen kann im Register *Filter* eine Skalierung der Bemessungsergebnisse vorgenommen werden. Gibt man dort im Eingabefeld *Stabverläufe* den Faktor 0 vor, erfolgt die Darstellung der Ausnutzung automatisch mit einer stärkeren Liniendicke.

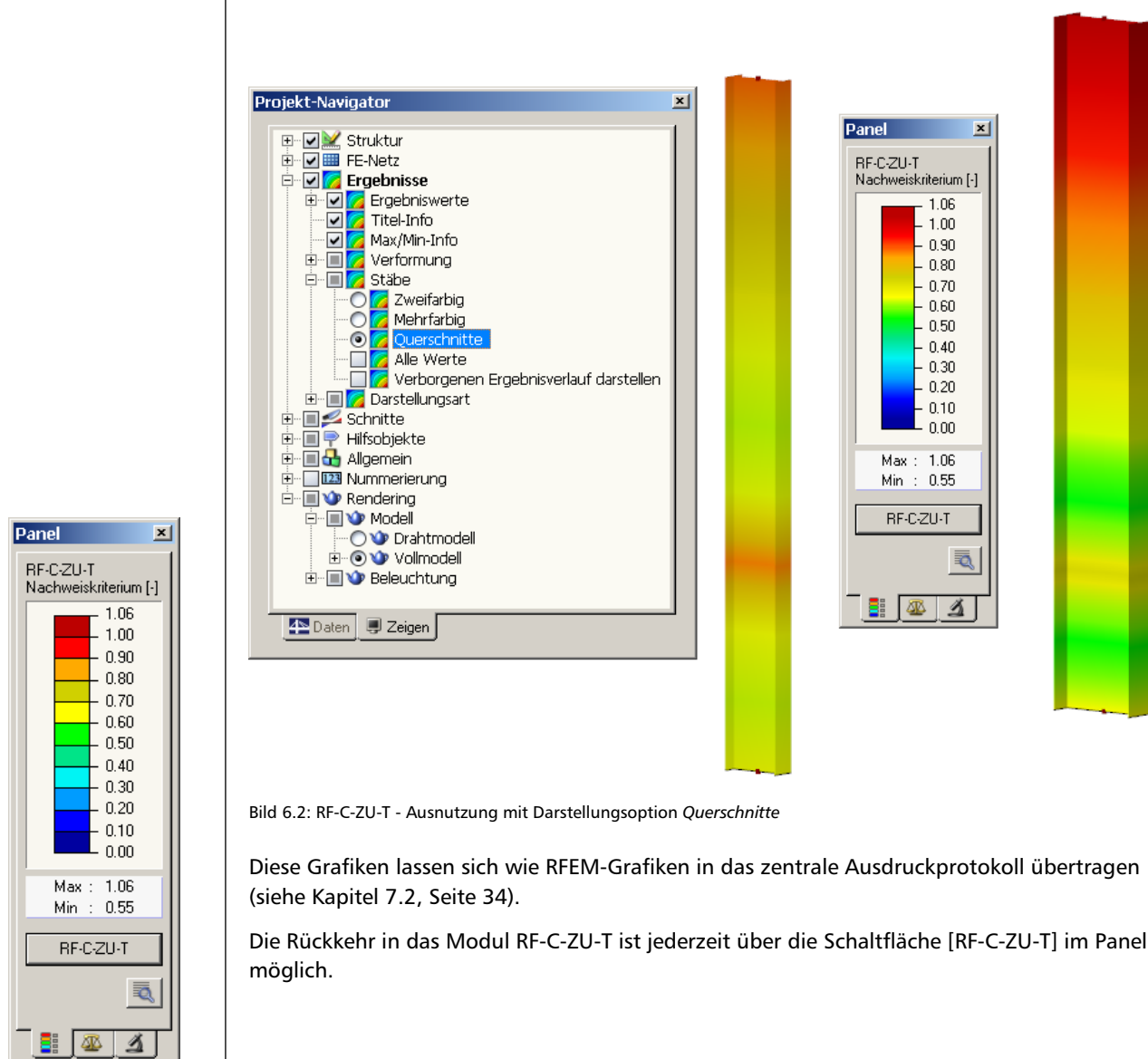


Bild 6.2: RF-C-ZU-T - Ausnutzung mit Darstellungsoption *Querschnitte*

Diese Grafiken lassen sich wie RFEM-Grafiken in das zentrale Ausdruckprotokoll übertragen (siehe Kapitel 7.2, Seite 34).

Die Rückkehr in das Modul RF-C-ZU-T ist jederzeit über die Schaltfläche [RF-C-ZU-T] im Panel möglich.

6.2 Ergebnisverläufe

Grafik



Möchte man für einen bestimmten Stab den Ergebnisverlauf grafisch ablesen, bietet sich das Ergebnisdiagramm an. Wechseln Sie zunächst mit der Schaltfläche [Grafik] in das RFEM-Arbeitsfenster (siehe Kapitel 6.1) und selektieren dort den gewünschten Stab bzw. Stabsatz durch Anklicken mit der linken Maustaste. Sie aktivieren das Ergebnisdiagramm dann über die links dargestellte Schaltfläche in der Symbolleiste.

Alternativ sind die Ergebnisverläufe in der RFEM-Grafik zugänglich über Menü

Ergebnisse → Ergebnisverläufe an selektierten Stäben.

Es öffnet sich ein Fenster, das den Verlauf der Ausnutzung am gewählten Stab bzw. Stabsatz anzeigt.

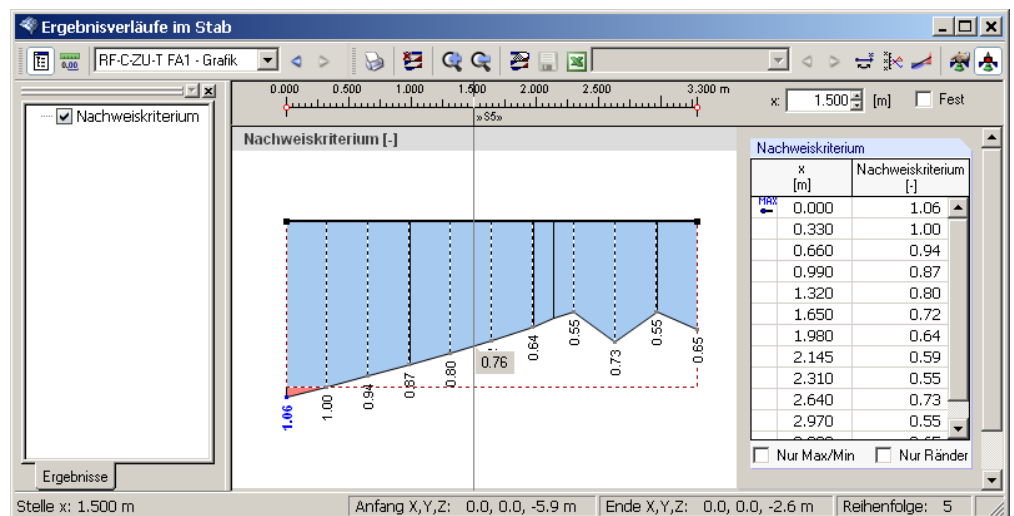


Bild 6.3: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*



Im Navigator links steht für RF-C-ZU-T nur die Option *Nachweiskriterium* zur Auswahl. Über die Liste in der Symbolleiste kann zwischen den einzelnen Bemessungsfällen gewechselt werden. Im grafischen Ergebnisverlauf wird der Bereich, in dem der Nachweis erfüllt ist, durch eine horizontale Strichlinie abgegrenzt.

Eine ausführliche Beschreibung des Dialogs *Ergebnisverläufe* finden Sie im Kapitel 10.5 des RFEM-Handbuchs ab Seite 310.

6.3 Filter für Ergebnisse

Neben den RF-C-ZU-T - Ergebnismasken, die durch ihre Strukturierung bereits eine Auswahl nach bestimmten Kriterien erlauben, stehen die im RFEM-Handbuch beschriebenen Filtermöglichkeiten zur grafischen Auswertung der Nachweise von RF-C-ZU-T zur Verfügung.

Zum einen kann auf bereits definierte Ausschnitte zurückgegriffen werden (vgl. RFEM-Handbuch, Kapitel 10.9 ab Seite 318), die es gestatten, Objekte in geeigneter Weise zu gruppieren.

Zum anderen ist es möglich, den Nachweis als Filterkriterium in der RFEM-Arbeitsfläche zu benutzen. Hierfür muss das Panel angezeigt werden. Sollte es nicht aktiv sein, kann es einblendet werden über Menü

Ansicht → Steuerpanel

oder die entsprechende Schaltfläche in der *Ergebnisse*-Symbolleiste.

Das Panel ist im Kapitel 4.4.6 des RFEM-Handbuchs ab Seite 73 beschrieben. Die Filtereinstellungen für die Ergebnisse werden im Register *Farbskala* vorgenommen. Da dieses bei der zweifarbigen Schnittgrößenanzeige nicht zur Verfügung steht, muss im *Zeigen*-Navigator auf die Darstellungsarten *Mehrfarbig* oder *Querschnitte* umgeschaltet werden.

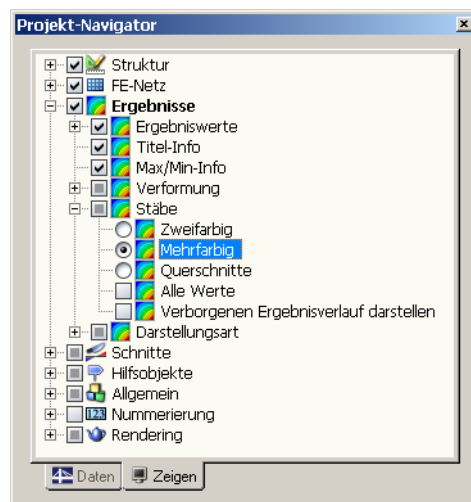


Bild 6.4: *Zeigen*-Navigator: Ergebnisse → Stäbe → **Mehrfarbig**

Bei einer mehrfarbigen Ergebnisanzeige kann im Panel beispielsweise eingestellt werden, dass nur Ausnutzungen größer als 0.50 angezeigt werden. Die Farbskala ist so bearbeitet, dass ein Farbbereich jeweils 0.05 abdeckt (siehe Bild 6.5).

Über die Option *Verborgenen Ergebnisverlauf darstellen* (im *Zeigen*-Navigator unter dem Eintrag Ergebnisse → Stäbe) lassen sich ggf. die Ergebnisse einblenden, die diese Bedingung nicht erfüllen. Sie werden dann strichlinienhaft dargestellt.

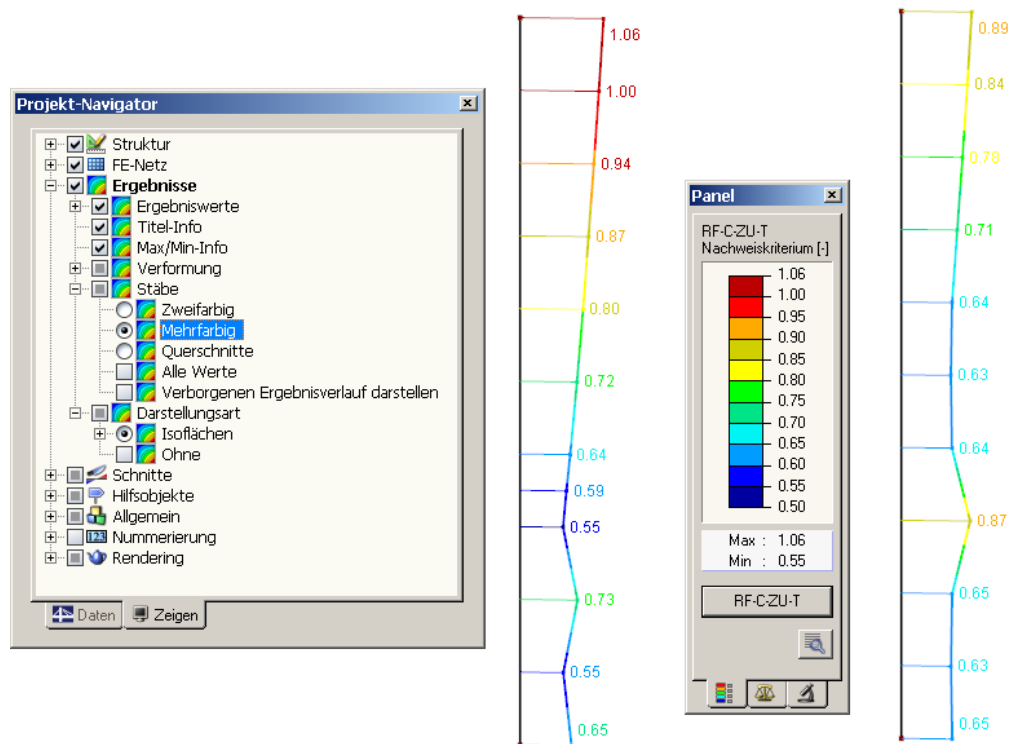


Bild 6.5: Filtern der Nachweise mit angepasster Farbskala

Filtern von Stäben



Im Register *Filter* des Steuerpanels können die Nummern der Stäbe bestimmt werden, deren Ergebnisse in der Grafik gefiltert zur Anzeige kommen sollen. Die Beschreibung dieser Funktion finden Sie im Kapitel 10.9 des RFEM-Handbuchs auf Seite 323.

Im Unterschied zur Ausschnittfunktion wird die Struktur vollständig mit angezeigt.

7. Ausdruck

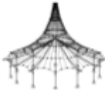
7.1 Ausdruckprotokoll

Wie für RFEM wird zunächst ein Ausdruckprotokoll mit den RF-C-ZU-T - Daten generiert, das mit Grafiken und Erläuterungen ergänzt werden kann. Zudem kann in dieser Druckvorschau festgelegt werden, welche Ergebnisse des (c/t)-Nachweises schließlich im Ausdruck erscheinen.



Bei sehr großen Strukturen ist es ratsam, anstelle eines einzigen, umfangreichen Protokolls die Daten auf mehrere kleine Protokolle aufzuteilen. Legt man ein separates Protokoll nur für die Daten von RF-C-ZU-T an, kann dieses Ausdruckprotokoll schnell aufgebaut werden.

Das Ausdruckprotokoll ist im RFEM-Handbuch ausführlich beschrieben. Insbesondere das Kapitel 11.1.3.4 *Selektion der Zusatzmodul-Daten* auf Seite 334 behandelt die Auswahl der Ein- und Ausgabedaten in den Zusatzmodulen.



Ingenieurbüro Frank Mustermann
Musterstraße 111, 98765 MUSTERSTADT
Tel: 09673/1770 - Fax: 09673/1770

Seite: 8/8
 Blatt: 1
RF-C-ZU-T
 Datum: 24.04.2008

Projekt: 2008

Position: **Stahlgerüst**
Gesamtsystem

IS 300/125/5/6/6

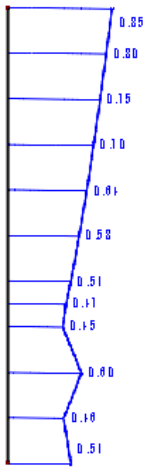
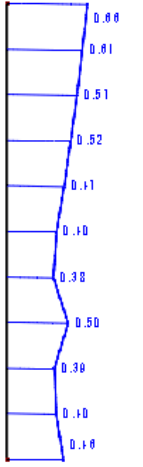
(c/t)-Teil Nr.	Gelagert	b [mm] t [mm]	c / t [-]	Koordinaten [mm]		Mittl. stat. Momente [cm]	
				Y _{Ant.} , Z _{Ant.}	Y _{End.} , Z _{End.}	S _y	S _z
1	Einseitig, gerade	51.5 6.0	8.59	-10.99 -150.00	-62.50 -150.00	22.67	7.01
2	Einseitig, gerade	51.5 6.0	8.59	10.99 -150.00	62.50 -150.00	22.67	7.01
3	Einseitig, gerade	51.5 6.0	8.59	-10.99 150.00	-62.50 150.00	22.67	7.01
4	Einseitig, gerade	51.5 6.0	8.59	10.99 150.00	62.50 150.00	22.67	7.01
5	Beidseitig, gerade	271.0 6.0	54.21	0.00 -135.51	0.00 135.51	146.84	0.00

■ **NACHWEISE STABWEISE**

Stelle [m]	Feld Nr.	LF/LG LK	vord (c/t)	grenz (c/t)	Ausnutzung
Querschnitt Nr. 9 - IS 450/200/5/6/6 0.000	1	LK-2	14.836	17.477	0.849
Querschnitt Nr. 11 - IS 300/125/5/6/6 0.000	1	LK-2	8.586	13.079	0.656

■ **RF-C-ZU-T NACHWEISKRITERIUM**

RF-C-ZU-T FA1
Nachweiskriterium

Max Nachweiskriterium: 0.85

Isometrie

Bild 7.1: Druckvorschau im Ausdruckprotokoll

7.2 RF-C-ZU-T Grafiken drucken

Die Nachweisgrafiken können entweder in das Ausdruckprotokoll eingebunden oder direkt auf den Drucker geleitet werden. Im Kapitel 11.2 des RFEM-Handbuchs wird das Drucken von Grafiken ausführlich erläutert.



Wie in RFEM kann jedes Bild, das im Grafikfenster des Hauptprogramms angezeigt wird, in das Ausdruckprotokoll übernommen werden. In gleicher Weise lassen sich auch die Stab-Ergebnisverläufe mit der [Drucken]-Schaltfläche in das Protokoll aufnehmen.

Die aktuelle RF-C-ZU-T - Grafik im RFEM-Arbeitsfenster kann gedruckt werden über Menü

Datei → Drucken

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Bild 7.2: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Hauptfensters

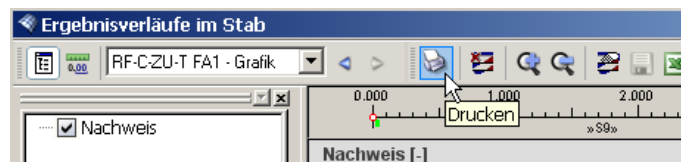


Bild 7.3: Schaltfläche *Drucken* in der Symbolleiste des Ergebnisverläufe-Fensters

Es wird folgender Dialog angezeigt:

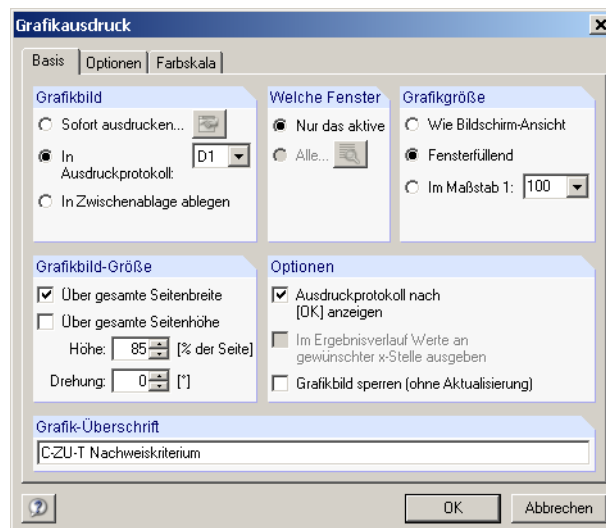
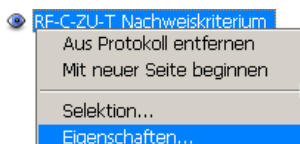
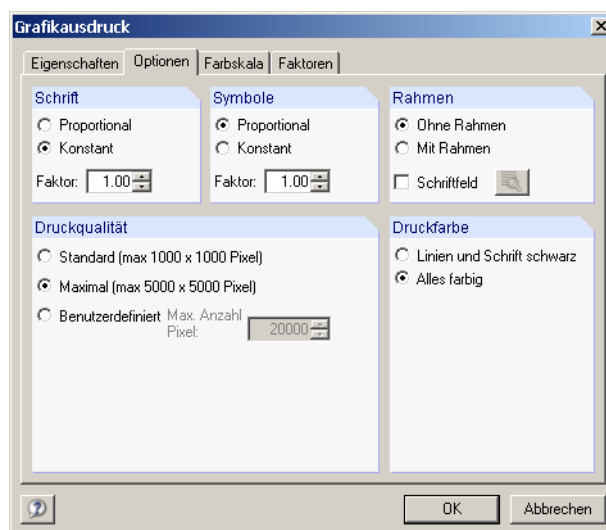


Bild 7.4: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Dieser Dialog ist im Kapitel 11.2 des RFEM-Handbuchs ab Seite 351 ausführlich erläutert. Dort werden auch die übrigen Register *Optionen* und *Farbskala* beschrieben.

Eine RF-C-ZU-T - Grafik kann im Ausdruckprotokoll wie gewohnt per Drag & Drop an eine andere Stelle verschoben werden. Zudem besteht die Möglichkeit, eingefügte Grafiken nachträglich anzupassen: Klicken Sie den entsprechenden Eintrag im Protokoll-Navigator mit der rechten Maustaste an und wählen im Kontextmenü deren *Eigenschaften*. Es erscheint wiederum der Dialog *Grafikausdruck* mit diversen Modifikationsmöglichkeiten.



Bild 7.5: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*

8. Allgemeine Funktionen

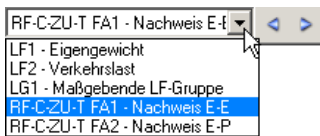
Das letzte Kapitel stellt einige Menüfunktionen sowie Exportmöglichkeiten der Bemessungsergebnisse vor.

8.1 RF-C-ZU-T Bemessungsfälle

Es besteht die Möglichkeit, Stäbe in separaten Bemessungsfällen zu gruppieren. Damit können beispielsweise Bauteilgruppen zusammengefasst oder mit spezifischen Bemessungsvorgaben (Nachweisart, Teilsicherheitsbeiwerte, Optimierung etc.) beaufschlagt werden.

Es bereitet kein Problem, einen Stab oder Stabsatz in unterschiedlichen Bemessungsfällen zu untersuchen.

Die RF-C-ZU-T - Fälle stehen in der RFEM-Arbeitsfläche wie ein Lastfall oder eine Lastfallgruppe in der Liste der Symbolleiste zur Verfügung.



Neuen RF-C-ZU-T - Fall anlegen

Ein neuer Bemessungsfall wird angelegt über das RF-C-ZU-T - Menü

Datei → Neuer Fall.

Es erscheint der folgende Dialog.

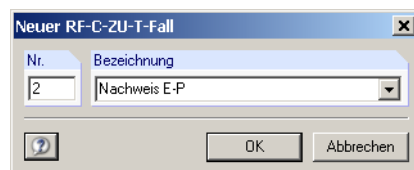


Bild 8.1: Dialog *Neuer RF-C-ZU-T - Fall*

In diesem Dialog sind eine (noch nicht belegte) *Nummer* sowie eine *Bezeichnung* für den neuen Nachweisfall anzugeben. Nach [OK] wird die Maske 1.1 *Basisangaben* von RF-C-ZU-T angezeigt, in der die neuen Bemessungsdaten eingegeben werden können.

RF-C-ZU-T - Fall umbenennen

Die Bezeichnung eines Bemessungsfalls kann geändert werden über RF-C-ZU-T - Menü

Datei → Fall umbenennen.

Es erscheint der Dialog *RF-C-ZU-T - Fall umbenennen*.

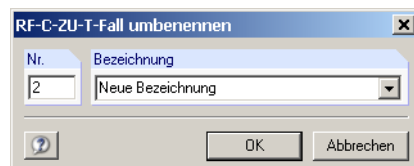


Bild 8.2: Dialog *RF-C-ZU-T - Fall umbenennen*

RF-C-ZU-T - Fall kopieren

Die Eingabedaten des aktuellen Bemessungsfalls werden kopiert über RF-C-ZU-T - Menü

Datei → Fall kopieren.

Es erscheint der Dialog *RF-C-ZU-T - Fall kopieren*, in dem die Nummer und Bezeichnung des neuen Falls festzulegen sind.

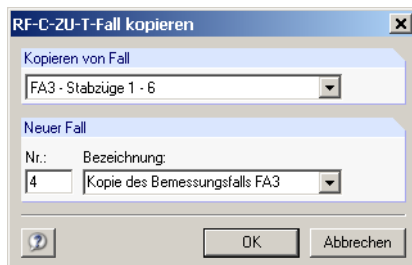


Bild 8.3: Dialog *RF-C-ZU-T - Fall kopieren*

RF-C-ZU-T - Fall löschen

Es besteht die Möglichkeit, Bemessungsfälle zu löschen über RF-C-ZU-T - Menü

Datei → Fall löschen.

Im Dialog *RF-C-ZU-T - Fall löschen* wird in der Liste *Vorhandene Fälle* der gewünschte Bemessungsfall ausgewählt und dann mit [OK] gelöscht.

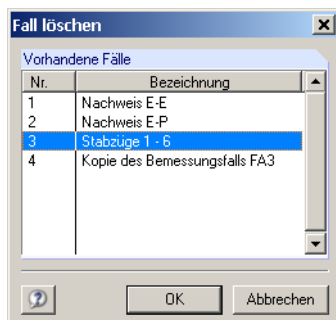


Bild 8.4: Dialog *RF-C-ZU-T - Fall löschen*

8.2 Profilloptimierung

RF-C-ZU-T bietet die Möglichkeit einer querschnittswise Optimierung an. Hierzu ist in Spalte C (bzw. D bei vorliegenden Ergebnissen) der Maske 1.3 *Querschnitte* das betreffende Profil durch Ankreuzen auszuwählen, was am einfachsten über einen Klick in das Kästchen erfolgt (vgl. Bild 3.4, Seite 17).

Auch in den Ergebnismasken kann die Querschnittsoptimierung über das Kontextmenü eingeleitet werden.

Im Zuge der Optimierung untersucht RF-C-ZU-T, welches Profil aus der vorgegebenen Querschnittsreihe den Nachweis „optimal“ erfüllt, d. h. dem höchstzulässigen Ausnutzungsgrad von 1.0 am nächsten kommt. Dabei wird mit den RFEM-Schnittgrößen eine (c/t)-Analyse durchgeführt und das Profil innerhalb der gleichen Profilreihe gesucht, das den Nachweis mit einer möglichst hohen Ausnutzung erfüllt. In Maske 1.3 werden dann wie im Bild 3.4 auf Seite 17 dargestellt rechts zwei Profile angezeigt – das ursprüngliche Profil aus RFEM und der optimierte Querschnitt.

Bei den parametrisierten Profilen der Querschnittsbibliothek erscheint beim Ankreuzen des Optimierungskästchens ein Dialog, in dem detaillierte Vorgaben getroffen werden können.

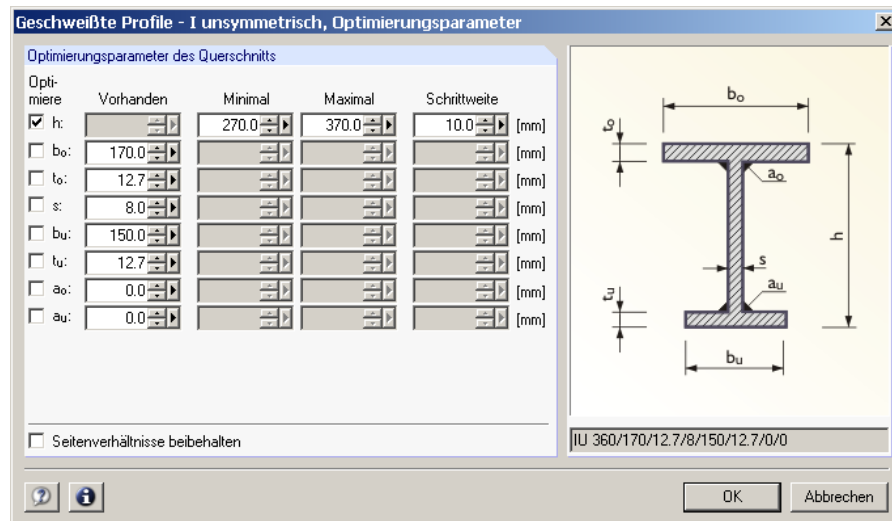


Bild 8.5: Dialog *Geschweißte Profile - I unsymmetrisch, Optimierungsparameter*

In der Spalte *Optimiere* wird zunächst durch Anhaken festgelegt, welcher (oder auch welche) Parameter modifiziert werden soll. Damit werden die Spalten *Minimal* und *Maximal* zugänglich, die die Unter- und Obergrenze des Parameters für die Optimierung vorgeben. Die Spalte *Schrittweite* steuert, in welchem Intervall die Abmessungen dieses Parameters beim Optimierungsprozess variieren.

Sollen die *Seitenverhältnisse beibehalten* werden, ist das entsprechende Kontrollfeld zu aktivieren. Zusätzlich müssen sämtliche Parameter für die Optimierung angehakt werden.

Für aus Walzprofilen zusammengesetzte Querschnitte ist keine Optimierungsmöglichkeit vorgesehen.



Bei der Optimierung ist zu beachten, dass die Schnittgrößen nicht automatisch neu mit den geänderten Querschnitten berechnet werden. Es bleibt dem Anwender überlassen, wann er welche Profile für einen neuen Rechenlauf in RFEM übernehmen möchte. Wegen der geänderten Steifigkeiten im System können die Schnittgrößen, die sich mit den optimierten Querschnitten ergeben, erheblich differieren. Es empfiehlt sich deshalb, nach einer ersten Optimierung die Schnittgrößen neu zu berechnen und anschließend die Profile nochmals zu optimieren.

Die Übergabe der geänderten Profile nach RFEM braucht nicht manuell erfolgen. Bringen Sie die Maske 1.3 *Querschnitte* zur Anzeige und wählen Menü

Bearbeiten → **Alle Querschnitte in RFEM übernehmen**.

Auch das Kontextmenü der Maske 1.3 bietet Möglichkeiten zum Export modifizierter Profile nach RFEM an.

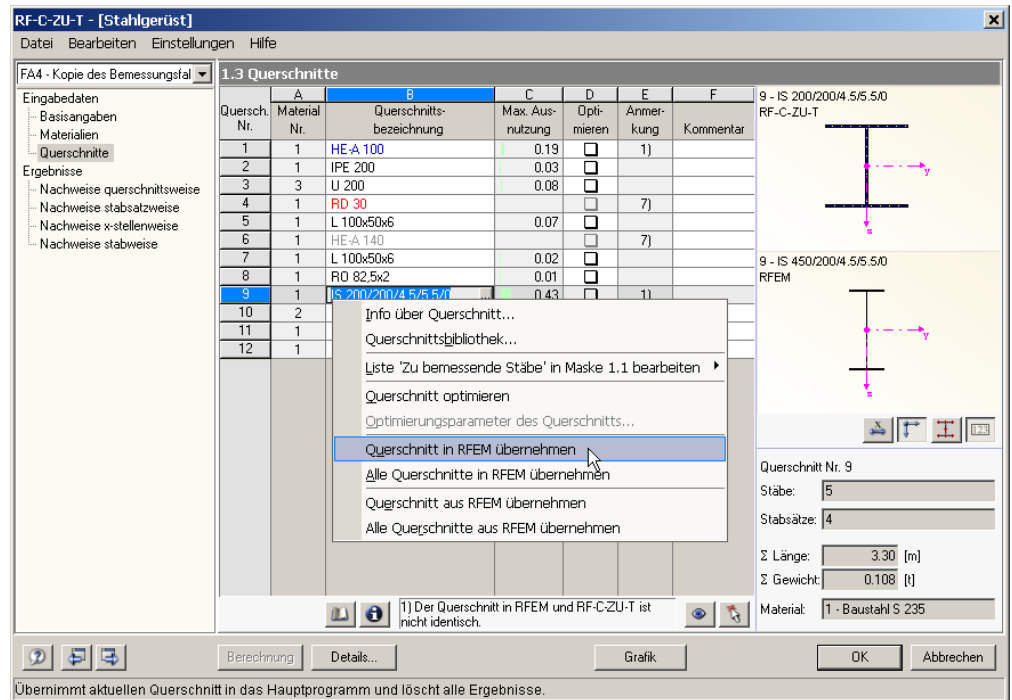


Bild 8.6: Kontextmenü der Maske 1.3 *Querschnitte*

Berechnung

Vor der Übergabe erscheint eine Sicherheitsabfrage, da diese Maßnahme mit dem Löschen der Ergebnisse verbunden ist. Wird in RF-C-ZU-T dann die [Berechnung] gestartet, erfolgt die Ermittlung der RFEM-Schnittgrößen und der (c/t)-Nachweise in einem einzigen Berechnungsablauf.

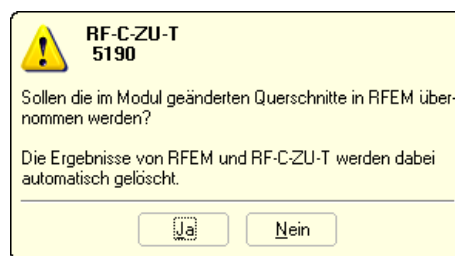


Bild 8.7: Abfrage vor der Übergabe der geänderten Querschnitte nach RFEM

Umgekehrt können über Menü *Bearbeiten* oder die im Bild 8.6 dargestellten Kontextmenüfunktionen wieder die RFEM-Originalprofile in RF-C-ZU-T eingelesen werden. Bitte beachten Sie auch hier, dass diese Möglichkeit nur in Maske 1.3 *Querschnitte* zur Verfügung steht.



Liegt ein Voutenstab zur Optimierung vor, werden die Anfangs- und Endstellen optimiert. Danach werden die Querschnittswerte an den Zwischenstellen linear interpoliert. Da z. B. die Flächenträgheitsmomente mit der vierten Potenz eingehen, kann der Nachweis bei großen Unterschieden der Anfangs- und Endprofilhöhen ungenau werden. In diesem Fall empfiehlt es sich, den Voutenstab in einzelne Stäbe aufzuteilen, deren Anfangs- und Endquerschnitte geringere Profilunterschiede aufweisen, und dann diesen Stabzug zu bemessen.

8.3 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Nachkommastellen werden für RFEM sowie für sämtliche Zusatzmodule zentral verwaltet. In RF-C-ZU-T ist der Dialog zum Einstellen der Einheiten zugänglich über das Menü

Einstellungen → Einheiten und Dezimalstellen.

Es wird der aus RFEM bekannte Dialog aufgerufen, das Modul RF-C-ZU-T ist voreingestellt.



Bild 8.8: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*



Die Einstellungen können als Benutzerprofil gespeichert und in anderen Positionen wieder verwendet werden. Die Beschreibung dieser Funktionen finden Sie im Kapitel 12.6.2 des RFEM-Handbuchs ab Seite 438.

8.4 Export der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Biegeknickanalyse können auf verschiedene Weise für andere Programme zur Verfügung gestellt werden.

Zwischenablage

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

Ausdruckprotokoll

Die RF-C-ZU-T - Daten lassen sich in das Ausdruckprotokoll drucken (vgl. Kapitel 7.1, Seite 33) und können dort dann exportiert werden über Menü

Datei → Export in RTF-Datei bzw. BauText.

Diese Funktion ist im Kapitel 11.1.11 des RFEM-Handbuchs auf Seite 346 beschrieben.

Excel

RF-C-ZU-T ermöglicht den direkten Datenexport zu MS Excel. Diese Funktion wird aufgerufen über Menü

Datei → Exportieren in MS Excel.

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

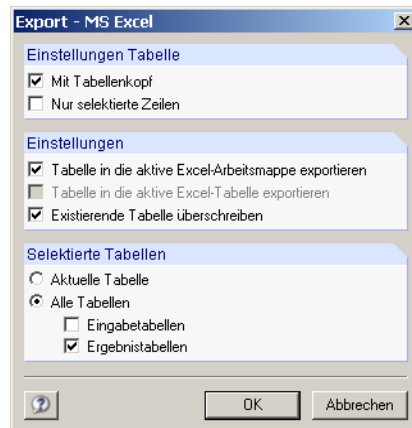


Bild 8.9: Dialog *Export - MS Excel*

Sind die gewünschten Parameter ausgewählt, kann der Export mit [OK] gestartet werden. Excel wird automatisch aufgerufen, es braucht nicht im Hintergrund geöffnet sein.

B24 f _{cr} IS 200/100/5.6/8.5/5 - IS 300/100/5.6/8.5/5									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Quersch	Stab	Stelle	(c/t)-Feld	Last-	vorh (c/t)	grenz (c/t)	Ausnutzung	
2	Nr.	Nr.	x [m]	Nr.	fall	[-]	[-]	[-]	
3	1	HE-A 100							
4		59	0,300	3	LK2	4,438	6,383	0,695	
5									
6	2	IPE 200							
7		13	0,000	4	LK2	4,141	17,313	0,239	
8									
9	3	U 200							
10		80	1,786	2	LK2	4,783	13,455	0,355	
11									
12	5	L 100x50x6							
13		109	0,625	1	LK2	16,667	26,861	0,620	
14									
15	8	RO 82,5x2							
16		127	0,000	1	LK2	41,250	173,289	0,238	
17									
18	9	IS 200/200/6/8/0							
19		5	0,000	1	LK2	12,125	13,262	0,914	
20									
21	10	IS 235/225/6/8.5/0							
22		44	1,020	1	LK2	12,882	18,891	0,682	
23									
24	11	IS 200/100/5.6/8.5/5 - IS 300/100/5.6/8.5/5							
25		16	0,000	3	LK2	4,721	21,238	0,222	

Bild 8.10: Ergebnis in Excel

A Literatur

- [1] DIN 18 800 Teil 1: Stahlbauten - Bemessung und Konstruktion, 1990
- [2] DIN 18 800 Teil 3: Stahlbauten - Stabilitätsfälle, Plattenbeulen, 1990
- [3] Schneider-Bautabellen, Werner, 17. Auflage 2006
- [4] LINDNER, J./ SCHEER, J./ SCHMIDT, H.: Stahlbauten - Erläuterungen zu DIN 18 800 Teil 1 bis 4, Beuth, 2. Auflage 1994

B Index

(

(c/t)-Feld	23
(c/t)-Querschnittsteile	18, 19, 23

A

Anmerkung.....	20
Ausdruckprotokoll	33
Ausnutzung	19, 24
Ausschnitt.....	31

B

Basisangaben.....	13
Beenden von RF-C-ZU-T	13
Beidseitig gelagerter Plattenstreifen.....	8, 11
Bemessen.....	14
Bemessungsfall	28, 36, 37
Benutzerprofil	40
Berechnung	20
Berechnung starten	21
Berechnungsdetails.....	20
Blättern in Masken.....	13

D

Dezimalstellen	15, 40
Drucken	34
Druckzone.....	10

E

Einheiten	15, 40
Einseitig gelagerter Plattenstreifen	9, 11
Elastisch-Elastisch	8, 12, 14
Elastisch-Plastisch	8, 10, 14
Ergebnisauswertung	28
Ergebnisdiagramm	30
Ergebnismasken.....	22
Ergebnisse mehrfarbig.....	31
Ergebnisse Rendering	31
Ergebnisse-Navigator.....	28
Ergebnisverläufe	30, 34
Ergebniswerte.....	28
Excel	41
Export Ergebnisse	40
Export Profile	39

F

Faktor α	10, 11
Farb-Relationsbalken	24
Farbskala	31
Filter	31
Filtern von Stäben	32
Freier Rand	9, 11

G

Gelagerter Rand	9, 11
Grafik	28
Grafik drucken.....	34
grenz (c/t).....	24

I

Installation	5
--------------------	---

K

Kommentar	14
Kreisquerschnitt	9, 12

L

Lastfall	14, 24
Lastfallkombination.....	14

M

Masken.....	13
Material.....	15
Materialbezeichnung.....	15
Materialbibliothek	15
Materialkennwerte	15

N

Nachweis.....	9, 11, 23, 27, 30
Nachweisart	14
Nachweiskriterium	24
Navigator	13

O

Optimierung.....	19, 38
------------------	--------

P

Panel	7, 28, 31
Parametrisierte Profile	38
Profiloptimierung	38
Profilreihen.....	18
Programmaufruf	6

Q

Querschnitt	17
Querschnittsbezeichnung	17
Querschnittsbibliothek	17, 18
Querschnittsgrafik	20

R

Randspannungsverhältnis ψ	8
RF-C-ZU-T Fall	36
RFEM-Arbeitsfenster	28

S

Schnittgrößen	38
Schubspannungen	12, 14
Skalierung	28
Stäbe	14
Stabsätze	14, 25

Stabverläufe	28
Starten von RF-C-ZU-T	6
Stelle x	23, 26, 27
Steuerpanel	31

T

Teilsicherheitsbeiwert γ_M	20
Tragsicherheitsnachweis	24

V

Visualisierung	28
vorh (c/t)	24
Voutenstab	19, 23, 39

X

x-Stelle	23, 26
----------------	--------

Z

Zeigen-Navigator	28, 31
------------------------	--------