

**Fassung
Juni 2013**

Zusatzmodul

STAHL SIA

**Tragsicherheits-, Gebrauchstaug-
lichkeits- und Stabilitätsnachweise
nach SIA 263:2013**

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

Inhalt

	Inhalt	Seite		Inhalt	Seite
1.	Einleitung	4	4.4	Nachweise stabweise	37
1.1	Zusatzmodul STAHL SIA	4	4.5	Nachweise x-stellenweise	37
1.2	STAHL SIA - Team	5	4.6	Maßgebende Schnittgrößen stabweise	38
1.3	Gebrauch des Handbuchs	6	4.7	Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise	39
1.4	Aufruf des STAHL SIA - Moduls	6	4.8	Stabschlankheiten	40
2.	Eingabedaten	8	4.9	Stückliste stabweise	41
2.1	Basisangaben	8	4.10	Stückliste stabsatzweise	42
2.1.1	Tragfähigkeit	10	5.	Ergebnisauswertung	43
2.1.2	Gebrauchstauglichkeit	11	5.1	Ergebnisse am RSTAB-Modell	44
2.2	Materialien	12	5.2	Ergebnisverläufe	46
2.3	Querschnitte	14	5.3	Filter für Ergebnisse	47
2.4	Seitliche Zwischenlager	18	6.	Ausdruck	49
2.5	Effektive Längen - Stäbe	19	6.1	Ausdruckprotokoll	49
2.6	Effektive Längen - Stabsätze	22	6.2	Grafikausdruck	49
2.7	Knotenlager - Stabsätze	23	7.	Allgemeine Funktionen	51
2.8	Stabendgelenke - Stabsätze	25	7.1	Bemessungsfälle	51
2.9	Gebrauchstauglichkeitsparameter	26	7.2	Querschnittsoptimierung	53
3.	Berechnung	27	7.3	Einheiten und Dezimalstellen	55
3.1	Detaileinstellungen	27	7.4	Datenaustausch	56
3.1.1	Tragsicherheit	27	7.4.1	Materialexport nach RSTAB	56
3.1.2	Stabilität	28	7.4.2	Knicklängenexport nach RSTAB	56
3.1.3	Gebrauchstauglichkeit	30	7.4.3	Export der Ergebnisse	56
3.1.4	Diverse	31	8.	Beispiel	58
3.2	Start der Berechnung	32	A	Literatur	65
4.	Ergebnisse	33	B	Index	66
4.1	Nachweise lastfallweise	34			
4.2	Nachweise querschnittsweise	35			
4.3	Nachweise stabsatzweise	36			

1. Einleitung

1.1 Zusatzmodul STAHL SIA

Das RSTAB-Zusatzmodul STAHL SIA ist ein leistungsstarkes Werkzeug zur Bemessung von Stahltragwerken nach der Schweizer Norm SIA 263:2013. Es werden alle typischen Nachweise der Tragsicherheit, Stabilität und Verformung geführt. Beim Tragsicherheitsnachweis berücksichtigt das Modul die Wirkung verschiedener Beanspruchungen. Dabei besteht die Möglichkeit, unter den in der Norm angebotenen Interaktionsnachweisen zu wählen.

Eine wesentliche Komponente der Nachweisführung nach SIA 263:2013 ist die Einteilung der nachzuweisenden Querschnitte in die Klassen 1 bis 4. Dadurch wird die Begrenzung der Beanspruchbarkeit und Rotationskapazität durch lokales Beulen von Querschnittsteilen überprüft. STAHL SIA ermittelt die c/t -Verhältnisse der druckbeanspruchten Querschnittsteile und nimmt die Klassifizierung automatisch vor.

Bei den Stabilitätsnachweisen kann für jeden Stab oder Stabsatz gesondert festgelegt werden, ob Biegeknicken in y - und/oder z -Richtung möglich ist. Es können auch zusätzliche seitliche Halterungen definiert werden, um das Modell realitätsnah abzubilden. STAHL SIA ermittelt aus den Randbedingungen die Schlankheitsgrade und ideellen Verzweigungslasten. Das für den Kippnachweis erforderliche ideale Kippmoment kann automatisch ermittelt oder manuell vorgegeben werden. Dabei wird der Lastangriffspunkt von Querlasten berücksichtigt, der sich entscheidend auf die Drillbeanspruchung auswirkt. Eine eventuelle Torsionsinstabilität (Biegedrillknicken) von Druckstäben wird jedoch nicht untersucht.

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist bei Bauten mit schlanken Querschnitten ein wichtiger Nachweis. Hierzu können Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen den verschiedenen Bemessungssituationen zugewiesen werden. Die Grenzverformungen sind gemäß SIA 260, Anhang A voreingestellt; sie können bei Bedarf angepasst werden. Zudem ist es möglich, Bezugsängen und Überhöhungen vorzugeben, die im Nachweis entsprechend berücksichtigt werden.

Das Modul führt bei Bedarf eine Optimierung der Querschnitte durch und exportiert die geänderten Profile nach RSTAB. Über Bemessungsfälle ist es möglich, Bauteile von großen Systemen separat nachzuweisen oder Varianten zu untersuchen.

STAHL SIA ist als Zusatzmodul in die RSTAB-Umgebung integriert. So sind die bemessungsrelevanten Eingabedaten nach dem Aufruf des Moduls voreingestellt. Nach der Bemessung kann die grafische Oberfläche von RSTAB zur Auswertung der Ergebnisse genutzt werden. Nicht zuletzt lassen sich die Nachweise von der Schnittgrößenermittlung bis zur Bemessung im zentralen Ausdruckprotokoll von RSTAB dokumentieren.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit STAHL SIA.

Ihr DLUBAL-Team

1.2 STAHL SIA - Team

An der Entwicklung von STAHL SIA waren beteiligt:

Programmkoordinierung

Dipl.-Ing. Georg Dlubal

Dipl.-Ing. (FH) Younes El Frem

Programmierung

Ing. Zdeněk Kosáček

Mgr. Petr Oulehle

Dipl.-Ing. Georg Dlubal

Zbyněk Zámečník

Dr.-Ing. Jaroslav Lain

DiS. Jiří Šmerák

Ing. Martin Budáč

Querschnitts- und Materialdatenbank

Ing. Ph.D. Jan Rybín

Ing. Jiří Kubiček

Mgr. Petr Oulehle

Programmdesign, Dialogbilder und Icons

Dipl.-Ing. Georg Dlubal

Ing. Jan Miléř

MgA. Robert Kolouch

Programmkontrolle

Ing. Martin Vasek

Dipl.-Ing. (FH) Wieland Götzler

Lokalisierung, Handbuch

Ing. Fabio Borriello

Ing. Roberto Lombino

Ing. Dmitry Bystrov

Eng.º Nilton Lopes

Eng.º Rafael Duarte

Mgr. Ing. Hana Macková

Ing. Jana Duníková

Ing. Téc. Ind. José Martínez

Dipl.-Ing. (FH) René Flori

MA SKT Anton Mitleider

Ing. Lara Freyer

Dipl.-Ü. Gundel Pietzcker

Alessandra Grosso

Mgr. Petra Pokorná

Bc. Chelsea Jennings

Ing. Michaela Prokopová

Jan Jeřábek

Ing. Marcela Svitáková

Ing. Ladislav Kábrt

Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

Ing. Aleksandra Kociołek

Ing. Marcin Wardyn

Technische Unterstützung und Endkontrolle

M.Eng. Cosme Asseya

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Lex

Dipl.-Ing. (BA) Markus Baumgärtel

Dipl.-Ing. (BA) Sandy Matula

Dipl.-Ing. Moritz Bertram

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Meierhofer

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Clauß

M.Eng. Dipl.-Ing. (BA) Andreas Niemeier

Dipl.-Ing. Frank Faulstich

M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) Walter Rustler

Dipl.-Ing. (FH) René Flori

M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Frank Sonntag

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Frenzel

Dipl.-Ing. (FH) Christian Stautner

Dipl.-Ing. (FH) Walter Fröhlich

Dipl.-Ing. (FH) Lukas Sühnel

Dipl.-Ing. (FH) Bastian Kuhn

Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

1.3 Gebrauch des Handbuchs

Da die Themenbereiche Installation, Benutzeroberfläche, Ergebnisauswertung und Ausdruck im RSTAB-Handbuch ausführlich erläutert sind, wird hier auf eine Beschreibung verzichtet. Der Schwerpunkt dieses Handbuchs liegt auf den Besonderheiten, die sich im Rahmen der Arbeit mit dem Zusatzmodul STAHL SIA ergeben.



Dieses Handbuch orientiert sich an der Reihenfolge und am Aufbau der Eingabe- und Ergebnismasken. Im Text sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Sichtmodus]. Gleichzeitig 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 dennoch nicht fündig werden, so können Sie die Suchfunktion auf unserer Website www.dlubal.de nutzen, um in der umfangreichen Liste aller *Fragen und Antworten* das Problem nach bestimmten Kriterien einzugrenzen.

1.4 Aufruf des STAHL SIA - Moduls

Es bestehen in RSTAB folgende Möglichkeiten, das Zusatzmodul STAHL SIA zu starten.

Menü

Sie können das Zusatzmodul aufrufen mit dem RSTAB-Menü

Zusatzmodule → Stahlbau → STAHL SIA.

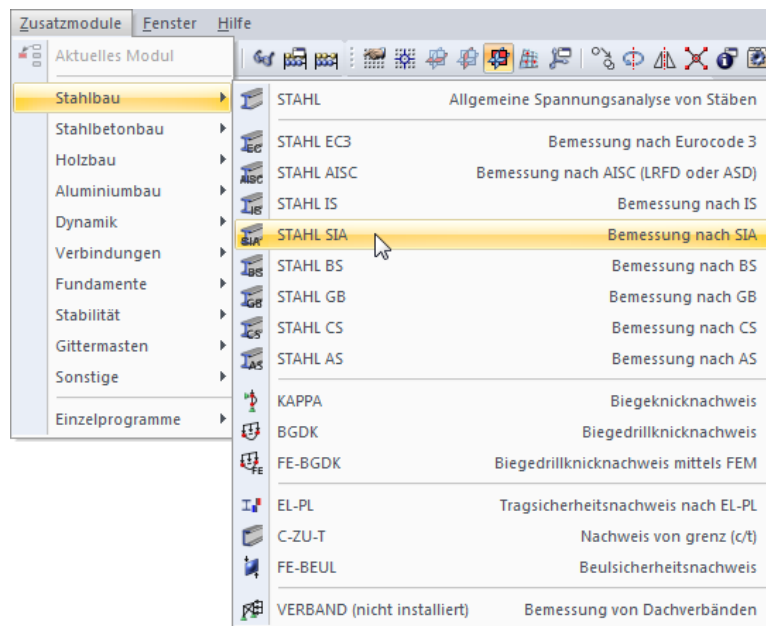


Bild 1.1: Menü: *Zusatzmodule* → *Stahlbau* → *STAHL SIA*

Navigator

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

Zusatzmodule → **STAHL SIA**.

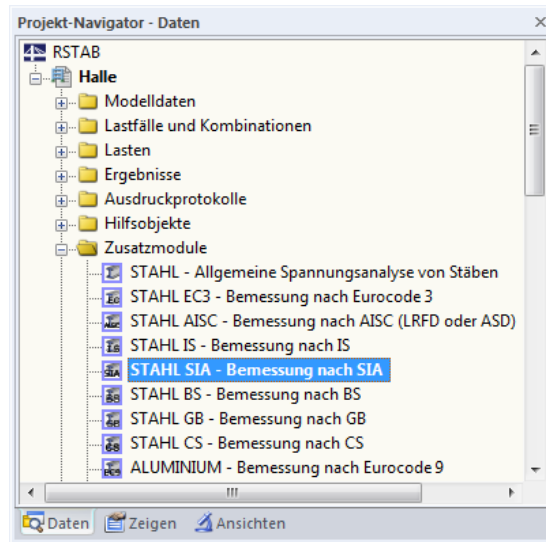


Bild 1.2: Daten-Navigator: *Zusatzmodule* → *STAHL SIA*

Panel

Wenn im RSTAB-Modell schon Ergebnisse von STAHL SIA vorliegen, können Sie das Bemessungsmodul auch über das Panel starten:

Stellen Sie den relevanten STAHL SIA-Bemessungsfall in der Lastfallliste der Menüleiste ein. Lassen Sie über die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] das Nachweiskriterium an den Stäben grafisch darstellen.

Im Panel können Sie nun die Schaltfläche [STAHL SIA] zum Aufruf des Moduls benutzen.

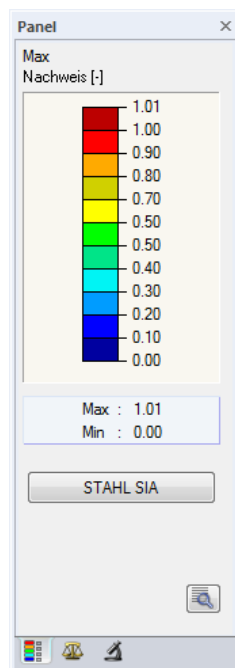
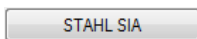
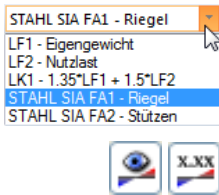


Bild 1.3: Panel-Schaltfläche [STAHL SIA]

Bemessung von

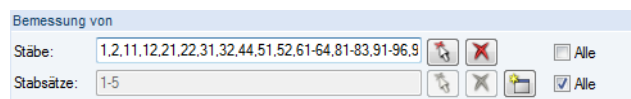


Bild 2.2: Bemessung von Stäben und Stabsätzen



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 Liste der voreingestellten Nummern kann per Doppelklick selektiert und dann durch manuelle Eingaben überschrieben werden. Über die Schaltfläche [↖] lassen sich die Objekte auch grafisch im RSTAB-Arbeitsfenster auswählen.

Bei der Bemessung eines Stabsatzes werden die Extremwerte der Nachweise aller im Stabsatz enthaltenen Stäbe ermittelt und die Randbedingungen 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 RSTAB bekannte Dialog zur Eingabe der Stabsatz-Parameter.

Kommentar

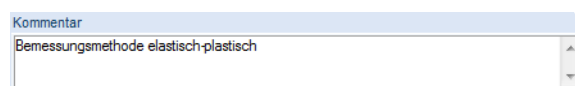


Bild 2.3: Benutzerdefinierter Kommentar

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

2.1.1 Tragfähigkeit

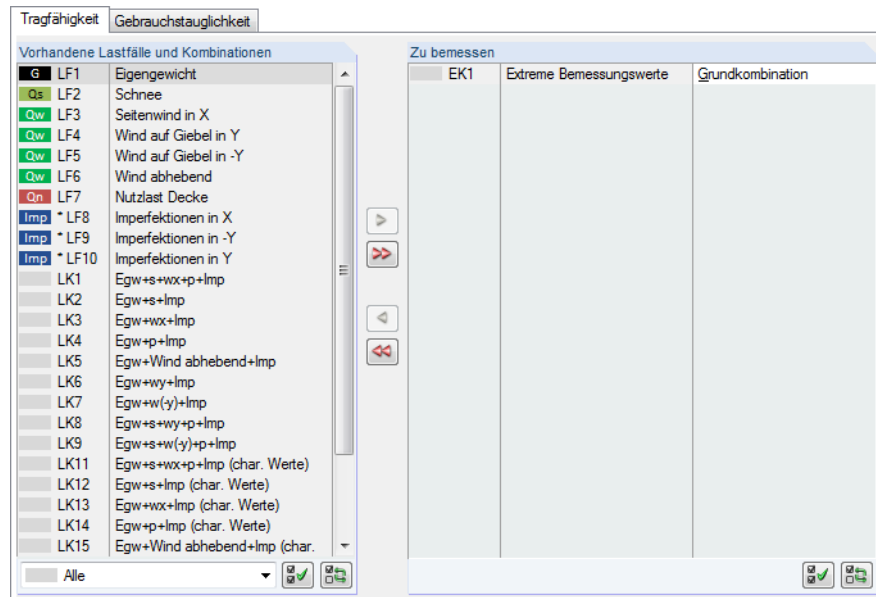


Bild 2.4: Maske 1.1 Basisangaben, Register Tragfähigkeit

Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

In dieser Spalte sind alle Lastfälle, Last-, Ergebnis- und Superkombinationen aufgelistet, die in RSTAB angelegt wurden.

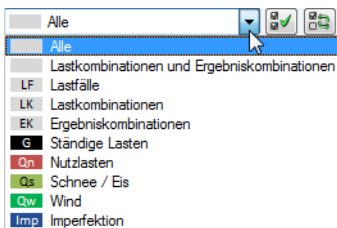


Mit der Schaltfläche [▶] lassen sich selektierte Einträge in die Liste *Zu Bemessen* nach rechts übertragen. Die Übergabe kann auch per Doppelklick erfolgen. Die Schaltfläche [▶▶] übergibt die komplette Liste nach rechts.

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

Falls ein Lastfall mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet ist wie z. B. LF 8 im Bild 2.4, 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 2.1: 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 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 ideellen Kippmoments M_{cr} die Einhüllende der Momentenverläufe untersucht, von denen dann der ungünsti-



gere 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 zu höheren Ausnutzungen führen.

Ergebniskombinationen sollten nur für dynamische Kombinationen zur Bemessung ausgewählt werden. Bei „normalen“ Kombinationen sind Lastkombinationen zu empfehlen, da hier die tatsächlichen Momentenverläufe für die Ermittlung von M_{cr} angesetzt werden.

2.1.2 Gebrauchstauglichkeit

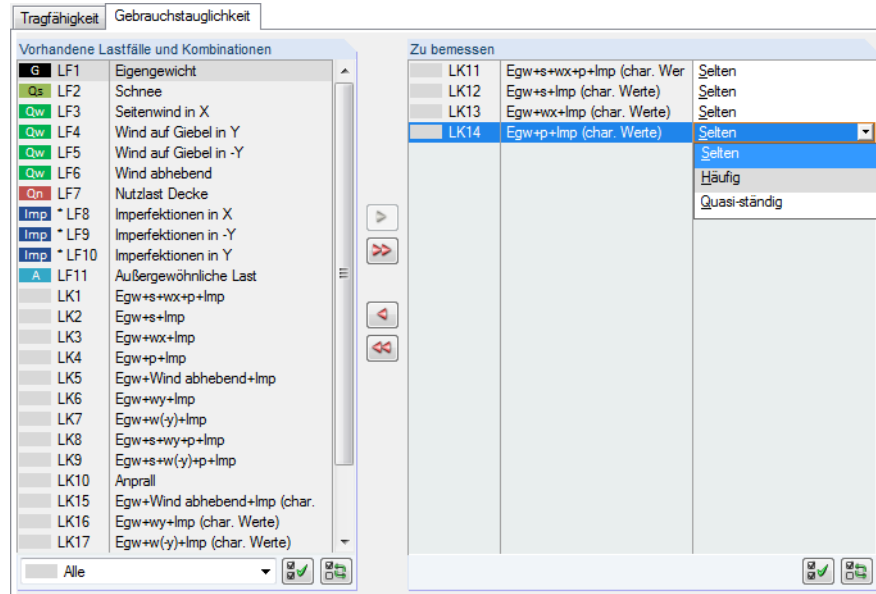


Bild 2.5: Maske 1.1 Basisangaben, Register Gebrauchstauglichkeit

Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

In diesem Abschnitt sind alle Lastfälle, Last-, Ergebnis- und Superkombinationen aufgelistet, die in RSTAB angelegt wurden.

Zu bemessen

Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen lassen sich wie im Kapitel 2.1.1 beschrieben hinzufügen oder wieder entfernen.

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

- *Selten*
- *Häufig*
- *Quasi-ständig*

Die Bemessungssituation kann über die Liste geändert werden, die mit der Schaltfläche [▼] am Ende des Eingabefeldes zugänglich ist (siehe Bild 2.5).

Die Grenzwerte der Verformungen sind im Dialog *Details*, Register *Gebrauchstauglichkeit* geregelt (siehe Bild 3.3, Seite 30) und können dort für die Bemessungssituationen angepasst werden.

In Maske 1.9 *Gebrauchstauglichkeitsparameter* werden die für den Verformungsnachweis maßgebenden Bezugslängen verwaltet (siehe Kapitel 2.9, Seite 26).



Details...

2.2 Materialien

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

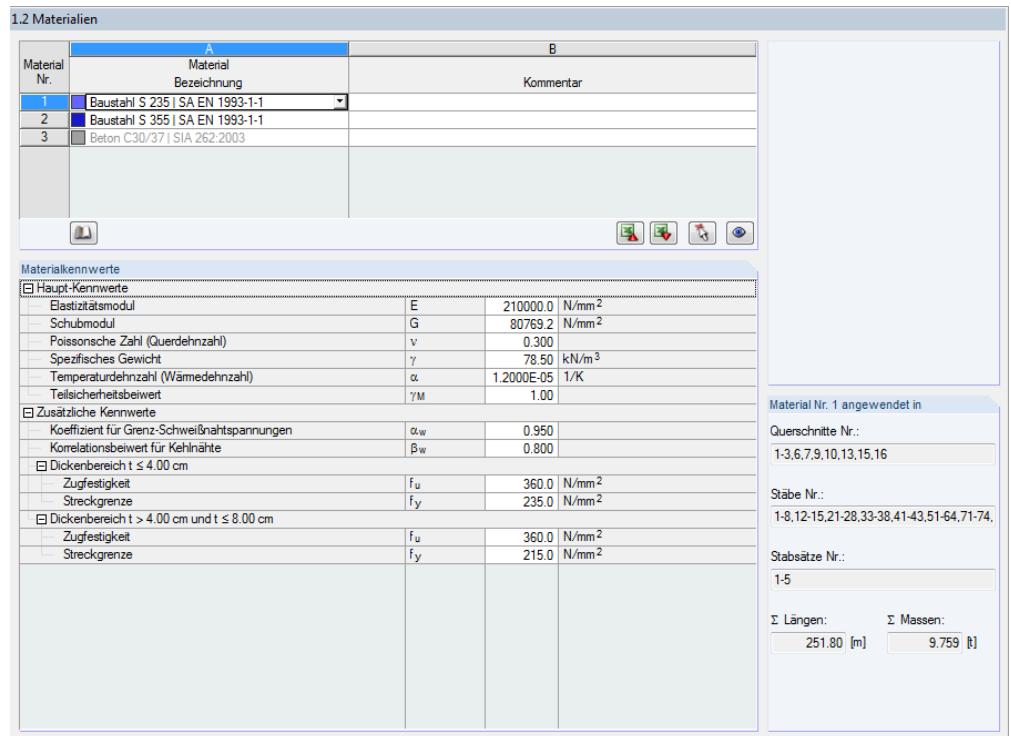


Bild 2.6: Maske 1.2 *Materialien*

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 4.2 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 Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen** anpassen (siehe Kapitel 7.3, Seite 55).

Materialbezeichnung

Die in 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.

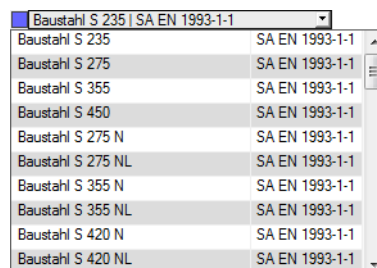


Bild 2.7: Liste der Materialien

Gemäß Bemessungskonzept der Norm [1] sind nur Materialien der Kategorie „Stahl“ wählbar.

Nach der Übernahme werden die bemessungsrelevanten *Materialkennwerte* aktualisiert.

Wenn die Materialbezeichnung manuell geändert wird und der Eintrag in der Materialbibliothek verzeichnet ist, liest STAHL SIA ebenfalls die Materialkennwerte ein.

Die Materialeigenschaften sind im Modul STAHL SIA grundsätzlich nicht editierbar.

Materialbibliothek

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

Bearbeiten → Materialbibliothek

oder die links dargestellte Schaltfläche.

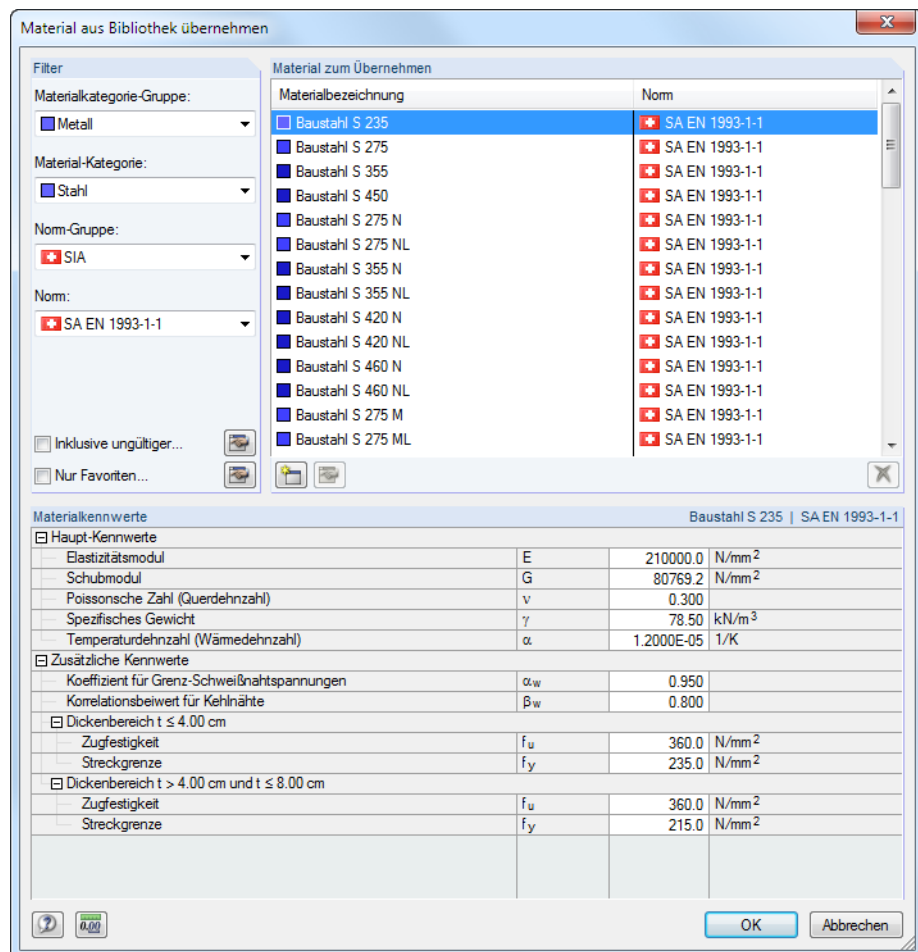
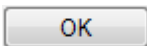


Bild 2.8: Dialog *Material aus Bibliothek übernehmen*

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

Mit [OK] oder [↵] wird das gewählte Material in die Maske 1.2 von STAHL SIA übergeben.

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



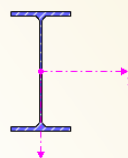
2.3 Querschnitte

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

1.3 Querschnitte

Quersch. Nr.	A Material Nr.	B Querschnitt Bezeichnung [mm]	C Querschnittstyp für Klassifizierung	D Optimieren	E Anmerkung	F Kommentar
1	1	I IPE 300 DIN 1025-5:1994	I-Profil gewalzt	Aus der aktuellen Reihe ▾	2)	
2	1	IS 340/150/8/12/0	I-Profil geschweißt IS	Nein		
3	1	I IPE 400 DIN 1025-5:1994	I-Profil gewalzt	Nein		
6	1	HE A 160 DIN 1025-3:1994	I-Profil gewalzt	Nein	5)	
7	1	HE A 120 DIN 1025-3:1994	I-Profil gewalzt	Nein		
9	1	I IPE 360 DIN 1025-5:1994	I-Profil gewalzt	Nein		
10	1	HE A 140 DIN 1025-3:1994	I-Profil gewalzt	Nein		
12	1	QRO 80x4 DIN 59410:1974	Hohlprofil gewalzt	Nein		
13	1	RD 24 DIN 1013-1	Allgemein	Nein		
15	1	HE A 200 DIN 1025-3:1994	I-Profil gewalzt	Nein	5)	
16	1	Rechteck 200/200	Allgemein	Nein	5)	

1 - IPE 300 | DIN 1025-5:1994



Querschnitt Nr. 1 angewendet in

Stäbe Nr.:
1,2,11,12,22

Stabsätze Nr.:
-

Σ Längen: 30,00 [m] Σ Massen: 1,267 [t]

Material:
1 - Baustahl S 235 JR

2) Der Querschnitt wird optimiert, d.h. das best ausgenutzte Profil der Reihe wird herausgesucht!

Bild 2.9: Maske 1.3 Querschnitte

Querschnittsbezeichnung

Die in 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 bzw. der Taste [F7] rufen Sie dann die Profilreihe des aktuellen Eingabefeldes auf (siehe folgendes Bild).

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

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

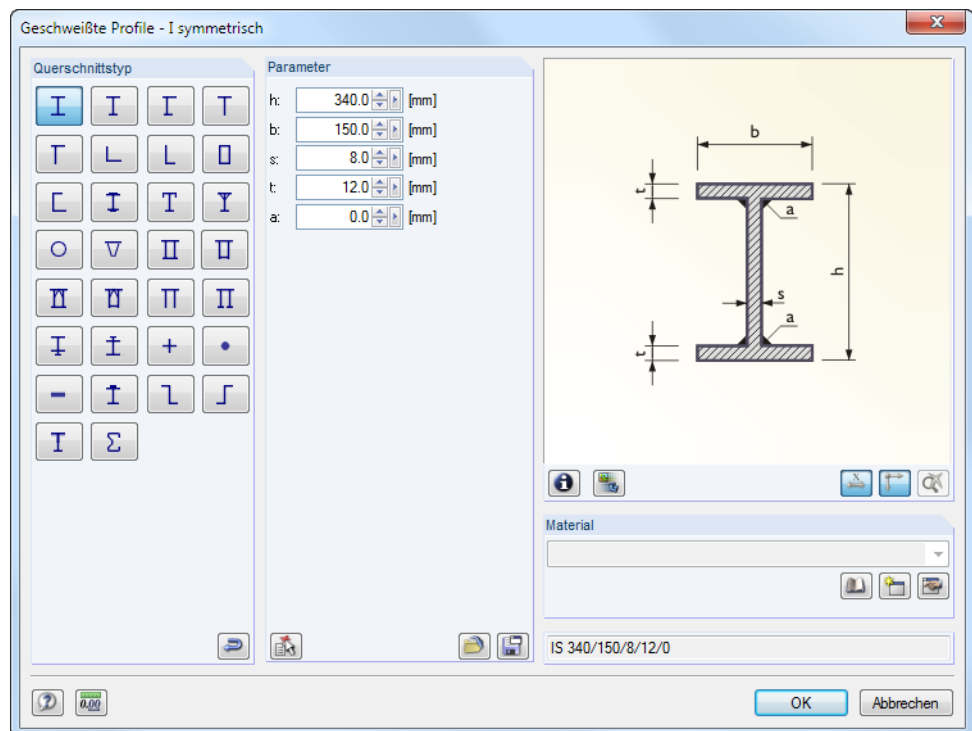
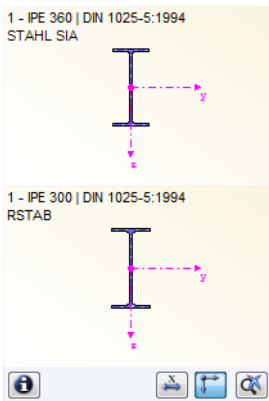


Bild 2.10: IS-Profilreihe der Querschnittsbibliothek



Die neue Querschnittsbezeichnung kann auch direkt in das Eingabefeld eingetragen werden. Wenn der Eintrag in der Datenbank verzeichnet ist, liest STAHL SIA ebenfalls die Querschnittskennwerte ein.

Ein geänderter Querschnitt wird mit blauer Schrift gekennzeichnet.

Falls unterschiedliche Querschnitte in STAHL SIA und in RSTAB vorliegen, zeigt die Grafik rechts in der Maske beide Profile an. Die Nachweise erfolgen mit den RSTAB-Schnittgrößen für das in STAHL SIA gewählte Profil.

Querschnittstyp für Klassifizierung

Es wird der Querschnittstyp angegeben, der für die Klassifizierung verwendet wird. Die in [1] Tabelle 5a und 5b aufgelisteten Querschnitte können je nach Klasse plastisch oder elastisch bemessen werden. Querschnitte, die nicht von diesen Tabellen abgedeckt sind, werden als *Allgemein* eingestuft. Diese können nur elastisch bemessen werden (Querschnittsklasse 3 oder 4).

Max. Nachweis

Diese Spalte wird erst nach der Berechnung angezeigt. Sie stellt eine Entscheidungshilfe zur Optimierung dar: Anhand der Nachweisquotienten und der farbigen Relationsbalken wird deutlich, welche Profile kaum ausgenutzt und somit überdimensioniert bzw. überlastet und damit unterdimensioniert sind.

Optimieren

Jeder Querschnitt der Bibliothek kann einen Optimierungsprozess durchlaufen: Es wird für die RSTAB-Schnittgrößen das Profil gesucht, das einer benutzerdefinierten Höchstauslastung am nächsten kommt. Diese kann im Register *Diverse* des *Details*-Dialogs festgelegt werden (siehe Bild 3.4, Seite 31).

Um einen Querschnitt zu optimieren, ist die Liste in Spalte D bzw. E zu öffnen und der gewünschte Eintrag auszuwählen: *Aus der aktuellen Reihe* oder ggf. *Aus Favoriten*, *Bezeichnung*. Empfehlungen zur Profilloptimierung finden Sie im Kapitel 7.2 auf Seite 53.

Anmerkung

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



Erscheint vor der Berechnung die Meldung *Unzulässiger Querschnitt Nr. XX*, so liegt ein Profil vor, das nicht in der Datenbank registriert ist. Dabei kann es sich um einen eigendefinierten oder nicht berechneten DUENQ-Querschnitt handeln. Über die [Bibliothek] kann ein geeignetes Profil für die Bemessung eingestellt werden (siehe Beschreibung nach Bild 2.9).

Stab mit Voutenquerschnitt

Bei gevouteten Stäben mit unterschiedlichen Profilen am Stabanfang und Stabende werden beide Querschnittsnummern gemäß der Definition in RSTAB in zwei Zeilen angegeben.

STAHL SIA bemisst auch Voutenstäbe, wenn für den Anfangs- und Endquerschnitt die gleiche Anzahl an Spannungspunkten vorliegt. Die Normalspannungen beispielsweise werden aus den Trägheitsmomenten und den Schwerpunktabständen der Spannungspunkte ermittelt. Gibt es für den Anfangs- und Endquerschnitt eines Voutenstabes eine unterschiedliche Anzahl an Spannungspunkten, so können die Zwischenwerte nicht interpoliert werden. Die Berechnung ist weder in RSTAB noch in STAHL SIA möglich.

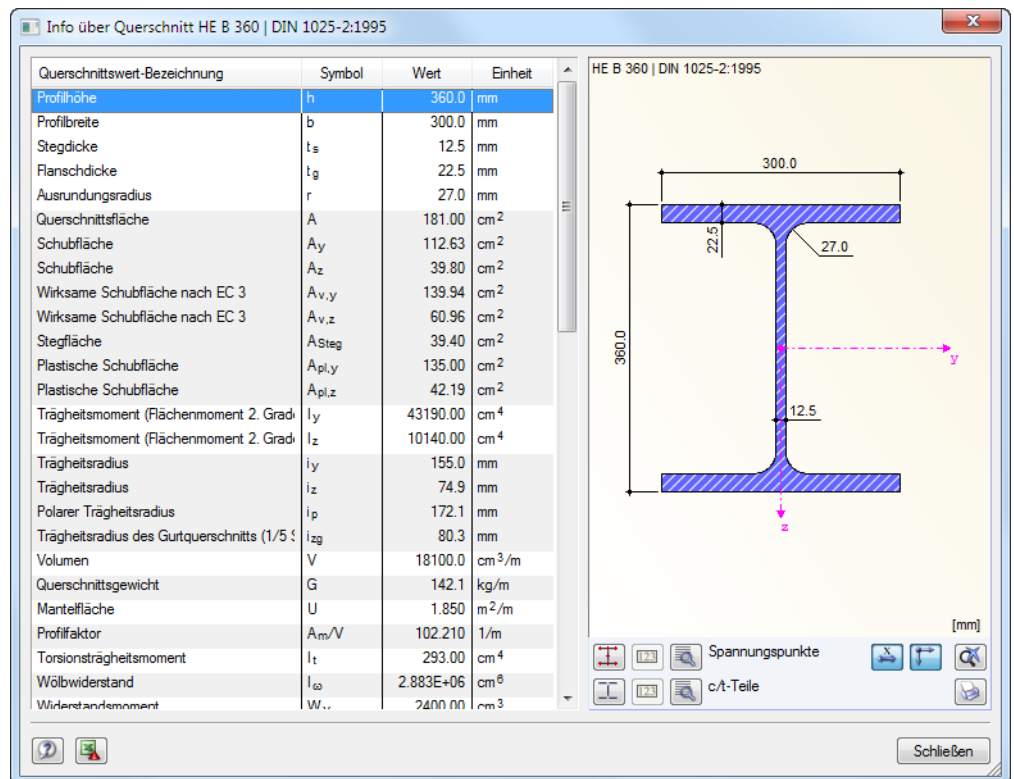


Die Profil-Spannungspunkte mitsamt Nummerierung lassen sich grafisch überprüfen: Selektieren Sie in Maske 1.3 den Querschnitt und drücken dann die Schaltfläche [Info]. Es öffnet sich der im Bild 2.11 gezeigte Dialog.

Info über Querschnitt



Im Dialog *Info über Querschnitt* können die Querschnittskennwerte, Spannungspunkte und c/t-Querschnittsteile eingesehen werden.



Querschnittswert-Bezeichnung	Symbol	Wert	Einheit
Profilhöhe	h	360.0	mm
Profilbreite	b	300.0	mm
Stegdicke	t _s	12.5	mm
Flanshdicke	t _g	22.5	mm
Ausrundungsradius	r	27.0	mm
Querschnittsfläche	A	181.00	cm ²
Schubfläche	A _y	112.63	cm ²
Schubfläche	A _z	39.80	cm ²
Wirksame Schubfläche nach EC 3	A _{v,y}	139.94	cm ²
Wirksame Schubfläche nach EC 3	A _{v,z}	60.96	cm ²
Stegfläche	A _{Steg}	39.40	cm ²
Plastische Schubfläche	A _{pl,y}	135.00	cm ²
Plastische Schubfläche	A _{pl,z}	42.19	cm ²
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I _y	43190.00	cm ⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I _z	10140.00	cm ⁴
Trägheitsradius	i _y	155.0	mm
Trägheitsradius	i _z	74.9	mm
Polarer Trägheitsradius	i _p	172.1	mm
Trägheitsradius des Gurtquerschnitts (1/5)	i _{zg}	80.3	mm
Volumen	V	18100.0	cm ³ /m
Querschnittsgewicht	G	142.1	kg/m
Mantelfläche	U	1.850	m ² /m
Profilfaktor	A _m /V	102.210	1/m
Torsionsträgheitsmoment	I _t	293.00	cm ⁴
Wölbwiderstand	I _ω	2.883E+06	cm ⁶
Widerstandsmoment	W _{..}	2400.00	cm ³

The graphical part of the dialog shows the cross-section of an HE B 360 I-beam with the following dimensions: total height 360.0 mm, total width 300.0 mm, flange thickness 22.5 mm, web thickness 12.5 mm, and fillet radius 27.0 mm. The y and z axes are shown, with the origin at the center of the web.

Bild 2.11: Dialog *Info über Querschnitt*

Im rechten Dialogbereich wird der aktuelle Querschnitt dargestellt.

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:








Schaltfläche	Funktion
	Blendet die Spannungspunkte ein oder aus
	Blendet die c/t-Querschnittsteile ein oder aus
	Blendet die Nummern der Spannungspunkte bzw. c/t-Teile ein oder aus
	Zeigt die Details der Spannungspunkte bzw. c/t-Teile an (siehe Bild 2.12)
	Schaltet die Bemaßung des Querschnitts ein oder aus
	Schaltet die Hauptachsen des Querschnitts ein oder aus
	Stellt die Gesamtansicht des Querschnitts wieder her

Tabelle 2.2: Schaltflächen der Querschnittsgrafik

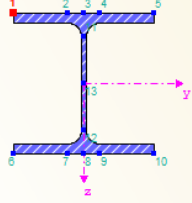


Über die [Details]-Schaltflächen können spezifische Informationen zu den Spannungspunkten (Schwerpunktabstände, statische Momente, Wölbordinaten etc.) und c/t-Teilen abgerufen werden.

Spannungspunkte von HE B 260 | DIN 1025-2:1995

SpannP Nr.	Koordinaten		Statische Momente		Dicke t [mm]	Wölbung	
	y [mm]	z [mm]	S _y [cm ³]	S _z [cm ³]		ω [cm ²]	Aω [cm ⁴]
1	-130.0	-130.0	0.00	0.00	17.5	157.63	0.00
2	-29.0	-130.0	-213.95	-140.47	17.5	35.16	-1703.76
3	0.0	-130.0	-280.04	-148.63	17.5	0.00	-1792.98
4	29.0	-130.0	-213.95	140.47	17.5	-35.16	1703.76
5	130.0	-130.0	0.00	0.00	17.5	-157.63	0.00
6	-130.0	130.0	0.00	0.00	17.5	-157.63	0.00
7	-29.0	130.0	-214.31	140.52	17.5	-35.16	-1703.76
8	0.0	130.0	-280.04	148.63	17.5	0.00	-1792.98
9	29.0	130.0	-214.31	-140.52	17.5	35.16	1703.76
10	130.0	130.0	0.00	0.00	17.5	157.63	0.00
11	0.0	-88.5	-599.75	0.00	10.0	0.00	0.00
12	0.0	88.5	-600.56	0.00	10.0	0.00	0.00
13	0.0	0.0	-638.91	0.00	10.0	0.00	0.00

HE B 260



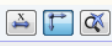


Bild 2.12: Dialog Spannungspunkte von HE B 260

2.4 Seitliche Zwischenlager

In Maske 1.4 können seitliche Zwischenlager für Stäbe definiert werden. STAHL SIA nimmt diese Lagerung immer senkrecht zur schwachen Achse z des Querschnitts an (siehe Bild 2.11). Dadurch lassen sich die effektiven Längen der Stäbe beeinflussen, die für die Stabilitätsuntersuchungen auf Biegeknicken und Kippen von Bedeutung sind.



Alle seitlichen Zwischenlager werden bei der Berechnung als Gabelagerungen berücksichtigt.

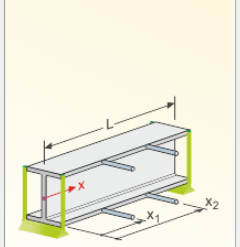
1.4 Seitliche Zwischenlager

Stab Nr.	Seiten-Lager	Länge L [m]	Anzahl	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
1	<input type="checkbox"/>	6.000										
2	<input type="checkbox"/>	6.000										
11	<input checked="" type="checkbox"/>	6.000	1	0.500								
12	<input checked="" type="checkbox"/>	6.000	1	0.500								
13	<input type="checkbox"/>	3.011										
14	<input type="checkbox"/>	3.262										
15	<input type="checkbox"/>	6.274										
21	<input checked="" type="checkbox"/>	6.000	2	0.400	0.750							
22	<input checked="" type="checkbox"/>	6.000	1	0.400								
31	<input type="checkbox"/>	3.000										

Relativ (0 ... 1)

Einstellungen - Stab Nr. 21

Querschnitt		1 - IPE 300 DIN 1025-5:1994
Seitenlager vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>
Stablänge	L	6.000 m
Anzahl seitlicher Zwischenlager	n	2
Ort des seitlichen Lagers Nr. 1	x ₁	0.400
Ort des seitlichen Lagers Nr. 2	x ₂	0.750

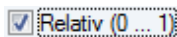


Eingaben zuordnen Stäben Nr.:

Alle

Bild 2.13: Maske 1.4 *Seitliche Zwischenlager*

Der obere Teil der Maske ermöglicht es, bis zu neun seitliche Lager je Stab anzuordnen. Der untere Teil fasst die Eingaben für den Stab zusammen, der oben selektiert ist.



Ist das Kontrollfeld *Relativ (0 ... 1)* angehakt, so können die Lagerpunkte über Relativangaben definiert werden: Die Stellen der Zwischenlager ergeben sich aus der Stablänge und den relativen Abständen vom Stabanfang. Die Abstände können auch über Streckenangaben festgelegt werden, wenn das Kontrollfeld *Relativ (0 ... 1)* deaktiviert ist.




Bei Kragträgern sind Zwischenlager zu vermeiden, da diese Lager den Stab für die Berechnung in Segmente teilen. Dadurch würden bei Kragträgern einseitig gabelgelagerte Segmente entstehen, die statisch unterbestimmt sind (Gabelagerung jeweils nur an einem Ende).

2.5 Effektive Längen - Stäbe

Diese Maske ist zweigeteilt. Die Tabelle im oberen Abschnitt enthält zusammenfassende Angaben zu den Knick- und Kipplängenbeiwerten und den Ersatzstablängen der Stäbe, die zur Bemessung vorgesehen sind. Die in RSTAB definierten Knicklängen sind voreingestellt. 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 - Stäbe

Stab Nr.	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K
	Knicken möglich	Möglich	knick	ly	knick	ly	knick	ly	knick	ly	knick	ly	knick	ly	knick	ly	knick	ly	knick	ly	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
23	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.011	<input type="checkbox"/>	1.000	3.011	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.011	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.011	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.262	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.262	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.262	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	3.262	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					
26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.274	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0					

Einstellungen - Stab Nr. 11

Querschnitt	1 - IPE 300 DIN 1025-5:1994	
Länge	L	6.000 m
Knicken möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicken um Achse y möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicklängenbeiwert	knick	1.000
Knicklänge	ly	6.000 m
Knicken um Achse z möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicklängenbeiwert	knick	1.000
Knicklänge	ly	6.000 m
Kippen möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicklängenbeiwert (Lagerungsart)	kz	1.0
Kipplängenbeiwert (Lagerungsart)	kw	1.0
Kommentar		

Eingaben zuordnen Stäben Nr.: Alle

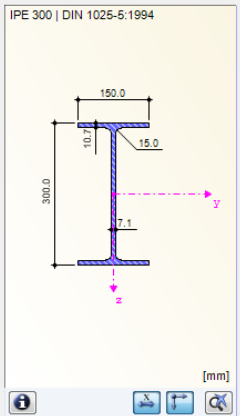



Bild 2.14: Maske 1.5 Effektive Längen - Stäbe

Die effektiven Längen für das Knicken um die schwache Achse z werden automatisch mit Maske 1.4 *Seitliche Zwischenlager* abgeglichen. Falls die Zwischenlager den Stab in unterschiedlich lange Segmente teilen, wird in Spalte G kein Wert angegeben.



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

Der *Einstellungen*-Baum verwaltet folgende Parameter:

- *Querschnitt*
- *Länge* des Stabes
- *Knicken möglich* für den Stab (entspricht Spalte A)
- *Knicken um Achse y möglich* (entspricht Spalten B bis D)
- *Knicken um Achse z möglich* (entspricht Spalten E bis G)
- *Kippen möglich* (entspricht Spalten H bis J)

Hier kann für den aktuellen Stab festgelegt werden, ob generell ein Knick- oder Kippnachweis geführt werden soll. Ferner lassen sich der *Knicklängenbeiwert* und der *Kipplängenbeiwert* für die jeweiligen Richtungen anpassen. Bei der Änderung eines Beiwerts wird die Ersatzstablänge automatisch angepasst – und umgekehrt.



Die Knicklänge eines Stabes lässt sich auch in einem separaten Dialog festlegen, der über die links gezeigte Schaltfläche zugänglich ist. Sie befindet sich unterhalb der Tabelle.

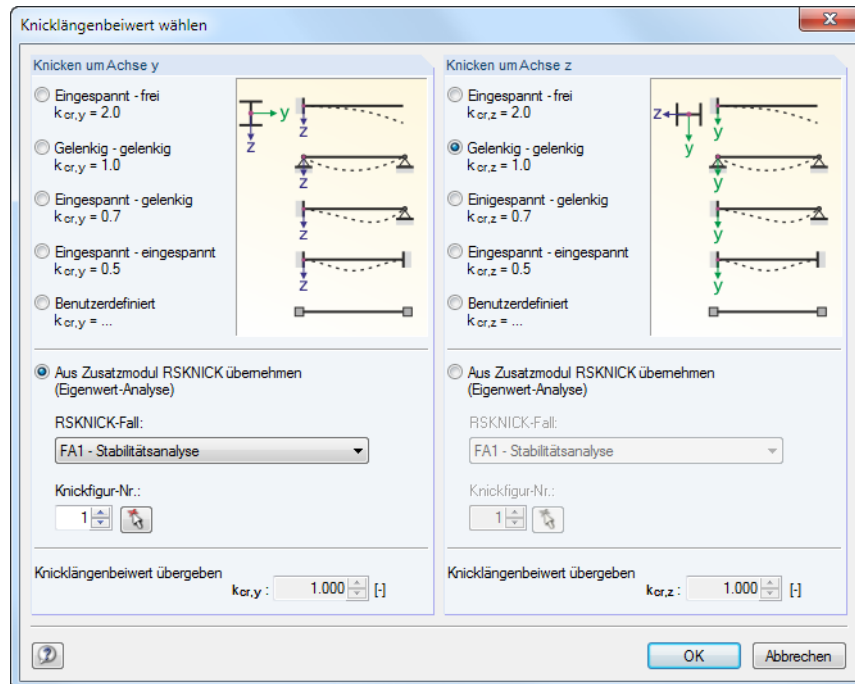


Bild 2.15: Dialog *Knicklängenbeiwert wählen*

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

Knicken möglich

Die Stabilitätsnachweise auf Biegeknicken und Kippen setzen voraus, dass Druckkräfte aufgenommen werden können. Stäbe, bei denen dies wegen des Stabtyps nicht möglich ist (z. B. Zugstäbe, elastische Bettungen, starre Kopplungen), 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 y bzw. Achse z

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



Die Lage der Stabachsen kann in Maske 1.3 *Querschnitte* bei der Profilgrafik kontrolliert werden (siehe Bild 2.9, Seite 14). Über die Schaltfläche [Sichtmodus] ist auch das RSTAB-Arbeitsfenster zugänglich. Dort können die lokalen Stabachsen über das Stab-Kontextmenü oder im *Zeigen*-Navigator eingeblendet werden.

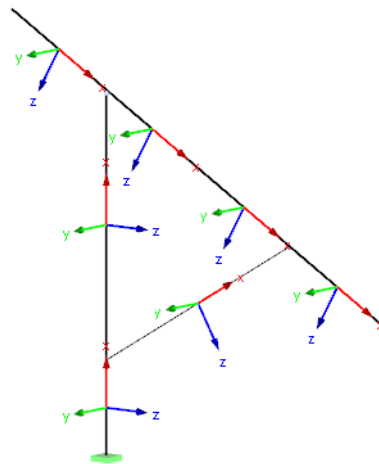
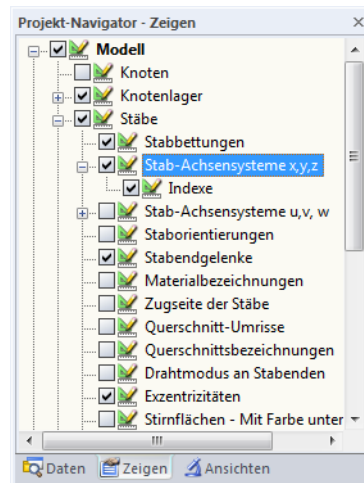


Bild 2.16: Aktivieren der Stabachsen-systeme im Zeigen-Navigator von RSTAB

Ist das Knicken um eine oder um beide Stabachsen möglich, können die Knicklängenbeiwerte und die Knicklängen in den Spalten C und D sowie F und G oder im *Einstellungen*-Baum eingetragen werden.



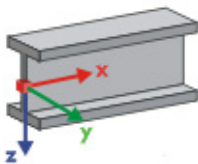
Über die Schaltfläche [...] können die Knicklängen grafisch im Arbeitsfenster festgelegt werden. Diese Schaltfläche ist zugänglich, wenn sich der Cursor in einem L_K -Eingabefeld befindet (siehe Bild 2.14).

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

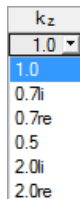
Kippen möglich

Die Spalte H steuert, für welche Stäbe eine Untersuchung auf Kippen erfolgen soll.

Für die Ermittlung des ideellen Kippmoments 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 der beiden Beiwerte lassen sich die Lagerungsbedingungen für das Kippen (Biegedrillknicken) erfassen.



Achsen-Definition für k_z und k_w



Knicklängenbeiwert k_z

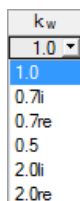
Der Beiwert k_z steuert die seitliche Verschiebung u_y und die Verdrehung ϕ_z an den Stabenden.

- $k_z = 1,0$ Behinderung der seitlichen Verschiebung u_y an beiden Stabenden
- $k_z = 0,7li$ Behinderung der Verschiebung u_y an beiden Enden und Einspannung um z links
- $k_z = 0,7re$ Behinderung der Verschiebung u_y an beiden Enden und Einspannung um z rechts
- $k_z = 0,5$ Behinderung der Verschiebung u_y und Einspannung um z an beiden Stabenden
- $k_z = 2,0li$ Behinderung der Verschiebung u_y und Einspannung um z links; rechtes Ende frei
- $k_z = 2,0re$ Behinderung der Verschiebung u_y und Einspannung um z rechts; linkes Ende frei

Kipplängenbeiwert k_w

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 wölbefrei
- $k_w = 0,7li$ 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 Gabelagerung kann mit den Beiwerten $k_z = 1,0$ (Stützung in *y* bei freier Verdrehung um *z*) und $k_w = 1,0$ (Behinderung der Torsion bei freier Verwölbung) modelliert werden. Da das interne Stabmodell nur vier Freiheitsgrade benötigt, erübrigt sich die Definition der weiteren Freiheitsgrade (Verschiebung in *x*- und *z*-Richtung).



Unterhalb der *Einstellungen*-Tabelle steht das Kontrollfeld *Eingaben zuordnen Stäben Nr.* zur Verfügung. Ist dieses 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. Bitte beachten Sie, dass sich bereits getroffene Einstellungen mit dieser Funktion nicht nachträglich ändern lassen.

Kommentar

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

2.6 Effektive Längen - Stabsätze

Das Konzept dieser Maske entspricht dem der vorherigen Maske 1.5 *Effektive Längen - Stäbe*. Hier können die effektiven Längen für das Knicken um die beiden Hauptachsen des Stabsatzes wie im Kapitel 2.5 beschrieben eingegeben werden.

1.6 Effektive Längen - Stabsätze

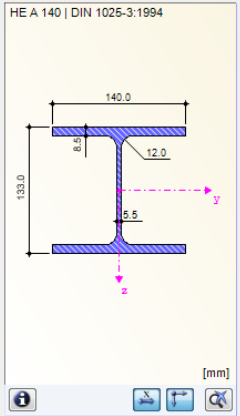
Stabsatz Nr.	Knicken um Achse y		Knicken um Achse z			Kippen Möglich	Kommentar	
	Knicken möglich	Möglich	$k_{k,y}$	$L_{k,y}$ [m]	Möglich			$k_{k,z}$
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	12.548	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	12.548	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	12.548	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	12.548	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.000	6.546	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	6.546	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.094	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	7.094	<input checked="" type="checkbox"/>

Einstellungen - Stabsatz Nr. 5

Stabsatz	Stabsatz 5	
Querschnitt	10 - HE A 140 DIN 1025-3:1994	
Länge	L	7.094 m
Knicken möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicken um Achse y möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicklängenbeiwert	$k_{k,y}$	1.000
Knicklänge	$L_{k,y}$	7.094 m
Knicken um Achse z möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Knicklängenbeiwert	$k_{k,z}$	1.000
Knicklänge	$L_{k,z}$	7.094 m
Kippen möglich		<input checked="" type="checkbox"/>
Kommentar		

Eingaben zuordnen den Sätzen Nr.:

HE A 140 | DIN 1025-3:1994



[mm]

Bild 2.17: Maske 1.6 *Effektive Längen - Stabsätze*

2.7 Knotenlager - Stabsätze

Diese Maske wird angezeigt, wenn in Maske 1.1 *Basisangaben* mindestens ein Stabsatz zur Bemessung ausgewählt wurde.

1.7 Knotenlager - Stabsatz Nr. 2 - Stabzug 2

Lager Nr.	A Knoten Nr.	B Lagerdrehung β [°]	C Seitenstützung u _Y	D Einspannung φ_x [kNm/rad]	E φ_z	F Wölbeinspannung ω	G Exzentrizität e _x [mm]	H e _z [mm]	I Kommentar
1	13	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	
2	15	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	-150.0	
3	16	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	12.800	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0	-150.0	
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Einstellungen - Knotenlager Nr. 16

Stabsatz

Stab 13

Anfang: 3 - IPE 400 | DIN 1025-5:1994
 Ende: 2 - IPE 300 | DIN 1025-5:1994

Stab 14 - Querschnitt: 2 - IPE 300 | DIN 1025-5:1994
 Stab 15 - Querschnitt: 2 - IPE 300 | DIN 1025-5:1994

Knoten mit Lager Nr.: 16

Lagerdrehung β : 0.00 °

Seitenstützung in Y' $u_{Y'}$:

Einspannung um X' $\varphi_{X'}$: 12.800 kNm/rad

Einspannung um Z' $\varphi_{Z'}$:

Wölbeinspannung ω :

Exzentrizität e_x: 0.0 mm

Exzentrizität e_z: -150.0 mm

Kommentar:

Eingabe setzen für Auflager Nr.:

Alle

Bild 2.18: Maske 1.7 Knotenlager - Stabsätze

Die Stabilitätsuntersuchungen für Stabsätze erfolgen nach [1] Ziffer 4.5.3. Bei diesem Nachweisverfahren muss der Vergrößerungsfaktor α_{Mcr} des gesamten Stabsatzes bekannt sein. Zur Ermittlung des Faktors wird ein ebenes Stabwerk mit vier Freiheitsgraden je Knoten gebildet, die in Maske 1.7 festzulegen sind. Diese Tabelle ist auf den aktuellen Stabsatz (links im Navigator) bezogen.

Bei der Knotenlagerdefinition ist die Ausrichtung der Achsen im Stabsatz von Bedeutung. Das Programm prüft die Lage der Knoten und legt gemäß Bild 2.19 bis Bild 2.22 intern die Achsen der Knotenlager für Maske 1.7 fest.

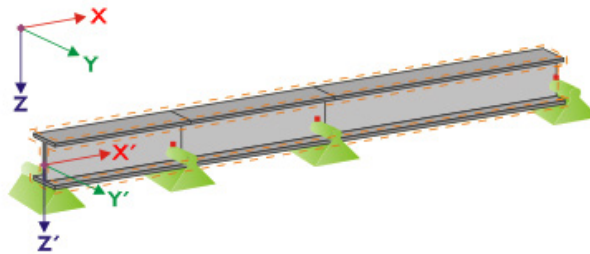


Bild 2.19: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Gerader Stabsatz

Liegen alle Stäbe des Stabsatzes auf einer Geraden wie im Bild 2.19 gezeigt, so entspricht das lokale Koordinatensystem des ersten Stabes im Stabsatz dem Ersatzkoordinatensystem des Stabsatzes.

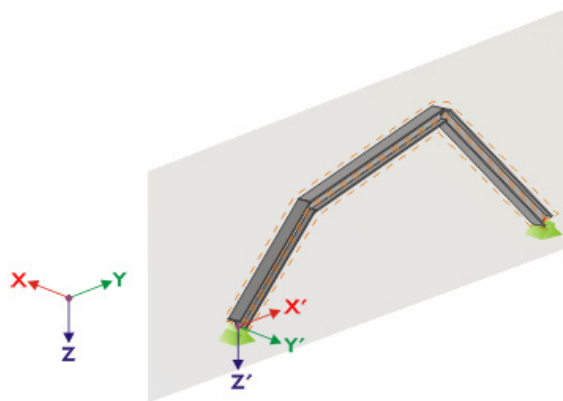


Bild 2.20: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Stabsatz in vertikaler Ebene

Auch wenn Stäbe eines Stabsatzes nicht auf einer Geraden liegen, so müssen sie sich trotzdem in einer Ebene befinden. In Bild 2.20 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.

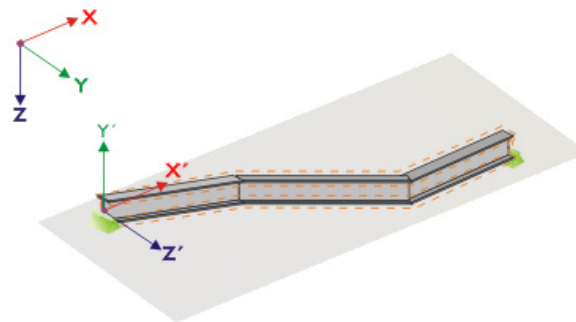


Bild 2.21: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Stabsatz in horizontaler Ebene

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.

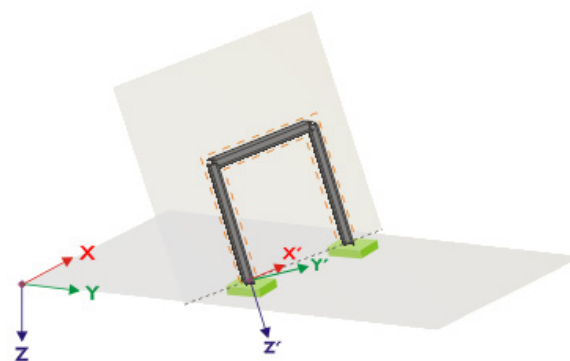


Bild 2.22: Hilfskoordinatensystem für Knotenlager – Stabsatz in geneigter Ebene

Bild 2.22 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 Verschneidungslinie 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.

2.8 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 1.7 gesperrten Freiheitsgrade nicht als Schnittgrößen übertragen. Diese Tabelle ist auf den aktuellen Stabsatz (links im Navigator) bezogen.

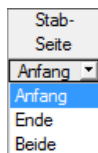
1.8 Stabendgelenke - Stabsatz Nr. 2 - Stabzug 2

Gelenk Nr.	A		B		C		D		E		F		G	
	Stab Nr.	Stab- Seite	Quergelenk	Stab- Seite	V_y	Momentengelenk	M_T	M_z [kNm/rad]	M_z [kNm/rad]	Wölbelenk	M_{ω}	Kommentar		
1	15	Anfang	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				
2	13	Ende	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		15.000			<input type="checkbox"/>				
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Einstellungen - Stab Nr. 13

<input type="checkbox"/> Stabsatz	Stabzug 2	
<input type="checkbox"/> Stab 13		
Anfang		3 - IPE 400 DIN 1025-5:1994
Ende		2 - IPE 300 DIN 1025-5:1994
Stab 14 - Querschnitt		2 - IPE 300 DIN 1025-5:1994
Stab 15 - Querschnitt		2 - IPE 300 DIN 1025-5:1994
Stab mit Stabendgelenk	Nr.	T3
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
Wölbelenk	M_{ω}	<input type="checkbox"/>
Kommentar		

Bild 2.23: Maske 1.8 Stabendgelenke - Stabsätze



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 in Maske 1.7 abzugleichen.

2.9 Gebrauchstauglichkeitsparameter

Diese Eingabemaske steuert verschiedene Vorgaben für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. Sie steht nur dann zur Verfügung, wenn im Register *Gebrauchstauglichkeit* der Maske 1.1 entsprechende Eingaben vorgenommen wurden (siehe Kapitel 2.1.2, Seite 11).

1.9 Gebrauchstauglichkeitsparameter

Nr.	A	B	C		D	E	F	G	H
	Beziehen auf	Stabsatz Nr.	Manuell	Bezugslänge L [m]	Richtung	Überhöhung w_c [mm]	Trägertyp	Kommentar	
1	Stabsatz	2	<input type="checkbox"/>	12,548	y, z	0,0	Träger		
2	Stabsatz	5	<input type="checkbox"/>	7,094	y, z	0,0	Träger		
3	Stab	82	<input type="checkbox"/>	7,094	y, z	0,0	Träger		
4	Stab	81	<input checked="" type="checkbox"/>	4,546	y, z	0,0	Kragträger Ende frei		
5	Stab	83	<input checked="" type="checkbox"/>	4,546	y, z	0,0	Kragträger Ende frei		
6	Stab	15	<input type="checkbox"/>	6,274	y, z	0,0	Träger		
7	Stab	16	<input type="checkbox"/>	6,274	y/u, z/v	0,0	Träger		
8	Stab	25	<input type="checkbox"/>	6,274	y/u, z/v	0,0	Träger		
9	Stab	26	<input type="checkbox"/>	6,274	y/u, z/v	0,0	Träger		
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									

Bild 2.24: Maske 1.9 Gebrauchstauglichkeitsparameter

Beziehen auf
 Stab
 Stab
 Stabliste
 Stabsatz



Richtung
 y, z
 y
 z
 y, z

Trägertyp
 Träger
 Träger
 Kragträger Anfang frei
 Kragträger Ende frei

Details...

Spalte A steuert, ob die Verformung auf Einzelstäbe, Stablisten oder Stabsätze bezogen werden sollen.

In Spalte B sind die Nummern der nachzuweisenden Stäbe oder Stabsätze anzugeben bzw. über die Schaltfläche [...] im RSTAB-Arbeitsfenster grafisch auszuwählen. Die *Bezugslänge* erscheint dann automatisch in Spalte D. Dabei werden die Längen der Stäbe, Stabsätze oder Stablisten voreingestellt. Die Werte können nach Ankreuzen 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.

Über Spalte F kann eine *Überhöhung* w_c berücksichtigt werden.

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 3.3, Seite 30).

3. Berechnung

3.1 Detailsinstellungen

Berechnung

Details...

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:

- Tragsicherheit
- Stabilität
- Gebrauchstauglichkeit
- Diverse

3.1.1 Tragsicherheit

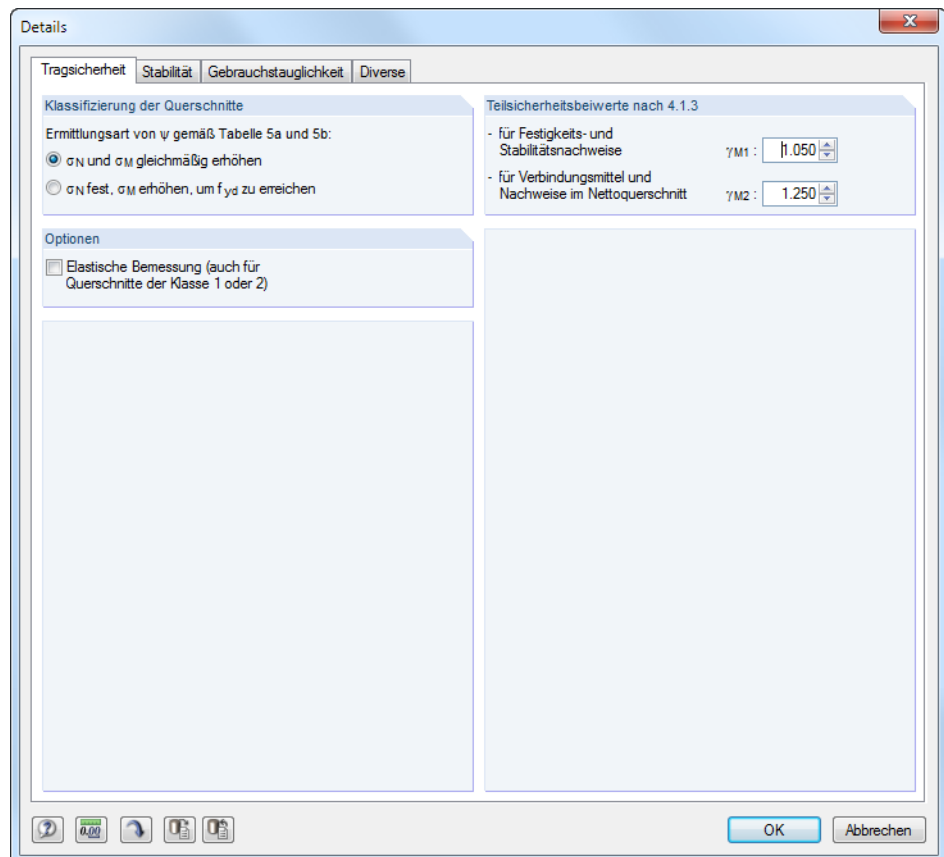


Bild 3.1: Dialog *Details*, Register *Tragsicherheit*

Klassifizierung der Querschnitte

Liegen in einem Querschnitt Spannungen aus Druck und Biegung vor, so kann das Spannungs-Dehnungsverhältnis ψ auf zwei Arten ermittelt werden (der Faktor ψ wird zur Bestimmung des c/t -Verhältnisses nach [1] Tabelle 5a und 5b benötigt):

- σ_N und σ_M gleichmäßig erhöhen
Die Spannungsanteile aus Normalkraft und Biegung werden gleichmäßig bis zum Erreichen der Streckgrenze f_{yd} gesteigert.
- σ_N fest, σ_M erhöhen, um f_{yd} zu erreichen
Es wird nur der Spannungsanteil aus Biegung erhöht, um die Streckgrenze zu erreichen.

Optionen

Querschnitte, die der Klasse 1 oder 2 zugeordnet sind, werden von STAHL SIA plastisch bemessen. Falls dies nicht gewünscht ist, kann die *Elastische Bemessung* auch für diese Querschnittsklassen aktiviert werden.

Teilsicherheitsbeiwerte nach 4.1.3

Die Material-Widerstandsbeiwerte können getrennt für *Festigkeits- und Stabilitätsnachweise* (γ_{M1}) und für *Verbindungsmitel und Nachweise im Nettoquerschnitt* (γ_{M2}) festgelegt werden. Es sind die in [1] Ziffer 4.1.3 empfohlenen Beiwerte voreingestellt.

3.1.2 Stabilität

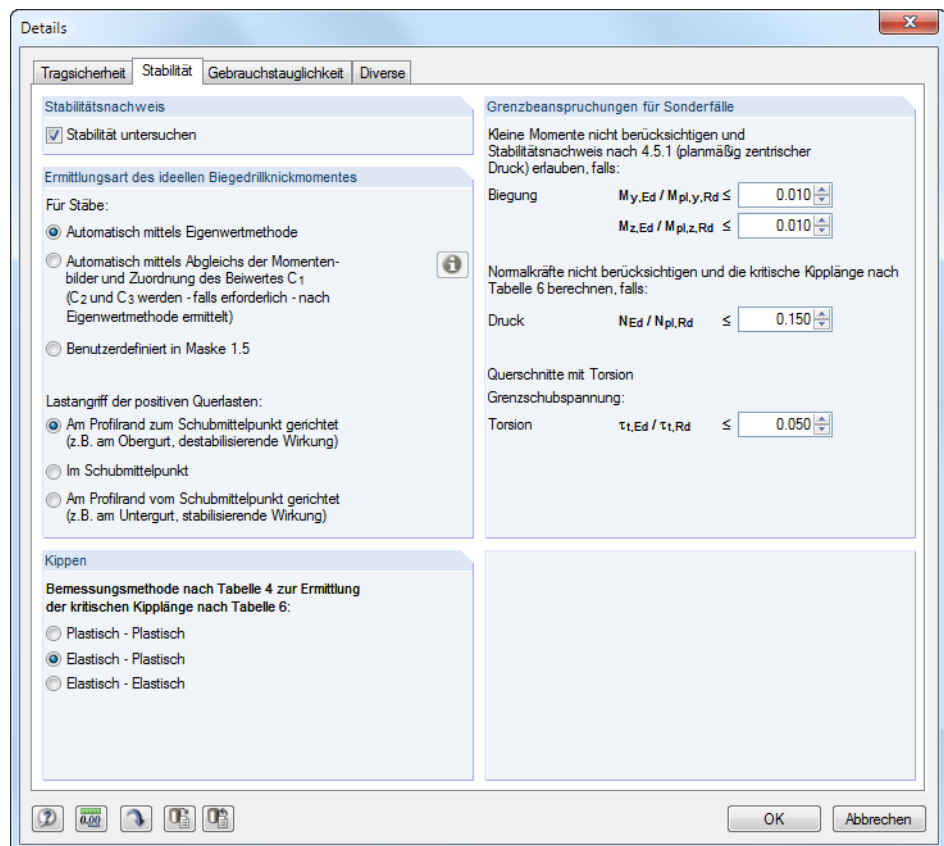


Bild 3.2: Dialog *Details*, Register *Stabilität*

Stabilitätsnachweis

Das Kontrollfeld *Stabilität untersuchen* ermöglicht es, neben den Querschnittsnachweisen auch eine Stabilitätsanalyse durchzuführen. Wird der Haken entfernt, so werden die Eingabemasken 1.4 bis 1.8 nicht angezeigt.

Ermittlungsart des ideellen Biegedrillnickmoments

Das ideale Kippmoment 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



H	I	J
Kippen		
Möglich	k_z	M_{cr} [kNm]
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	100.00
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	100.00
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	100.00
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	100.00

M_{cr} , benutzerdefiniert

Die Freiheitsgrade lassen sich über die Beiwerte k_z und k_w steuern (siehe Kapitel 2.5, Seite 21).

Bei der Ermittlung des idealen kritischen Moments *Automatisch mittels Abgleich der Momentenbilder* wird der Beiwert C_1 anhand des Momentenverlaufs bestimmt. Die Last- und Momentenbilder sind über die [Info]-Schaltfläche in einem Dialog einsehbar. Die Beiwerte C_2 und C_3 werden – falls erforderlich – automatisch nach Eigenwertmethode bestimmt.

Mit der Option *Benutzerdefiniert in Maske 1.5* wird die Überschrift der Spalte J in Maske 1.5 in M_{cr} geändert, sodass das ideale Kippmoment 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 somit das ideale kritische Moment entscheidend beeinflussen.

Kippen

[1] Tabelle 6 regelt die Ermittlung der kritischen Kipplängen für den Kippnachweis, die von der Bemessungsmethode abhängen (Verfahren PP, EP oder EE). Die Nachweismethoden sind in [1] Tabelle 4 zur Querschnittsklassifizierung beschrieben.

Das Nachweisverfahren *Elastisch - Plastisch* ist voreingestellt.

Grenzbeanspruchungen für Sonderfälle

Um unsymmetrische Querschnitte auf planmäßig zentrischen Druck nach [1] Ziffer 4.5.1 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 die *Normalkräfte nicht berücksichtigen*, indem ein Grenzverhältnis von N zu N_{pl} festgelegt wird. Die Kipplänge wird in diesem Fall nach [1] Tabelle 6 bestimmt.

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 Kippen ausgegeben.



Wird eine der Grenzen in diesem Abschnitt überschritten, erscheint ein Hinweis in der Ergebnismaske. Es erfolgt keine Stabilitätsanalyse. Die Querschnittsnachweise werden unabhängig davon geführt. Diese Grenzeinstellungen sind nicht Teil der SIA-Norm. Eine Änderung der Grenzen liegt im Verantwortungsbereich des Anwenders.

3.1.3 Gebrauchstauglichkeit

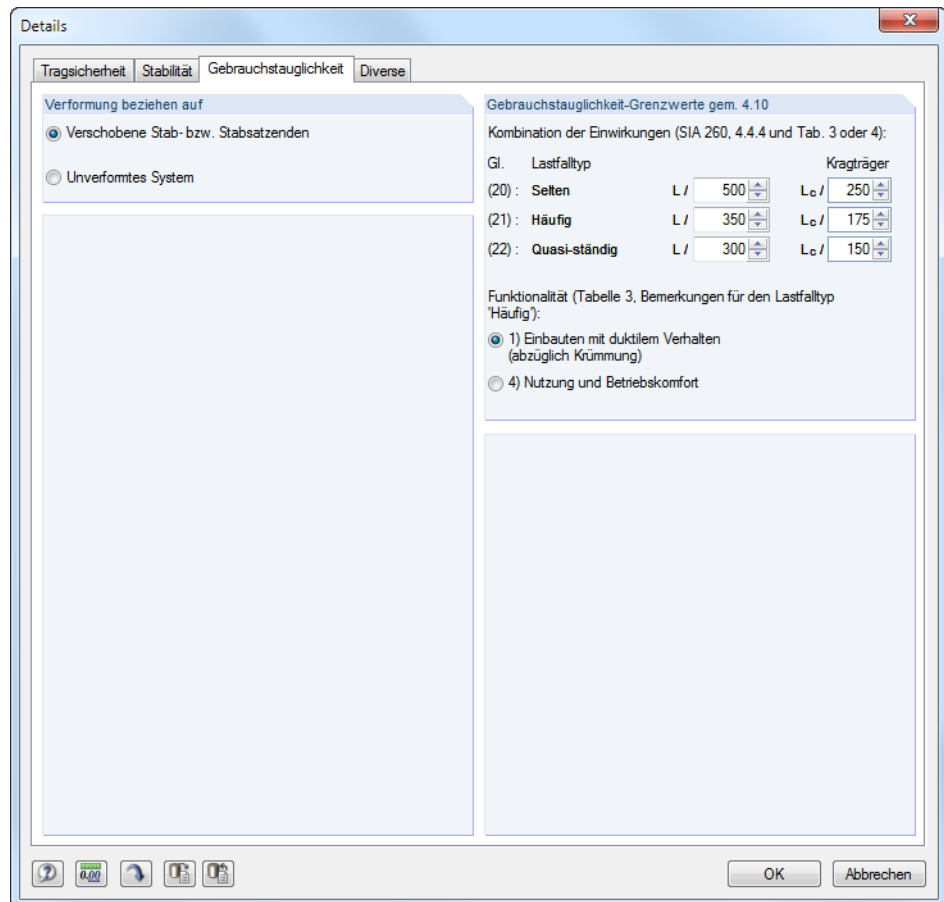


Bild 3.3: Dialog *Details*, Register *Gebrauchstauglichkeit*

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.

Gebrauchstauglichkeit-Grenzwerte gemäß 4.10

Dieser Abschnitt verwaltet die Verformungen, die beim Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit einzuhalten sind. Die Grenzwerte der Verformungen sind vom Lastfalltyp abhängig (siehe [2] Ziffer 4.4.4), der in Maske 1.1 *Basisangaben*, Register *Gebrauchstauglichkeit* zugewiesen werden kann (siehe Bild 2.5, Seite 11). Für Kragträger sind gemäß [2] Tabelle 3 und Tabelle 4 größere Durchbiegungen zulässig als für Decken und Balken.

Für den Lastfalltyp ‚Häufig‘ ist die *Funktionalität* gemäß den Anmerkungen zu [2] Tabelle 3 anzugeben.

3.1.4 Diverse

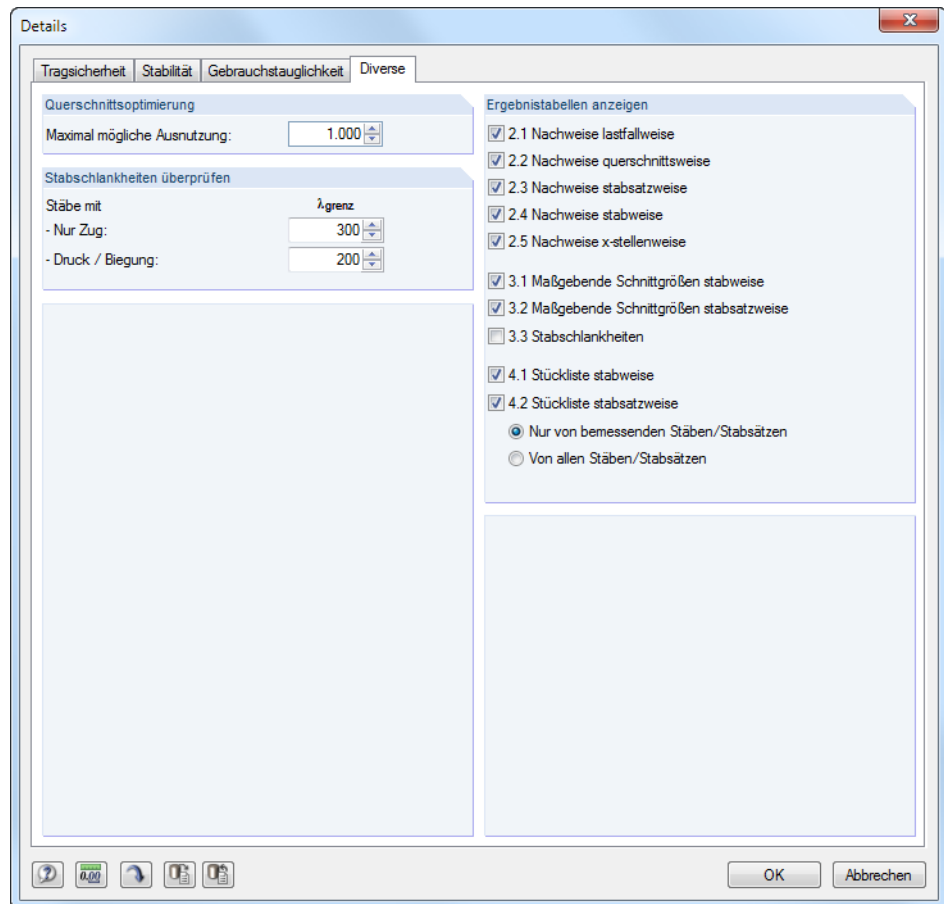


Bild 3.4: Dialog *Details*, Register *Diverse*

Querschnittsoptimierung

Als Ziel der Optimierung ist eine maximale Ausnutzung von 100 % voreingestellt. Im Eingabefeld kann ggf. eine andere Obergrenze festgelegt werden.

Stabschlankheiten überprüfen

Die beiden Eingabefelder regeln die Grenzwerte λ_{grenz} zur 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 4.8, Seite 40), wenn das entsprechende Häkchen im Abschnitt *Ergebnistabellen anzeigen* gesetzt ist.

Ergebnistabellen anzeigen

Hier kann ausgewählt werden, welche Ergebnismasken einschließlich Stückliste angezeigt werden sollen. Die Masken sind im Kapitel 4 *Ergebnisse* beschrieben.

Die Maske 3.3 *Stabschlankheiten* ist standardmäßig deaktiviert.

3.2 Start der Berechnung

Berechnung

In jeder Eingabemaske des Moduls STAHL SIA kann die [Berechnung] über die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden.

STAHL SIA sucht nach den Ergebnissen der zu bemessenden Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen. Werden diese nicht gefunden, startet zunächst die RSTAB-Berechnung zur Ermittlung der bemessungsrelevanten Schnittgrößen.

Die Berechnung kann auch in der RSTAB-Oberfläche gestartet werden: Im Dialog *Zu berechnen* (Menü *Berechnung* → *Zu berechnen*) sind die Bemessungsfälle der Zusatzmodule wie Lastfälle oder Lastkombinationen aufgelistet.

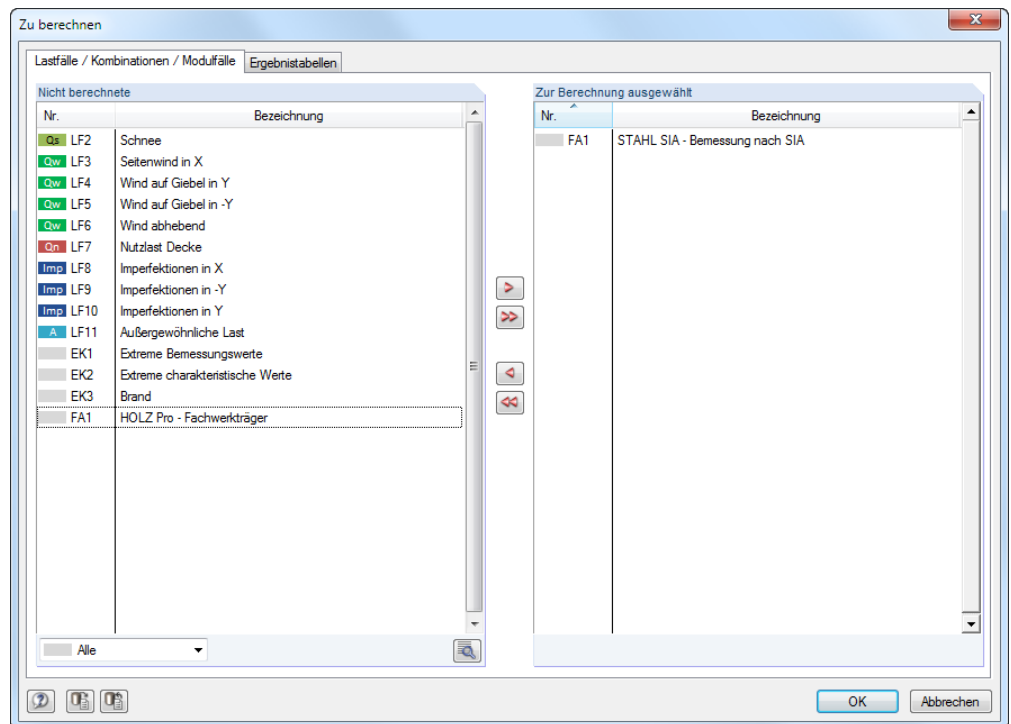


Bild 3.5: Dialog *Zu berechnen*

Falls die STAHL SIA-Fälle in der Liste *Nicht berechnete* fehlen, ist die Selektion am Ende der Liste auf *Alle* oder *Zusatzmodule* zu ändern.

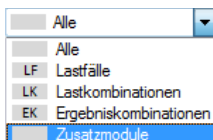
Mit der Schaltfläche [▶] werden die selektierten STAHL SIA-Fälle in die rechte Liste übergeben. [OK] startet dann die Berechnung.

Ein Bemessungsfall kann auch über die Liste der Symbolleiste direkt berechnet werden: Stellen Sie den STAHL SIA-Fall ein und klicken dann die Schaltfläche [Ergebnisse anzeigen] an.



Bild 3.6: Direkte Berechnung eines STAHL SIA - Bemessungsfalls in RSTAB

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



4. Ergebnisse

Unmittelbar nach der Berechnung erscheint die Maske 2.1 *Nachweise lastfallweise*.

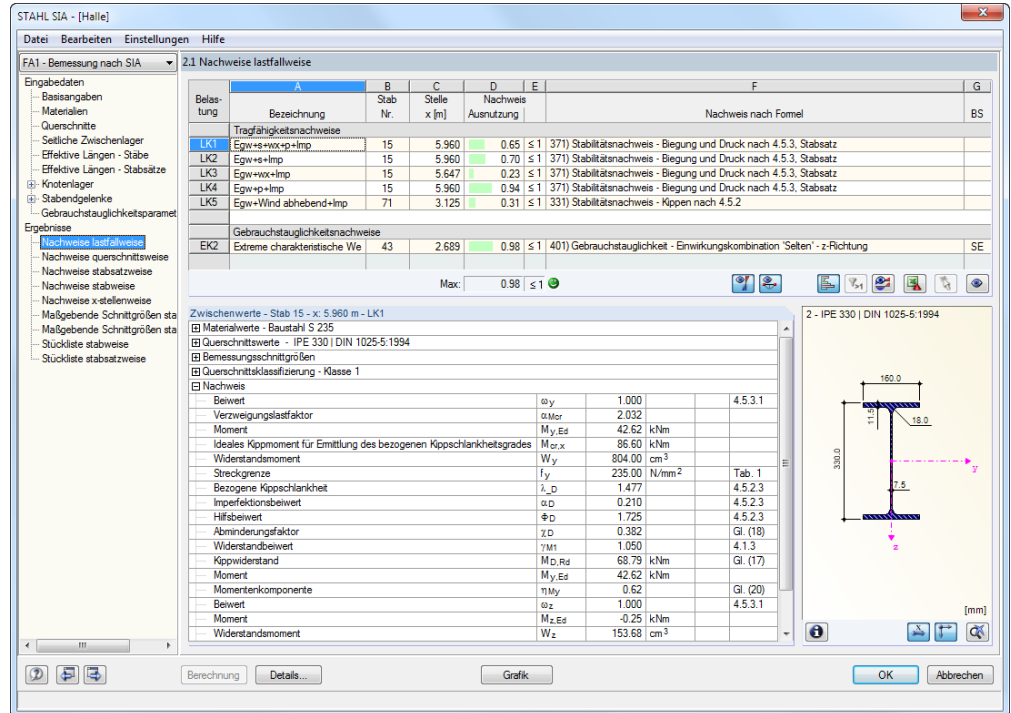


Bild 4.1: Ergebnismaske mit Nachweisen und Zwischenwerten

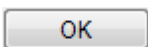
Die Nachweise sind in den Ergebnismasken 2.1 bis 2.5 nach verschiedenen Kriterien sortiert.

Die Masken 3.1 und 3.2 listen die maßgebenden Schnittgrößen auf, Maske 3.3 gibt Aufschluss über die Stabschlankheiten. In den letzten beiden Ergebnismasken 4.1 und 4.2 werden die Stücklisten stab- und stabsatzbezogen ausgegeben.

Jede Maske lässt sich durch Anklicken des Eintrags im Navigator direkt ansteuern. Mit den links dargestellten Schaltflächen wird die vorherige bzw. nächste Maske eingestellt. Das Blättern durch die Masken ist auch mit den Funktionstasten [F2] und [F3] möglich.

[OK] sichert die Ergebnisse. STAHL SIA wird beendet und es erfolgt die Rückkehr in das Hauptprogramm.

Das Kapitel 4 *Ergebnisse* stellt die Ergebnismasken der Reihe nach vor. Die Auswertung und Überprüfung der Resultate ist im Kapitel 5 *Ergebnisauswertung* ab Seite 43 beschrieben.



4.1 Nachweise lastfallweise



Der obere Teil der Maske bietet eine nach Lastfällen, Last- und Ergebniskombinationen geordnete Zusammenfassung der maßgebenden Nachweise. Die Liste ist zudem in Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise untergliedert.

Der untere Teil enthält detaillierte Angaben zu den Querschnittswerten, Bemessungsschnittgrößen und Nachweisparametern des Lastfalls, der im oberen Teil markiert ist.

2.1 Nachweise lastfallweise

Belastung	A Bezeichnung	B Stab Nr.	C Stelle x [m]	D Nachweis Ausnutzung	E	F Nachweis nach Formel	G
	Tragfähigkeitsnachweise						
LK1	Egw+s+wx+p+imp	15	5.960	0.65	≤ 1	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stabsatz	
LK2	Egw+s+imp	15	5.960	0.70	≤ 1	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stabsatz	
LK3	Egw+wx+imp	15	5.647	0.23	≤ 1	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stabsatz	
LK4	Egw+p+imp	15	5.960	0.94	≤ 1	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stabsatz	
LK5	Egw+Wind abhebend+imp	71	3.125	0.31	≤ 1	331) Stabilitätsnachweis - Kippen nach 4.5.2	
	Gebrauchstauglichkeitsnachweise						
EK2	Extreme charakteristische We	43	2.689	0.98	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Selten' - z-Richtung	SE

Max: 0.98 ≤ 1

Zwischenwerte - Stab 71 - x: 3.125 m - LK5

- Materialwerte - Baustahl S 235
- Querschnittswerte - IPE 450 | DIN 1025-5:1994
- Bemessungsschnittgrößen
- Querschnittsklassifizierung - Klasse 1
- Nachweis

Minimale Biegemoment	$M_{y,Ed,min}$	0.00	kNm	Tab. 6
Maximale Biegemoment	$M_{y,Ed,max}$	0.00	kNm	Tab. 6
Momentenverhältnis	ψ	0.000		Tab. 6
Trägheitsradius	i_z	41.2	mm	
Elastizitätsmodul	E	210000.00	N/mm ²	
Streckgrenze	f_y	235.00	N/mm ²	Tab. 1
Kritische Kipplänge	L_{cr}	3.328	m	Tab. 6
Kipplänge	L_D	6.250	m	> L_{cr} Tab. 6
Elastizitätsmodul	E	210000.00	N/mm ²	
Schubmodul	G	80769.20	N/mm ²	
Längenbeiwert	k_z	1.000		
Längenbeiwert	k_w	1.000		
Länge	L	6.250	m	
Flächenträgheitsmoment	I_z	1680.00	cm ⁴	
Wölwidstand	I_w	791000.00	cm ⁶	
Torsionsträgheitsmoment	I_t	67.10	cm ⁴	
Ideales Kippmoment	$M_{cr,0}$	292.78	kNm	

Bild 4.2: Maske 2.1 Nachweise lastfallweise

Bezeichnung

Zur Information werden die Bezeichnungen der Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen angezeigt, für die die Nachweise geführt wurden.

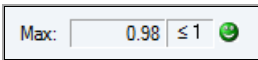
Stab Nr.

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 RSTAB-Tabelle 1.6)
- Stabteilung gemäß Vorgabe für Stabergebnisse (RSTAB-Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*)
- Extremwerte der Schnittgrößen



Nachweis

In den Spalten D und E werden die Nachweisbedingungen gemäß SIA 263:2003 ausgegeben.

Die Länge des farbigen Balkens stellt die jeweilige Ausnutzung in grafischer Form dar.

Der Nachweis gegen Torsionsinstabilität (Biegedrillknicken) gemäß [1] Ziffer 4.5.1.1 wird in STAHL SIA nicht geführt.

Nachweis nach Formel

Diese Spalte listet die Gleichungen der Norm auf, mit denen die Nachweise geführt wurden.

BS

Die letzte Spalte gibt Aufschluss über die nachweisrelevanten Bemessungssituationen (BS): Tragsicherheit (kein Eintrag) oder eine der drei Bemessungssituationen für Gebrauchstauglichkeit (SE, HÄ, QS) gemäß Vorgabe in Maske 1.1 *Basisangaben* (siehe Bild 2.5, Seite 11).

4.2 Nachweise querschnittsweise

2.2 Nachweise querschnittsweise

Quersch. Nr.	A Stab Nr.	B Stelle x [m]	C Lastfall	D Nachweis Ausnutzung	E	F Nachweis nach Formel
1	IPe 450	DIN 1025-5:1994				
	22	0.000	LK4	0.05	≤ 1	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	22	6.000	LK5	0.03	≤ 1	111) Querschnittsnachweis - Biegung um y nach 4.4.2 - Klasse 1 oder 2
	22	0.000	LK4	0.06	≤ 1	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	12	0.000	LK4	0.04	≤ 1	122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3 - Klasse 3 oder 4
	22	6.000	LK5	0.03	≤ 1	141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 4.4.4
	2	6.000	LK5	0.01	≤ 1	161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 4.4.5.2
	22	6.000	LK4	0.35	≤ 1	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.5
	2	6.000	LK4	0.04	≤ 1	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.5
	12	0.000	LK4	0.04	≤ 1	302) Stabilitätsnachweis - Knicken um y nach 4.5.1

Max: 0.98 ≤ 1

Zwischenwerte - Stab 22 - x: 6.000 m - LK4

- Materialwerte - Baustahl S 235
- Querschnittswerte - IPE 450 | DIN 1025-5:1994
- Bemessungsschnittgrößen
- Querschnittsklassifizierung - Klasse 1
- Nachweis

Moment	$M_{y,Ed}$	133.83	kNm		
Plastisches Widerstandsmoment	$W_{pl,y}$	1702.00	cm ³		
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M1}	1.050			4.1.3
Streckgrenze	f_y	235.00	N/mm ²		Tab. 1
Biege widerstand	$M_{y,Rd}$	380.92	kNm		Gl. (9)
Normalkraft	N_{Ed}	-39.34	kN		
Normalkraftwiderstand	N_{Rd}	2211.24	kN		Gl. (6)
Verhältnis N_{Ed} / N_{Rd}	n	0.018			5.1.4.1
Querschnittsfläche	A	98.80	cm ²		
Flanschbreite	b	190.0	mm		
Flanschdicke	t_f	14.6	mm		
Faktor	α	0.438		≤ 0.5	
Faktor	ξ	1.281			5.1.4.1
Biege widerstand	$M_{N,pl,y,R}$	380.92	kNm		Gl. (46)
Nachweis	η	0.35		≤ 1	

Bild 4.3: 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, werden beide Querschnittsbezeichnungen in der Zeile neben der Querschnittsnummer angegeben.

4.3 Nachweise stabsatzweise

2.3 Nachweise stabsatzweise

Stabsatz Nr.	A	B	C	D	E	F
Stabsatz Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	Lastfall	Nachweis Ausnutzung		Nachweis nach Formel
2	Stabzug 2 (Stab Nr. 13-15)					
	15	6.274	LK5	0.00	≤ 1	101) Querschnittsnachweis - Zug nach 4.4.1
	14	0.000	LK4	0.02	≤ 1	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	13	0.000	LK5	0.05	≤ 1	111) Querschnittsnachweis - Biegung um y nach 4.4.2 - Klasse 1 oder 2
	13	2.844	LK4	0.07	≤ 1	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	13	0.000	LK5	0.05	≤ 1	141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 4.4.4
	13	0.000	LK4	0.38	≤ 1	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.5
	14	2.121	LK1	0.00	≤ 1	201) Querschnittsnachweis - Biegung um z, Quer- und Längskraft nach 4.4.5
	15	5.960	LK4	0.12	≤ 1	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.5
	15	5.960	LK4	0.94	≤ 1	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stabsatz

Max: 0.98 ≤ 1

Zwischenwerte - Stab 15 - x: 5.960 m - LK4

Nachweis		NEd			
Normalkraft		-27.30	kN		
Querschnittsfläche	A	62.60	cm ²		
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{M1}	1.050		4.1.3	
Streckgrenze	f _y	235.00	N/mm ²		Tab. 1
Normalkraftwiderstand	N _{Rd}	1401.05	kN		Gl. (6)
Moment	M _{y,Ed}	60.65	kNm		
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl,y}	804.00	cm ³		
Biegeverstand	M _{y,Rd}	179.94	kNm		Gl. (9)
Moment	M _{z,Ed}	0.36	kNm		
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl,z}	153.68	cm ³		
Biegeverstand	M _{z,Rd}	34.39	kNm		Gl. (9)
Verhältnis N _{Ed} / N _{Rd}	n	0.019			5.1.4.1
Querschnittsfläche	A	62.60	cm ²		
Flanschbreite	b	160.0	mm		
Flanschdicke	t _f	11.5	mm		
Faktor	a	0.412		≤ 0.5	5.1.4.1
Faktor	λ	1.260			5.1.4.1
Biegeverstand	M _{N,pl,y,R}	179.94	kNm		Gl. (46)
Kriterium	n	0.019		≤ a	5.1.4.1
Biegeverstand	M _{N,pl,z,R}	34.39	kNm		Gl. (48)
Kriterium	n	0.019		≤ 0.9	5.1.4.2

Bild 4.4: 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 Rahmen).

4.4 Nachweise stabweise

2.4 Nachweise stabweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Lastfall	C Nachweis Ausnutzung	D	E Nachweis nach Formel
1	Querschnitt Nr. 1 - IPE 270 DIN 1025-5:1994				
	0.000	LK4	0.09 ≤ 1	102	Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	0.000	LK4	0.07 ≤ 1	121	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	6.000	LK5	0.03 ≤ 1	161	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 4.4.5.2
	4.000	LK2	0.21 ≤ 1	181	Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.5
	6.000	LK4	0.45 ≤ 1	221	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.5
	1.500	LK5	0.04 ≤ 1	302	Stabilitätsnachweis - Knicken um y nach 4.5.1
	1.500	LK5	0.20 ≤ 1	312	Stabilitätsnachweis - Knicken um z nach 4.5.1
	1.500	LK5	0.06 ≤ 1	322	Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 4.5.1
	6.000	LK5	0.04 ≤ 1	353	Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 5.1.7
Max:			0.98 ≤ 1		

Zwischenwerte - Stab 1 - x: 6.000 m - LK4

Streckgrenze	f_y	235.00	N/mm ²	Tab. 1
Normalkraftwiderstand	N_{Rd}	1027.29	kN	Gl. (6)
Moment	$M_{y,Ed}$	72.40	kNm	
Plastisches Widerstandsmoment	$W_{pl,y}$	484.00	cm ³	
Biegebiegemoment	$M_{y,Rd}$	108.32	kNm	Gl. (9)
Moment	$M_{z,Ed}$	0.27	kNm	
Plastisches Widerstandsmoment	$W_{pl,z}$	96.95	cm ³	
Biegebiegemoment	$M_{z,Rd}$	21.70	kNm	Gl. (9)
Verhältnis N_{Ed} / N_{Rd}	n	0.021		5.1.4.1
Querschnittsfläche	A	45.90	cm ²	
Flanschbreite	b	135.0	mm	
Flanschdicke	t _f	10.2	mm	
Faktor	a	0.400	≤ 0.5	5.1.4.1
Faktor	λ	1.250		5.1.4.1
Biegebiegemoment	$M_{N,pl,y,R}$	108.32	kNm	Gl. (46)
Kriterium	n	0.021	≤ a	5.1.4.1
Biegebiegemoment	$M_{N,pl,z,R}$	21.70	kNm	Gl. (48)
Kriterium	n	0.021	≤ 0.9	5.1.4.2
Exponent	β	1.100	≥ 1.1	5.1.4.2
Nachweis Komponente für M_y	ηM_y	0.45	≤ 1	Gl. (49)
Nachweis Komponente für M_z	ηM_z	0.01	≤ 1	Gl. (49)
Nachweis	η	0.45	≤ 1	

Bild 4.5: Maske 2.4 Nachweise stabweise

Diese Ergebnismaske präsentiert die maximalen Ausnutzungen für die einzelnen Nachweise nach Stabnummern geordnet. Die Spalten sind im Kapitel 4.1 auf Seite 34 erläutert.

4.5 Nachweise x-stellenweise

2.5 Nachweise x-stellenweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Lastfall	C Nachweis Ausnutzung	D	E Nachweis nach Formel
	3.000	LK4	0.29 ≤ 1	354	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7
	4.000	LK4	0.02 ≤ 1	102	Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	4.000	LK4	0.03 ≤ 1	121	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	4.000	LK4	0.21 ≤ 1	181	Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.5
	4.000	LK4	0.32 ≤ 1	354	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7
	4.200	LK4	0.02 ≤ 1	102	Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	4.200	LK4	0.03 ≤ 1	121	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	4.200	LK4	0.22 ≤ 1	181	Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.5
	4.200	LK4	0.33 ≤ 1	354	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7
	4.500	LK4	0.02 ≤ 1	102	Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
Max:			0.98 ≤ 1		

Zwischenwerte - Stab 12 - x: 4.000 m - LK4

Imperfektionsbeiwert	α_D	0.210	4.5.2.3	
Hilfsbeiwert	Φ_D	1.112	4.5.2.3	
Abminderungsfaktor	χ_D	0.648	Gl. (18)	
Widerstandsbeiwert	γ_{M1}	1.050	4.1.3	
Kippwiderstand	$M_{D,Rd}$	246.84	kNm	Gl. (17)
Biegebiegemoment	$M_{y,red,Rd}$	148.11	kNm	≤ $\omega_y \cdot M$ 5.1.7.2
Moment	$M_{y,Ed}$	79.01	kNm	
Momentenkomponente	ηM_y	0.53	Gl. (52)	
Minimales Stabendmoment	$M_{z,Ed,min}$	0.00	kNm	5.1.7.1
Maximales Stabendmoment	$M_{z,Ed,max}$	0.07	kNm	5.1.7.1
Beiwert	ω_z	1.000	5.1.7.1	
Moment	$M_{z,Ed}$	0.05	kNm	
Widerstandsmoment	W_z	276.38	cm ³	
Biegebiegemoment	$M_{z,Rd}$	61.86	kNm	Gl. (9)
Biegebiegemoment	$M_{z,red,Rd}$	53.90	kNm	5.1.7.2
Momentenkomponente	ηM_z	0.00	Gl. (52)	
Flanschbreite	b	190.0	mm	
Flanschdicke	t _f	14.6	mm	
Profilhöhe	h	450.0	mm	
Normalkraftwiderstand	N_{Rd}	2211.24	kN	Gl. (6)
Exponent	β	1.000	5.1.7.2	
Nachweis	η	0.32	≤ 1	Gl. (52)

Bild 4.6: 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 RSTAB ergeben:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß eventuell vorgegebener Stabteilung (siehe RSTAB-Tabelle 1.6)
- Stabteilung gemäß Vorgabe für Stabergebnisse (RSTAB-Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*)
- Extremwerte der Schnittgrößen

4.6 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

3.1 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Belastung	D Kräfte [kN]			G Momente [kNm]			I Bemessung nach Gleichung
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1 Querschnitt Nr. 1 - IPE 450 DIN 1025-5:1994									
	0.000	LK4	-90.10	0.07	-19.32	0.00	43.53	0.17	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	0.000	LK4	-90.10	0.07	-19.32	0.00	43.53	0.17	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	6.000	LK5	-1.36	0.04	-0.66	0.00	-2.95	-0.15	161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 4.4.2
	6.000	LK2	-14.16	0.03	-13.48	0.00	-49.98	-0.10	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.2
	6.000	LK4	-21.07	0.07	-19.32	0.00	-72.40	-0.27	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.2
	0.000	LK5	-52.50	0.04	-0.66	0.00	1.03	0.07	302) Stabilitätsnachweis - Knicken um y nach 4.5.1
	0.000	LK5	-52.50	0.04	-0.66	0.00	1.03	0.07	312) Stabilitätsnachweis - Knicken um z nach 4.5.1
	0.000	LK5	-52.50	0.04	-0.66	0.00	1.03	0.07	322) Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 4.5.1
	6.000	LK5	-1.36	0.04	-0.66	0.00	-2.95	-0.15	353) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 5.1.7
	6.000	LK4	-21.07	0.07	-19.32	0.00	-72.40	-0.27	354) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7
2 Querschnitt Nr. 1 - IPE 450 DIN 1025-5:1994									
	0.000	LK4	-90.63	0.04	21.79	0.00	-53.46	0.04	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	0.000	LK4	-90.63	0.04	21.79	0.00	-53.46	0.04	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	6.000	LK5	-1.49	0.04	1.30	0.00	4.17	-0.17	161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 4.4.2
	0.000	LK4	-90.63	0.04	21.79	0.00	-53.46	0.04	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.2
	6.000	LK4	-21.60	0.04	21.79	0.00	77.28	-0.19	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.2
	2.400	LK5	-32.17	0.04	1.30	0.00	-0.49	-0.02	302) Stabilitätsnachweis - Knicken um y nach 4.5.1
	2.400	LK5	-32.17	0.04	1.30	0.00	-0.49	-0.02	312) Stabilitätsnachweis - Knicken um z nach 4.5.1
	2.400	LK5	-32.17	0.04	1.30	0.00	-0.49	-0.02	322) Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 4.5.1
	6.000	LK5	-1.49	0.04	1.30	0.00	4.17	-0.17	353) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 5.1.7
	6.000	LK4	-21.60	0.04	21.79	0.00	77.28	-0.19	354) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7
3 Querschnitt Nr. 3 - IPE 400 DIN 1025-5:1994 ... 2 - IPE 330 DIN 1025-5:1994									
	3.011	LK4	-20.89	-0.05	13.75	-0.03	-23.26	0.09	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	0.000	LK5	-0.88	0.01	1.07	0.01	-3.00	0.03	111) Querschnittsnachweis - Biegung um y nach 4.4.2 - Klasse
	2.844	LK4	-20.91	-0.05	14.01	-0.03	-25.58	0.09	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	0.000	LK5	-0.88	0.01	1.07	0.01	-3.00	0.03	141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 4.4.2
	0.000	LK4	-21.34	-0.05	18.98	-0.03	-72.30	-0.05	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.2
	0.000	LK1	-13.93	-0.06	11.94	-0.03	-45.49	-0.13	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.2
4 Querschnitt Nr. 2 - IPE 330 DIN 1025-5:1994									
	0.000	LK4	-20.90	-0.05	13.73	-0.03	-23.26	0.09	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1

Bild 4.7: 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.

Belastung

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 Querkräfte 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 Gleichungen, mit denen die Nachweise nach [1] geführt wurden.

4.7 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

Stabsatz Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Kräfte [kN]			Momente [kNm]			Bemessung nach Gleichung
			N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1 Stabzug 1 (Stab Nr. 51-52)									
	2.700	LK3	-1.73	-0.02	0.06	0.00	-0.01	0.05	100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	0.000	LK4	-179.65	-0.07	0.83	0.00	-3.12	-0.03	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	3.000	LK5	0.22	-0.09	0.12	0.00	0.02	0.18	116) Querschnittsnachweis - Biegung um z nach 4.4.2 - Klasse
	0.000	LK3	-9.49	-0.02	1.07	0.00	-1.53	-0.01	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	3.000	LK5	0.22	-0.09	0.12	0.00	0.02	0.18	151) Querschnittsnachweis - Biegung um z und Querkraft nach
	0.000	LK4	-179.65	-0.07	0.83	0.00	-3.12	-0.03	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4
	3.000	LK4	-3.42	-0.10	0.22	-0.01	-0.06	0.24	201) Querschnittsnachweis - Biegung um z, Quer- und Längskr
	3.000	LK4	-145.13	-0.07	0.83	0.00	-0.64	0.19	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längsf
	0.000	LK4	-37.94	-0.10	0.22	-0.01	-0.72	-0.07	302) Stabilitätsnachweis - Knicken um y nach 4.5.1
	0.000	LK4	-37.94	-0.10	0.22	-0.01	-0.72	-0.07	312) Stabilitätsnachweis - Knicken um z nach 4.5.1
	0.000	LK4	-37.94	-0.10	0.22	-0.01	-0.72	-0.07	322) Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 4.5.1
	0.000	LK1	-44.99	0.00	0.84	0.00	-2.44	0.06	354) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7
	0.000	LK4	-179.65	-0.07	0.83	0.00	-3.12	-0.03	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stab
	0.000	EK2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	400) Gebrauchstauglichkeit - Keine bzw. sehr kleine Verformun
	2.250	EK2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	401) Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Selten'
2 Stabzug 2 (Stab Nr. 13-15)									
	6.274	LK5	4.05	-0.02	1.31	0.00	-3.11	0.10	101) Querschnittsnachweis - Zug nach 4.4.1
	0.000	LK4	-31.15	-0.02	20.92	-0.01	-41.27	0.02	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	0.000	LK5	2.60	0.01	-6.27	0.00	15.16	0.03	111) Querschnittsnachweis - Biegung um y nach 4.4.2 - Klasse
	2.844	LK4	-31.16	-0.02	21.21	-0.01	-44.80	0.01	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	0.000	LK5	2.60	0.01	-6.27	0.00	15.16	0.03	141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 4.4.4
	0.000	LK4	-31.59	-0.02	26.18	-0.01	-111.98	-0.04	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4
	2.121	LK1	-21.35	-0.04	11.99	-0.01	0.09	0.08	201) Querschnittsnachweis - Biegung um z, Quer- und Längskr
	5.960	LK4	-27.30	0.08	-0.61	0.00	60.65	-0.36	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längsf
	5.960	LK4	-27.30	0.08	-0.61	0.00	60.65	-0.36	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 4.5.3, Stab
3 Stabzug 3 (Stab Nr. 41-43)									
	6.274	LK5	6.89	-0.01	0.87	0.00	-1.91	0.02	101) Querschnittsnachweis - Zug nach 4.4.1
	0.000	LK4	-57.68	-0.01	20.51	0.03	-38.05	-0.04	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
	0.753	LK4	-58.19	-0.01	26.66	0.03	-91.25	-0.07	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
	0.000	LK4	-58.38	-0.01	28.82	0.03	-112.13	-0.08	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4
	5.019	LK4	-56.07	-0.17	-1.62	0.01	39.28	0.53	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längsf

Bild 4.8: 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.

4.8 Stabschlankheiten

3.3 Stabschlankheiten

Stab Nr.	A Beanspruchung	B Länge L [m]	C k_y [-]	D Starke Achse y		E λ_y [-]		F Schwache Achse z		G i_z [mm]	H λ_z [-]	I
				i_y [mm]	λ_y [-]	k_z [-]	i_z [mm]					
1	Druck / Biegung	6.000	1.000	184.8	32.468	1.000	41.2	145.504				
2	Druck / Biegung	6.000	1.000	184.8	32.468	1.000	41.2	145.504				
3	Druck / Biegung	3.011	1.000	137.1	21.961	1.000	35.5	84.876				
4	Druck / Biegung	3.262	1.000	137.1	23.793	1.000	35.5	91.954				
5	Druck / Biegung	6.274	1.000	137.1	45.755	1.000	35.5	176.835				
6	Druck / Biegung	6.274	1.000	137.1	45.755	1.000	35.5	176.835				
7	Druck / Biegung	3.262	1.000	137.1	23.793	1.000	35.5	91.954				
8	Druck / Biegung	3.011	1.000	137.1	21.961	1.000	35.5	84.876				
12	Druck / Biegung	6.000	1.000	184.8	32.468	1.000	41.2	145.504				
21	Druck / Biegung	6.000	1.000	184.8	32.468	1.000	41.2	145.504				
22	Druck / Biegung	6.000	1.000	184.8	32.468	1.000	41.2	145.504				
23	Druck / Biegung	3.011	1.000	137.1	21.961	1.000	35.5	84.876				
24	Druck / Biegung	3.262	1.000	137.1	23.793	1.000	35.5	91.954				
25	Druck / Biegung	6.274	1.000	137.1	45.755	1.000	35.5	176.835				
26	Druck / Biegung	6.274	1.000	137.1	45.755	1.000	35.5	176.835				
27	Druck / Biegung	3.262	1.000	137.1	23.793	1.000	35.5	91.954				
28	Druck / Biegung	3.011	1.000	137.1	21.961	1.000	35.5	84.876				
37	Druck / Biegung	3.000	1.000	57.3	52.380	1.000	35.2	85.234				
38	Druck / Biegung	3.546	1.000	57.3	61.913	1.000	35.2	100.746				
51	Druck / Biegung	3.000	1.000	82.8	36.224	1.000	49.9	60.112				
52	Druck / Biegung	3.000	1.000	82.8	36.224	1.000	49.9	60.112				
53	Druck / Biegung	3.000	1.000	65.6	45.728	1.000	39.8	75.292				
54	Druck / Biegung	3.546	1.000	65.6	54.050	1.000	39.8	88.995				
55	Druck / Biegung	3.000	1.000	65.6	45.728	1.000	39.8	75.292				
56	Druck / Biegung	4.094	1.000	65.6	62.403	1.000	39.8	102.748				
58	Druck / Biegung	3.546	1.000	65.6	54.050	1.000	39.8	88.995				
59	Druck / Biegung	3.000	1.000	82.8	36.224	1.000	49.9	60.112				
60	Druck / Biegung	3.000	1.000	82.8	36.224	1.000	49.9	60.112				
61	Druck / Biegung	6.274	1.000	48.9	128.190	1.000	30.2	207.628				
62	Druck / Biegung	6.274	1.000	48.9	128.194	1.000	30.2	207.633				

Stäbe mit Druck / Biegung:
 Max $\lambda_{K,y}$: 161.515 ≤ 200
 Max $\lambda_{K,z}$: 207.633 > 200

Bild 4.9: Maske 3.3 Stabschlankheiten

Details...

Details...

Diese Ergebnismaske wird angezeigt, wenn im Dialog *Details*, Register *Diverse* das entsprechende Häkchen gesetzt ist (siehe Bild 3.4, Seite 31).

Die Tabelle listet die effektiven Schlankheitsgrade der bemessenen Stäbe 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 *Diverse* definiert sind (siehe Bild 3.4, Seite 31).

Stäbe des Typs „Zugstab“ oder „Seil“ sind in dieser Tabelle ausgeblendet.

Die Tabelle dient nur der Information. Es ist keine Stabilitätsbemessung der Schlankheiten vorgesehen.

4.9 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]	Gesamtmasse [t]
1	1 - IPE 300 DIN 1025-5:1994	6	6.00	36.00	41.72	0.19	42.23	253.40	1.520
2	2 - IPE 300 DIN 1025-5:1994 ... 3 - IPE 400	8	3.01	24.09	31.63	0.17	54.28	163.46	1.308
3	2 - IPE 300 DIN 1025-5:1994	8	3.26	26.10	30.25	0.14	42.23	137.78	1.102
4	2 - IPE 300 DIN 1025-5:1994	8	6.27	50.19	58.17	0.27	42.23	264.97	2.120
5	1 - IPE 300 DIN 1025-5:1994	4	3.00	12.00	13.91	0.06	42.23	126.70	0.507
6	10 - HE A 140 DIN 1025-3:1994	3	3.00	9.00	7.15	0.03	24.65	73.95	0.222
7	10 - HE A 140 DIN 1025-3:1994	2	3.55	7.09	5.63	0.02	24.65	87.41	0.175
8	10 - HE A 140 DIN 1025-3:1994	1	4.09	4.09	3.25	0.01	24.65	100.91	0.101
9	15 - HE A 200 DIN 1025-3:1994	4	3.00	12.00	13.68	0.06	42.23	126.70	0.507
10	6 - HE A 160 DIN 1025-3:1994	2	3.00	6.00	5.44	0.02	30.46	91.37	0.183
11	6 - HE A 160 DIN 1025-3:1994	2	3.55	7.09	6.43	0.03	30.46	108.00	0.216
12	6 - HE A 160 DIN 1025-3:1994	1	4.09	4.09	3.71	0.02	30.46	124.70	0.125
13	16 - Rechteck 200/200	1	3.00	3.00	2.40	0.12	314.00	942.00	0.942
14	7 - HE A 140 DIN 1025-3:1994	4	6.27	25.10	19.93	0.08	24.65	154.64	0.619
15	9 - IPE 360 DIN 1025-5:1994	8	6.25	50.00	67.65	0.36	57.07	356.68	2.853
16	6 - HE A 160 DIN 1025-3:1994	2	6.55	13.09	11.86	0.05	30.46	199.38	0.399
17	6 - HE A 160 DIN 1025-3:1994	1	7.09	7.09	6.43	0.03	30.46	216.07	0.216
18	12 - GRO 80x4 DIN 59410:1974	25	5.00	125.00	39.13	0.15	9.42	47.10	1.178
19	13 - RD 24 DIN 1013-1	4	7.81	31.24	2.36	0.01	3.55	27.71	0.111
20	13 - RD 24 DIN 1013-1	8	8.02	64.18	4.84	0.03	3.55	28.47	0.228
Summe		102		516.46	375.55	1.86			14.630

Bild 4.10: 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 *Diverse* eingestellt werden (siehe Bild 3.4, Seite 31).

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 1.3 sowie 2.1 bis 2.5 bei den Querschnittsinformationen einsehbar ist (siehe Bild 2.11, Seite 16).



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.

4.10 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	Stabzug 1	1	6.00	6.00	6.84	0.03	42.23	253.40	0.253
2	Stabzug 2	1	12.55	12.55	15.01	0.07	45.12	566.22	0.566
3	Stabzug 3	1	12.55	12.55	15.01	0.07	45.12	566.22	0.566
4	Stabzug 4	1	6.55	6.55	5.20	0.02	24.65	161.35	0.161
5	Stabzug 5	1	7.09	7.09	5.63	0.02	24.65	174.86	0.175
Summe		5		44.74	47.68	0.22			1.722

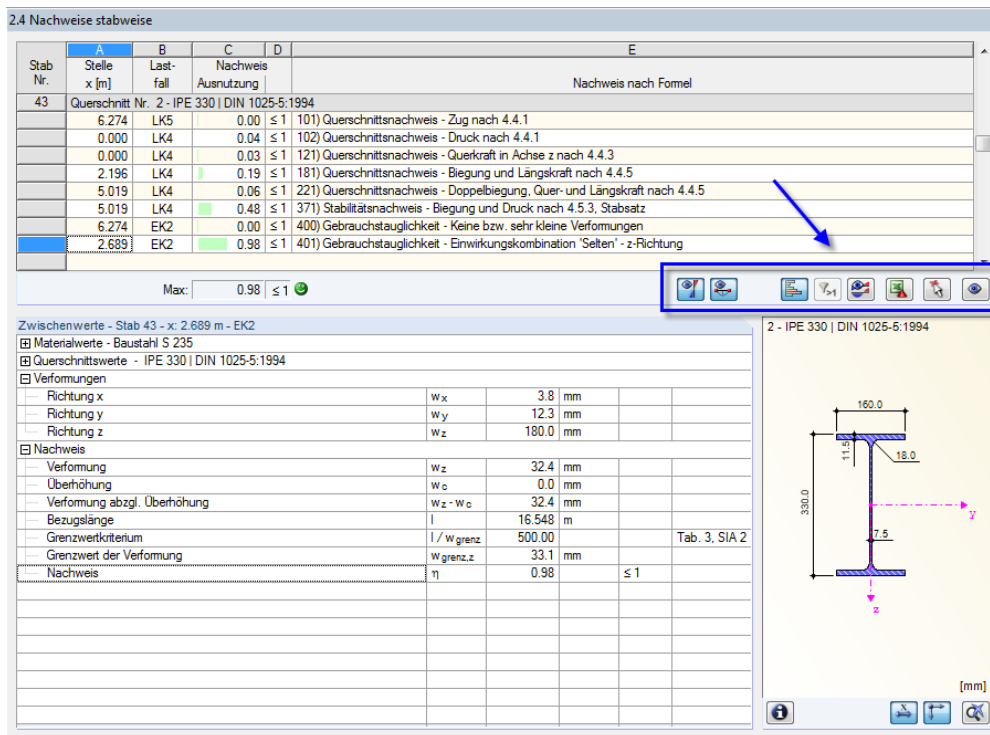
Bild 4.11: Maske 4.2 Stückliste stabsatzweise

Die letzte Ergebnismaske wird angezeigt, wenn mindestens ein Stabsatz zur Bemessung ausgewählt wurden. Sie fasst eine ganze Baugruppe (z. B. einen Riegel) in einer Stückliste zusammen.

Die Spalten sind im vorherigen Kapitel erläutert. Bei unterschiedlichen Querschnitten im Stabsatz werden Oberfläche, Volumen und Querschnittsmasse gemittelt.

5. Ergebnisauswertung

Die Bemessungsergebnisse lassen sich auf verschiedene Weise auswerten. Hierzu sind auch die Schaltflächen am Ende der oberen Tabelle hilfreich.



The screenshot shows a software window titled "2.4 Nachweise stabweise". It contains a table with columns for "Stab Nr.", "Stelle x [m]", "Lastfall", "Nachweis", "Ausnutzung", and "Nachweis nach Formel". The table lists various checks for a beam (Stab 43) with a cross-section of 2 - IPE 330 | DIN 1025-5:1994. A blue arrow points to a control panel at the bottom right of the table, which contains several icons for filtering and viewing results. Below the table, there are sections for "Zwischenwerte - Stab 43 - x: 2.689 m - EK2", "Materialwerte - Baustahl S 235", "Querschnittswerte - IPE 330 | DIN 1025-5:1994", and "Verformungen". A table of values is provided for various parameters like w_x , w_y , w_z , w_z , w_c , $w_z - w_c$, l , l / w_{grenz} , $w_{\text{grenz},z}$, and η . To the right of the table, there is a diagram of the IPE 330 cross-section with dimensions like 160.0, 18.0, 330.0, and 7.5.

Bild 5.1: Schaltflächen zur Ergebnisauswertung

Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:









Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Tragsicherheitsnachweis	Blendet die Ergebnisse des Tragsicherheitsnachweises ein und aus
	Gebrauchstauglichkeitsnachweis	Blendet die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises ein und aus
	Relationsbalken	Blendet die farbigen Bezugsskalen in den Ergebnismasken ein und aus
	Überschreitung	Stellt nur Zeilen dar, in denen die Ausnutzung größer als 1 und damit der Nachweis nicht erfüllt ist
	Ergebnisverläufe	Öffnet das Diagramm <i>Ergebnisverläufe im Stab</i> → Kapitel 5.2, Seite 46
	Excel-Export	Exportiert die Tabelle nach MS Excel / OpenOffice → Kapitel 7.4.3, Seite 57
	Stabauswahl	Ermöglicht die grafische Auswahl eines Stabes, um dessen Ergebnisse in der Tabelle anzuzeigen
	Sichtmodus	Ermöglicht den Wechsel in das RSTAB-Arbeitsfenster, um die Ansicht zu ändern

Tabelle 5.1: Schaltflächen in den Ergebnismasken 2.1 bis 2.5

5.1 Ergebnisse am RSTAB-Modell

Für die Auswertung kann auch das RSTAB-Arbeitsfenster genutzt werden.

RSTAB-Hintergrundgrafik und Sichtmodus

Das RSTAB-Arbeitsfenster im Hintergrund ist hilfreich, um die Position eines Stabes im Modell ausfindig zu machen: Der in der Ergebnismaske von STAHL SIA 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.

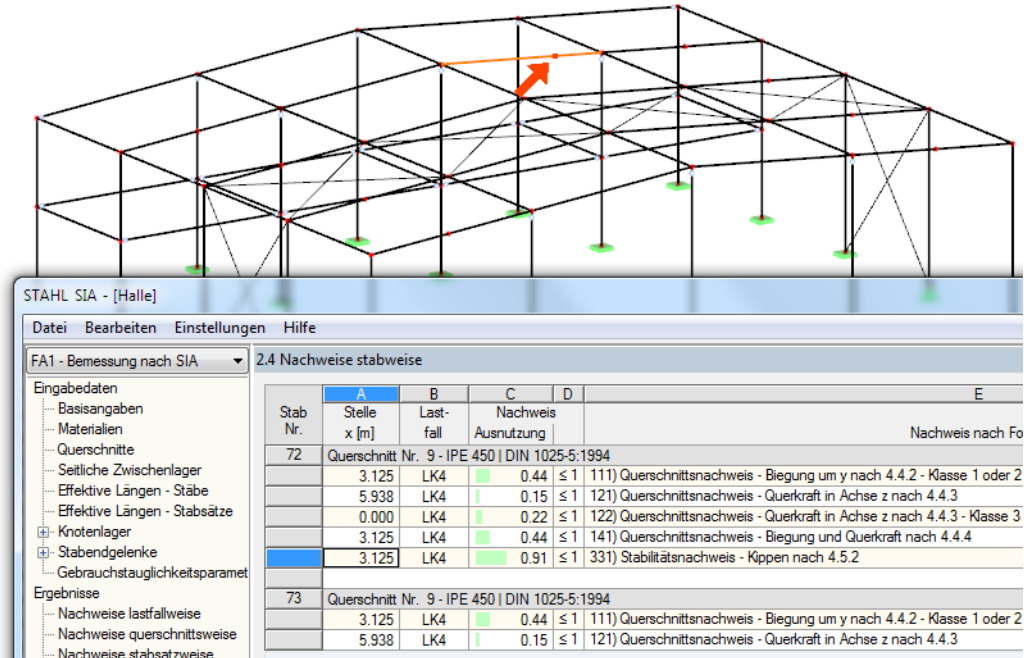


Bild 5.2: Kennzeichnung des Stabes und der aktuellen Stelle x im RSTAB-Modell

Falls sich die Darstellung durch Verschieben des STAHL SIA-Fensters nicht verbessern lässt, sollte die Schaltfläche [Ansicht ändern] benutzt werden, um den *Sichtmodus* zu aktivieren: Das Fenster wird ausgeblendet, sodass in der RSTAB-Arbeitsfläche die Ansicht angepasst werden kann. Im Sichtmodus stehen die Funktionen des Menüs *Ansicht* zur Verfügung, z. B. Zoomen, Verschieben oder Drehen der Ansicht. Der Markierungspfeil bleibt dabei sichtbar.

Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr in das Modul STAHL SIA.

RSTAB-Arbeitsfenster

Die Ausnutzungsgrade lassen sich auch grafisch am RSTAB-Modell überprüfen: Klicken Sie die Schaltfläche [Grafik] an, um das Bemessungsmodul zu verlassen. Im Arbeitsfenster von RSTAB werden nun die Ausnutzungen wie die Schnittgrößen eines Lastfalls dargestellt.

Im *Ergebnisse*-Navigator kann festgelegt werden, welche Ausnutzungen der Tragfähigkeits- oder Gebrauchstauglichkeitsbemessung grafisch dargestellt werden sollen.

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.

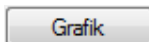
Da die RSTAB-Tabellen für die Auswertung der Bemessungsergebnisse keine Funktion haben, können sie ausgeblendet werden.

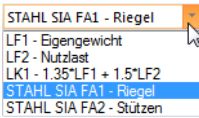


Information

Sie befinden sich im Sichtmodus.

Zurück





Die Bemessungsfälle lassen sich in der Liste der RSTAB-Menüleiste einstellen.

Die Ergebnisdarstellung kann im *Zeigen-Navigator* unter dem Eintrag *Ergebnisse* → *Stäbe* gesteuert werden. Standardmäßig werden die Ausnutzungen *Zweifarbige* angezeigt.

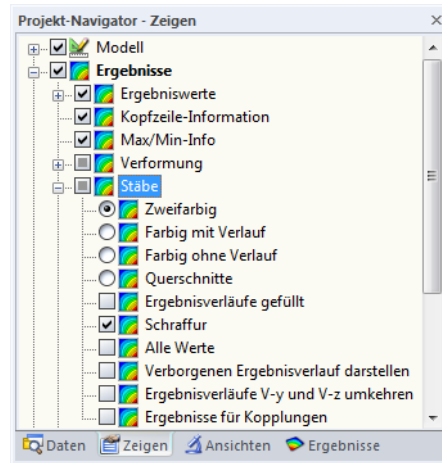


Bild 5.3: *Zeigen-Navigator*: Ergebnisse → Stäbe



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 RSTAB-Handbuchs beschrieben.

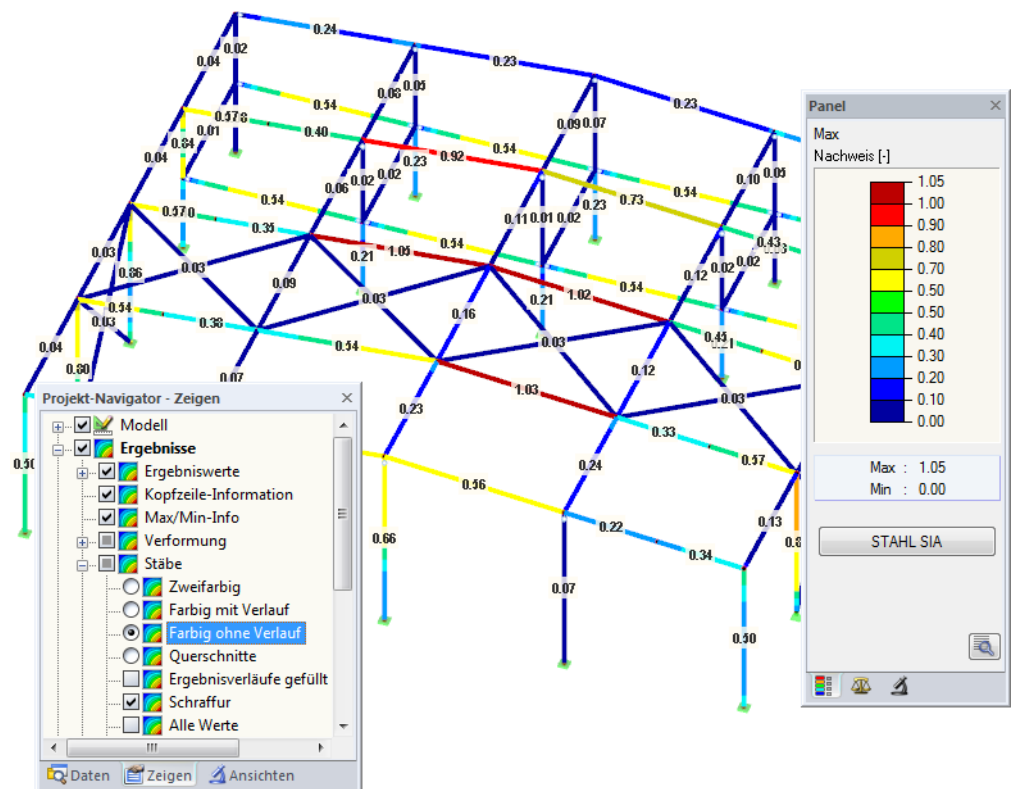
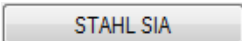


Bild 5.4: Ausnutzungsgrade mit Anzeigeoption *Farbig ohne Verlauf*

Die Grafiken der Bemessungsergebnisse können in das Ausdruckprotokoll übergeben werden (siehe Kapitel 6.2, Seite 49).

Die Rückkehr zum Zusatzmodul ist über die Panel-Schaltfläche [STAHL SIA] möglich.



5.2 Ergebnisverläufe

Die Ergebnisverläufe eines Stabes können auch im Ergebnisdigramm grafisch ausgewertet werden.



Selektieren Sie den Stab (oder Stabsatz) in der STAHL SIA-Ergebnismaske, indem Sie mit der Maus 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 5.1, Seite 43).



In der RSTAB-Grafik sind die Ergebnisverläufe zugänglich über Menü

Ergebnisse → **Ergebnisverläufe an selektierten Stäben**

oder die entsprechende Schaltfläche in der RSTAB-Symbolleiste.

Es öffnet sich ein Fenster, das den Verlauf der maximalen Nachweiswerte grafisch am Stab bzw. Stabsatz anzeigt.

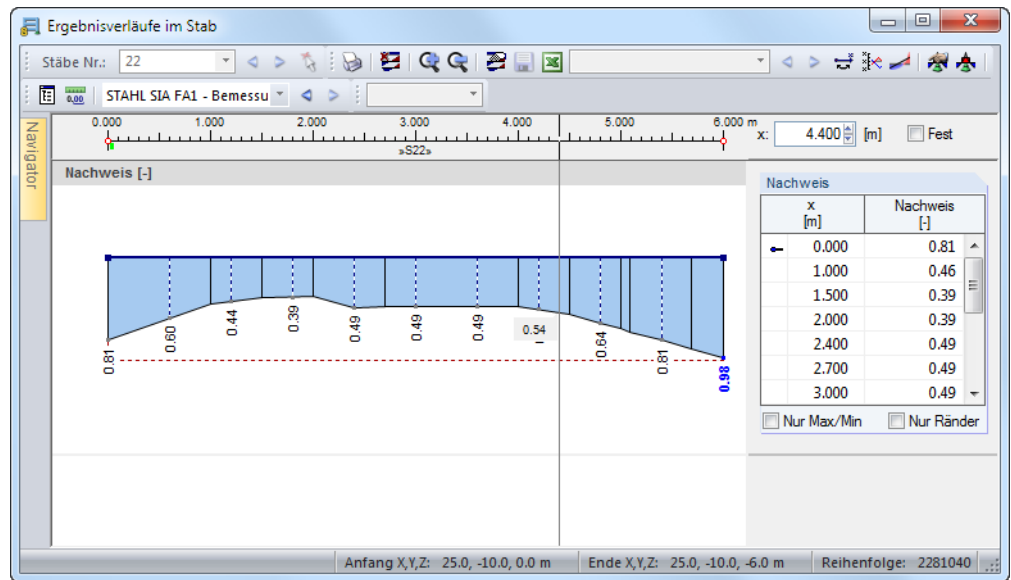
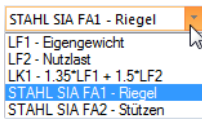


Bild 5.5: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*



Über die Liste in der Symbolleiste kann zwischen den STAHL SIA-Bemessungsfällen gewechselt werden.

Der Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* ist im Kapitel 9.5 des RSTAB-Handbuchs beschrieben.

5.3 Filter für Ergebnisse

Die STAHL SIA-Ergebnismasken ermöglichen eine Auswahl nach verschiedenen Kriterien. Zusätzlich stehen die im Kapitel 9.7 des RSTAB-Handbuchs beschriebenen Filtermöglichkeiten zur Verfügung, mit denen sich die Bemessungsergebnisse grafisch auswerten lassen.

Auch für STAHL SIA können die Möglichkeiten der *Sichtbarkeiten* genutzt werden (siehe RSTAB-Handbuch, Kapitel 9.7.1), um die Stäbe für die Auswertung zu filtern.

Filtern von Nachweisen

Die Ausnutzungen lassen sich gut als Filterkriterium im RSTAB-Arbeitsfenster 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 RSTAB-Menü

Ansicht → Steuerpanel

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

Das Panel ist im Kapitel 3.4.6 des 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.

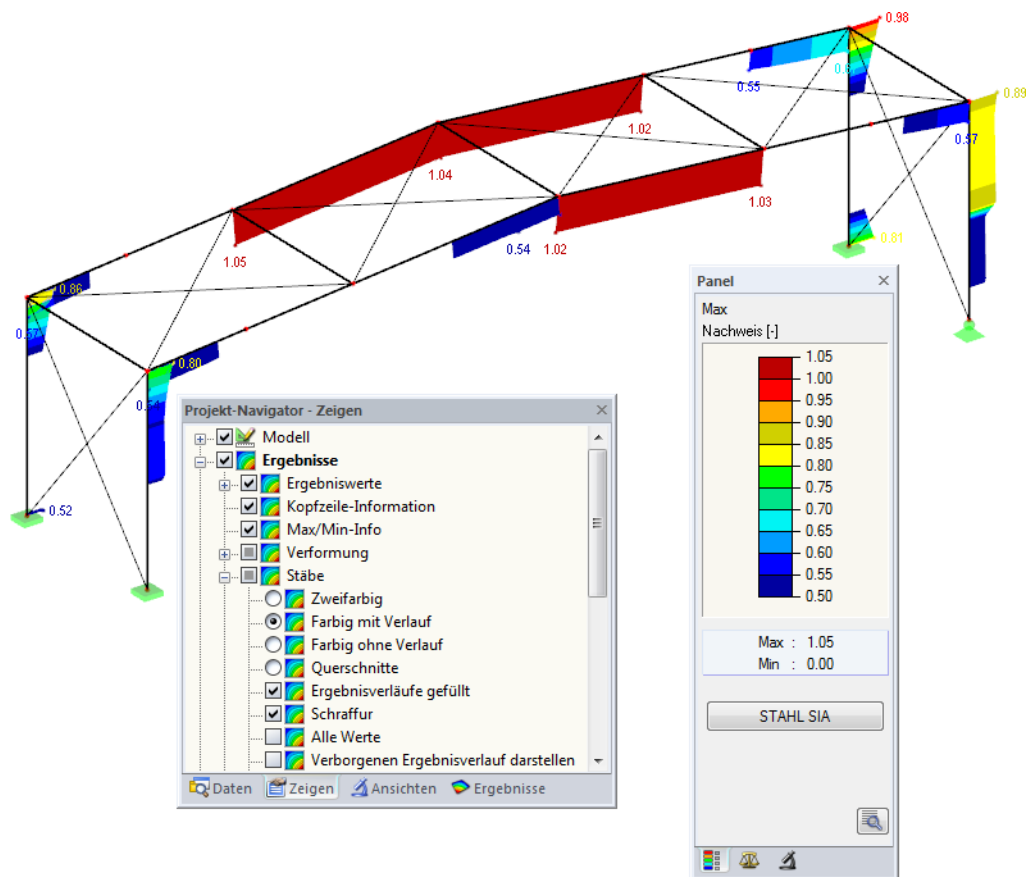


Bild 5.6: Filtern der Ausnutzungsgrade mit angepasster Farbskala

Wie das Bild oben zeigt, kann die Werteskala des Panels so eingestellt werden, dass nur Ausnutzungsgrade größer als 0,50 im Farbintervall zwischen blau und rot dargestellt werden.

Mit der Option *Verborgenen Ergebnisverlauf darstellen* im *Zeigen-Navigator* (*Ergebnisse* → *Stäbe*) lassen sich alle Ausnutzungsverläufe einblenden, die nicht von der Werteskala abgedeckt sind. 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 9.7.3 des RSTAB-Handbuchs beschrieben.

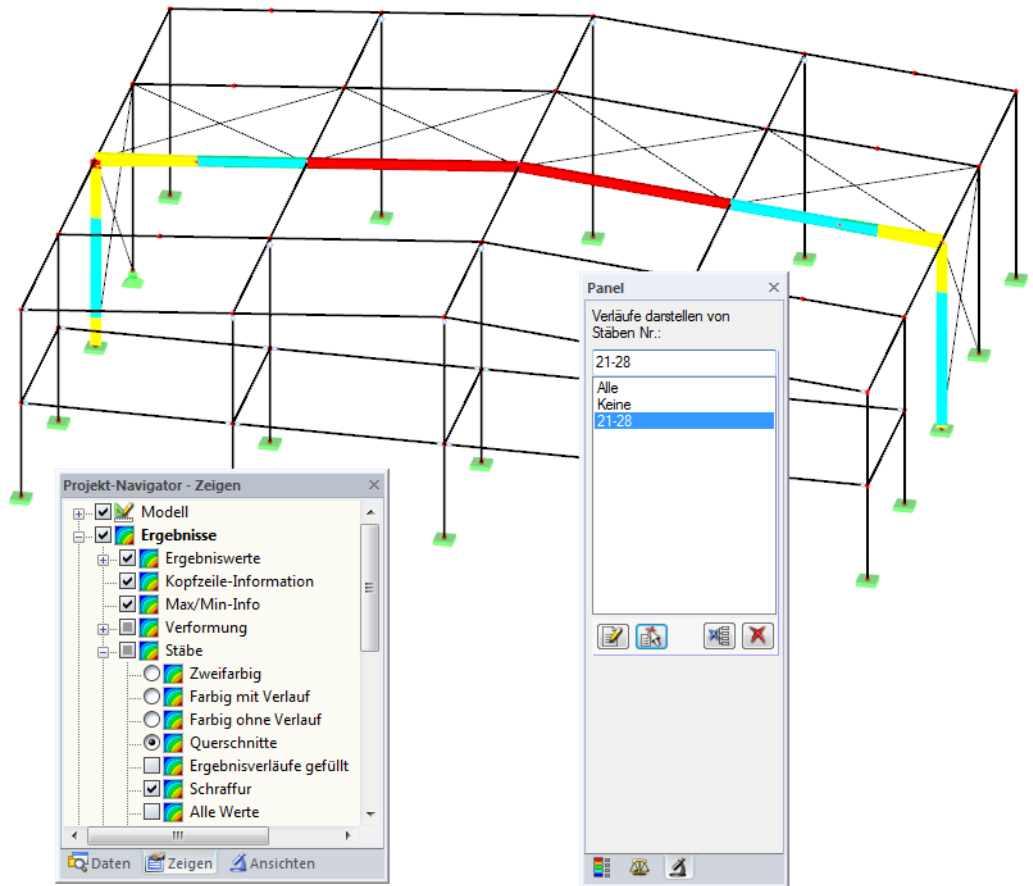


Bild 5.7: Stabfilter für Ausnutzungen eines Hallenrahmens

Im Unterschied zur Ausschnittfunktion wird das Modell vollständig mit angezeigt. Das Bild oben zeigt die Ausnutzungen eines Hallenrahmens. Die übrigen Stäbe werden im Modell dargestellt, sind in der Anzeige jedoch ohne Ausnutzungsgrade.

6. Ausdruck

6.1 Ausdruckprotokoll

Für die Daten des Moduls STAHL SIA wird – wie in RSTAB – ein Ausdruckprotokoll generiert, das mit Grafiken und Erläuterungen ergänzt werden kann. Die Selektion im Ausdruckprotokoll steuert, welche Daten des Bemessungsmoduls schließlich im Ausdruck erscheinen.



Das Ausdruckprotokoll ist im RSTAB-Handbuch beschrieben. Das Kapitel 10.1.3.4 *Selektion der Zusatzmodul-Daten* erläutert, wie die Ein- und Ausgabedaten von Zusatzmodulen für den Ausdruck aufbereitet werden können.

Bei großen Systemen mit vielen Bemessungsfällen trägt die Aufteilung der Daten in mehrere Ausdruckprotokolle zur Übersichtlichkeit bei.

6.2 Grafikausdruck

In 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 RSTAB-Modell gezeigten Ausnutzungen für den Ausdruck aufbereiten.



Das Drucken von Grafiken ist im Kapitel 10.2 des RSTAB-Handbuchs beschrieben.

Nachweise am RSTAB-Modell

Die aktuelle Grafik der Ausnutzungsgrade kann gedruckt werden über Menü



Datei → **Drucken**

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

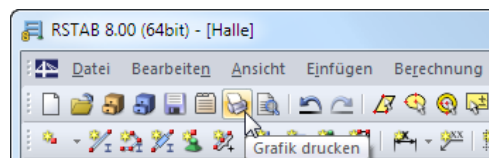


Bild 6.1: Schaltfläche *Drucken* in RSTAB-Symbolleiste

Ergebnisverläufe



Auch im Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* kann die Grafik der Nachweiswerte mit der Schaltfläche [Drucken] in das Protokoll übergeben oder direkt ausgedruckt werden.

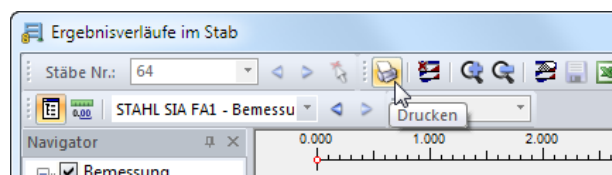


Bild 6.2: Schaltfläche *Drucken* im Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*

Es erscheint der auf folgender Seite dargestellte Dialog.

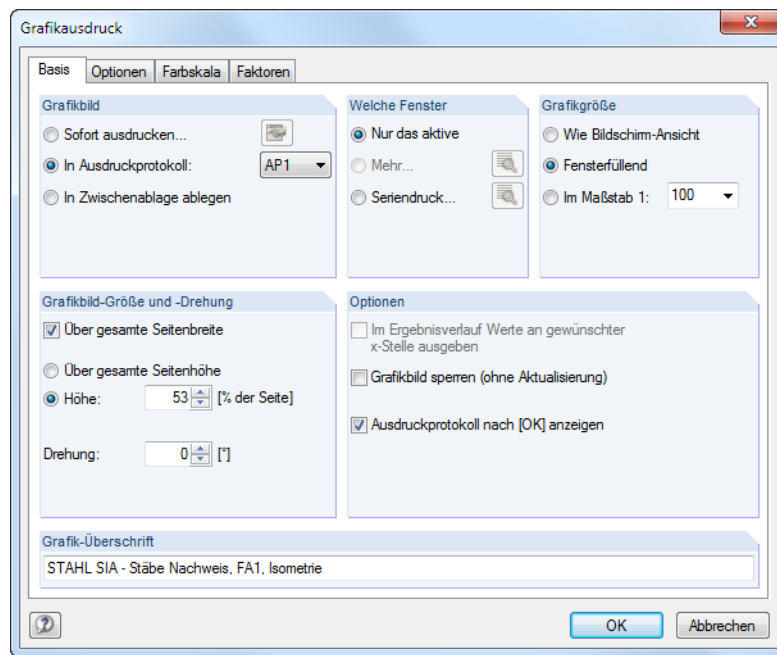


Bild 6.3: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Dieser Dialog ist im Kapitel 10.2 des RSTAB-Handbuchs beschrieben. Dort sind auch die übrigen Register *Optionen* und *Farbskala* 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.

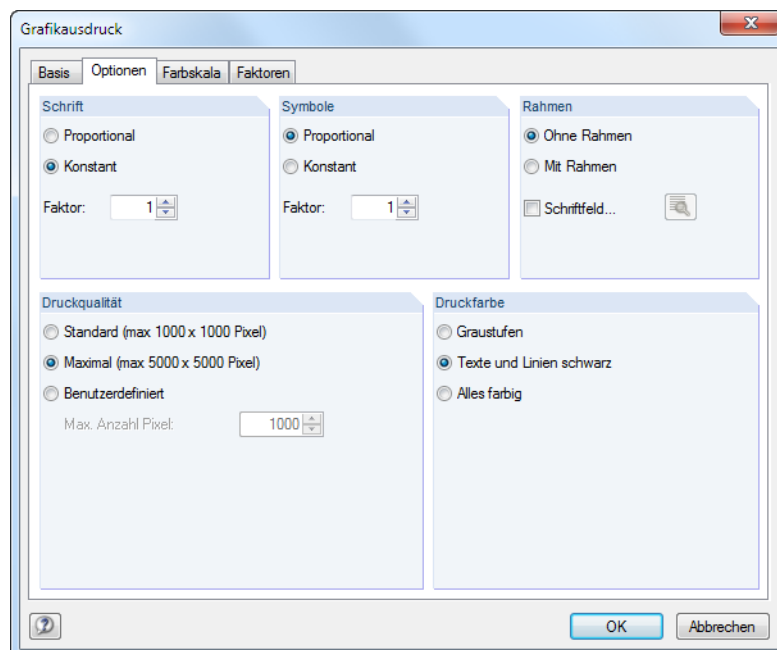
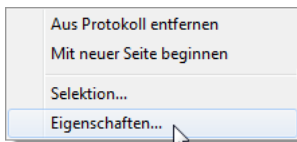


Bild 6.4: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*

7. Allgemeine Funktionen

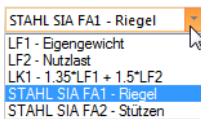
Dieses Kapitel beschreibt nützliche Menüfunktionen und stellt Exportmöglichkeiten für die Nachweise vor.

7.1 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 STAHL SIA sind auch in RSTAB über die Lastfall-Liste der Symbolleiste zugänglich.



Neuen Bemessungsfall anlegen

Ein Bemessungsfall wird angelegt über das STAHL SIA-Menü

Datei → Neuer Fall.

Es erscheint folgender Dialog.

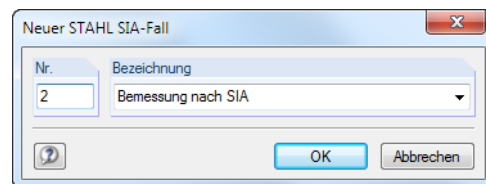


Bild 7.1: Dialog *Neuer STAHL SIA-Fall*

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 STAHL SIA-Maske 1.1 *Basisangaben* zur Eingabe der Bemessungsdaten.

Bemessungsfall umbenennen

Die Bezeichnung eines Bemessungsfalles wird geändert über das STAHL SIA-Menü

Datei → Fall umbenennen.

Es erscheint folgender Dialog.

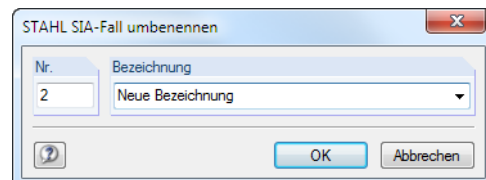


Bild 7.2: Dialog *STAHL SIA-Fall umbenennen*

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 STAHL SIA-Menü

Datei → **Fall kopieren**.

Es erscheint folgender Dialog.

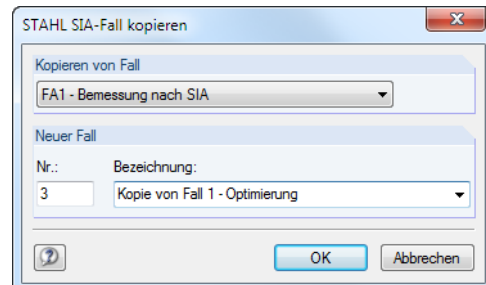


Bild 7.3: Dialog *STAHL SIA-Fall kopieren*

Es ist die *Nummer* und ggf. eine *Bezeichnung* für den neuen Fall festzulegen.

Bemessungsfall löschen

Bemessungsfälle lassen sich wieder löschen über das STAHL SIA-Menü

Datei → **Fall löschen**.

Es erscheint folgender Dialog.

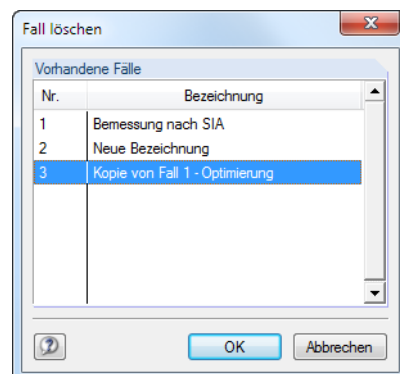
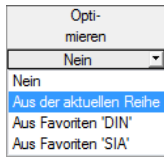


Bild 7.4: Dialog *Fall löschen*

Der Bemessungsfall kann in der Liste *Vorhandene Fälle* ausgewählt werden. Mit [OK] erfolgt der Löschvorgang.

7.2 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 D bzw. E in der Liste auswählen, ob die Querschnitte *Aus der aktuellen Reihe* oder benutzerdefinierten *Favoriten* ermittelt werden sollen (siehe Bild 2.9, Seite 14). In den Ergebnismasken kann die Optimierung über das Kontextmenü eingeleitet werden.

2.2 Nachweise querschnittsweise

Quersch. Nr.	A	B	C	D	E	F
	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Nachweis		Nachweis nach Formel
3	IPE 400	DIN 1025-5:1994				
13	3.011	LK2		0.03	≤ 1	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
13						Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
13						Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
13						Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
13						Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
13						Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.9.1
13						Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
13	0.000	LK1		0.37	≤ 1	226) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.10
13	0.000	LK2		0.46	≤ 1	371) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.4, Allgemeines Verfahren

Max: 0.98 ≤ 1

Bild 7.5: Kontextmenü zur Querschnittsoptimierung

Bei der Optimierung wird untersucht, welches Profil den Nachweis „optimal“ erfüllt, d. h. der maximal zulässigen Ausnutzung am nächsten kommt, die im Dialog *Details* festgelegt ist (siehe Bild 3.4, Seite 31). Die erforderlichen Querschnittswerte werden dabei mit den Schnittgrößen ermittelt, wie sie von RSTAB vorliegen. Erweist sich ein anderer Querschnitt als günstiger, so wird dieser Querschnitt für den Nachweis benutzt. In Maske 1.3 werden dann zwei Profile dargestellt – der ursprüngliche Querschnitt von RSTAB und der optimierte Querschnitt (siehe Bild 7.7).

Bei einem parametrischen Profil erscheint beim *Optimieren* folgender Dialog.

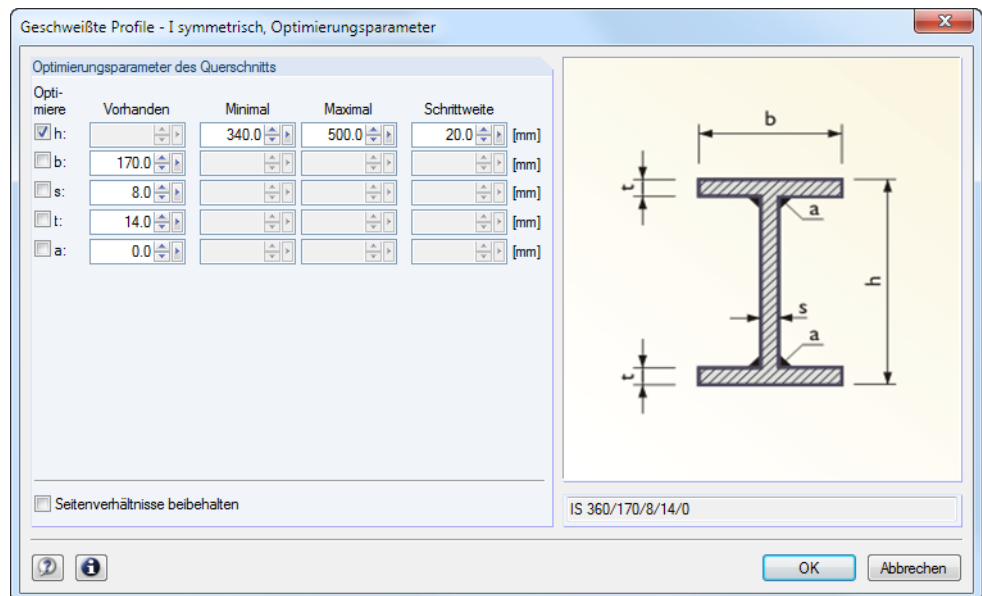


Bild 7.6: Dialog *Geschweißte Profile - I-symmetrisch, Optimierungsparameter*

In der Spalte *Optimiere* ist durch Anhaken festzulegen, welcher (oder welche) Parameter geändert werden soll. Damit werden die Spalten *Minimal* und *Maximal* zugänglich, in denen die Unter- und Obergrenzen des Parameters definiert werden können. Die Spalte *Schrittweite* steuert das Intervall, in dem die Abmessungen des Parameters beim Optimierungsprozess variieren.

Sollen die *Seitenverhältnisse beibehalten* werden, ist das entsprechende Kontrollfeld zu aktivieren. Zusätzlich müssen mindestens zwei Parameter zur Optimierung angehakt werden.

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 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 Profile können nach RSTAB exportiert werden: Stellen Sie die Maske 1.3 *Querschnitte* ein und wählen dann das Menü

Bearbeiten → **Alle Querschnitte an RSTAB übergeben.**

Auch über das Kontextmenü der Maske 1.3 lassen sich optimierte Profile nach RSTAB exportieren.

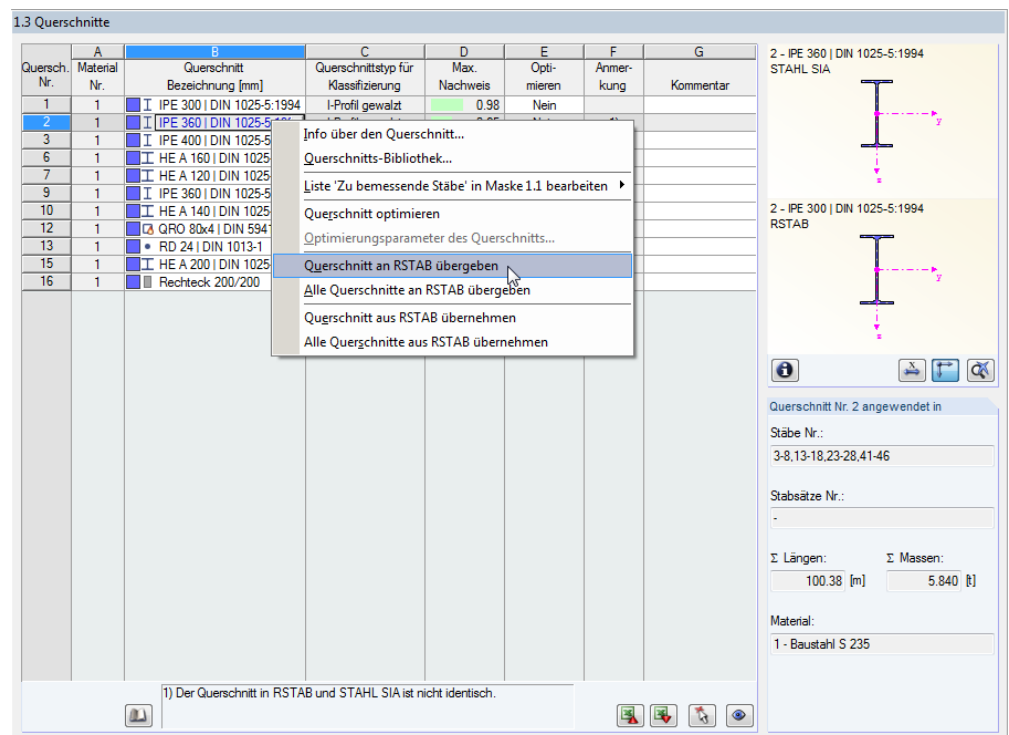


Bild 7.7: Kontextmenü der Maske 1.3 *Querschnitte*

Vor der Übergabe erfolgt eine Abfrage, ob die Ergebnisse von RSTAB gelöscht werden sollen.

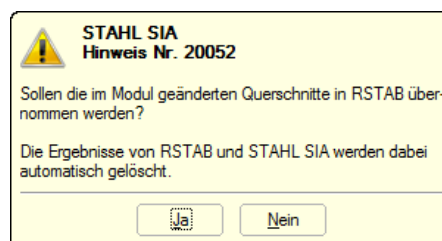


Bild 7.8: Abfrage vor Übergabe geänderter Querschnitte nach RSTAB

Berechnung

Nach dem Start der [Berechnung] in STAHL SIA werden die RSTAB-Schnittgrößen und die Nachweise in einem Rechenlauf ermittelt.

Wurden die geänderten Querschnitte noch nicht nach RSTAB exportiert, so können mit den im Bild 7.7 gezeigten Optionen wieder die ursprünglichen Profile in das Bemessungsmodul eingelesen werden. Beachten Sie, dass diese Möglichkeit nur in Maske 1.3 *Querschnitte* besteht.



Falls ein Voutenstab zur Optimierung vorliegt, werden die Anfangs- und Endstellen optimiert. Danach werden die Flächenträgheitsmomente an den Zwischenstellen linear interpoliert. Da diese mit der vierten Potenz eingehen, können die Nachweise bei großen Unterschieden der Anfangs- und Endprofilhöhen ungenau werden. In einem solchen Fall empfiehlt es sich, die Voute in mehrere Stäbe zu unterteilen und so die Querschnittsverläufe manuell abzubilden.

7.3 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Nachkommastellen werden für RSTAB und für die Zusatzmodule gemeinsam verwaltet. In STAHL SIA ist der Dialog zum Anpassen der Einheiten zugänglich über Menü

Einstellungen → Einheiten und Dezimalstellen.

Es erscheint der aus RSTAB bekannte Dialog. In der Liste *Programm / Modul* ist STAHL SIA voreingestellt.

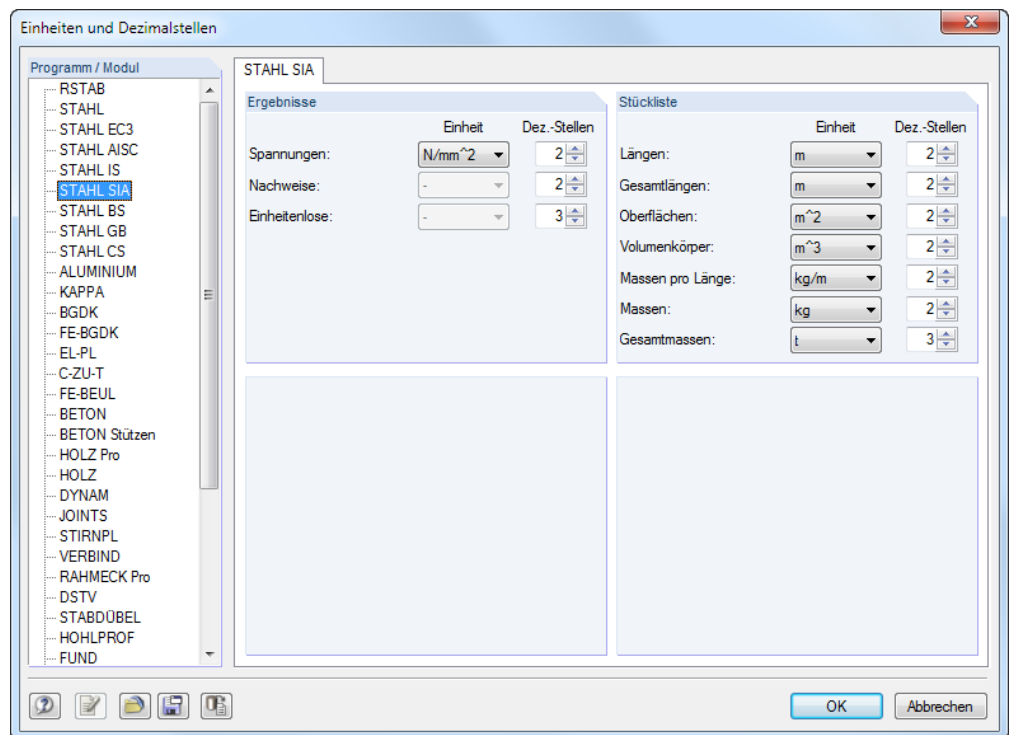


Bild 7.9: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*



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

7.4 Datenaustausch

7.4.1 Materialexport nach RSTAB

Werden in STAHL SIA die Materialien für die Bemessung angepasst, so können – wie bei den Querschnitten – die geänderten Materialien nach RSTAB exportiert werden: Stellen Sie die Maske 1.2 *Materialien* ein und wählen dann das Menü

Bearbeiten → **Alle Materialien an RSTAB übergeben.**

Auch über das Kontextmenü der Maske 1.2 lassen sich Materialien nach RSTAB exportieren.

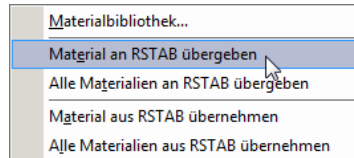


Bild 7.10: Kontextmenü der Maske 1.2 *Materialien*

Berechnung

Vor der Übergabe erfolgt eine Abfrage, ob die Ergebnisse von RSTAB gelöscht werden sollen. Nach dem Start der [Berechnung] in STAHL SIA werden die RSTAB-Schnittgrößen und die Nachweise in einem Rechenlauf ermittelt.

Wurden die geänderten Materialien noch nicht nach RSTAB exportiert, so können mit den im Bild 7.10 gezeigten Optionen wieder die ursprünglichen Materialien in das Bemessungsmodul eingelesen werden. Beachten Sie, dass diese Möglichkeit nur in Maske 1.2 *Materialien* besteht.

7.4.2 Knicklängenexport nach RSTAB

Werden in STAHL SIA die Knicklängen für die Nachweise angepasst, so können auch die geänderten Knicklängen nach RSTAB exportiert werden: Stellen Sie die Maske 1.5 *Effektive Längen - Stäbe* ein und wählen dann das Menü

Bearbeiten → **Alle Knicklängen an RSTAB übergeben.**

Auch über das Kontextmenü der Maske 1.5 lassen sich Knicklängen nach RSTAB exportieren.

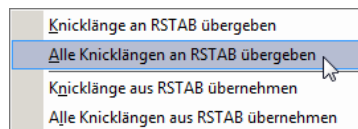


Bild 7.11: Kontextmenü der Maske 1.5 *Effektive Längen - Stäbe*

Vor der Übergabe erfolgt eine Abfrage, ob die Ergebnisse von RSTAB gelöscht werden sollen.

Wurden die geänderten Knicklängen noch nicht nach RSTAB exportiert, so können mit den im Bild 7.11 gezeigten Optionen wieder die ursprünglichen Knicklängen in das Bemessungsmodul eingelesen werden. Beachten Sie, dass diese Möglichkeit nur in den Masken 1.5 *Effektive Längen - Stäbe* und 1.6 *Effektive Längen - Stabsätze* besteht.

7.4.3 Export der Ergebnisse

Die Ergebnisse von STAHL SIA lassen sich auch in anderen Programmen verwenden.

Zwischenablage

Markierte Zellen der Ergebnismasken 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 STAHL SIA können in das Ausdruckprotokoll gedruckt (siehe Kapitel 6.1, Seite 49) und dort exportiert werden über Menü

Datei → **Export in RTF.**

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

Excel / OpenOffice

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

Datei → **Tabellen exportieren.**

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

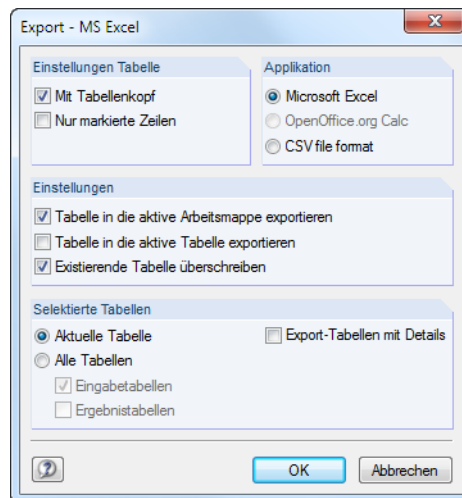
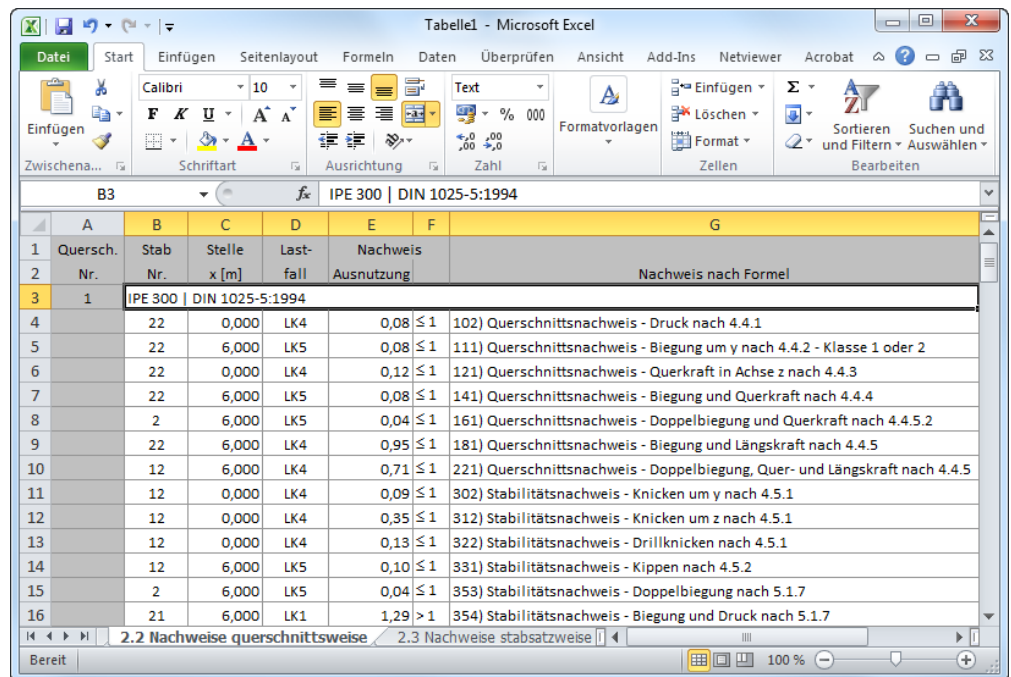


Bild 7.12: Dialog *Export - MS Excel*

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.



1	Quersch. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	Lastfall	Nachweis	
3	1		IPE 300 DIN 1025-5:1994			
4		22	0,000	LK4	0,08 ≤ 1	102) Querschnittsnachweis - Druck nach 4.4.1
5		22	6,000	LK5	0,08 ≤ 1	111) Querschnittsnachweis - Biegung um y nach 4.4.2 - Klasse 1 oder 2
6		22	0,000	LK4	0,12 ≤ 1	121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 4.4.3
7		22	6,000	LK5	0,08 ≤ 1	141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 4.4.4
8		2	6,000	LK5	0,04 ≤ 1	161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 4.4.5.2
9		22	6,000	LK4	0,95 ≤ 1	181) Querschnittsnachweis - Biegung und Längskraft nach 4.4.5
10		12	6,000	LK4	0,71 ≤ 1	221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Längskraft nach 4.4.5
11		12	0,000	LK4	0,09 ≤ 1	302) Stabilitätsnachweis - Knicken um y nach 4.5.1
12		12	0,000	LK4	0,35 ≤ 1	312) Stabilitätsnachweis - Knicken um z nach 4.5.1
13		12	0,000	LK4	0,13 ≤ 1	322) Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 4.5.1
14		12	6,000	LK5	0,10 ≤ 1	331) Stabilitätsnachweis - Kippen nach 4.5.2
15		2	6,000	LK5	0,04 ≤ 1	353) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 5.1.7
16		21	6,000	LK1	1,29 > 1	354) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 5.1.7

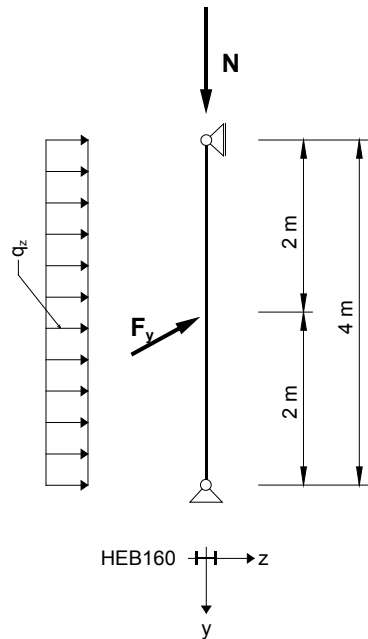
Bild 7.13: Ergebnis in *Excel*

8. Beispiel

Für eine Stütze mit Doppelbiegung werden Stabilitätsuntersuchungen für Biegeknicen und Kippen mit den Interaktionsbedingungen geführt.

Bemessungswerte

System und Belastung



Bemessungswerte der statischen Lasten

- $N_d = 300 \text{ kN}$
- $q_{z,d} = 5.0 \text{ kN/m}$
- $F_{y,d} = 7.5 \text{ kN}$

Bild 8.1: System und Bemessungslasten (γ-fach)

Schnittgrößen nach Theorie I. Ordnung

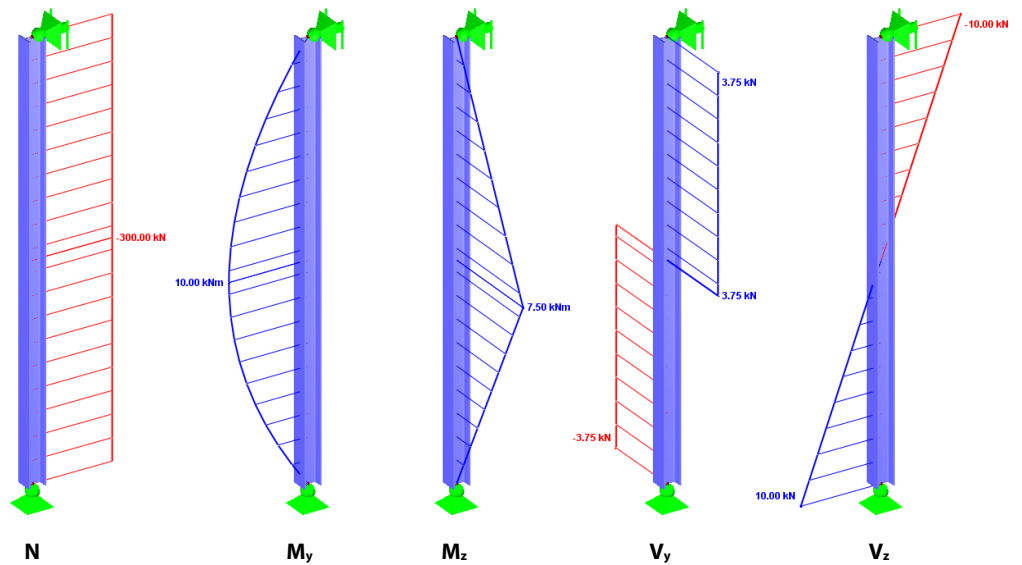


Bild 8.2: Schnittgrößen

Nachweisstelle (maßgebende x-Stelle)

Der Nachweis wird für alle x-Stellen (siehe Kapitel 4.5) des Ersatzstabes geführt. Die maßgebende Stelle liegt bei $x = 2.00$ m. RSTAB ermittelt folgende Schnittgrößen:

$$N = -300.00 \text{ kN} \quad M_y = 10.00 \text{ kNm} \quad M_z = 10.00 \text{ kNm} \quad V_y = 5.00 \text{ kN} \quad V_z = 0.00 \text{ kN}$$

Querschnittswerte HE-B 160, S 235

Querschnittsgröße	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	54.30	cm ²
Trägheitsmoment	I _y	2490.00	cm ⁴
Trägheitsmoment	I _z	889.00	cm ⁴
Trägheitsradius	i _y	6.78	cm
Trägheitsradius	i _z	4.05	cm
Polarer Trägheitsradius	i _p	7.90	cm
Querschnittsgewicht	G	42.63	kg/m
Torsionsträgheitsmoment	I _T	31.40	cm ⁴
Wölbwiderstand	I _ω	47940.00	cm ⁶
Widerstandsmoment	W _y	311.00	cm ³
Widerstandsmoment	W _z	111.00	cm ³
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl,y}	354.00	cm ³
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl,z}	169.96	cm ³
Knicksprunglinie	KSL _y	b	
Knicksprunglinie	KSL _z	c	

Biegeknicken um die schwache Achse (⊥ zur z-z Achse)

$$N_{cr,z} = \frac{21000 \cdot 889.00 \cdot \pi^2}{400.00^2} = 1151.60 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cr,K,z} = \frac{1151.6}{54.30} = 21.21 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{\lambda}_{K,z} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,K,z}}} = \sqrt{\frac{23.5}{21.21}} = 1.053$$

Baustahl S 235 $t \leq 100$ mm

[1] Figur 7: Knicksprungkurve c $\Rightarrow \alpha_z = 0.49$ (Tabelle 7)

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + 0.49 \cdot (1.053 - 0.2) + 1.053^2 \right] = 1.263$$

$$\chi_{K,z} = \frac{1}{1.263 + \sqrt{1.263^2 - 1.053^2}} = 0.510$$

$$N_{K,z,Rd} = 0.510 \cdot 54.30 \cdot \frac{23.5}{1.05} = 619.81 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{K,z,Rd}} = \frac{300}{619.81} = 0.484$$

Ergebniswerte aus der STAHL SIA-Berechnung

Flächenträgheitsmoment	I_z	889.00	cm ⁴	
Effektive Stablänge	$L_{K,z}$	4.000	m	
Eulersche Knickspannung	$\sigma_{cr,K,z}$	21.21	kN/cm ²	
Bezogene Knickschlankheit	$\lambda_{K,z}$	1.053		
Knickspannungskurve	KL_z	c		Figur 7
Imperfektionsbeiwert	α_z	0.490		
Hilfsbeiwert	$\Phi_{K,z}$	1.263		
Abminderungsfaktor	$\chi_{K,z}$	0.510		Gl. (16)
Bemessungswert des Knickwiderstands	$N_{K,z,Rd}$	619.81	kN	Gl. (15)

Biegeknicken um die starke Achse (\perp zur y-y Achse)

$$N_{cr,y} = \frac{21000 \cdot 2490.00 \cdot \pi^2}{400.00^2} = 3225.51 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cr,K,y} = \frac{3225.51}{54.30} = 59.40 \text{ kN} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\bar{\lambda}_{K,y} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,K,y}}} = \sqrt{\frac{23.5}{59.40}} = 0.629$$

 Baustahl S 235 $t \leq 100 \text{ mm}$

 [1] Figur 7: Knickspannungskurve b $\Rightarrow \alpha_y = 0.34$ (Tabelle 7)

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + 0.34 \cdot (0.629 - 0.2) + 0.629^2 \right] = 0.771$$

$$\chi_{K,y} = \frac{1}{0.771 + \sqrt{0.771^2 - 0.629^2}} = 0.822$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{K,y} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}} = \frac{300}{0.822 \cdot 54.30 \cdot 23.5 / 1.05} = 0.300$$

Ergebniswerte aus der STAHL SIA-Berechnung

Flächenträgheitsmoment	I_y	2490.00	cm ⁴	
Effektive Stablänge	$L_{K,y}$	4.000	m	
Eulersche Knickspannung	$\sigma_{cr,K,y}$	59.40	kN/cm ²	
Querschnittsfläche	A	54.30	cm ²	
Streckgrenze	f_y	23.50	kN/cm ²	Tabelle 1
Bezogene Knickschlankheit	$\lambda_{K,y}$	1.053		
Knickspannungskurve	KL_y	b		Figur 7
Imperfektionsbeiwert	α_y	0.340		
Hilfsbeiwert	$\Phi_{K,y}$	0,7713		
Abminderungsfaktor	$\chi_{K,y}$	0,822		
Bemessungswert des Knickwiderstands	$N_{K,y,Rd}$	999.27	kN	Gl. (15)

Kippen

Ideelles Kippmoment

Das ideale Kippmoment wird unter der Voraussetzung gelenkiger und wölbfreier Lagerung bestimmt.

Der Lastangriffspunkt wird im Schubmittelpunkt angenommen (der Ansatzpunkt für Querlasten kann im Dialog *Details* angepasst werden, siehe Kapitel 3.1.2, Seite 28).

$$M_{cr,0} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}}$$

$$M_{cr,0} = \frac{\pi^2 \cdot 21000 \cdot 889}{400^2} \cdot \sqrt{\frac{47940}{889} + \frac{400^2 \cdot 8100 \cdot 31.40}{\pi^2 \cdot 21000 \cdot 889}} = 190.90 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot M_{cr,0} = 1.13 \cdot 190.90 = 215.71 \text{ kNm}$$

Das Programm gibt auch $M_{cr,0}$ aus, das unter Annahme eines konstanten Momentenverlaufs ermittelt wird.



Bei den x-stellenweisen Ergebnissen werden auch die Werte $M_{cr,x}$ ausgegeben. Hier handelt es sich um die ideellen Kippmomente an den x-Stellen, die auf das ideale Kippmoment an der Stelle des maximalen Moments bezogen sind. Mit $M_{cr,x}$ wird dann der bezogene Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}_{LT}$ berechnet.

Schlankheitsgrad für Kippen

Berechnung nach [1] Ziffer 4.5.2 für Stelle des maximalen Moments bei $x = 2.00 \text{ m}$:

$$\text{HEB-160, Querschnittsklasse 1: } W_y \Rightarrow W_{pl,y} = 354.0 \text{ cm}^3$$

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{354 \cdot 23.5}{215.71}} = 0.621$$

Bemessungswert der Kippmomente

Berechnung gemäß [1] Ziffer 4.5.2

HEB-160: Gewaltes Profil $\Rightarrow \alpha_D = 0.21$ (entspricht Knickspannungskurve a)

- $M_{D,Rd}$

$$\Phi_D = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_D \cdot (\bar{\lambda}_D - 0.2) + \bar{\lambda}_D^2 \right] = 0.5 \cdot \left[1 + 0.21 \cdot (0.621 - 0.2) + 0.621^2 \right] = 0.737$$

$$\chi_D = \frac{1}{\Phi_D + \sqrt{\Phi_D^2 - \bar{\lambda}_D^2}} = \frac{1}{0.737 + \sqrt{0.737^2 - 0.621^2}} = 0.882$$

$$M_{D,Rd} = \chi_D \cdot W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0.882 \cdot 354.0 \cdot \frac{235}{1.05} = 69.87 \text{ kNm}$$

- $M_{D,Rd,min}$

$$\bar{\lambda}_{D,min} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr,0}}} = \sqrt{\frac{354 \cdot 23.5}{190.90}} = 0.660$$

$$\Phi_{D,min} = 0.5 \cdot \left[1 + 0.21 \cdot (0.660 - 0.2) + 0.660^2 \right] = 0.766$$

$$\chi_{D,\min} = \frac{1}{0.766 + \sqrt{0.766^2 - 0.660^2}} = 0.866$$

$$M_{D,Rd,\min} = 0.866 \cdot 354.0 \cdot \frac{23.5}{1.05} = 68.59 \text{ kNm}$$

Stabilität von Einzelstäben mit doppelsymmetrischen I-Querschnitten

Ermittlung gemäß [1] Ziffer 5.1.7

Beiwerte zur Berücksichtigung der Momentenverteilung: $\omega_y = \omega_z = 1.00$

$$M_{z,Rd} = W_z \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 169.96 \cdot \frac{23.5}{1.05} = 38.04 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd} = A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 54.30 \cdot \frac{23.5}{1.05} = 1215.29 \text{ kN}$$

$$M_{y,\text{red},Rd} = M_{D,Rd,\min} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Kz,Rd}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)$$

$$M_{y,\text{red},Rd} = 68.59 \cdot \left(1 - \frac{300}{619.81}\right) \cdot \left(1 - \frac{300}{3225.51}\right) = 32.10 \text{ kNm} \leq \omega_y \cdot M_{D,Rd} = 69.87 \text{ kNm}$$

$$M_{z,\text{red},Rd} = M_{z,Rd} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Kz,Rd}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)$$

$$M_{z,\text{red},Rd} = 38.04 \cdot \left(1 - \frac{300}{619.81}\right) \cdot \left(1 - \frac{300}{1151.6}\right) = 14.52 \text{ kNm}$$

$$\beta = 0.4 + \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{b}{h - t_f} = 0.4 + \frac{300}{1215.29} + \frac{16}{16 - 1.3} = 1.735$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,\text{red},Rd}}\right)^\beta + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,\text{red},Rd}}\right)^\beta = \left(\frac{10}{32.10}\right)^{1.735} + \left(\frac{10}{14.52}\right)^{1.735} = \underline{\underline{0.66 < 1.00}}$$

Ergebniswerte aus der STAHL SIA-Berechnung

Elastizitätsmodul	E	21000.00	kN/cm ²	
Flächenträgheitsmoment	I _y	2490.00	cm ⁴	
Effektive Stablänge	L _{K,y}	4.000	m	
Ideelle Verzweigungslast	N _{cr,y}	3225.510	kN	
Flächenträgheitsmoment	I _z	889.00	cm ⁴	
Effektive Stablänge	L _{K,z}	4.000	m	
Querschnittsfläche	A	54.30	cm ²	
Eulersche Knickspannung	σ _{cr,K,z}	21.21	kN/cm ²	
Ideelle Verzweigungslast	N _{cr,z}	1151.600	kN	
Streckgrenze	f _y	23.50	kN/cm ²	Tab. 1
Bezogene Knickschlankheit	λ _{K,z}	1.053		
Knicklinie	KL _z	c		Figur 7
Imperfektionsbeiwert	α _z	0.490		Tab. 7
Hilfsbeiwert	Φ _{K,z}	1.263		
Abminderungsfaktor	χ _{K,z}	0.510		Gl. (16)
Widerstandbeiwert	γ _{M1}	1.050		4.1.3
Bemessungswert Knickwiderstand	N _{K,z,Rd}	619.810	kN	Gl. (15)
Normalkraft (Druck)	N _{Ed}	300.000	kN	
Minimales Stabendmoment	M _{y,Ed,min}	0.000	kNm	5.1.7.1
Maximales Stabendmoment	M _{y,Ed,max}	0.000	kNm	5.1.7.1
Beiwert	ω _y	1.000		5.1.7.1
Elastizitätsmodul	E	21000.00	kN/cm ²	
Schubmodul	G	8100.00	kN/cm ²	
Längenbeiwert	k _z	1.000		
Längenbeiwert	k _w	1.000		
Länge	L	4.000	m	
Wölbwiderstand	I _ω	47940.00	cm ⁶	
Torsionsträgheitsmoment	I _t	31.40	cm ⁴	
Ideelles Kippmoment für Ermittlung des bezog. Kippschlankheitsgrades	M _{cr,0}	190.896	kNm	
Widerstandsmoment	W _y	354.00	cm ³	
Streckgrenze	f _y	23.50	kN/cm ²	Tab. 1
Bezogene Kippschlankheit	λ _{D,min}	0.660		4.5.2.3
Hilfsbeiwert	Φ _{D,min}	0.766		4.5.2.3
Abminderungsfaktor	χ _{D,min}	0.866		
Widerstandbeiwert	γ _{M1}	1.050		4.1.3
Kippwiderstand	M _{D,Rd,min}	68.586	kNm	Gl. (17)
Momentenverlauf	Diagr M _y	6) Parabel		
Max. Feldmoment	M _{y,max}	10.000	kNm	
Randmoment	M _{y,A}	0.000	kNm	

Momentenverhältnis	ψ	0.000		
Momentenbeiwert	C_1	1.130		
Ideales Kippmoment	M_{cr}	215.712	kNm	
Widerstandsmoment	W_y	354.00	cm ³	
Streckgrenze	f_y	23.50	kN/cm ²	Tab. 1
Bezogene Kippschlankheit	λ_{D}	0.621		4.5.2.3
Imperfektionsbeiwert	α_D	0.210		4.5.2.3
Hilfsbeiwert	Φ_D	0.737		4.5.2.3
Abminderungsfaktor	χ_D	0.882		Gl. (18)
Widerstandbeiwert	γ_{M1}	1.050		4.1.3
Kippwiderstand	$M_{D,Rd}$	69.868	kNm	Gl. (17)
Biege­widerstand	$M_{y,red,Rd}$	32.098	kNm	5.1.7.2
Moment	$M_{y,Ed}$	10.000	kNm	
Momentenkomponente	η_{My}	0.31		Gl. (52)
Minimales Stabendmoment	$M_{z,Ed,min}$	0.000	kNm	5.1.7.1
Maximales Stabendmoment	$M_{z,Ed,max}$	0.000	kNm	5.1.7.1
Beiwert	ω_z	1.000		5.1.7.1
Moment	$M_{z,Ed}$	10.000	kNm	
Widerstandsmoment	W_z	169.96	cm ³	
Biege­widerstand	$M_{z,Rd}$	38.039	kNm	Gl. (9)
Biege­widerstand	$M_{z,red,Rd}$	14.515	kNm	5.1.7.2
Momentenkomponente	η_{Mz}	0.69		Gl. (52)
Flanschbreite	b	160.0	mm	
Flanschdicke	t_f	13.0	mm	
Profilhöhe	h	160.0	mm	
Normalkraftwiderstand	N_{Rd}	1215.290	kN	Gl. (6)
Exponent	β	1.735		5.1.7.2
Nachweis	η	0.66	< 1	Gl. (52)

A Literatur

- [1] SIA 263:2013 Bauwesen – Stahlbau
- [2] SIA 260:2003 Bauwesen – Grundlagen der Projektierung von Bauwerken
- [3] Stahlbau: Grundbegriffe und Bemessungsverfahren, HIRT M., BEZ R., Ernst & Sohn 1998
- [4] Tragwerke aus Stahl nach Eurocode 3, Werner, 1. Auflage 1996
- [5] The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3 , TRAHAIR N.S., BRADFORD M.A., NETHERCOT D.A., GARDNER L., Taylor & Francis Ltd 2007
- [6] Rules for Member Stability in EN 1993-1-1, ECCS Technical Committee 8 – Stability

B Index

A		F	
Achse.....	20	Farbskala.....	47
Anmerkung.....	16	Favorit.....	53
Ausdruckprotokoll.....	49, 50	Filter.....	47
Ausnutzung.....	15, 35	Filtern von Stäben.....	48
B		G	
Basisangaben.....	8	Gabellagerung.....	18, 22
Beenden von STAHL SIA.....	8	Gebrauchstauglichkeit.....	11, 26, 30, 43
Bemessen.....	9	Grafik.....	44
Bemessungsfall.....	45, 51, 52	Grafikausdruck.....	49
Bemessungskombination.....	11	Grenzbeanspruchung.....	29
Bemessungsmethode.....	29	Grenzwerte.....	11
Bemessungssituation.....	35	H	
Benutzerprofil.....	55	Häufig.....	11
Berechnung.....	27	Hintergrundgrafik.....	44
Berechnung starten.....	32	I	
Bezugslänge.....	11	Installation.....	6
Biegedrillknicken.....	35	K	
Biegeknicken.....	18, 20	Kippen.....	18, 21, 29
Blättern in Masken.....	8	Kipplängenbeiwert.....	21
D		Kippmoment.....	28
Detaileinstellungen.....	27	Klassifizierung.....	27
Dezimalstellen.....	12, 55	Knicken.....	20
Drucken.....	49	Knicklänge.....	19, 20
Durchbiegung.....	11	Knicklängenbeiwert.....	21
E		Knotenlager.....	23
Effektive Länge.....	19, 22	Kommentar.....	9
Effektive Längen.....	56	Kragträger.....	18, 26, 30
Einheiten.....	12, 55	L	
Ergebnisauswertung.....	43	Länge.....	19, 41
Ergebnisdarstellung.....	45	Lastangriff.....	29
Ergebnisdiagramm.....	46	Lastfall.....	10, 11, 38
Ergebniskombination.....	10	Lastkombination.....	10
Ergebnismasken.....	33	M	
Ergebnisverläufe.....	46, 49	Masken.....	8
Ergebniswerte.....	44	Masse.....	42
Ersatzstablänge.....	19	Material.....	12, 56
Excel.....	57	Materialbezeichnung.....	12
Export.....	56	Materialbibliothek.....	13
Export Knicklängen.....	56	Materialkennwerte.....	12
Export Material.....	56		
Export Querschnitt.....	54		

N

Nachweis..... 33, 35
 Nachweis farbig 47
 Navigator 8

O

Oberfläche..... 41
 OpenOffice 57
 Optimierung 15, 31, 53, 54

P

Panel..... 7, 45, 47
 Parametrisches Profil 53
 Position..... 41
 Programmaufruf..... 6

Q

Quasi-ständig 11
 Querlast 29
 Querschnitt 14, 53
 Querschnittsbibliothek 14
 Querschnittsinfo..... 16
 Querschnittsklasse..... 28
 Querschnittsnachweis..... 35
 Querschnittsoptimierung..... 53
 Querschnittstyp 15

R

Relationsbalken 43
 Relativ..... 18
 Rendering 47
 RSKNICK..... 20
 RSTAB-Arbeitsfenster..... 44
 RSTAB-Grafik..... 49

S

Schaltflächen 43
 Schlankheit..... 40
 Schnittgrößen 38, 54
 Seitliche Zwischenlager 18
 Selten 11
 Sichtbarkeiten 47

Sichtmodus 43, 44
 Sonderfälle 29
 Spannungspunkt 17
 Stäbe 9
 Stabilitätsnachweis 18, 28, 35
 Stabliste 26
 Stabsatz..... 9, 23, 25, 26, 36, 39, 42
 Stabschlankheiten 31, 40
 Starten von STAHL SIA 6
 Stelle x 34
 Steuerpanel 47
 Stückliste 41, 42
 Summe 42

T

Teilsicherheitsbeiwert 28
 Torsion..... 29
 Trägertyp 26
 Tragsicherheit 10, 27, 43

U

Überhöhung 26
 Unverformtes System..... 30

V

Verborgener Ergebnisverlauf 47
 Verformungen 30
 Verformungsnachweis 26
 Verschobene Stabenden 30
 Volumen 42
 Voute..... 16, 35, 55

W

Wölbeinspannung..... 21

X

x-Stelle..... 34, 38

Z

Zeigen-Navigator..... 45, 47
 Zwischenablage 56
 Zwischenlager..... 18