



Fassung  
September 2017

Zusatzmodul

# STAHL

Allgemeine Spannungsanalyse

## Programmbeschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.  
Ohne ausdrückliche Genehmigung der DLUBAL SOFTWARE GMBH ist  
es nicht gestattet, diese Programmbeschreibung oder Teile daraus  
auf jedwede Art zu vervielfältigen.



© Dlubal Software GmbH 2017  
Am Zellweg 2  
93464 Tiefenbach  
Deutschland

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



# Inhalt

	Inhalt	Seite
<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
1.1	Zusatzmodul STAHL .....	2
1.2	Gebrauch des Handbuchs .....	3
1.3	Aufruf des STAHL-Moduls .....	3
<b>2.</b>	<b>Eingabedaten</b> .....	<b>5</b>
2.1	Basisangaben .....	5
2.2	Materialien .....	7
2.3	Querschnitte .....	12
<b>3.</b>	<b>Berechnung</b> .....	<b>16</b>
3.1	Detaileinstellungen .....	16
3.2	Spannungen und Ausnutzung .....	19
3.3	Start der Berechnung .....	25
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>26</b>
4.1	Spannungen querschnittsweise .....	27
4.2	Spannungen stabsatzweise .....	29
4.3	Spannungen stabweise .....	30
4.4	Spannungen x-stellenweise .....	30
4.5	Spannungen in jedem Spannungspunkt .....	31
4.6	Maßgebende Schnittgrößen stabweise .....	32
4.7	Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise .....	33
4.8	Stückliste stabweise .....	34
4.9	Stückliste stabsatzweise .....	35
<b>5.</b>	<b>Ergebnisauswertung</b> .....	<b>36</b>
5.1	Auswahl der Spannungen .....	37
5.2	Ergebnisse am Querschnitt .....	38
5.3	Ergebnisse am RSTAB-Modell .....	40
5.4	Ergebnisverläufe .....	43
5.5	Filter für Ergebnisse .....	44
<b>6.</b>	<b>Ausdruck</b> .....	<b>46</b>
6.1	Ausdruckprotokoll .....	46
6.2	Grafikausdruck .....	46
6.2.1	Ergebnisse am Querschnitt .....	46
6.2.2	Ergebnisse am RSTAB-Modell .....	48
6.2.3	Ergebnisverläufe .....	49
<b>7.</b>	<b>Allgemeine Funktionen</b> .....	<b>50</b>
7.1	Bemessungsfälle .....	50
7.2	Querschnittsoptimierung .....	52
7.3	Einheiten und Dezimalstellen .....	54
7.4	Datenaustausch .....	55
7.4.1	Materialexport nach RSTAB .....	55
7.4.2	Export der Ergebnisse .....	55
<b>A.</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>57</b>
<b>B.</b>	<b>Index</b> .....	<b>58</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Zusatzmodul STAHL

Das RSTAB-Zusatzmodul STAHL leistet allgemeine Spannungsnachweise: Es werden Normal-, Schub- und Vergleichsspannungen berechnet und wie z. B. in DIN 18800 Teil 1 [1] vorgestellt mit Grenzspannungen verglichen. Im Modul stehen umfangreiche Bibliotheken für Profile und Materialien mit normspezifischen Grenzspannungen zur Verfügung, die bei Bedarf angepasst und erweitert werden können. Alle Querschnitte sind mit bemessungsrelevanten Spannungspunkten versehen, deren Ergebnisse auch grafisch ausgewertet werden können.

Da STAHL in die Benutzeroberfläche des Hauptprogramms integriert ist, sind nicht nur sämtliche Eingabedaten des Modells, sondern auch die Schnittgrößen für die Bemessung verfügbar. Die Spannungen und Ausnutzungen können im Arbeitsfenster von RSTAB grafisch ausgewertet und in das zentrale Ausdruckprotokoll eingebunden werden.

Die Schnittgrößen, die sich als maßgebend für die Bemessung erweisen, werden für jeden Stab angegeben. Im Zuge der Spannungsanalyse lassen sich auch die maximalen Spannungen von Stabsätzen ermitteln. STAHL ermöglicht zudem eine automatische Querschnittsoptimierung einschließlich Export der geänderten Profile nach RSTAB.

Über sogenannte Bemessungsfälle können Varianten der Spannungsnachweise untersucht werden. Eine Stückliste mit Massenermittlung rundet die Bemessung ab.

Folgende Merkmale erleichtern die Arbeit mit STAHL:

- Ausweisung der maximalen Ausnutzung in der Querschnittsmaske als Entscheidungshilfe zur Profilloptimierung
- Kopplung zwischen STAHL-Masken und RSTAB-Arbeitsfenster, wodurch z. B. der aktuelle Stab der Maske in der Hintergrundgrafik markiert wird
- Ansichtsmodus zum Anpassen der Darstellung im RSTAB-Arbeitsfenster
- Farb-Relationsbalken in den Ergebnismasken
- Kurzinfo über eingehaltenen oder nicht erfüllten Spannungsnachweis
- Darstellung der Spannungen und Ausnutzungen als Ergebnisverläufe
- Filtermöglichkeit für die Spannungsdarstellung in der RSTAB-Grafik
- Anzeige der Spannungen und Ausnutzungen am gerenderten Modell
- Export der geänderten Querschnitte und Materialien nach RSTAB
- Datenexport zu MS Excel oder als CSV-Datei

Das Modul STAHL eignet sich sehr gut für allgemeine Spannungsbetrachtungen. Stabilitätsanalysen wie z. B. in DIN 18800 Teil 2 [2] oder EN 1993-1-1 [3] gefordert werden jedoch nicht geführt. Für diese Nachweise sind die Zusatzmodule KAPPA und BGDK oder STAHL EC3 zu empfehlen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit STAHL.

Ihr DLUBAL-Team

## 1.2 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 ergeben.



Dieses Handbuch orientiert sich an der Reihenfolge und am Aufbau der Eingabe- und Ergebnis-masken. Im Text sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Ansichtsmodus]. 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 dort nicht fündig werden, können Sie die Suchfunktion für die [Knowledge Base](#) auf unserer Website nutzen, um unter den Beiträgen zu den Stahlmodulen eine Lösung zu finden. Auch unsere [FAQs](#) bieten eine Reihe an Hilfestellungen.

## 1.3 Aufruf des STAHL-Moduls

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

### Menü

Sie können das Zusatzmodul aufrufen mit dem RSTAB-Menü

**Zusatzmodule** → **Stahlbau** → **STAHL**.

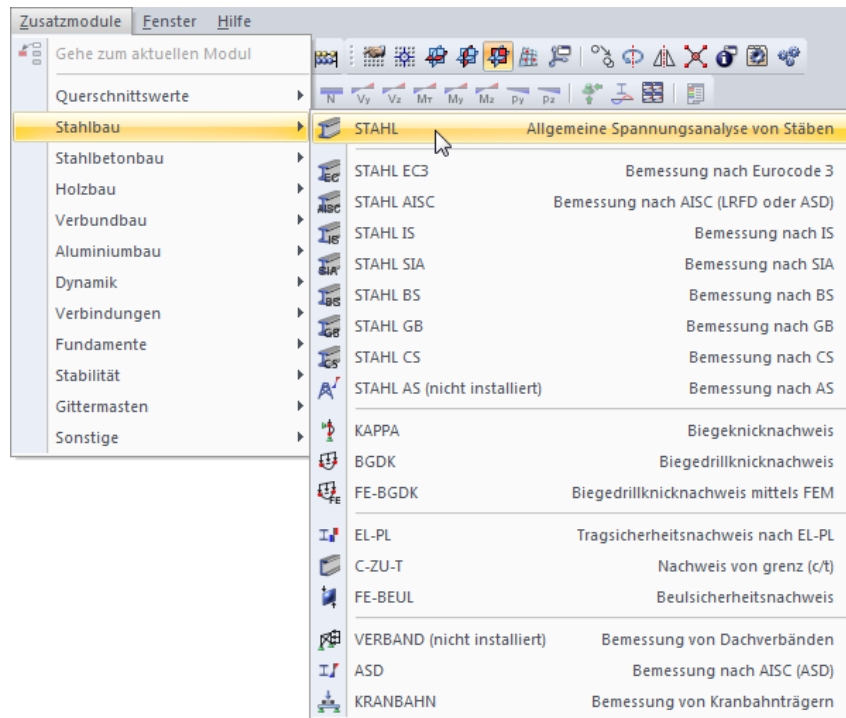


Bild 1.1: Menü: Zusatzmodule → Stahlbau → STAHL

## Navigator

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

**Zusatzmodule** → **STAHL**.

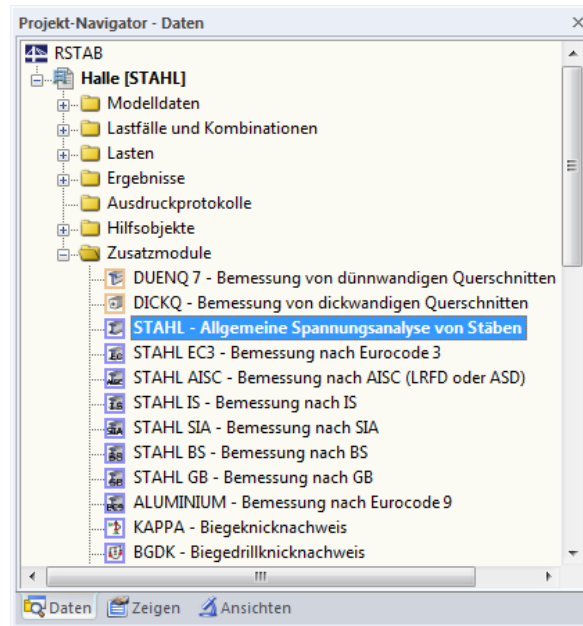


Bild 1.2: Daten-Navigator: Zusatzmodule → STAHL

## Panel

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

Stellen Sie den STAHL-Bemessungsfall in der Lastfallliste der Menüleiste ein. Lassen Sie über die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] die Spannungen oder Ausnutzungen an den Stäben grafisch darstellen.

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

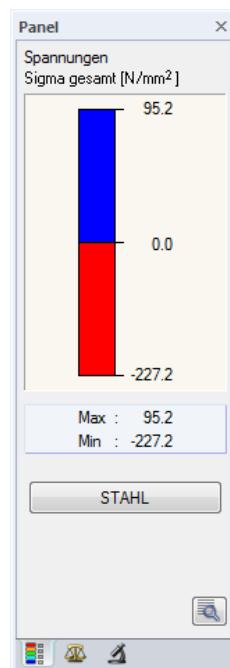
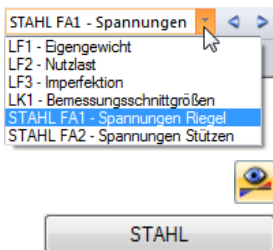


Bild 1.3: Panel-Schaltfläche [STAHL]

# 2 Eingabedaten

Nach dem Aufruf des Zusatzmoduls erscheint ein neues Fenster. Links wird ein Navigator angezeigt, der die verfügbaren Masken verwaltet. Darüber befindet sich eine Pulldownliste mit den Bemessungsfällen (siehe [Kapitel 7.1, Seite 50](#)).

Die bemessungsrelevanten Daten sind in mehreren Eingabemasken zu definieren. Beim ersten Aufruf von STAHL werden folgende Parameter automatisch eingelesen:

- Stäbe und Stabsätze
- Lastfälle, Last-, Ergebnis- und Superkombinationen
- Materialien
- Querschnitte
- Schnittgrößen (im Hintergrund – sofern berechnet)



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



[OK] sichert die Eingaben. STAHL wird beendet und es erfolgt die Rückkehr in das Hauptprogramm. [Abbrechen] beendet das Zusatzmodul, ohne die Daten zu speichern.

## 2.1 Basisangaben

In Maske 1.1 *Basisangaben* sind die zu bemessenden Stäbe, Stabsätze und Einwirkungen auszuwählen. Die Bemessungsnorm wird erst in Maske 1.2 festgelegt, da die Materialeigenschaften an die Normen gekoppelt sind.

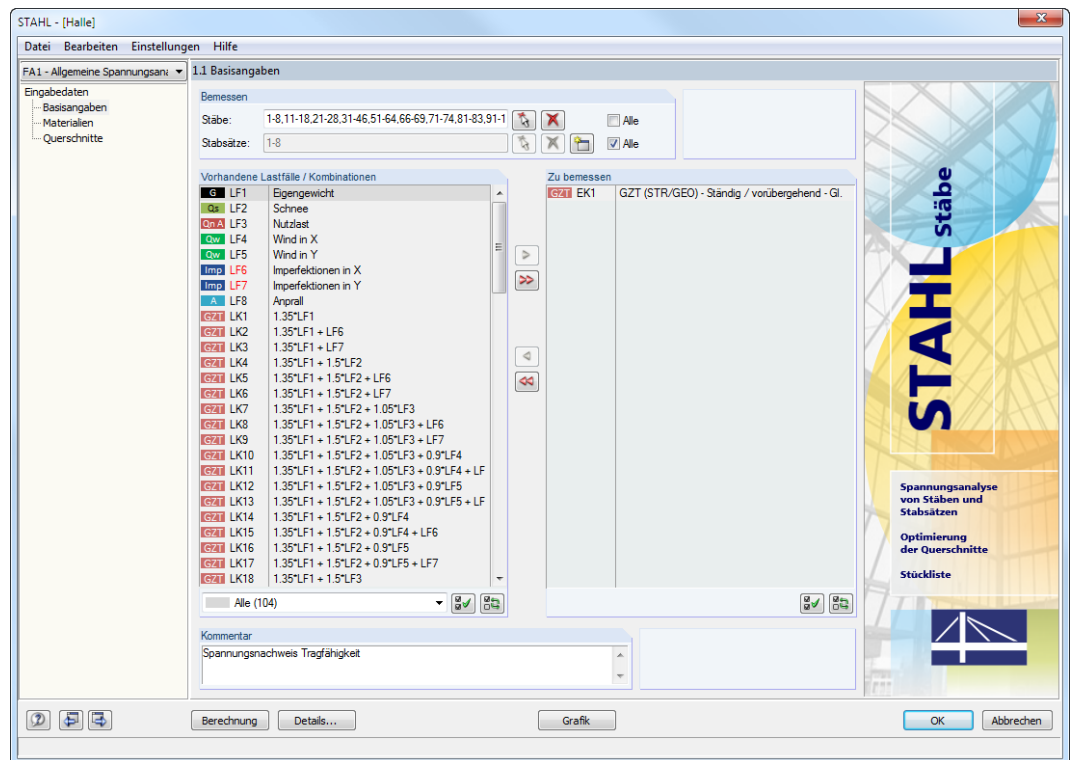


Bild 2.1: Maske 1.1 Basisangaben

### Bemessen

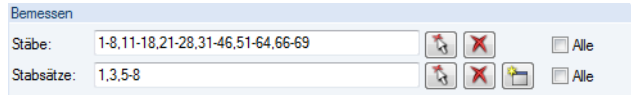


Bild 2.2: Bemessung von Stäben und Stabsätzen

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

Bei der Bemessung eines Stabsatzes werden die Extremwerte der Ausnutzungen aller im Stabsatz enthaltenen Stäbe ermittelt. Die Ergebnisse werden in den Ergebnismasken *2.2 Spannungen stabsatzweise*, *3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise* und *4.2 Stückliste stabsatzweise* ausgegeben.

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

### Vorhandene Lastfälle / Kombinationen

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



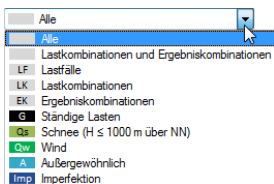
STAHL ist auch in der Lage, Superkombinationen und DYNAM Pro-Fälle zu bemessen.

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 können Lastfälle gleichzeitig übertragen werden.

Falls die Nummer eines Lastfalls rot dargestellt ist wie z. B. LF 6 oder LF 7 in [Bild 2.1](#), 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 Abschnitt *Vorhandene Lastfälle*

### 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 schneller als die aller pauschal übernommenen Lastfälle und Lastkombinationen. Beim Nachweis einer Ergebniskombination ist aber schwer erkennbar, welchen Einfluss die enthaltenen Einwirkungen ausüben.

### Kommentar



Bild 2.3: Benutzerdefinierter Kommentar

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

## 2.2 Materialien

Diese Maske ist zweigeteilt. In der oberen Tabelle sind alle Materialien aufgelistet, die in RSTAB angelegt wurden. Im unteren Abschnitt werden die Kennwerte des aktuellen Materials angezeigt, d. h. des Materials, dessen Zeile in der Tabelle oben selektiert ist.

1.2 Materialien

Material Nr.	A Material Bezeichnung	B Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	C Streckgrenze $f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	D Manuell	E Grenzspannungen [N/mm <sup>2</sup> ] grenz $\sigma_x$	F grenz $\tau$	G grenz $\sigma_v$
1	Baustahl S 235   DIN 18800-199	1.10	240.0	<input type="checkbox"/>	218.2	126.0	218.2
2	Baustahl S 355   DIN 18800-1:20	1.10	360.0	<input type="checkbox"/>	327.3	189.0	327.3
3	Beton C30/37   EN 1992-1-1:20	1.00	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0

Haupt-Kennwerte				
Elastizitätsmodul	E	210000.0	N/mm <sup>2</sup>	
Schubmodul	G	81000.0	N/mm <sup>2</sup>	
Poissonsche Zahl (Querdehnzahl)	$\nu$	0.296		
Spezifisches Gewicht	$\gamma$	78.50	kN/m <sup>3</sup>	
Temperaturdehnzahl (Wärmedehnzahl)	$\alpha$	1.2000E-05	1/K	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_M$	1.10		

Zusätzliche Kennwerte				
Dickenbereich $t \leq 4.00$ cm				
Streckgrenze	$f_y$	360.0	N/mm <sup>2</sup>	
Zugfestigkeit	$f_u$	470.0	N/mm <sup>2</sup>	
Dickenbereich $t > 4.00$ cm und $t \leq 8.00$ cm				
Streckgrenze	$f_y$	335.0	N/mm <sup>2</sup>	
Zugfestigkeit	$f_u$	470.0	N/mm <sup>2</sup>	
Koeffizient für Grenz-Schweißnahtspannungen	$\alpha_w$	0.800		

Material Nr. 2 angewendet in

Querschnitte Nr.:  
2,3

Stäbe Nr.:  
3,8,13,18,23,28,41,46

Stabsätze Nr.:  
3

$\Sigma$  Längen: 24.09 [m]       $\Sigma$  Massen: 1.508 [t]

Bild 2.4: 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.

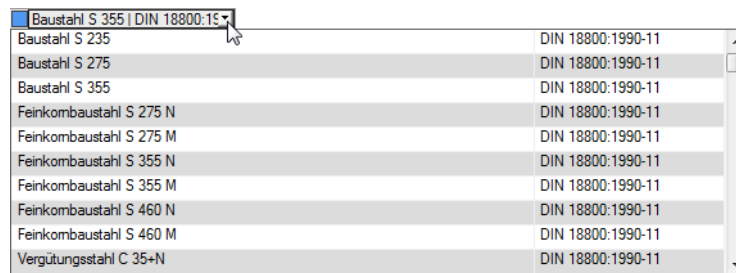
Das Kapitel 4.2 des RSTAB-Handbuchs beschreibt die Materialkennwerte, die für die Ermittlung der Schnittgrößen benutzt werden (*Haupt-Kennwerte*). In der Materialbibliothek sind auch die Eigenschaften der Materialien hinterlegt, die für die Bemessung benötigt werden. Diese Werte sind voreingestellt (*Zusätzliche Kennwerte*).

Die Einheiten und Nachkommastellen der Kennwerte und Spannungen lassen sich über das Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen** anpassen (siehe [Kapitel 7.3, Seite 54](#)).



## 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.



Materialbezeichnung	DIN Standard
Baustahl S 235	DIN 18800:1990-11
Baustahl S 275	DIN 18800:1990-11
Baustahl S 355	DIN 18800:1990-11
Feinkombastahl S 275 N	DIN 18800:1990-11
Feinkombastahl S 275 M	DIN 18800:1990-11
Feinkombastahl S 355 N	DIN 18800:1990-11
Feinkombastahl S 355 M	DIN 18800:1990-11
Feinkombastahl S 460 N	DIN 18800:1990-11
Feinkombastahl S 460 M	DIN 18800:1990-11
Vergütungsstahl C 35+N	DIN 18800:1990-11

Bild 2.5: Liste der Materialien

Die Liste enthält nur Materialien der Kategorie „Stahl“. Grundsätzlich ist auch die Bemessung anderer Materialien möglich, wenn das Nachweiskonzept auf einem Vergleich von vorhandenen Normal-, Schub- und Vergleichsspannungen mit zulässigen Spannungen beruht (z. B. Spannungsnachweis für Aluminium- oder Edelstahl-Profile). Weitere Normvorgaben müssen selbstverständlich berücksichtigt werden.

Nach der Übernahme werden die bemessungsrelevanten Materialkennwerte aktualisiert.

Die Grenzsicherheiten eines roten, unzulässigen Materials wie z. B. Nadelholz können durch die Eingabe der *Streckgrenze* (Spalte C) global oder nach Anhängen von *Manuell* (Spalte D) benutzerdefiniert festgelegt werden. Sind die zulässigen Spannungen in den Spalten E bis G eingetragen, verschwindet die rote Markierung.



Die Übernahme von Materialien aus der [Bibliothek] ist auf [Seite 10](#) beschrieben.

## Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$

Dieser Beiwert beschreibt den Sicherheitsfaktor in den Bemessungswerten der Materialfestigkeiten (daher Index  $M$ ). Mit dem Faktor  $\gamma_M$  wird der charakteristische Wert der Streckgrenze  $f_{yk}$  abgemindert, um die Grenznormalspannung  $\sigma_{Rd}$  (siehe [Gleichung 2.1, Seite 9](#)) und die Grenzschubspannung  $\tau_{Rd}$  (siehe [Gleichung 2.2, Seite 9](#)) zu bestimmen.



Der Faktor  $\gamma_M$  fließt somit z. B. für [2] doppelt in die Bemessung ein, wenn nach Theorie II. oder III. Ordnung gerechnet wird: Gemäß [2], El. (116) muss der Einfluss der Verformungen bei der Schnittgrößenermittlung durch eine um 10 % abgeminderte Steifigkeit berücksichtigt werden. Zudem sind die Bemessungswerte der Festigkeiten beim Nachweis der Tragsicherheit mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  zu reduzieren.


## Streckgrenze $f_{yk}$

Die Streckgrenze beschreibt die Grenze, bis zu der das Material ohne bleibende Verformung gedehnt werden kann. Die charakteristischen Werte verschiedener Stahlgüten können z. B. [1] Abschnitt 4 oder [3] Abschnitt 3 entnommen werden.

Beim Ändern der Streckgrenze werden die Grenzspannungen in den Spalten E, F und G automatisch angepasst.


Bei vielen Materialien besteht ein Zusammenhang zwischen der charakteristischen Streckgrenze  $f_{yk}$  und der Dicke des Bauteils  $t$ . Die Dickenbereiche des selektierten Materials und die zugehörigen Streckgrenzen lassen sich im unteren Maskenabschnitt überprüfen.



Die Streckgrenzenbereiche sind in den Normen geregelt, z. B. [1] Tabelle 1. Über die Schaltfläche  können die Bauteildicken und Streckgrenzen angepasst werden (siehe [Bild 2.7, Seite 11](#)).

### Grenzspannungen

Bei Materialien, die in der Bibliothek hinterlegt sind, sind die Grenzspannungen voreingestellt.

Um die Grenzspannungen anzupassen, kann das Kontrollfeld *Manuell* oder die Schaltfläche  benutzt werden (siehe [Bild 2.7, Seite 11](#)).

#### Manuell

Wird das Kontrollfeld aktiviert, so können die Grenzspannungen in den Spalten E bis G manuell festgelegt werden.

Material Bezeichnung
Baustahl S 235*1 DIN 18800:1990-11

Geänderte Materialkennwerte werden in der Spalte *Materialbezeichnung* mit einem Sternchen gekennzeichnet.

#### grenz $\sigma_x$

Die Grenznormalspannung stellt die zulässige Spannung für die Beanspruchung infolge Biegung und Normalkraft dar. Sie bestimmt sich z. B. gemäß [1] Element (746) aus dem charakteristischen Wert der Streckgrenze, der mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  abgemindert wird.

$$\sigma_{x,Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \tag{2.1}$$

#### grenz $\tau$

Die Grenzschubspannung gibt die zulässige Schubspannung infolge Querkraft und Torsion an. Nach z. B. [1] Element (746) fließt in die Gleichung zur Ermittlung der Grenzschubspannung auch der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  ein.

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M \cdot \sqrt{3}} \tag{2.2}$$

#### grenz $\sigma_v$

Die Grenzvergleichsspannung stellt die zulässige Vergleichsspannung für die gleichzeitige Wirkung mehrerer Spannungen dar. Sie bestimmt sich z. B. nach [1] Element (746) ebenfalls gemäß [Gleichung 2.1](#).

### Materialbibliothek

Viele Materialien sind in einer Datenbank hinterlegt. Diese ist zugänglich über das Menü

**Bearbeiten** → **Materialbibliothek**



oder die links dargestellte Schaltfläche.

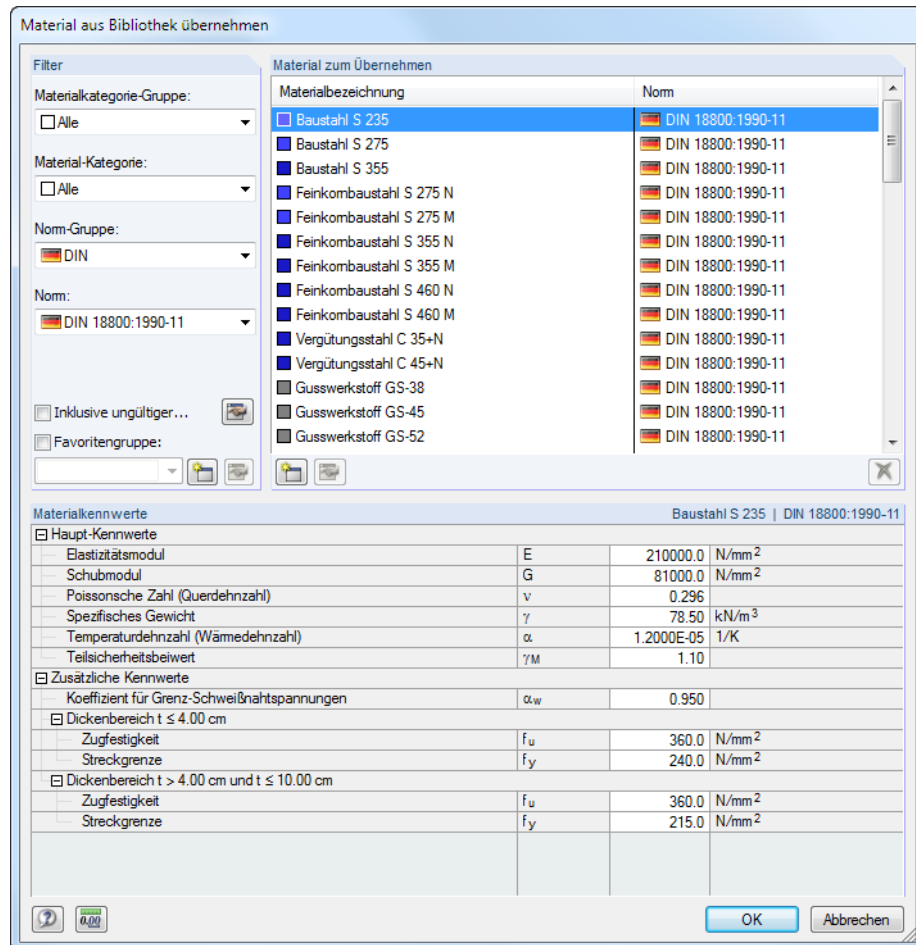
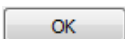


Bild 2.6: Dialog *Material aus Bibliothek übernehmen*

Im Abschnitt *Filter* ist die aktuelle *Norm-Gruppe* 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 übergeben.

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

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

### Materialkennwerte ändern

Material Nr.	A Material Bezeichnung
1	Baustahl S 235   EN
2	Baustahl S 235   EN

Die Schaltfläche ermöglicht es, die Bauteildicken, Streckgrenzen und Grenzspannungen des Materials anzupassen, das in der Tabelle selektiert ist.

Es erscheint folgender Dialog.

Bereich Nr.	Bauteildicke t [mm]		Streckgrenze f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Grenzspannungen [N/mm <sup>2</sup> ]		
	von	bis		grenz σ <sub>x</sub>	grenz τ	grenz σ <sub>v</sub>
1	0.0	40.0	240.0	218.2	126.0	218.2
2	40.0	100.0	215.0	195.5	112.8	195.5

Bild 2.7: Dialog *Material bearbeiten*

In der Tabelle *Streckgrenzen und Grenzspannungen in Abhängigkeit der Bauteildicke* können die Grenzen der *Bauteildicke t* durch manuelle Einträge in Spalte **B** verschoben werden.

Die *Anzahl* der Bereiche ist in den Normen geregelt.

Ist das Kontrollfeld *Manuelle von der Streckgrenze unabhängige Definition der Grenzspannungen* angehakt, können die Grenzspannungen für jeden Bereich frei festgelegt werden. Wenn dieses Kontrollfeld deaktiviert ist, ermitteln sich die Grenzspannungen aus der Streckgrenze  $f_{yk}$  (Spalte C) und dem *Teilsicherheitsbeiwert*  $\gamma_M$  gemäß [Gleichung 2.1](#) und [Gleichung 2.2](#) auf [Seite 9](#).

### 2.3 Querschnitte

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

1.3 Querschnitte

Quersch. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Optimieren	Anmerkung	Kommentar
1	1	<input type="checkbox"/> HE A 400   DIN 1025-3:1994	Aus der aktuellen Reihe	2)	
2	2	<input type="checkbox"/> IS 360/170/8/14/0	Nein		
3	2	<input type="checkbox"/> IS 500/170/8/14/0	Aus der aktuellen Reihe		
6	1	<input type="checkbox"/> HE A 160   DIN 1025-3:1994	Aus Favoriten 'DIN'		
7	1	<input type="checkbox"/> HE A 120   DIN 1025-3:1994	Aus Favoriten 'SIA'		
9	1	<input type="checkbox"/> IPE 360   DIN 1025-5:1994	Nein		
10	1	<input type="checkbox"/> HE A 140   DIN 1025-3:1994	Nein		
12	1	<input type="checkbox"/> QRO 80x4   DIN 59410:1974	Nein		
13	1	<input type="checkbox"/> RD 24   DIN 1013-1	Nein		
15	1	<input type="checkbox"/> HE A 200   DIN 1025-3:1994	Nein		
16	3	<input type="checkbox"/> Rechteck 200/200	Nein	9)	
17	1	<input type="checkbox"/> IPE 360   DIN 1025-5:1994	Nein		

1 - HE A 400 | DIN 1025-3:1994

[mm]

Stabe Nr.:  
1,2,11,12,21,22,31,32,39,40

Stabsätze Nr.:  
3,4,8

Σ Längen: 48.00 [m]      Σ Massen: 5.991 [t]

Material:  
1 - Baustahl S 235

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

Bild 2.8: 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 Profilvereihe des aktuellen Eingabefeldes auf (siehe Bild 2.9).



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

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

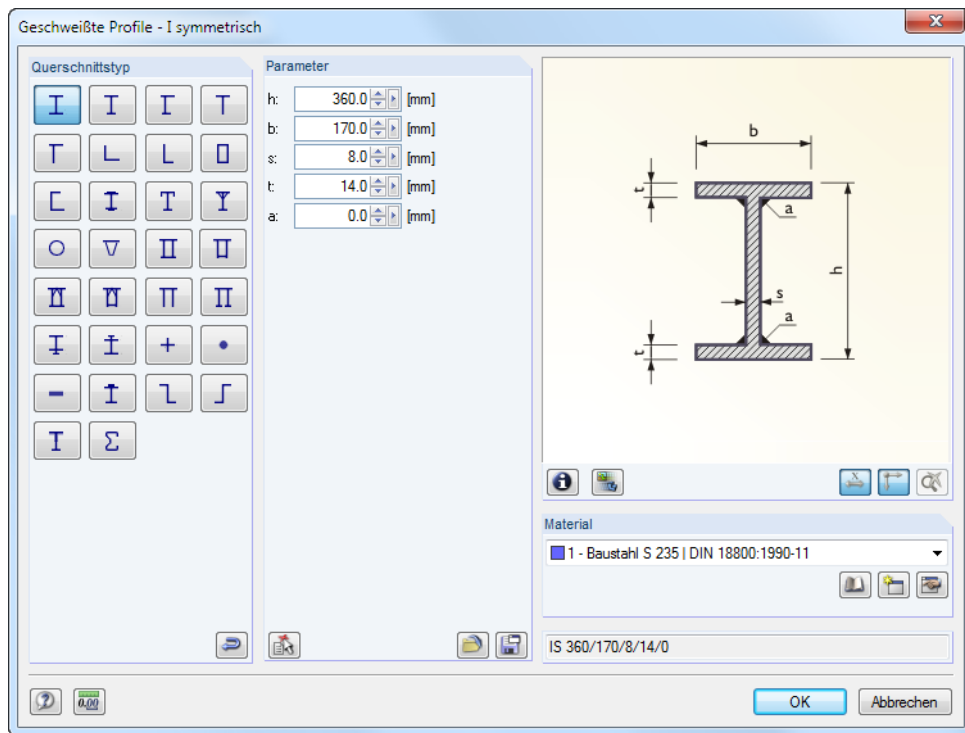
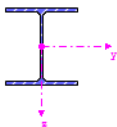
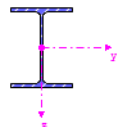


Bild 2.9: IS-Profilreihe der Querschnittsbibliothek

1 - HE A 340 | DIN 1025-3:1994  
STAHL



1 - HE A 400 | DIN 1025-3:1994  
RSTAB



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

Ein geänderters Querschnitt wird mit blauer Schrift gekennzeichnet.

Wenn unterschiedliche Querschnitte in STAHL und in RSTAB vorliegen, zeigt die Grafik rechts in der Maske beide Profile an. Die Nachweise erfolgen mit den RSTAB-Schnittgrößen für den in STAHL gewählten Querschnitt.

### Max. Ausnutzung

Diese Spalte wird nach der Berechnung angezeigt. Sie stellt eine Entscheidungshilfe zur Optimierung dar: Anhand der Nachweisquotienten und der farbigen Relationsbalken wird deutlich, welche Profile wenig ausgenutzt und überdimensioniert bzw. überlastet und 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 Dialog *Details* festgelegt werden (siehe [Bild 3.1, Seite 16](#)).

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 52](#).

### Anmerkung

In dieser Spalte werden Hinweise in Form von Fußnoten angezeigt, die am Ende der Querschnittsliste 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 2.8](#)).

### 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 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 möglich.



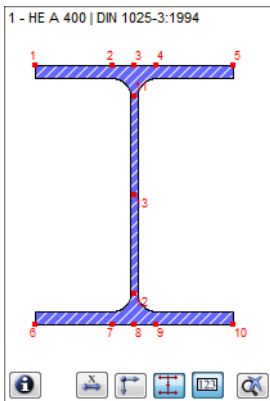
Um für die Bemessung die gleiche Anzahl an Spannungspunkten herzustellen, kann z. B. das zweite Profil als Kopie des Anfangsprofils mit angepassten Geometrieparametern definiert werden. Dies gelingt am einfachsten, indem beide Querschnitte als parametrische Profile beschrieben werden. Hierzu eignet sich beispielsweise der Profiltyp *IVU - Voutenprofil unten verstärkt*.

Die Profil-Spannungspunkte mitsamt Nummerierung lassen sich grafisch überprüfen: Selektieren Sie in Maske 1.3 den Querschnitt und drücken dann die Schaltfläche . Es öffnet sich der im [Bild 2.10](#) gezeigte Dialog.

### Querschnittsgrafik

Im rechten Bereich der Maske wird der aktuelle Querschnitt dargestellt.

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:



Schaltfläche	Funktion
	Ruft den Dialog <i>Info über Querschnitt</i> auf (siehe <a href="#">Bild 2.10</a> )
	Schaltet die Bemaßung des Querschnitts ein oder aus
	Schaltet die Hauptachsen des Querschnitts ein oder aus
	Blendet die Spannungspunkte ein oder aus
	Blendet die Nummern der Spannungspunkte ein oder aus
	Stellt die Gesamtansicht des Querschnitts wieder her

Tabelle 2.2: Schaltflächen der Querschnittsgrafik

### 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	390.0	mm
Profilbreite	b	300.0	mm
Stegdicke	t <sub>s</sub>	11.0	mm
Flanschdicke	t <sub>g</sub>	19.0	mm
Ausrundungsradius	r	27.0	mm
Querschnittsfläche	A	159.00	cm <sup>2</sup>
Schubfläche	A <sub>y</sub>	94.96	cm <sup>2</sup>
Schubfläche	A <sub>z</sub>	38.77	cm <sup>2</sup>
Wirksame Schubfläche nach EC 3	A <sub>v,y</sub>	118.18	cm <sup>2</sup>
Wirksame Schubfläche nach EC 3	A <sub>v,z</sub>	57.35	cm <sup>2</sup>
Stegfläche	A <sub>Steg</sub>	38.70	cm <sup>2</sup>
Plastische Schubfläche	A <sub>pl,y</sub>	114.00	cm <sup>2</sup>
Plastische Schubfläche	A <sub>pl,z</sub>	40.81	cm <sup>2</sup>
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I <sub>y</sub>	45070.00	cm <sup>4</sup>
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I <sub>z</sub>	8560.00	cm <sup>4</sup>
Trägheitsradius	i <sub>y</sub>	168.0	mm
Trägheitsradius	i <sub>z</sub>	73.4	mm
Polarer Trägheitsradius	i <sub>p</sub>	183.3	mm
Trägheitsradius des Gurtquerschnitts (1/5 s)	i <sub>zg</sub>	79.4	mm
Volumen	V	15900.00	cm <sup>3</sup> /m
Querschnittsgewicht	G	124.8	kg/m
Mantelfläche	U	1.910	m <sup>2</sup> /m
Profiffaktor	A <sub>m</sub> /V	120.126	1/m
Torsionsträgheitsmoment	I <sub>t</sub>	190.00	cm <sup>4</sup>
Wölbwiderstand	I <sub>ω</sub>	2.942E+06	cm <sup>6</sup>
Widerstandsmoment	W <sub>..</sub>	2310.00	cm <sup>3</sup>

The diagram on the right shows the HE A 400 profile with dimensions: height 390.0 mm, width 300.0 mm, flange thickness 19.0 mm, web thickness 11.0 mm, and fillet radius 27.0 mm. It also shows the y and z coordinate axes.

Bild 2.10: Dialog *Info über Querschnitt*



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

SpannP Nr.	A		B		C		D		E	F		G	
	Koordinaten		Koordinaten		Statische Momente		Statische Momente			Dicke	Wölbung		Wölbung
	y [mm]	z [mm]	y [mm]	z [mm]	S <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	S <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	S <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	S <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	t [mm]		ω [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>ω</sub> [cm <sup>4</sup> ]	ω [cm <sup>2</sup> ]
1	-150.0	-195.0			0.00	0.00			19.0	278.25	0.00		
2	-32.5	-195.0			-414.53	-203.75			19.0	60.29	-3778.92		
3	0.0	-195.0			-537.44	-214.82			19.0	0.00	-3965.06		
4	32.5	-195.0			-414.53	203.75			19.0	-60.29	3778.92		
5	150.0	-195.0			0.00	0.00			19.0	-278.25	0.00		
6	-150.0	195.0			0.00	0.00			19.0	-278.25	0.00		
7	-32.5	195.0			-414.59	203.77			19.0	-60.29	-3778.92		
8	0.0	195.0			-537.44	214.82			19.0	0.00	-3965.06		
9	32.5	195.0			-414.59	-203.77			19.0	60.29	3778.92		
10	150.0	195.0			0.00	0.00			19.0	278.25	0.00		
11	0.0	-149.0			-1153.46	0.00			11.0	0.00	0.00		
12	0.0	149.0			-1153.16	0.00			11.0	0.00	0.00		
13	0.0	0.0			-1275.73	0.00			11.0	0.00	0.00		

The diagram on the right shows the HE A 400 profile with 13 numbered points (1-13) indicating the locations of the stress points. The y and z coordinate axes are also shown.

Bild 2.11: Dialog *Spannungspunkte von HE A 400*



# 3 Berechnung

## 3.1 Detailsinstellungen

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.

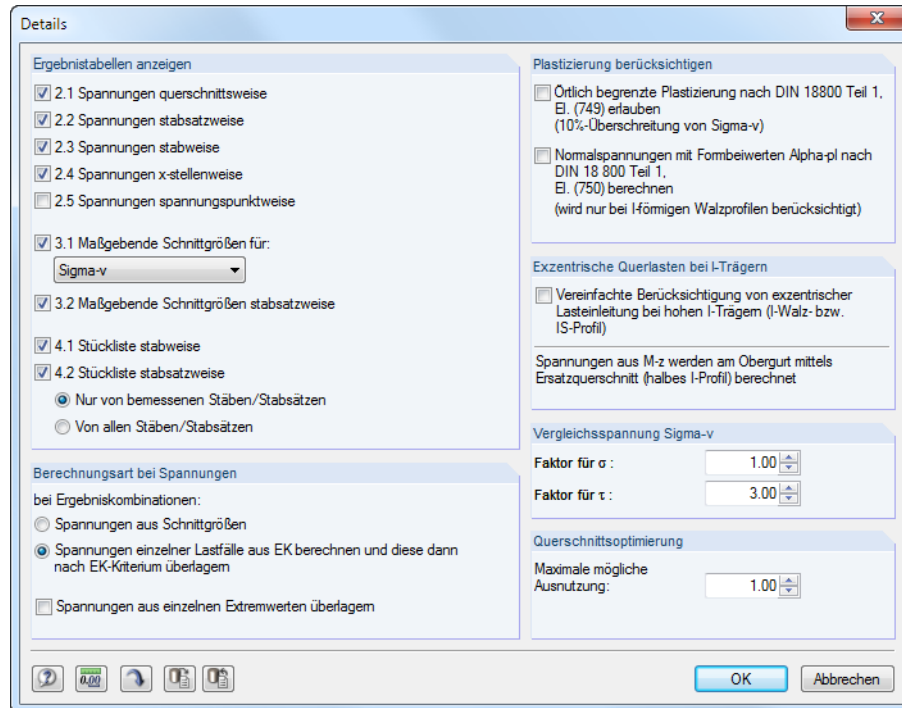


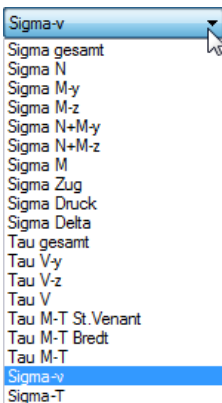
Bild 3.1: Dialog Details

### Ergebnistabellen anzeigen

Hier kann ausgewählt werden, welche Ergebnismasken einschließlich Stückliste angezeigt werden sollen. Die Masken sind im [Kapitel 4](#) beschrieben.

Die Maske *2.5 Spannungen spannungspunktweise* ist standardmäßig deaktiviert, da in der Regel viele Daten aufbereitet werden müssen. Die Ergebnisse in den Spannungspunkten lassen sich auch gut in den Spannungsgrafiken der Masken überprüfen. Nach dem Anhaken des Kontrollfeldes stehen die Nachweise in den Spannungspunkten tabellarisch zur Verfügung.

Die in Maske *3.1 Maßgebende Schnittgrößen* ausgewiesenen Werte sind per Voreinstellung auf die maximale Vergleichsspannung  $\sigma_v$  bezogen. Für individuelle Auswertungen kann in der Liste ein anderer Spannungstyp ausgewählt werden.



### Berechnungsart für Spannungen von Ergebniskombinationen

Eine zweiachsige Beanspruchung infolge verschiedener Lastfälle kann bewirken, dass die kombinierten Schnittgrößen nicht zu den maximalen Spannungen führen. Dies ist z. B. der Fall, wenn im Lastfall ‚Eigengewicht‘ (Vertikallast) nur Momente  $M_y$  und keine Momente  $M_z$ , im Lastfall ‚Wind‘ (Horizontallast) nur Momente  $M_z$  und keine Momente  $M_y$  auftreten. Werden die Lastfälle nicht mit dem Kriterium „ständig“ in einer Ergebniskombination überlagert, dann leistet die Horizontallast keinen Beitrag zur Erhöhung des Moments infolge Vertikallast. Demzufolge wird in der RSTAB-Tabelle *4.1 Stäbe - Schnittgrößen* das Moment  $M_z$  separat ausgewiesen und somit nicht zugehörig zum maximalen Moment  $M_y$  behandelt. Die Bemessung dieser EK-Schnittgrößen erfolgt dann in STAHL getrennt für die Maximalmomente  $M_y$  und  $M_z$ . Damit wird die gleichzeitige Wirkung der Schnittgrößen für die kombinierte Betrachtung der Biegespannungen nicht erfasst.

#### Spannungen aus Schnittgrößen

Diese Berechnungsart verwendet die Ergebniszeilen der RSTAB-Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen*. Durch das zeilenweise Abarbeiten der maximalen und minimalen Schnittgrößen werden die Spannungen für jeden Extremwert mit den zugehörigen Schnittgrößen ermittelt.

Der Vorteil besteht darin, dass die Werte der Ergebniskombinationen direkt benutzt werden können. Dies wirkt sich positiv auf die Berechnungsdauer aus. Die bemessenen Schnittgrößen sind auch transparent, denn in der STAHL-Maske 3.1 *Maßgebende Schnittgrößen stabweise* finden sich die Ergebniszeilen der RSTAB-Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen* wieder.

#### Spannungen einzelner Lastfälle berechnen und nach EK-Kriterium überlagern

Diese Berechnungsart ist voreingestellt. Zunächst werden die Normal- und Schubspannungen aller Lastfälle ermittelt, die in der Ergebniskombination enthalten sind. Diese Spannungsanteile werden dann nach den Bedingungen überlagert, die im Kombinationskriterium definiert sind (Faktoren, Überlagungsvorgaben etc.). Damit ist gewährleistet, dass z. B. eine zweiachsige Biegebeanspruchung aus verschiedenen Lastfällen zu korrekten Spannungen für den zweiachsigen Belastungszustand führt.

Die Berechnung erfolgt für jeden Spannungspunkt. Die für jeden Lastfall vorliegenden Druck-, Zug- und Schubspannungen werden gemäß EK-Überlagerungskriterium addiert und dann als Spannungen der Ergebniskombination ausgewiesen. Eine Ausnahme bildet die Vergleichsspannung  $\sigma_v$ . Diese wird mit den EK-Anteilen von  $\sigma_{\text{gesamt}}$  und  $\tau_{\text{gesamt}}$  ermittelt, denn die Überlagerung der Vergleichsspannungen aus den Lastfällen wäre nicht korrekt. Zu hohe Ausnutzungen wäre die Folge.

Diese Art der Spannungsermittlung ist mit einem höheren Aufwand verbunden als die direkte Verwertung der EK-Schnittgrößen. Auch sind die Werte schwieriger nachzuvollziehen, die in Maske 3.1 *Maßgebende Schnittgrößen* für die Vergleichsspannungen ausgewiesen sind.



Da bei anspruchsvolleren 3D-Modellen meist keine rein einachsige Biegung auftritt, sollten dort beide Berechnungsarten zu den gleichen Ausnutzungen führen.

#### Spannungen aus einzelnen Extremwerten überlagern

Das Kontrollfeld ist per Voreinstellung deaktiviert. Damit werden die Spannungen zeilenweise erfasst (Schnittgrößentabelle aus RSTAB bzw. Spannungen aus Lastfall-Schnittgrößen für EK).

Wird diese Option angehakt, berechnet STAHL die Spannungen nicht aus den zugehörigen Schnittgrößen bzw. Spannungen, sondern aus den Extremwerten der Schnittgrößen- bzw. Spannungsanteile, die an jeder x-Stelle vorliegen (z. B. max/min-Werte von  $N$ ,  $M_y$  und  $M_z$  für Normalspannung). Diese „Extremwerte-Diagonale“ stellt sicher, dass die denkbar ungünstigste Konstellation erfasst wird.

### Plastizierung berücksichtigen

#### Örtlich begrenzte Plastizierung

Wird eine örtlich begrenzte Plastizierung gemäß [1] El. (749) zugelassen, dann darf die Vergleichsspannung  $\sigma_v$  in kleinen Bereichen die zulässige Grenzspannung um 10 % überschreiten.

STAHL untersucht die in El. (749) genannten Bedingungen für „kleine Bereiche“:

$$|\sigma_N + \sigma_{M_y}| \leq 0,8 \cdot \sigma_{Rd} \quad (3.1)$$

$$|\sigma_N + \sigma_{M_z}| \leq 0,8 \cdot \sigma_{Rd} \quad (3.2)$$

Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird die Grenzspannung für den Nachweis von  $\sigma_v$  erhöht.

### Normalspannungen mit Formbeiwerten $\alpha_{pl}$ berechnen

Die Spannungen können gemäß [1] El. (750) durch plastische Formbeiwerte  $\alpha_{pl}$  abgemindert werden. Diese Reduktion bezieht sich auf die Normalspannungen  $\sigma_M$  infolge der Biegemomente  $M_y$  und  $M_z$ .

$$\sigma_M = \left| \pm \frac{M_y}{\alpha_{pl,y} \cdot I_y} \cdot e_z \pm \frac{M_z}{\alpha_{pl,z} \cdot I_z} \cdot e_y \right| \quad (3.3)$$

Wenn diese Möglichkeit der Plastizierung genutzt wird, setzt STAHL die in der Norm genannten Formbeiwerte  $\alpha_{pl,y} = 1,14$  und  $\alpha_{pl,z} = 1,25$  an.



Die Abminderung der Normalspannungen über die Formbeiwerte ist gemäß [1] El. (750) nur für Walzprofile mit I-förmigen Querschnitt zulässig.

### Exzentrische Querlasten bei I-Trägern

Werden Querlasten am Obergurt von Trägern eingeleitet, so wirken sie sich mit zunehmender Querschnittshöhe immer weniger auf die Biegespannung im Untergurt aus. Deshalb besteht für hohe I-Profile die Möglichkeit, exzentrisch wirkende Querlasten mit einem vereinfachten Ansatz zu berücksichtigen: Bei jedem gewalzten oder parametrischen symmetrischen I-Profil des Bemessungsfalls wird das Biegemoment  $M_z$  komplett auf den Obergurt angerechnet. Für die Spannungsermittlung verwendet STAHL einen Ersatzquerschnitt mit dem halbierten Trägheitsmoment  $I_z$ .

Diese Möglichkeit bietet den Vorteil, dass die Lasten im RSTAB-Modell schwerachsenbezogen eingegeben werden können, um Torsion zu vermeiden.



Da sich das Kontrollfeld auf sämtliche symmetrischen I-Profile des Bemessungsfalls auswirkt, sollten alle hohen I-Träger in einem separaten STAHL-Fall bemessen werden (siehe [Kapitel 7.1, Seite 50](#)).

### Vergleichsspannung $\sigma_v$

In diesem Abschnitt können die Faktoren zur Ermittlung der Vergleichsspannung angepasst werden.

$$\sigma_v = \sqrt{f_1 \cdot \sigma_{\text{gesamt}}^2 + f_2 \cdot \tau_{\text{gesamt}}^2} \quad (3.4)$$

$f_1$  : Faktor für Normalspannungen

$f_2$  : Faktor für Schubspannungen

Es sind die in [1] El. (748) genannten Faktoren  $f_1 = 1,0$  und  $f_2 = 3,0$  voreingestellt.

### Querschnittsoptimierung

Als Ziel der Optimierung ist eine maximale Ausnutzung von 100 % voreingestellt. Bei Bedarf kann hier ein anderer Grenzwert vorgegeben werden.

## 3.2 Spannungen und Ausnutzung



Als Voreinstellung werden in den Masken 2.1 bis 2.5 die Spannungen  $\sigma_{\text{gesamt}}$ ,  $\tau_{\text{gesamt}}$  und  $\sigma_v$  ausgewiesen. Weitere Spannungsanteile lassen sich über die Schaltflächen [Auswahl der Spannungen] und [Erweiterte Anzeige] einblenden (siehe Bild 5.1, Seite 36).

### Normalspannungen



In STAHL gilt folgende Vorzeichenregel: Zugspannungen werden mit positivem Vorzeichen, Druckspannungen mit negativem Vorzeichen ausgegeben (siehe Bild 3.2).



Die Analyse erfolgt für jeden einzelnen Spannungspunkt. Daher dürfen bei einer kombinierten Beanspruchung (z. B.  $\sigma_{\text{gesamt}}$ ) nicht die Maximalwerte der Spannungskomponenten addiert werden. Diese treten meist an unterschiedlichen Spannungspunkten auf. Es werden die Spannungsanteile überlagert, die im gleichen Spannungspunkt vorliegen.

Die Normalspannungen  $\sigma$  bedeuten im Einzelnen:

$\sigma_N$	Spannung infolge der Normalkraft N:	
	$\sigma = \frac{N}{A} \quad (3.5)$ <p>A : Querschnittsfläche des Profils</p>	
$\sigma_N$	Axialspannung bei Rohren infolge des Innendrucks:	
	$\sigma = \frac{p \cdot d_i^2}{4s(d_i + s)} \quad (3.6)$ <p>p : Innendruck  <math>d_i</math> : Rohrinne Durchmesser  s : Rohrwanddicke</p>	
$\sigma_{M_y}$	Spannung infolge des Biegemoments $M_y$ :	
	$\sigma = \frac{M_y}{\alpha_{pl,y} \cdot I_y} \cdot e_z \quad (3.7)$ <p><math>\alpha_{pl,y}</math> : plastischer Formbeiwert gemäß [1] El. (750)  <math>I_y</math> : auf die Hauptachse y bezogenes Flächenmoment 2. Grades  <math>e_z</math> : Schwerpunktabstand des Spannungspunkts in Richtung z</p>	
$\sigma_{M_z}$	Spannung infolge des Biegemoments $M_z$ :	
	$\sigma = \frac{M_z}{\alpha_{pl,z} \cdot I_z} \cdot e_y \quad (3.8)$ <p><math>\alpha_{pl,z}</math> : plastischer Formbeiwert gemäß [1] El. (750)  <math>I_z</math> : auf die Hauptachse z bezogenes Flächenmoment 2. Grades  <math>e_y</math> : Schwerpunktabstand des Spannungspunkts in Richtung y</p>	

	Spannung infolge der Biegemomente $M_y$ und $M_z$ :
$\sigma_M$	$\sigma = \frac{M_y}{\alpha_{pl,y} \cdot I_y} \cdot e_z - \frac{M_z}{\alpha_{pl,z} \cdot I_z} \cdot e_y \quad (3.9)$
	Zugspannung infolge der Normalkraft $N$ und der Biegemomente $M_y$ und $M_z$ :
$\sigma_{Zug}$	$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{\alpha_{pl,y} \cdot I_y} \cdot e_z - \frac{M_z}{\alpha_{pl,z} \cdot I_z} \cdot e_y \quad (3.10)$
	Druckspannung infolge der Normalkraft $N$ und der Biegemomente $M_y$ und $M_z$ :
$\sigma_{Druck}$	$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{\alpha_{pl,y} \cdot I_y} \cdot e_z - \frac{M_z}{\alpha_{pl,z} \cdot I_z} \cdot e_y \quad (3.11)$
$\sigma_{Delta}$	Maximale Differenz zwischen den Normalspannungen der einzelnen Lastfälle, die z. B. für den Betriebsfestigkeitsnachweis benötigt wird
	Normalspannung infolge Normalkraft $N$ sowie der Biegemomente $M_y$ und $M_z$ :
$\sigma_{gesamt}$	$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{\alpha_{pl,y} \cdot I_y} \cdot e_z - \frac{M_z}{\alpha_{pl,z} \cdot I_z} \cdot e_y \quad (3.12)$
	Tangentialspannung eines Rohres infolge des Innendrucks:
$\sigma_T$	$\sigma = \frac{p \cdot d_i}{2s} \quad (3.13)$ <p> <math>p</math> : Innendruck  <math>d_i</math> : Rohrinne Durchmesser  <math>s</math> : Rohrwanddicke </p>
	Ein Beispiel hierzu finden Sie in der <a href="#">Knowledge Base</a> auf unserer Website.

Tabelle 3.1: Normalspannungen  $\sigma$



Das lokale Stabachsensystem beeinflusst die Vorzeichen der Schnittgrößen und Spannungen.

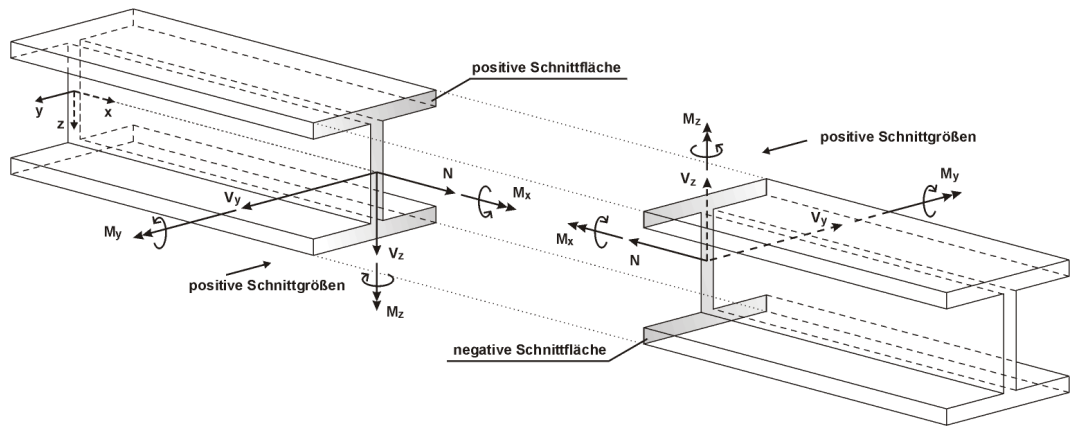


Bild 3.2: Positive Definition der Schnittgrößen

Das Biegemoment  $M_y$  ist positiv, wenn auf der positiven Stabseite (in Richtung der Achse  $z$ ) Zugspannungen entstehen.  $M_z$  ist positiv, wenn an der positiven Stabseite (in Richtung der Achse  $y$ ) Druckspannungen auftreten.

Die Vorzeichendefinition für Torsionsmomente, Normal- und Querkräfte entspricht folgender Konvention: Diese Schnittgrößen sind positiv, wenn sie am positiven Schnitтуufer in die positive Richtung wirken.



Wenn der *Modelltyp* in den Basisangaben von RSTAB als **2D** definiert wurde, ist bei der Bemessung von unsymmetrischen Querschnitten wie z. B. Winkeln oder U-Profilen Vorsicht geboten: Im ebenen Modell sind nur Momente um die Stabachse  $y$  möglich, sodass in RSTAB keine Zerlegung des Moments in Richtung der Hauptachsen  $u$  und  $v$  erfolgt. STAHL bemisst nur den Momentenanteil um die Stabachse  $y$ . Bei Systemen mit unsymmetrischen Querschnitten sollte daher unbedingt eine Kontrollrechnung anhand eines räumlichen Modells (Modelltyp 3D) erfolgen.

## Schubspannungen

Die Schubspannungen  $\tau$  bedeuten im Einzelnen:

$\tau_{V_y}$	<p>Spannungen infolge der Querkraft <math>V_y</math>:</p> $\tau = -\frac{V_y \cdot S_z}{I_z \cdot t} \quad (3.14)$ <p><math>S_z</math> : auf die Hauptachse z bezogenes Flächenmoment 1. Grades  <math>I_z</math> : auf die Hauptachse z bezogenes Flächenmoment 2. Grades  <math>t</math> : maßgebende Dicke des Querschnitts</p>
$\tau_{V_z}$	<p>Spannung infolge der Querkraft <math>V_z</math>:</p> $\tau = -\frac{V_z \cdot S_y}{I_y \cdot t} \quad (3.15)$ <p><math>S_y</math> : auf die Hauptachse y bezogenes Flächenmoment 1. Grades  <math>I_y</math> : auf die Hauptachse y bezogenes Flächenmoment 2. Grades  <math>t</math> : maßgebende Dicke des Querschnitts</p>
$\tau_V$	<p>Spannung infolge der Querkräfte <math>V_y</math> und <math>V_z</math>:</p> $\tau = -\frac{V_y \cdot S_z}{I_z \cdot t} - \frac{V_z \cdot S_y}{I_y \cdot t} \quad (3.16)$
$\tau_{M_T, \text{St. Venant}}$	<p>Spannung infolge des Torsionsmoments <math>M_T</math> bei offenem Querschnitt:</p> $\tau = \frac{M_T}{I_{T, \text{St. V.}}} \cdot t \quad (3.17)$ <p><math>I_{T, \text{St. V.}}</math> : Saint Venantsches Torsionsträgheitsmoment  <math>t</math> : maßgebende Dicke des Querschnitts</p>
$\tau_{M_T, \text{Bredt}}$	<p>Spannung infolge des Torsionsmoments <math>M_T</math> bei geschlossenem Querschnitt:</p> $\tau = \frac{M_T}{2 \cdot A_m \cdot t} \quad (3.18)$ <p><math>A_m</math> : von den Querschnittsmittellinien umschlossene Fläche  <math>t</math> : maßgebende Dicke des Querschnitts</p>
$\tau_{M_T}$	<p>Spannung infolge des Torsionsmoments <math>M_T</math>:</p> $\tau = \frac{M_T}{I_{T, \text{St. V.}}} \cdot t \quad \text{oder} \quad \tau = \frac{M_T}{2 \cdot A_m \cdot t} \quad (3.19)$
$\tau_{\text{gesamt}}$	<p>Schubspannung infolge der Querkräfte <math>V_y</math> und <math>V_z</math> und des Torsionsmoments <math>M_T</math>:</p> $\tau = \tau_V + \tau_{M_T} \quad (3.20)$

Tabelle 3.2: Schubspannungen  $\tau$

Wie aus den Gleichungen hervorgeht, werden zur Ermittlung der Schubspannungen infolge Querkraft die statischen Momente verwendet und nicht die Schubflächen des Querschnitts.



Bei den Schubspannungen infolge Torsion ist zu beachten:

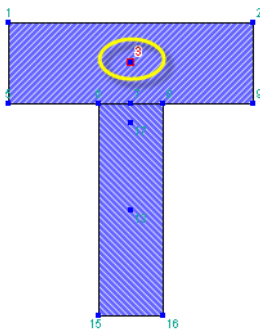
- Liegt ein teilweise offenes Profil mit einer geschlossenen Zelle im Querschnitt vor, wird der ganze Querschnitt als *geschlossen* eingestuft. Die Schubspannung wird ausschließlich nach der Bredtschen Formel ermittelt. Es findet keine anteilmäßige Analyse für  $\tau_{MT,St.Venant}$  und  $\tau_{MT,Bredt}$  statt, wie sie z. B. im Querschnittsprogramm DUENQ erfolgt.
- Der Einfluss der Wölbkrafttorsion wird in STAHL nicht erfasst. Die Bemessung ist – wie die Schnittgrößenermittlung in RSTAB – auf das primäre Torsionsmoment beschränkt. Falls die Wölbspannungen aus dem sekundären Torsionsmoment oder dem Wölbmoment nicht vernachlässigt werden können, empfiehlt sich eine Analyse mit dem Zusatzmodul FE-BGDK.

Bei dünnwandigen Querschnitten kann vereinfacht angenommen werden, dass die Schubspannung parallel zur Wand des Querschnitts verläuft. Daher werden die Anteile der Schubspannungen addiert, die sich aus den beiden Komponenten der Querkräfte ergeben. Das Vorzeichen des statischen Moments legt dabei fest, welche Anteile positiv oder negativ angesetzt werden.

Die Schubspannung infolge des Torsionsmoments ist für die Gesamtschubspannung unterschiedlich zu betrachten – je nachdem, ob ein geschlossener oder ein offener Querschnitt vorliegt. Bei einem geschlossenen Querschnitt wird die Torsionsschubspannung einfach zur Summe aus den einzelnen Schubspannungen addiert. Dabei werden die Vorzeichen bei Kernfläche und statischen Momenten so eingestellt, dass sie mit der programminternen Vorzeichenkonvention der Schubspannung übereinstimmen, die von der Belastung abhängt.

Bei einem offenen Querschnitt hingegen wird die Torsionsschubspannung derjenigen Summe aus den einzelnen Schubspannungen mit dem Vorzeichen zugerechnet, die zum größeren Absolutwert der Summe führt.

#### Schubspannungen innerhalb des Querschnitts



Doppelte Spannungspunkte

Spannungspunkte, die innerhalb des Querschnitts liegen, lassen die oben erwähnte Annahme nicht zu, dass die Schubspannung parallel zur Wand des Querschnitts verläuft. Hier kommt ein spezielles Verfahren mit doppelten Spannungspunkten zur Anwendung, bei dem zwei Spannungspunkte mit identischen Koordinaten im Querschnitt benutzt werden.

Der eine Spannungspunkt erfasst das statische Moment um die Achse  $y$  (Parameter für Schubspannung infolge vertikaler Querkraft), der andere das statische Moment um die Achse  $z$  (Parameter für Schubspannung infolge horizontaler Querkraft). Bei diesen Spannungspunkten ist das komplementäre statische Moment jeweils null. Den Doppelspannungspunkten können unterschiedliche Dicken zugeordnet sein, die sich ebenfalls auf die Berechnung der Schubspannung auswirken. Die Schubspannungen werden als zueinander senkrecht wirkende Komponenten betrachtet, die voneinander abhängig sind – es sind zwei Komponenten eines Spannungszustands. Für die Ermittlung der Gesamtschubspannung werden beide Anteile quadratisch addiert. Die Schubspannung infolge des Torsionsmoments wird in diesen Punkten nicht betrachtet.

Die Schubspannungen von Ergebniskombinationen, die in den Doppelspannungspunkten vorliegen, dürfen nicht linear kombiniert werden. Daher werden die Extremwerte beider Komponenten mit den zugehörigen komplementären Schubspannungen ausgewertet, um daraus die größte Gesamtschubspannung zu bestimmen.



## Vergleichsspannung

Die Vergleichsspannung  $\sigma_v$  ermittelt sich z. B. nach [1] El. (748) wie folgt:

	Vergleichsspannung aus den Normalspannungen $\sigma$ und Schubspannungen $\tau$ :
$\sigma_v$	$\sigma_v = \sqrt{f_1 \cdot \sigma_{\text{gesamt}}^2 + f_2 \cdot \tau_{\text{gesamt}}^2} \quad (3.21)$ <p> <math>f_1</math> : Faktor für Normalspannungen  <math>f_2</math> : Faktor für Schubspannungen         </p>

Tabelle 3.3: Vergleichsspannung  $\sigma_v$

Details...

Die Faktoren  $f_1$  und  $f_2$  können im Dialog *Details* festgelegt werden (siehe [Bild 3.1, Seite 16](#)). Dort sind die Faktoren  $f_1 = 1,0$  und  $f_2 = 3,0$  gemäß [1] El. (748) voreingestellt.

## Ausnutzung

Bei den Spannungsnachweisen wird – wie z. B. in [1] El. (747) dargestellt – der Quotient aus vorhandener Spannung und Grenzspannung ermittelt.

Nachweisbedingung für Normalspannungen:

$$\frac{\sigma}{\sigma_{Rd}} \leq 1 \quad (3.22)$$


Nachweisbedingung für Schubspannungen:

$$\frac{\tau}{\tau_{Rd}} \leq 1 \quad (3.23)$$

Nachweisbedingung für Vergleichsspannungen:

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{Rd}} \leq 1 \quad (3.24)$$

Für jeden Schnittgrößenanteil kann die Ausnutzung abgelesen werden, die an einem Spannungspunkt des Profils vorliegt (siehe [Kapitel 5.1, Seite 37](#)). In den Ergebnismasken sind die Ausnutzungen infolge Normal-, Schub- und Vergleichsspannung voreingestellt.

Max: 0.96 ≤ 1 

Wird die Grenzspannung nicht überschritten, so ist die Ausnutzung kleiner oder gleich 1 und der Spannungsnachweis gilt als erfüllt.

## 3.3 Start der Berechnung

Berechnung

In jeder Eingabemaske kann die [Berechnung] über die entsprechende Schaltfläche gestartet werden.

STAHL sucht nach den Ergebnissen der zu bemessenden Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen. Liegen diese noch nicht vor, startet automatisch 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 Kombinationen aufgelistet.

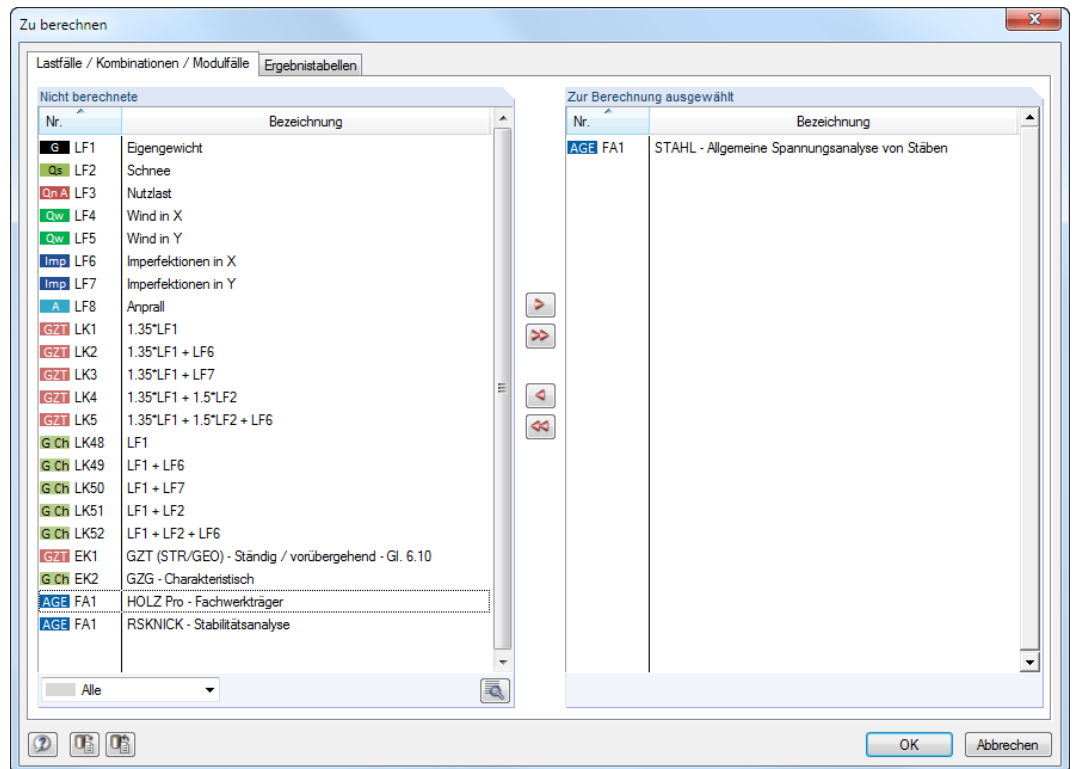
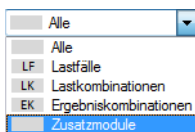


Bild 3.3: Dialog *Zu berechnen*



Sollten die STAHL-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-Fälle in die rechte Liste übergeben. Ein Klick auf [OK] startet dann die Berechnung.



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

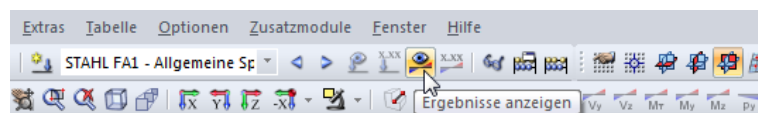


Bild 3.4: Direkte Berechnung eines STAHL-Bemessungsfalls in RSTAB

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

# 4 Ergebnisse

Dieses Kapitel stellt die Ergebnismasken der Reihe nach vor. Die Auswertung und Überprüfung der Ergebnisse ist im [Kapitel 5](#) ab [Seite 36](#) beschrieben.

Unmittelbar nach der Berechnung erscheint die Maske *2.1 Spannungen querschnittsweise*.

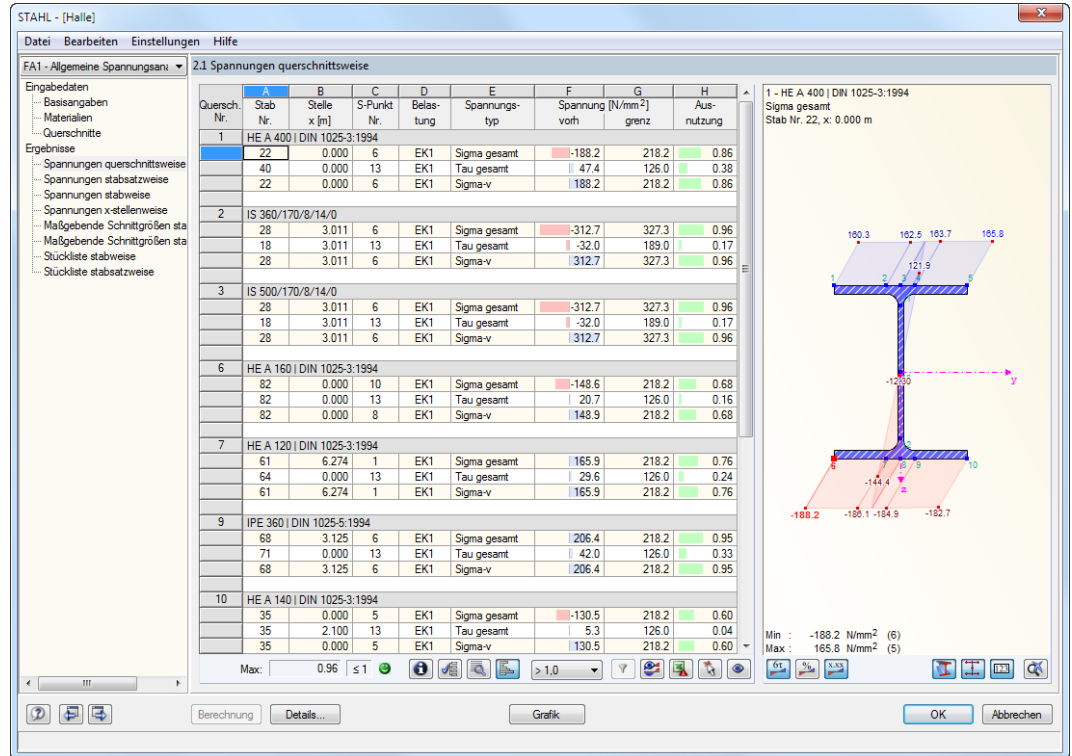


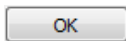
Bild 4.1: Ergebnismaske mit Spannungen und Ausnutzungen

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. 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. STABL wird beendet und es erfolgt die Rückkehr in das Hauptprogramm RSTAB.

## 4.1 Spannungen querschnittsweise

Diese Maske listet die maximalen Ausnutzungen aller bemessenen Stäbe und Einwirkungen nach Querschnitten geordnet auf. Die Ausnutzungen, die für die Schnittgrößen der maßgebenden Lastfälle und Kombinationen vorliegen, sind nach Spannungsarten sortiert.

2.1 Spannungen querschnittsweise

Quersch. Nr.	A Stab Nr.	B Stelle x [m]	C S-Punkt Nr.	D Belastung	E Spannungstyp	F Spannung [N/mm <sup>2</sup> ] vorh.	G Spannung [N/mm <sup>2</sup> ] grenz	H Ausnutzung
1 HE A 400   DIN 1025-3:1994								
	22	0.000	6	EK1	Sigma gesamt	-188.2	218.2	0.86
	40	0.000	13	EK1	Tau gesamt	47.4	126.0	0.38
	22	0.000	6	EK1	Sigma-v	188.2	218.2	0.86
2 IS 360/170/8/14/0								
	28	3.011	6	EK1	Sigma gesamt	-299.3	327.3	0.91
	18	3.011	13	EK1	Tau gesamt	-31.0	189.0	0.16
	28	3.011	6	EK1	Sigma-v	299.3	327.3	0.91
3 IS 500/170/8/14/0								
	28	3.011	6	EK1	Sigma gesamt	-312.7	327.3	0.96
	18	3.011	13	EK1	Tau gesamt	-32.0	189.0	0.17
	28	3.011	6	EK1	Sigma-v	312.7	327.3	0.96
6 HE A 160   DIN 1025-3:1994								
	82	0.000	10	EK1	Sigma gesamt	-148.6	218.2	0.68
	82	0.000	13	EK1	Tau gesamt	20.7	126.0	0.16
	82	0.000	8	EK1	Sigma-v	148.9	218.2	0.68
7 HE A 120   DIN 1025-3:1994								
	61	6.274	1	EK1	Sigma gesamt	165.9	218.2	0.76
	64	0.000	13	EK1	Tau gesamt	29.6	126.0	0.24
	61	6.274	1	EK1	Sigma-v	165.9	218.2	0.76
9 IPE 360   DIN 1025-5:1994								
	68	3.125	6	EK1	Sigma gesamt	206.4	218.2	0.95
	71	0.000	13	EK1	Tau gesamt	42.0	126.0	0.33
	68	3.125	6	EK1	Sigma-v	206.4	218.2	0.95
10 HE A 140   DIN 1025-3:1994								
	35	0.000	5	EK1	Sigma gesamt	-130.5	218.2	0.60
	35	2.100	13	EK1	Tau gesamt	5.3	126.0	0.04
	35	0.000	5	EK1	Sigma-v	130.5	218.2	0.60

Max: 0.96 ≤ 1

1 - HE A 400 | DIN 1025-3:1994  
Sigma gesamt  
Stab Nr. 22, x: 0.000 m

Min : -188.2 N/mm<sup>2</sup> (6)  
Max : 165.8 N/mm<sup>2</sup> (5)

Bild 4.2: Maske 2.1 Spannungen querschnittsweise

### Querschnitt Nr.

Die Ausgabe ist nach Querschnittsnummern geordnet. Rechts neben der Querschnittsnummer wird die Bezeichnung des Querschnitts angezeigt.

### Stab Nr.

Es wird jeweils die Nummer des Stabes angegeben, der die höchste Ausnutzung für den in Spalte E bezeichneten Spannungstyp aufweist.

### Stelle x

An dieser x-Stelle des Stabes liegt jeweils die maximale Ausnutzung vor. Für die tabellarische Ausgabe werden folgende Stabstellen x verwendet:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß ggf. definierter Stabteilung (siehe RSTAB-Tabelle 1.6)
- Stabteilungen gemäß Vorgabe für Ergebnisverläufe (siehe RSTAB-Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*)
- Extremwerte der Schnittgrößen

## S-Punkt Nr.

Die Bemessung erfolgt an sogenannten Spannungspunkten des Querschnitts. Diese Stellen sind durch Schwerpunktabstände, statische Momente und Dicken der Querschnittsteile definiert, die eine Bemessung nach [Tabelle 3.1](#) und [Tabelle 3.2](#) (siehe [Seite 20](#) bis [Seite 22](#)) ermöglichen.

Alle Standardprofile der Bibliothek sowie die DUENQ- und DICKQ-Querschnitte sind mit Spannungspunkten an den bemessungsrelevanten Stellen des Profils versehen. Bei eigendefinierten Querschnitten müssen die Parameter der Spannungspunkte manuell festgelegt werden, damit die Bemessung mit STAHL möglich ist.



In der Querschnittsgrafik werden die Spannungspunkte mit Nummerierung angezeigt. Der aktuelle Spannungspunkt (d. h. der Spannungspunkt der Zeile, in der sich der Cursor befindet) ist rot gekennzeichnet.



Über die Schaltfläche [Erweiterte Anzeige] können die Kennwerte der Spannungspunkte überprüft werden (siehe [Kapitel 5.2, Seite 38](#)).

## Belastung

Es werden die Nummern der Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen angegeben, deren Schnittgrößen zu den maximalen Ausnutzungen führen.

## Spannungstyp

Es sind die Ausnutzungen infolge der Normalspannung  $\sigma_{\text{gesamt}}$ , der Schubspannung  $\tau_{\text{gesamt}}$  und der Vergleichsspannung  $\sigma_v$  voreingestellt. In [Tabelle 3.1](#), [Tabelle 3.2](#) und [Tabelle 3.3](#) auf [Seite 20](#) bis [Seite 24](#) ist beschrieben, wie diese Spannungen ermittelt werden.



Zur Kontrolle können auch die Komponenten dieser Gesamtspannungen angezeigt werden (siehe [Bild 4.3](#)). Über die links dargestellte Schaltfläche wird der Dialog *Spannungen - Filter* aufgerufen, in dem die Spannungsanteile ausgewählt werden können (siehe [Bild 5.2, Seite 37](#)).

## Spannung vorh

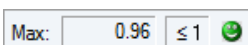
Es werden die Extremwerte der vorhandenen Spannungen ausgegeben, die mit den Gleichungen der [Tabelle 3.1](#), [Tabelle 3.2](#) und [Tabelle 3.3](#) ermittelt wurden (siehe [Seite 20](#) bis [Seite 24](#)).

## Spannung grenz

Hier finden sich die Grenzspannungen der Maske 1.2, Spalte E bis G wieder (siehe [Kapitel 2.2, Seite 7](#)). Im Einzelnen handelt es sich um folgende Beanspruchbarkeiten:

- Grenznormalspannung  $\sigma_x$  als die zulässige Spannung für die Beanspruchung aus Biegung, Normalkraft und Innendruck
- Grenzs Schubspannung  $\tau$  als die zulässige Schubspannung infolge Querkraft und Torsion
- Grenzvergleichsspannung  $\sigma_v$  als die zulässige Vergleichsspannung für die gleichzeitige Wirkung von Normal- und Schubspannungen

## Ausnutzung



In der letzten Spalte wird der Quotient aus vorhandener Spannung und Grenzspannung angegeben. Wird die Grenzspannung eingehalten, so ist die Ausnutzung kleiner oder gleich 1 und der Spannungsnachweis gilt als erfüllt.

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

## 4.2 Spannungen stabsatzweise

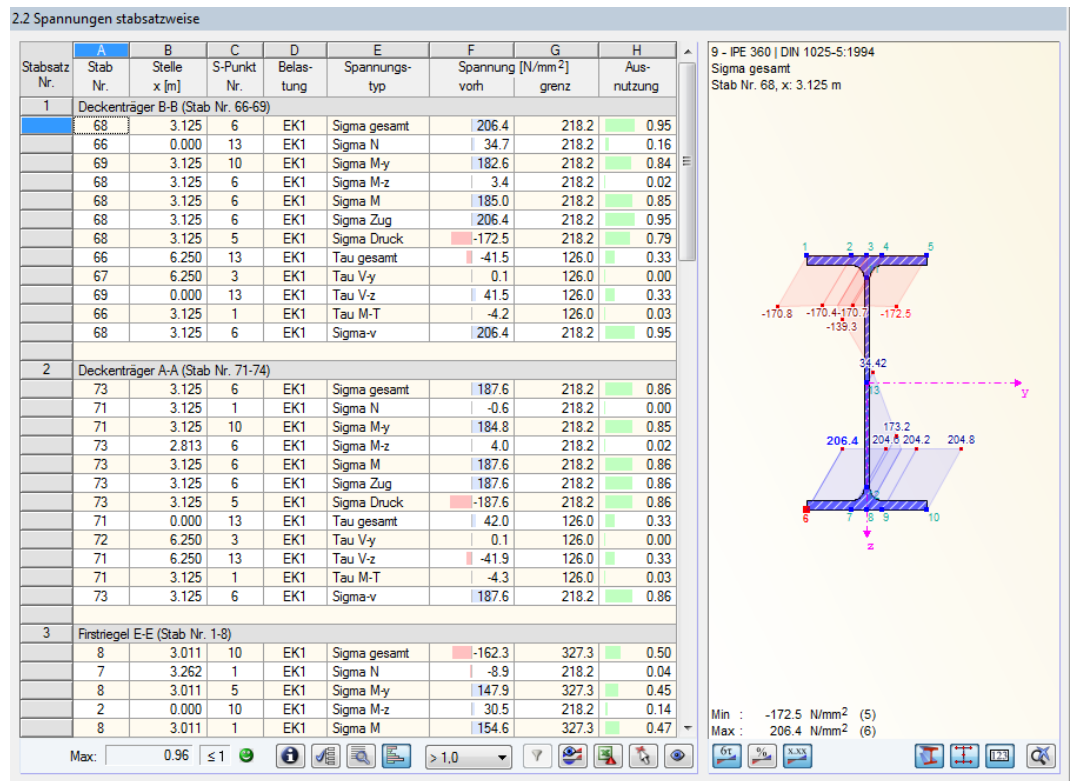


Bild 4.3: Maske 2.2 Spannungen stabsatzweise

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 Spannungsarten aufweist.

Bei der stabsatzweisen Ausgabe liegt der Nachweis übersichtlich für eine Baugruppe vor (z. B. einen Rahmen).

## 4.3 Spannungen stabweise

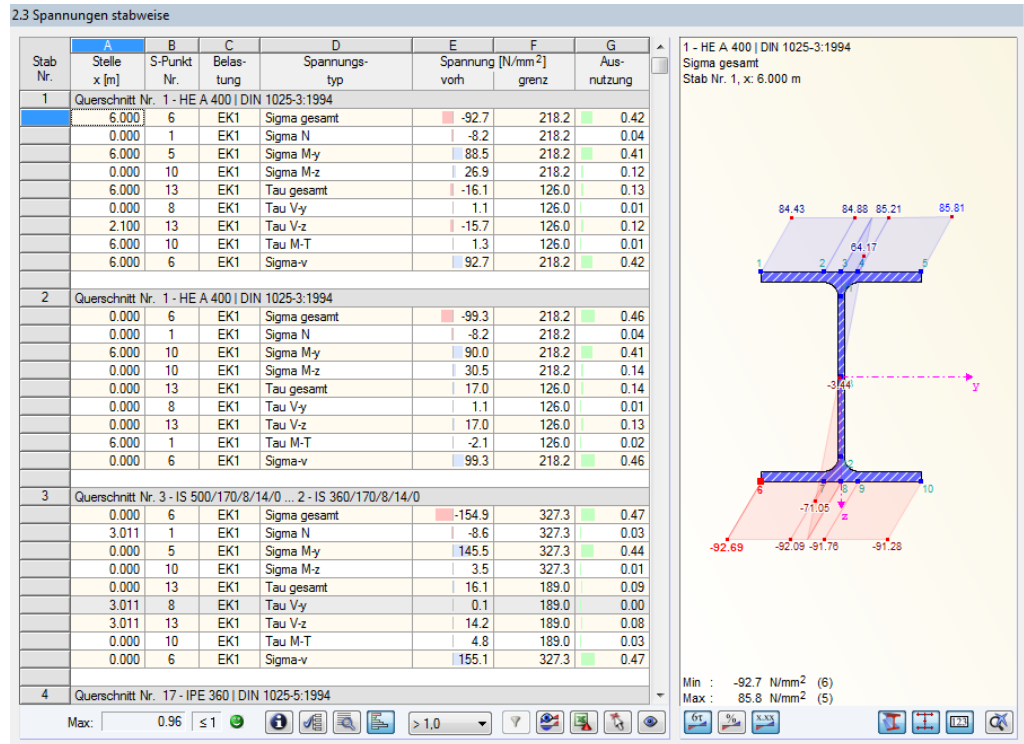


Bild 4.4: Maske 2.3 Spannungen stabweise

Diese Ergebnismaske präsentiert die maximalen Ausnutzungen für die einzelnen Spannungsarten nach Stabnummern geordnet. Die Spalten sind im Kapitel 4.1 auf Seite 27 erläutert.

Liegt eine Voute vor, so werden beide Querschnittsbezeichnungen für den Stab angegeben.

## 4.4 Spannungen x-stellenweise

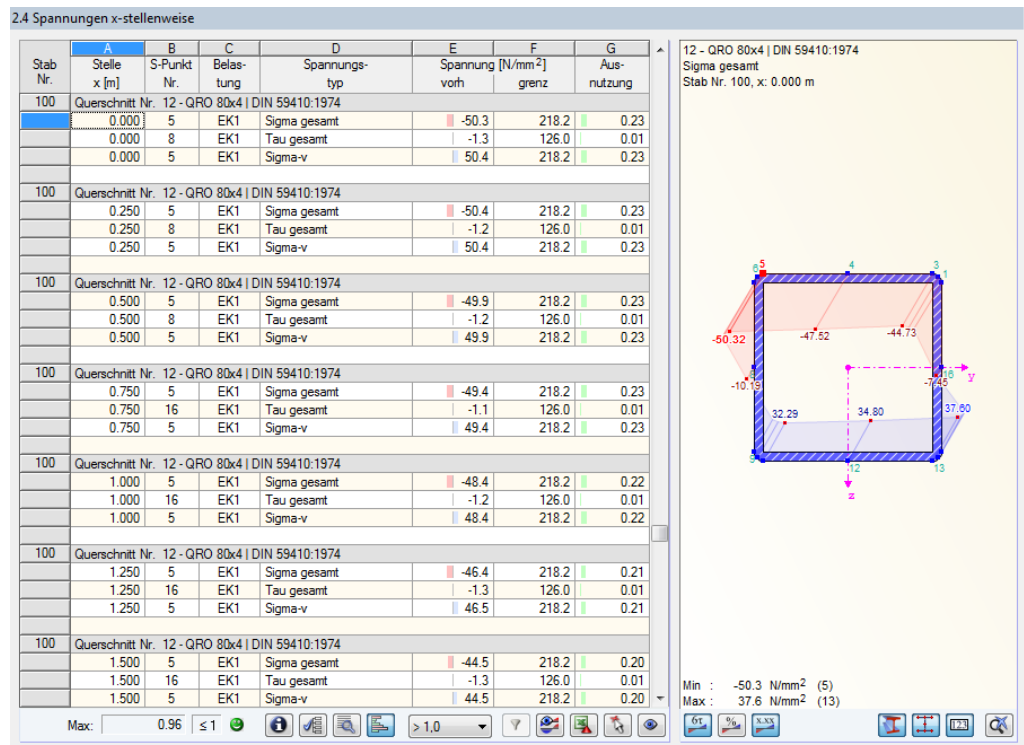


Bild 4.5: Maske 2.4 Spannungen x-stellenweise

Diese Ergebnismaske listet die Maximalspannungen für jeden Stab an sämtlichen Stellen  $x$  auf, die sich aus den Teilungspunkten von RSTAB ergeben:

- Anfangs- und Endknoten
- Teilungspunkte gemäß ggf. definierter Stabteilung (siehe RSTAB-Tabelle 1.6)
- Stabteilungen gemäß Vorgabe für Ergebnisverläufe (siehe RSTAB-Dialog *Berechnungsparameter*, Register *Globale Berechnungsparameter*)
- Extremwerte der Schnittgrößen

## 4.5 Spannungen in jedem Spannungspunkt

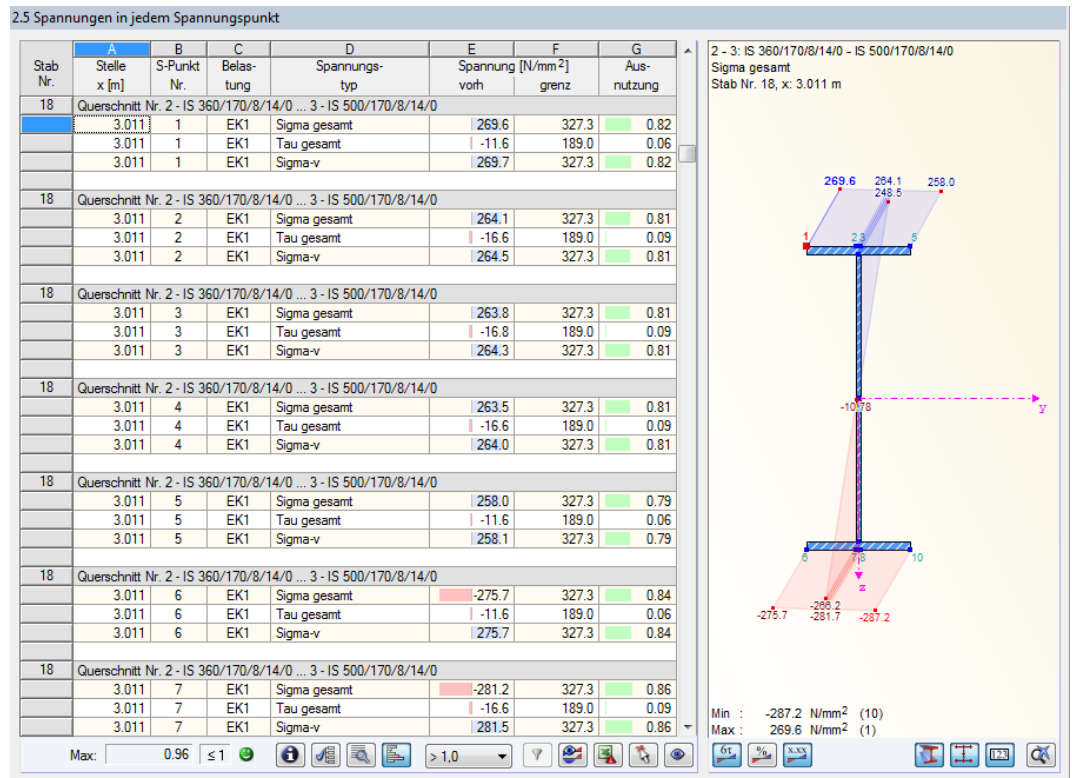


Bild 4.6: Maske 2.5 Spannungen in jedem Spannungspunkt



Diese Ergebnismaske wird standardmäßig nicht angezeigt, da STAHL die Maximalspannungen – und damit die maßgebenden Spannungspunkte – automatisch ermittelt. Auch besteht in den Masken 2.1 bis 2.4 über die Schaltfläche [Erweiterte Anzeige] die Möglichkeit, die Ergebnisse eines jeden Spannungspunkts tabellarisch und grafisch zu überprüfen (siehe [Kapitel 5.2, Seite 38](#)).

Details...

Sollte eine spannungspunktweise Auswertung erforderlich sein, kann die Maske über den Dialog *Details* eingeblendet werden (siehe [Bild 3.1, Seite 16](#)). Dieser Dialog lässt sich in jeder Maske über die entsprechende Schaltfläche aufrufen.

Die Auflistung der Spannungen erfolgt für jeden Stab nach *Stelle x* und *Spannungspunkt* geordnet. Im [Kapitel 4.1 auf Seite 27](#) sind die einzelnen Spalten der Maske erläutert.



## 4.6 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

3.1 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

Stab Nr.	A Stelle x [m]	B Belastung	D Kräfte [kN]			G Momente [kNm]		
			C N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>T</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
1	6.000	LK9	-54.69	0.49	-60.66	-0.08	-204.52	-0.44
2	0.000	LK12	-130.16	-5.20	61.36	-0.03	-164.31	-11.42
3	0.000	LK12	-64.92	-0.19	48.68	0.10	-203.37	-0.35
4	0.000	LK9	-63.77	-0.35	36.39	-0.08	-76.05	-0.28
5	4.705	LK12	-60.93	0.33	1.79	-0.10	77.49	0.34
6	0.000	LK11	-61.06	-0.59	4.76	0.21	75.45	-0.96
7	3.262	LK11	-64.72	0.11	-36.68	0.10	-78.63	-0.16
8	3.011	LK11	-66.13	-0.10	-49.13	-0.05	-207.85	0.90
11	6.000	LK9	-89.74	0.46	-91.77	-0.14	-336.66	-0.29
12	6.000	LK11	-97.41	-0.04	69.38	-0.08	382.86	0.27
13	0.000	LK9	-98.28	0.00	70.66	-0.08	-336.72	0.13
14	0.000	LK9	-96.38	-0.16	69.05	-0.06	-141.34	-0.27
15	5.378	LK11	-84.16	0.12	1.31	-0.06	156.32	0.56
16	0.941	LK6	-75.95	-0.26	-0.15	0.06	157.30	0.16
17	3.262	LK11	-72.18	-0.10	-68.52	0.08	-143.04	0.01
18	3.011	LK11	-75.17	-0.15	-90.81	-0.10	-383.03	0.78
21	6.000	LK12	-111.17	-0.59	-102.27	0.20	-372.57	0.49
22	0.000	LK15	-178.15	-0.25	136.96	0.02	-402.74	-1.58
23	0.000	LK12	-110.48	-0.07	89.50	0.26	-372.70	-0.24
24	0.000	LK12	-107.56	0.04	67.69	0.11	-135.84	0.18
25	5.333	LK12	-95.05	-0.03	-1.18	0.02	154.34	-0.35
26	0.896	LK12	-107.66	0.14	-0.88	-0.05	152.18	-0.02
27	3.262	LK11	-134.86	0.02	-69.54	0.02	-161.17	0.10
28	3.011	LK12	-138.14	0.24	-91.39	0.00	-404.22	-1.19
31	3.000	LK12	-222.37	-2.10	72.81	-0.09	187.71	0.76
32	3.000	LK12	-98.36	0.18	-176.74	0.14	-343.44	0.30
33	0.000	LK29	-216.25	5.02	-0.09	0.00	0.22	3.17
34	0.000	LK19	-1.18	0.23	-0.04	0.00	0.15	0.83
35	0.000	LK25	-216.46	5.05	-0.10	0.00	0.35	3.30
36	0.000	LK22	-1.36	0.20	-0.06	0.00	0.23	0.81
37	0.000	LK25	-216.24	4.93	-0.09	0.00	0.20	3.32
38	0.000	LK22	-1.18	0.28	-0.04	0.00	0.15	1.02
39	3.000	LK11	-222.76	-0.32	-63.94	0.04	-194.07	-0.75
40	3.000	LK11	-98.56	-0.08	178.80	-0.05	348.43	-0.13

Bild 4.7: Maske 3.1 Maßgebende Schnittgrößen stabweise

Details...

Diese Maske weist für jeden Stab die maßgebenden Schnittgrößen aus. Hierbei handelt es sich um die Schnittgrößen, deren Spannungen zur höchsten Ausnutzung führen. Sie sind per Voreinstellung auf die maximale Vergleichsspannung  $\sigma_v$  bezogen. Im Dialog *Details* (siehe Bild 3.1, Seite 16), der über die gleichnamige Schaltfläche zugänglich ist, kann ein anderer Spannungstyp festgelegt werden.

Die Berechnungsart für Ergebniskombinationen *Spannungen einzelner Lastfälle berechnen und dann überlagern* (siehe Bild 3.1, Seite 16) verhindert, die EK-Ergebniszeilen der RSTAB-Tabelle 4.1 *Stäbe - Schnittgrößen* direkt zu verwenden. Stattdessen werden die für jeden Lastfall ermittelten Druck-, Zug- und Schubspannungen gemäß EK-Überlagerungskriterium addiert. Eine Ausnahme bildet die Vergleichsspannung  $\sigma_v$ , denn diese wird mit den EK-Anteilen von  $\sigma_{gesamt}$  und  $\tau_{gesamt}$  ermittelt. Daher sind die maßgebenden Schnittgrößen bei Ergebniskombinationen nicht unmittelbar transparent.

### 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 die Torsions- und Biegemomente ausgewiesen, die beim Spannungsnachweis zur höchsten Ausnutzung führen.

## 4.7 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

Stabsatz Nr.	A	B	C	D		E	F	G		H	I
	Stelle x [m]	Belastung	N	Kräfte [kN]		V <sub>z</sub>	M <sub>T</sub>	Momente [kNm]		M <sub>z</sub>	
				V <sub>y</sub>				M <sub>y</sub>			
1	3.125	LK26	169.34	0.00	0.00	0.00	0.02	163.37	0.29		
2	3.125	LK30	0.04	0.00	0.00	0.02	167.00	0.34			
3	3.011	LK11	-66.13	-0.10	-49.13	-0.05	-207.85	0.90			
4	3.000	LK12	-98.36	0.18	-176.74	0.14	-343.44	0.30			
5	0.000	LK29	-216.25	5.02	-0.09	0.00	0.22	3.17			
6	0.000	LK25	-216.46	5.05	-0.10	0.00	0.35	3.30			
7	0.000	LK25	-216.24	4.93	-0.09	0.00	0.20	3.32			
8	3.000	LK11	-98.56	-0.08	178.80	-0.05	348.43	-0.13			

Bild 4.8: Maske 3.2 Maßgebende Schnittgrößen stabsatzweise

Diese Maske weist für jeden Stabsatz die Schnittgrößen aus, die zu den höchsten Ausnutzungen führen.

## 4.8 Stückliste stabweise

Abschließend erscheint eine Bilanz der im Bemessungsfall behandelten Querschnitte.

4.1 Stückliste stabweise

Position Nr.	A Querschnitts- bezeichnung	B Anzahl Stäbe	C Länge [m]	D Gesamtlänge [m]	E Oberfläche [m <sup>2</sup> ]	F Volumen [m <sup>3</sup> ]	G Spez. Gewicht [kg/m]	H Masse [kg]	Gesamtmasse [t]
1	1 - HE A 400   DIN 1025-3:1994	6	6.00	36.00	68.76	0.57	124.82	748.89	4.493
2	2 - IS 360/170/8/14/0 ... 3 - IS 500/170/8/14/0	8	3.01	24.09	36.71	0.19	62.61	188.54	1.508
3	17 - IPE 360   DIN 1025-5:1994	8	3.26	26.10	35.31	0.19	57.07	186.19	1.490
4	17 - IPE 360   DIN 1025-5:1994	8	6.27	50.19	67.91	0.36	57.07	358.05	2.864
5	1 - HE A 400   DIN 1025-3:1994	4	3.00	12.00	22.92	0.19	124.82	374.45	1.498
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	16 - Rechteck 200/200	3	3.00	9.00	7.20	0.36	100.00	300.00	0.900
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	7 - HE A 120   DIN 1025-3:1994	4	6.27	25.10	16.99	0.06	19.86	124.60	0.498
14	9 - IPE 360   DIN 1025-5:1994	8	6.25	50.00	67.65	0.36	57.07	356.68	2.853
15	6 - HE A 160   DIN 1025-3:1994	2	6.55	13.09	11.86	0.05	30.46	199.38	0.399
16	6 - HE A 160   DIN 1025-3:1994	1	7.09	7.09	6.43	0.03	30.46	216.07	0.216
17	12 - QRO 80x4   DIN 59410:1974	25	5.00	125.00	39.13	0.15	9.42	47.10	1.178
18	13 - RD 24   DIN 1013-1	4	7.81	31.24	2.36	0.01	3.55	27.71	0.111
19	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	427.91	2.74			19.581

Bild 4.9: Maske 4.1 Stückliste stabweise

Details...

In der Liste sind per Voreinstellung nur die bemessenen Stäbe erfasst. Wird eine Stückliste für alle Stäbe des Modells benötigt, so kann dies im Dialog *Details* geändert werden (siehe Bild 3.1, Seite 16).

### Position Nr.

Das Programm vergibt Positionsnummern für gleichartige Stäbe.

### Querschnittsbezeichnung

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 der Querschnitte 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 2.9, Seite 13](#)).

## Volumen

Das Volumen einer Position ermittelt sich aus der Querschnittsfläche und der Gesamtlänge.

## Spez. Gewicht

Das *Spezifische Gewicht* stellt die auf einen Meter Länge bezogene Masse des Querschnitts dar. Bei Voutenquerschnitten werden die beiden Profilkennwerte gemittelt.

## 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.

## 4.9 Stückliste stabsatzweise

4.2 Stückliste stabsatzweise

Position Nr.	A Stabsatz- Bezeichnung	B Anzahl Stabsatz	C Länge [m]	D Gesamtlänge [m]	E Oberfläche [m <sup>2</sup> ]	F Volumen [m <sup>3</sup> ]	G Spez. Gewicht [kg/m]	H Masse [kg]	I Gesamtmasse [t]
1	Deckenträger B-B	1	25.00	25.00	33.83	0.18	57.07	1426.74	1.427
2	Deckenträger A-A	1	25.00	25.00	33.83	0.18	57.07	1426.74	1.427
3	Firstriegel E-E	1	37.10	37.10	57.90	0.38	79.88	2963.35	2.963
4	Stütze 1-1	1	6.00	6.00	11.46	0.10	124.82	748.89	0.749
5	Stütze 2-2	1	6.55	6.55	5.20	0.02	24.65	161.35	0.161
6	Stütze 3-3	1	7.09	7.09	5.63	0.02	24.65	174.86	0.175
7	Stütze 4-4	1	6.55	6.55	5.20	0.02	24.65	161.35	0.161
8	Stütze 5-5	1	6.00	6.00	11.46	0.10	124.82	748.89	0.749
<b>Summe</b>		8		119.28	164.50	1.00			7.812

Bild 4.10: 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 [Kapitel 4.8](#) erläutert. Bei unterschiedlichen Querschnitten im Stabsatz werden Oberfläche, Volumen und spezifisches Gewicht gemittelt.

# 5 Ergebnisauswertung

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, die Spannungen und Ausnutzungen auszuwerten. Hierzu sind auch die Schaltflächen am Ende der Tabelle hilfreich.

2.1 Spannungen querschnittsweise

Quersch. Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H
Stab Nr.	Stelle x [m]	S-Punkt Nr.	Belastung	Spannungstyp	Spannung [N/mm <sup>2</sup> ]	Ausnutzung		
1 HE A 360   DIN 1025-3:1994								
22	0.000	6	EK1	Sigma gesamt	-228.5	218.2	1.05	
40	0.000	13	EK1	Tau gesamt	58.0	126.0	0.46	
22	0.000	6	EK1	Sigma-v	228.5	218.2	1.05	
9 IPE 360   DIN 1025-3:1994								
68	3.125	6	EK1	Sigma gesamt	206.4	218.2	0.95	
71	0.000	13	EK1	Tau gesamt	41.9	126.0	0.33	
68	3.125	6	EK1	Sigma-v	206.4	218.2	0.95	
10 HE A 140   DIN 1025-3:1994								
35	0.000	5	EK1	Sigma gesamt	-130.5	218.2	0.60	
35	2.100	13	EK1	Tau gesamt	5.3	126.0	0.04	
35	0.000	5	EK1	Sigma-v	130.5	218.2	0.60	
17 IPE 360   DIN 1025-3:1994								
6	0.000	1	EK1	Sigma gesamt	-99.7	218.2	0.46	
7	3.262	13	EK1	Tau gesamt	-16.6	126.0	0.13	
6	0.000	1	EK1	Sigma-v	100.4	218.2	0.46	
2/3 IS 360/170/8/14/0 - IS 500/170/8/14/0								
8	3.011	10	EK1	Sigma gesamt	-162.3	327.3	0.50	
8	3.011	13	EK1	Tau gesamt	-17.7	189.0	0.09	
8	3.011	10	EK1	Sigma-v	162.3	327.3	0.50	
3/2 IS 500/170/8/14/0 - IS 360/170/8/14/0								
3	0.000	6	EK1	Sigma gesamt	-154.9	327.3	0.47	
3	0.000	13	EK1	Tau gesamt	16.1	189.0	0.09	
3	0.000	6	EK1	Sigma-v	155.1	327.3	0.47	

1 - HE A 360 | DIN 1025-3:1994  
Sigma gesamt  
Stab Nr. 22, x: 0.000 m

Min : -228.5 N/mm<sup>2</sup> (6)  
Max : 203.5 N/mm<sup>2</sup> (5)

Bild 5.1: Schaltflächen zur Ergebnisauswertung

Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Querschnittsinfo	Öffnet den Dialog <i>Info über Querschnitt</i> → <a href="#">Bild 2.9, Seite 13</a>
	Spannungsauswahl	Öffnet den Dialog <i>Spannungen - Filter</i> → <a href="#">Kapitel 5.1, Seite 37</a>
	Erweiterte Anzeige	Öffnet den Dialog <i>Querschnittswerte und Spannungsverlauf</i> → <a href="#">Kapitel 5.2, Seite 38</a>
	Relationsbalken	Blendet die farbigen Bezugsskalen in den Ergebnismasken ein und aus
	Filterparameter	Beschreibt das Kriterium, nach dem die Ausgabe in den Tabellen gefiltert wird: Ausnutzungen größer als 1, Maximalwert oder benutzerdefinierte Schranke
	Filter anwenden	Stellt nur Zeilen dar, für die die Filterparameter gelten (Ausnutzungen > 1, Maximalwert oder benutzerdefinierter Wert)
	Ergebnisverläufe	Öffnet das Diagramm <i>Ergebnisverläufe im Stab</i> → <a href="#">Kapitel 5.4, Seite 43</a>
	Excel-Export	Exportiert die Tabelle nach MS Excel → <a href="#">Kapitel 7.4.2, Seite 55</a>

	Stabauswahl	Ermöglicht die grafische Auswahl eines Stabes, um dessen Ergebnisse in der Tabelle anzuzeigen
	Ansichtsmodus	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 Auswahl der Spannungen

In den Ergebnismasken sind folgende Spannungsarten voreingestellt:

- Normalspannung  $\sigma_{\text{gesamt}}$
- Schubspannung  $\tau_{\text{gesamt}}$
- Vergleichsspannung  $\sigma_v$



Über der Schaltfläche [Auswahl] besteht die Möglichkeit, weitere Spannungskomponenten zu aktivieren. Damit lassen sich die Anteile überprüfen, die in die Gesamtspannungen einfließen. Die Schaltfläche befindet sich am Ende der Tabelle (siehe Bild 5.1).

Es erscheint der Dialog *Spannungen - Filter* zur Auswahl der Spannungsarten.

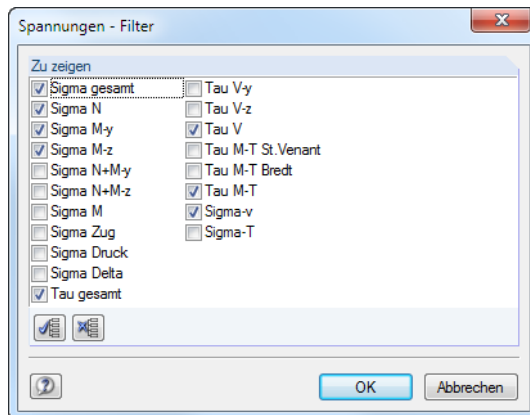


Bild 5.2: Dialog *Spannungen - Filter*

Die Spannungsarten sind in [Tabelle 3.1](#) und [Tabelle 3.2](#) auf [Seite 20](#) bis [Seite 22](#) erläutert.

Die beiden Schaltflächen erleichtern die Auswahl:

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Alles selektieren	Hakt alle Spannungsarten-Kontrollfelder an
	Alles deselektieren	Entfernt das Häkchen von allen Kontrollfeldern

Tabelle 5.2: Schaltflächen im Dialog *Spannungen - Filter*



Die Analyse erfolgt für jeden einzelnen Spannungspunkt. Daher dürfen bei einer kombinierten Betrachtung (z. B.  $\sigma_{\text{gesamt}}$ ) nicht die Maximalwerte der Spannungskomponenten addiert werden: Diese treten meist an unterschiedlichen Spannungspunkten auf. Es müssen die Spannungsanteile überlagert werden, die im gleichen Spannungspunkt vorliegen!



Die Vorgaben des Dialogs *Spannungen - Filter* wirken sich auch auf das Ausdruckprotokoll aus: Im Ausdruck erscheinen nur Spannungsarten, die in den Ergebnistabellen angezeigt werden.

## 5.2 Ergebnisse am Querschnitt

Die Tabellenergebnisse sind durch eine dynamische Spannungsgrafik illustriert. Diese Grafik zeigt den Spannungsverlauf am Querschnitt an, der an der aktuellen x-Stelle für die jeweilige Spannungsart vorliegt. Wird in der Tabelle eine andere x-Stelle oder Spannungsart per Mausklick selektiert, so aktualisiert sich die Anzeige. Der maßgebende Spannungspunkt ist in der Grafik rot markiert.



In der Grafik lassen sich sowohl Spannungen als auch Ausnutzungen darstellen.

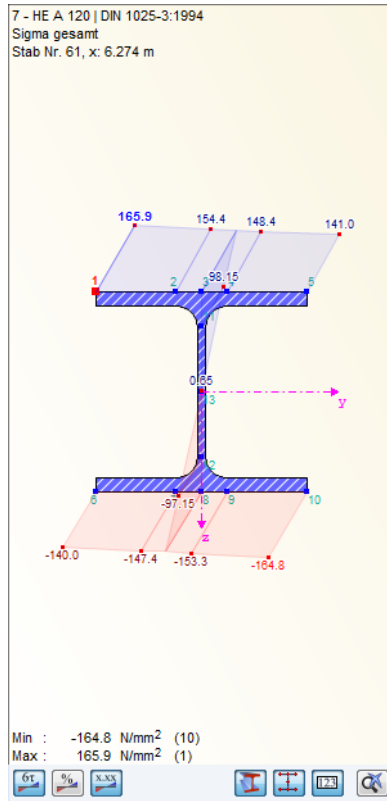


Bild 5.3: Verlauf der Normalspannungen am Querschnitt

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Spannungsverlauf	Blendet die Anzeige der Spannungen ein und aus
	Ausnutzung	Blendet die Anzeige der Ausnutzungen ein und aus
	Werte	Schaltet die Ergebniswerte ein und aus
	Querschnittskontur	Blendet den Profilmriss ein und aus
	Spannungspunkte	Blendet die Spannungspunkte ein und aus
	Nummerierung	Blendet die Nummern der Spannungspunkte ein und aus
	Zoom aufheben	Stellt die Gesamtansicht der Ergebnisgrafik wieder her

Tabelle 5.3: Grafik-Schaltflächen in den Ergebnismasken 2.1 bis 2.5

Die Anzeige kann mit dem Scrollrad der Maus vergrößert und verkleinert werden. Per Drag-and-Drop lässt sich die Grafik verschieben. Die Schaltfläche stellt die Gesamtansicht wieder her.

## Erweiterte Anzeige der Spannungen und Ausnutzungen



Die Schaltfläche [Erweiterte Anzeige] ermöglicht eine gezielte Auswertung der Ergebnisse für jeden Spannungspunkt. Sie ruft den Dialog *Querschnittswerte und Spannungsverlauf* auf.

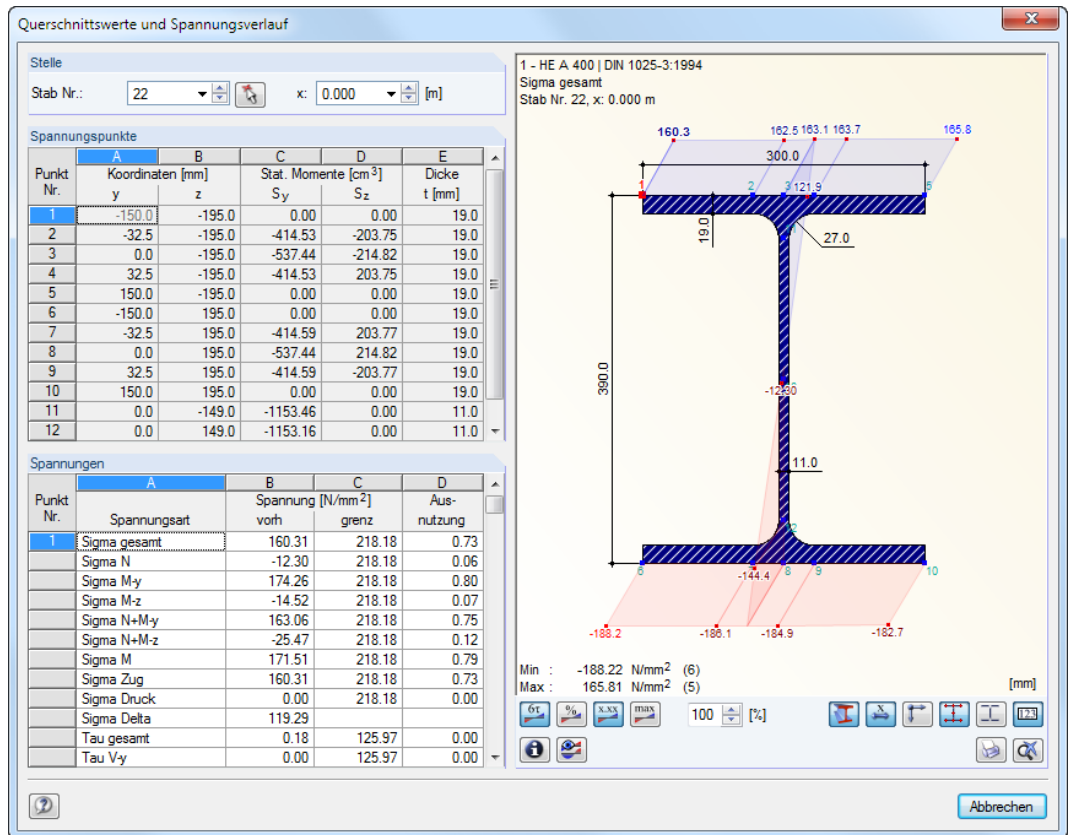


Bild 5.4: Dialog *Querschnittswerte und Spannungsverlauf*

Im Abschnitt *Stelle* sind die aktuelle *Stabnummer* und *Stelle x* am Stab voreingestellt. Es können in der Liste auch andere Stäbe oder x-Stellen gewählt werden.

Der Abschnitt *Spannungspunkte* listet alle Spannungspunkte des Querschnitts auf. In den Spalten *Koordinaten* werden jeweils die Schwerpunktabstände  $e_y$  und  $e_z$  angegeben, in den Spalten *Statische Momente* die Flächenmomente 1. Grades  $S_y$  und  $S_z$ . Die letzte Spalte weist die *Dicke t* des Querschnittsteils aus, die für die Ermittlung der Schubspannungen benötigt wird.

Im Abschnitt *Spannungen* werden sämtliche Spannungen am aktuellen (im Abschnitt oben selektierten) Spannungspunkt angegeben. Auch in diesem Dialog ist es möglich, eine Spannungsart per Mausklick auszuwählen, um deren Verläufe in der Grafik anzuzeigen.

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind zum Großteil mit denen der Ergebnismasken identisch (siehe [Tabelle 5.3, Seite 38](#)). Sie werden wie üblich durch *Quick-Infos* erläutert. Über die Schaltfläche kann die aktuelle Spannungsgrafik ausgedruckt werden (siehe [Kapitel 6.2.1, Seite 46](#)).



### 5.3 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 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.

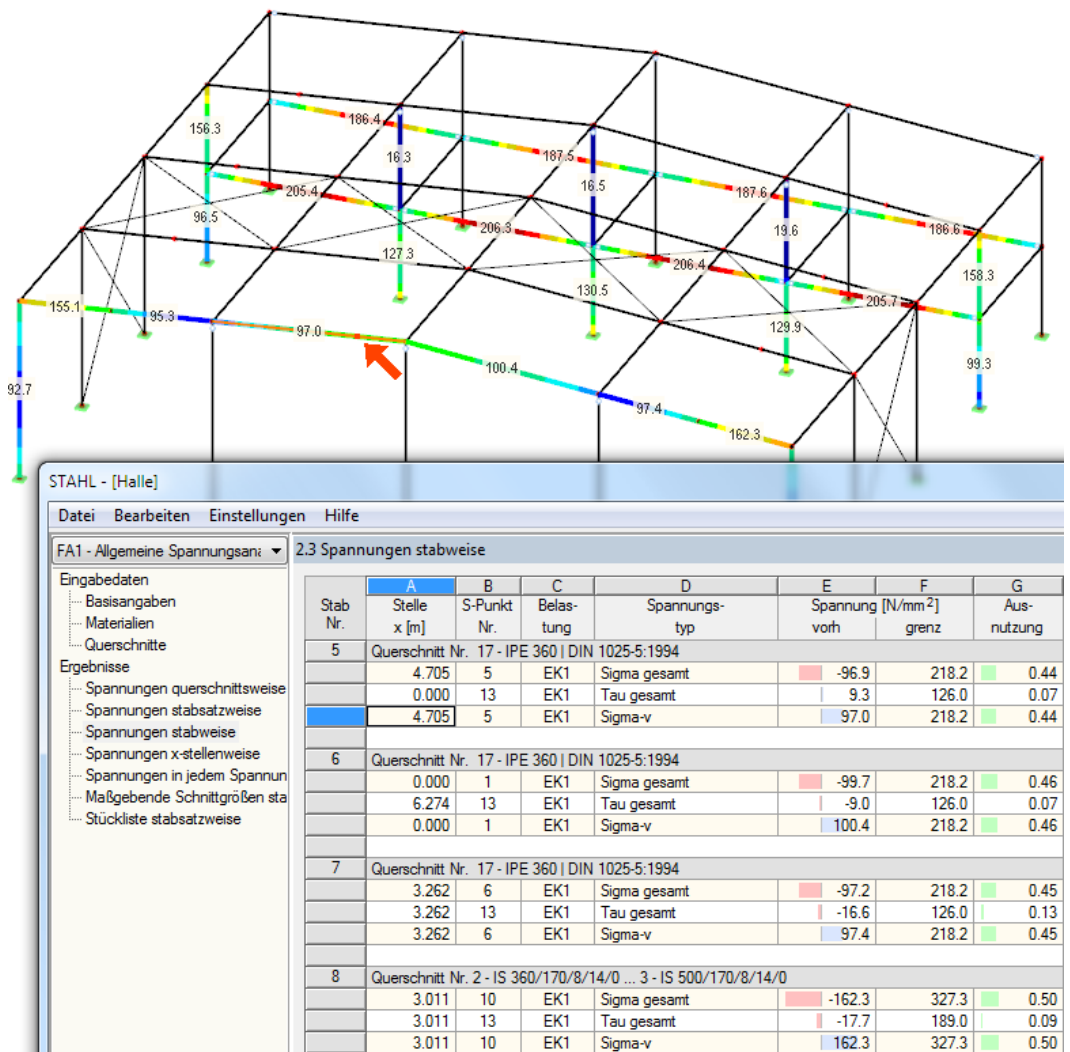


Bild 5.5: Kennzeichnung des Stabes und der aktuellen Stelle x im RSTAB-Modell

**Information**

Sie befinden sich im Ansichtsmodus.

Zurück

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

Mit [Zurück] erfolgt die Rückkehr zur aktuellen STAHL-Maske.

Grafik

### RSTAB-Arbeitsfenster

Die Spannungen und Ausnutzungen 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 Ergebnisse wie die Schnittgrößen eines Lastfalls dargestellt.

Der *Ergebnisse*-Navigator ist an die Ergebnisse des Moduls STAHL angepasst. Dort stehen die diversen Spannungsarten sowie die Ausnutzungen bezogen auf die einzelnen Spannungsanteile zur Auswahl.

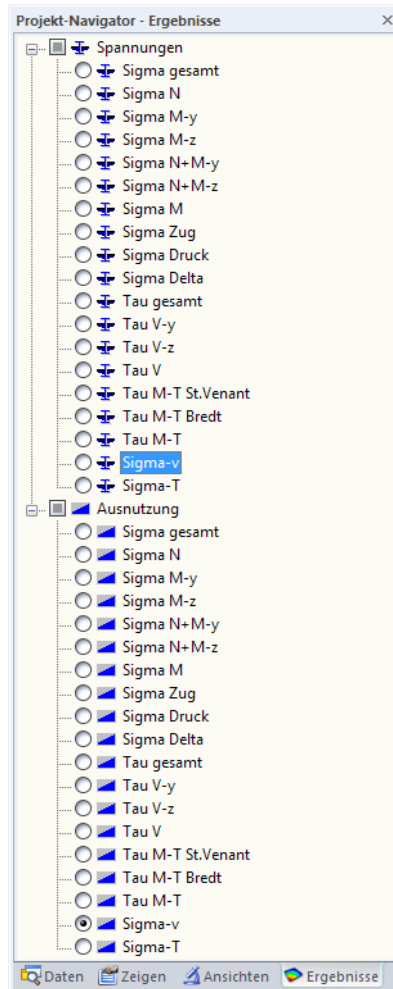


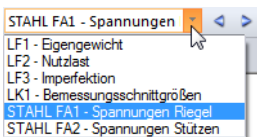
Bild 5.6: *Ergebnisse*-Navigator für STAHL



Analog zur Schnittgrößenanzeige blendet die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] die Darstellung der Bemessungsergebnisse ein oder aus. Die Schaltfläche [Ergebnisse mit Werten anzeigen] steuert die Anzeige der Ergebniswerte.



Da die RSTAB-Tabellen für die Auswertung der Spannungen und Ausnutzungen nicht relevant sind, können sie ausgeblendet werden.



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

Die Ergebnisdarstellung kann im *Zeigen-Navigator* mit den Optionen für **Ergebnisse** → **Stäbe** gesteuert werden. Als Standard werden Spannungen und Ausnutzungen *Zweifarb* angezeigt.

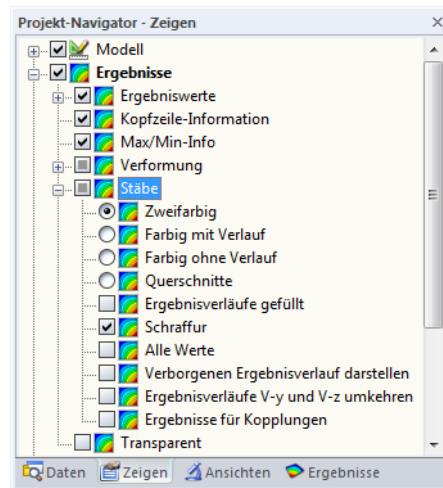


Bild 5.7: Zeigen-Navigator: *Ergebnisse* → *Stäbe*



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.

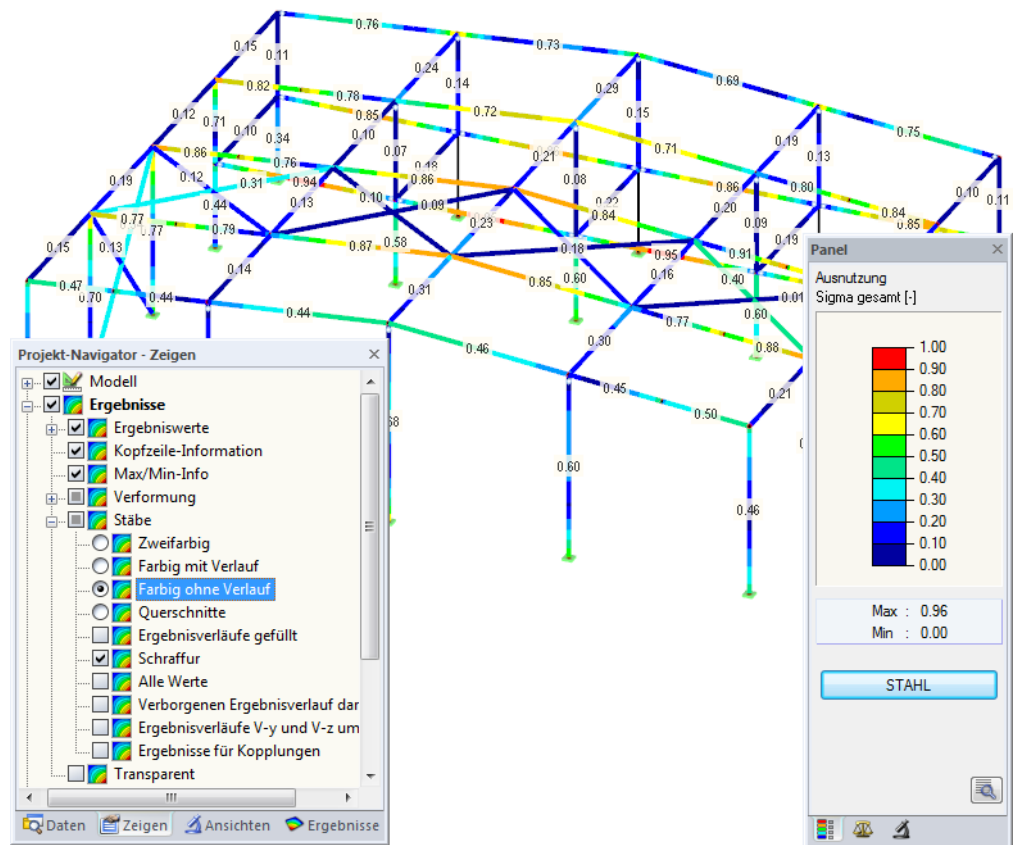
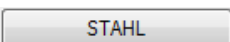


Bild 5.8: Ausnutzungsgrade mit Anzeigeoption *Farbig ohne Verlauf*



Die Grafiken der Spannungen und Ausnutzungen können direkt gedruckt oder in das Ausdruckprotokoll übergeben werden (siehe [Kapitel 6.2.2, Seite 48](#)).



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

### 5.4 Ergebnisverläufe

Die Ergebnisverläufe eines Stabes oder Stabsatzes können auch im Ergebnisdiagramm grafisch ausgewertet werden.



Selektieren Sie den Stab oder Stabsatz in der STAHL-Ergebnismaske mit einem Klick in die entsprechende Tabellenzeile. Rufen Sie dann den Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* über die links gezeigte Schaltfläche auf. Sie befindet sich am Ende der Tabelle (siehe Bild 5.1, Seite 36).

In der RSTAB-Grafik sind die Ergebnisverläufe zugänglich über das Menü

**Ergebnisse** → **Ergebnisverläufe an selektierten Stäben**



oder die entsprechende Schaltfläche in der RSTAB-Symbolleiste.

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

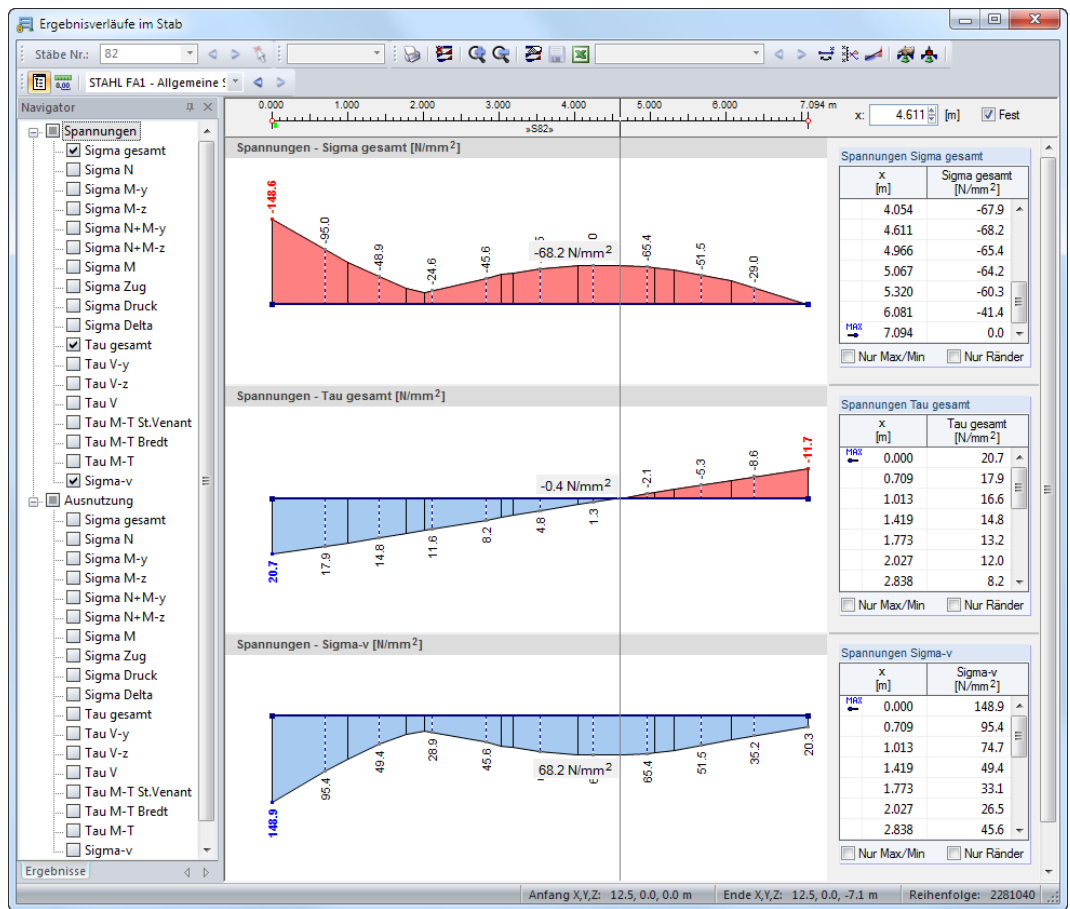
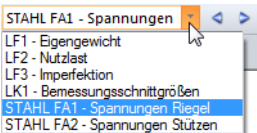


Bild 5.9: Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*



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

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

Mit der Schaltfläche können die Diagramme der Spannungen und Ausnutzungen auf den Drucker geleitet oder in das Ausdruckprotokoll übergeben werden (siehe Kapitel 6.2.3, Seite 49)

## 5.5 Filter für Ergebnisse

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

### Filtern von Nachweisen



Die Ausnutzungen lassen sich als Filterkriterium im RSTAB-Arbeitsfenster nutzen, das über die Schaltfläche [Grafik] zugänglich ist. Hierfür muss das Panel angezeigt werden. Sollte es nicht dargestellt werden sein, kann es eingeblendet werden über das RSTAB-Menü

**Ansicht** → **Steuerpanel**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.



Die Filtereinstellungen für Ergebnisse sind im Panel-Register *Farbspektrum* vorzunehmen. Da dieses Register bei der zweifarbigen Anzeige nicht verfügbar ist, muss im *Zeigen*-Navigator auf die Darstellungsart *Farbig mit/ohne Verlauf* oder *Querschnitte* umgeschaltet werden.

Das Panel ist im Kapitel 3.4.6 des RSTAB-Handbuchs beschrieben.

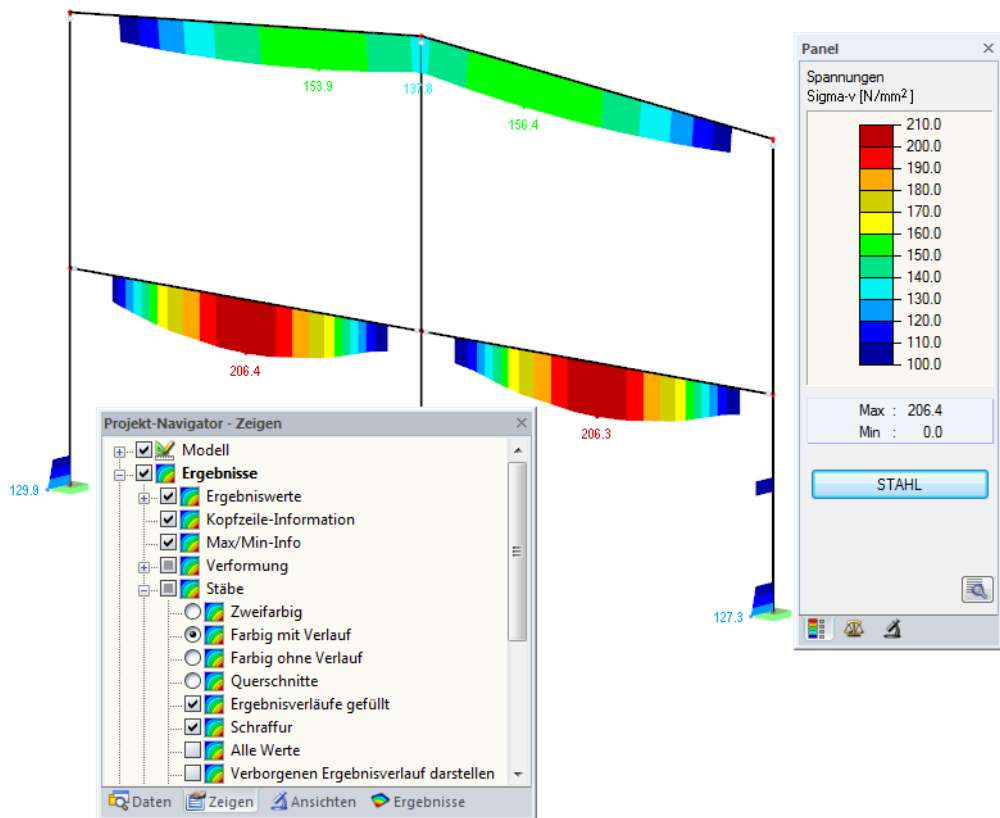


Bild 5.10: Filtern der Vergleichsspannungen mit angepasster Farbskala

Wie das Bild 5.10 zeigt, kann die Werteskala des Panels so eingestellt werden, dass nur Vergleichsspannungen größer als  $100 \text{ N/mm}^2$  in den Farbbereichen zwischen blau und rot angezeigt werden. Die Skala wurde so angepasst, dass ein Farbbereich  $10 \text{ N/mm}^2$  abdeckt.

Mit der Option *Verborgenen Ergebnisverlauf darstellen* im *Zeigen*-Navigator (**Ergebnisse** → **Stäbe**) lassen sich alle Ausnutzungsverläufe einblenden, die nicht im Bereich der Werteskala liegen. Solche Verläufe werden dann strichlinienhaft dargestellt.

## Filtern von Stäben



Im Register *Filter* des Steuerpanels können die Nummern bestimmter Stäbe festgelegt werden, um nur deren Ergebnisse anzuzeigen. Diese Funktion ist im Kapitel 9.7.3 des RSTAB-Handbuchs beschrieben.

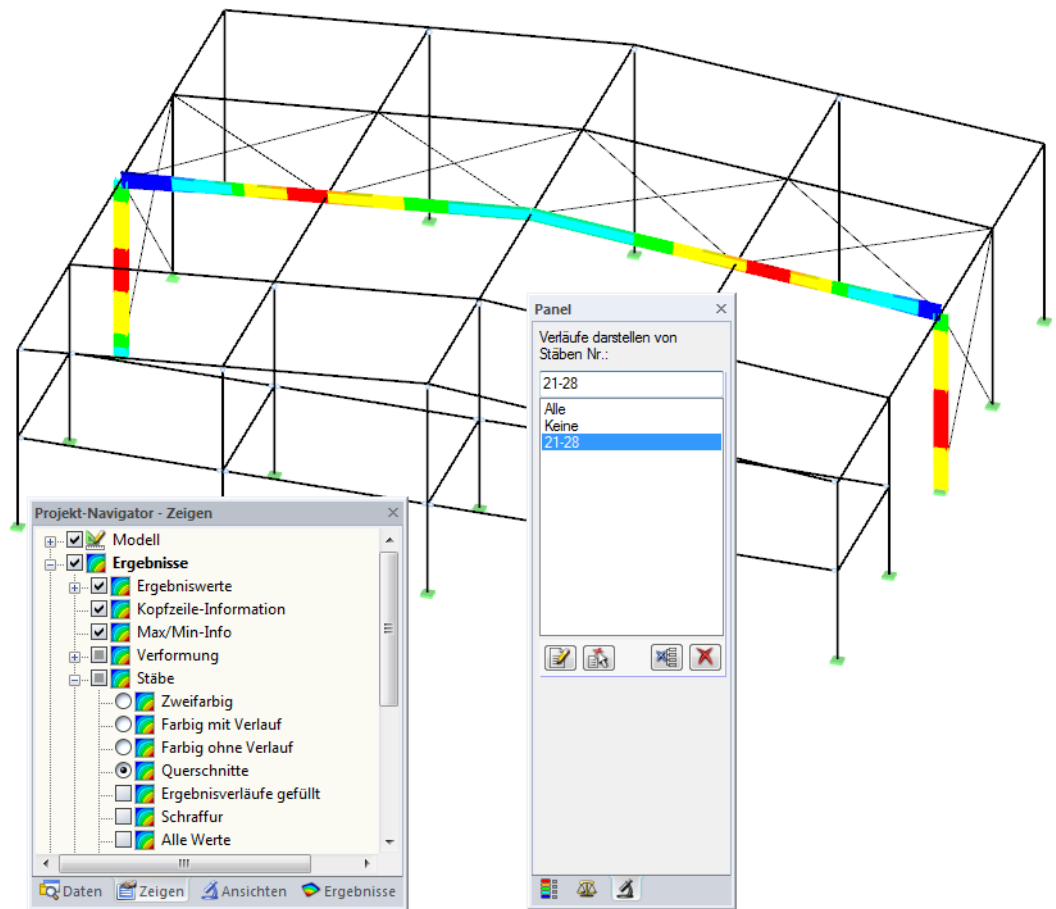


Bild 5.11: Stabfilter für Normalspannungen eines Hallenrahmens

Anders als bei einer *Sichtbarkeit* wird das Modell vollständig dargestellt. Das Bild oben zeigt die Normalspannungen eines Hallenrahmens. Die übrigen Stäbe werden im Modell mit dargestellt, sind in der Anzeige jedoch ohne Spannungen.

# 6 Ausdruck

## 6.1 Ausdruckprotokoll

RSTAB erzeugt für die Daten des Moduls STAHL ein Ausdruckprotokoll, das mit Grafiken und Texten ergänzt werden kann. Über die Selektion im Ausdruckprotokoll lässt sich steuern, welche Daten des Bemessungsmoduls im Ausdruck erscheinen.



Das Ausdruckprotokoll ist im RSTAB-Handbuch beschrieben. Das Kapitel 10.1.3.5 *Selektion der Zusatzmodul-Daten* erläutert, wie die Ein- und Ausgabedaten von Zusatzmodulen für den Ausdruck aufbereitet werden können.



Im Ausdruckprotokoll werden nur die Spannungsarten ausgewiesen, die in den STAHL-Ergebnismasken zu sehen sind. Um daher z. B. die Spannungen infolge Normalkraft zu drucken, sind in STAHL die Spannungen  $\sigma_N$  für die Anzeige zu aktivieren. Die [Auswahl der Spannungen] ist im Kapitel 5.1 auf Seite 37 beschrieben.



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

## 6.2 Grafikausdruck

### 6.2.1 Ergebnisse am Querschnitt



Die Druckfunktion ist über den Dialog *Querschnittswerte und Spannungsverlauf* zugänglich. Dieser Dialog lässt sich in den Ergebnismasken über die Schaltfläche [Erweiterte Anzeige] aufrufen. Sie befindet sich am Ende der Tabellen (siehe Bild 5.1, Seite 36).



Im Dialog *Querschnittswerte und Spannungsverlauf* (siehe Bild 5.4, Seite 39) sind der Stab, die Stelle x und die Spannungsart einzustellen, deren Verlauf gedruckt werden soll. Ein Klick auf die Schaltfläche [Drucken] rechts unterhalb der Grafik öffnet dann folgenden Druckdialog.

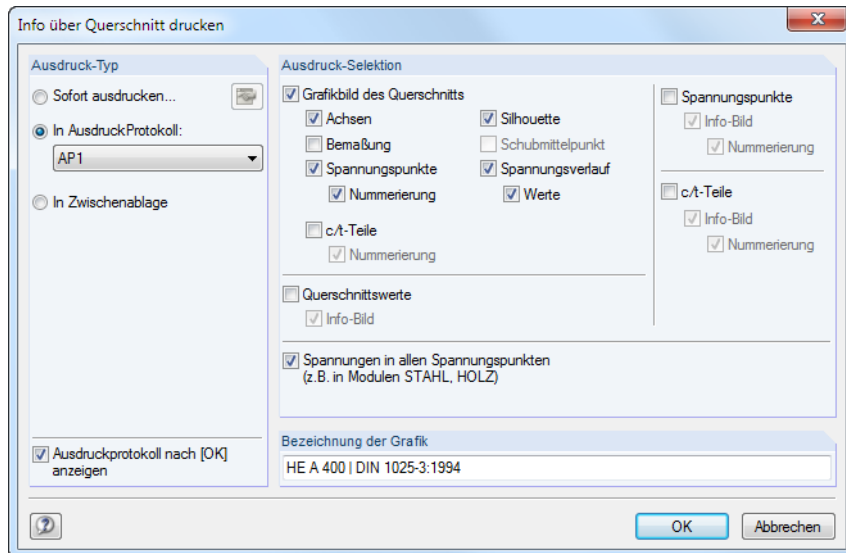


Bild 6.1: Dialog *Info über Querschnitt drucken*

## Ausdruck-Typ

In diesem Abschnitt stehen die aus RSTAB bekannten Optionen zur Wahl:

- *Sofort ausdrucken* leitet die aktuelle Grafik auf den Drucker.
- *In Ausdruckprotokoll* fügt die Grafik in ein Ausdruckprotokoll ein.
- *In Zwischenablage* stellt die Grafik für andere Anwendungen zur Verfügung.

Falls mehrere Ausdruckprotokolle existieren, kann in der Liste die Nummer des Ziel-Protokolls ausgewählt werden.

## Ausdruck-Selektion

Dieser Abschnitt steuert, welche Details im Druckbild und in einer Ausgabetablelle erscheinen. Die Kontrollfelder für *Grafikbild des Querschnitts* bedürfen keiner weiteren Erläuterung. Sind die *Querschnittswerte* angehakt, werden die Kennwerte des Profils als Tabelle gedruckt, optional ergänzt durch ein *Info-Bild* am Rand. Analog lassen sich die Kennwerte der *Spannungspunkte* und *c/t-Teile* sowie die *Spannungen in allen Spannungspunkten* in den Ausdruck integrieren.

Um mehrere Grafiken nacheinander in das Ausdruckprotokoll zu drucken, sollte das Kontrollfeld *Ausdruckprotokoll nach [OK]* anzeigen deaktiviert werden.

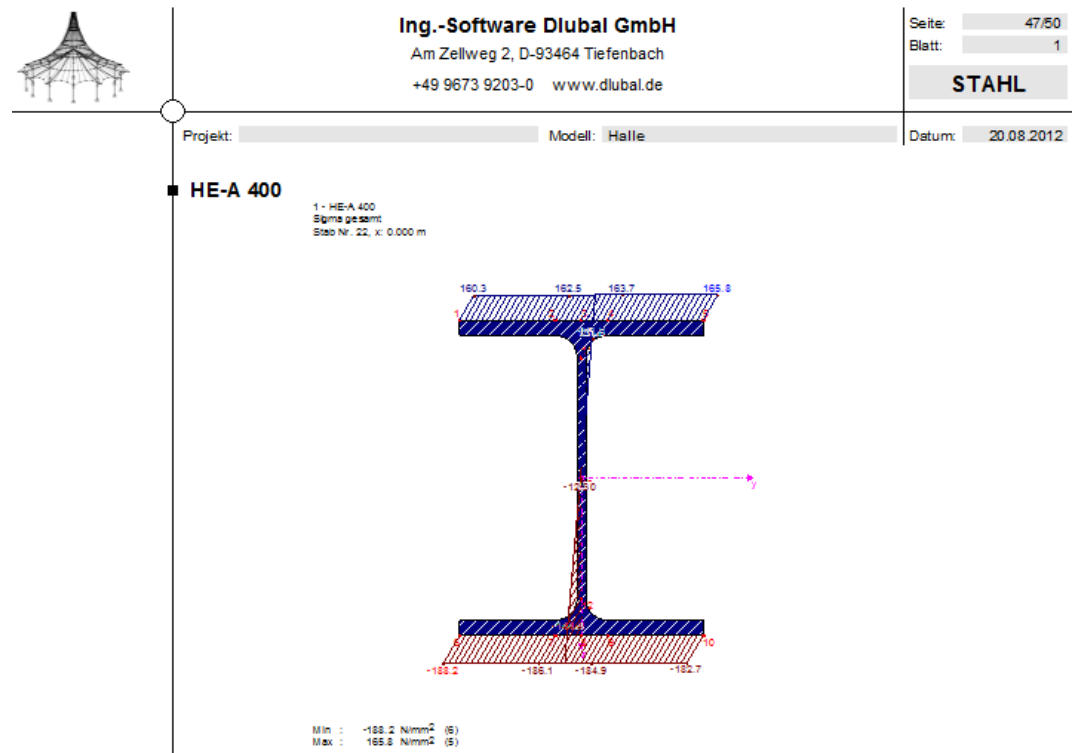


Bild 6.2: Spannungsgrafik im Ausdruckprotokoll



## 6.2.2 Ergebnisse am RSTAB-Modell

In RSTAB kann jedes Bild, das im Arbeitsfenster angezeigt wird, in das Ausdruckprotokoll übergeben oder direkt auf den Drucker geleitet werden. Somit lassen sich auch die am RSTAB-Modell gezeigten Spannungen und Ausnutzungen für den Ausdruck aufbereiten.



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

Die aktuelle Grafik der STAHL-Ergebnisse kann gedruckt werden über das Menü

**Datei** → **Drucken**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

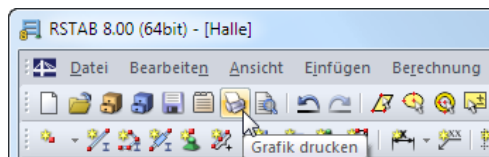


Bild 6.3: Schaltfläche *Drucken* in RSTAB-Symbolleiste

Es wird folgender Dialog angezeigt.

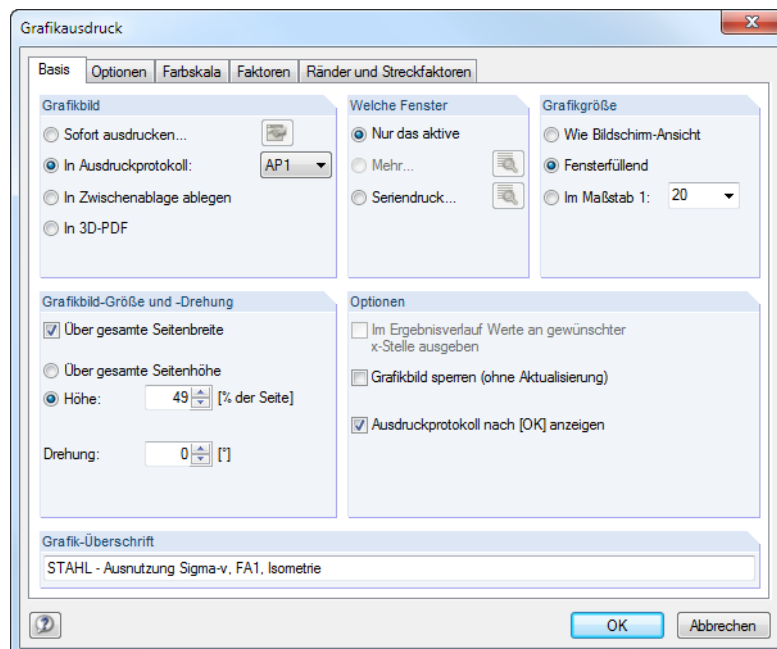
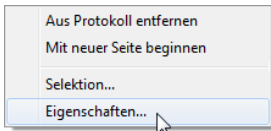


Bild 6.4: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Dieser Dialog ist im Kapitel 10.2 des RSTAB-Handbuchs beschrieben. Dort sind auch die Register *Optionen*, *Farbskala*, *Faktoren* und *Ränder und Streckfaktoren* 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, ist ein Rechtsklick auf den entsprechenden Eintrag im Protokoll-Navigator auszuführen. Die Option *Eigenschaften* im Kontextmenü ruft wieder den Dialog *Grafikausdruck* auf, in dem die Anpassungen erfolgen können.

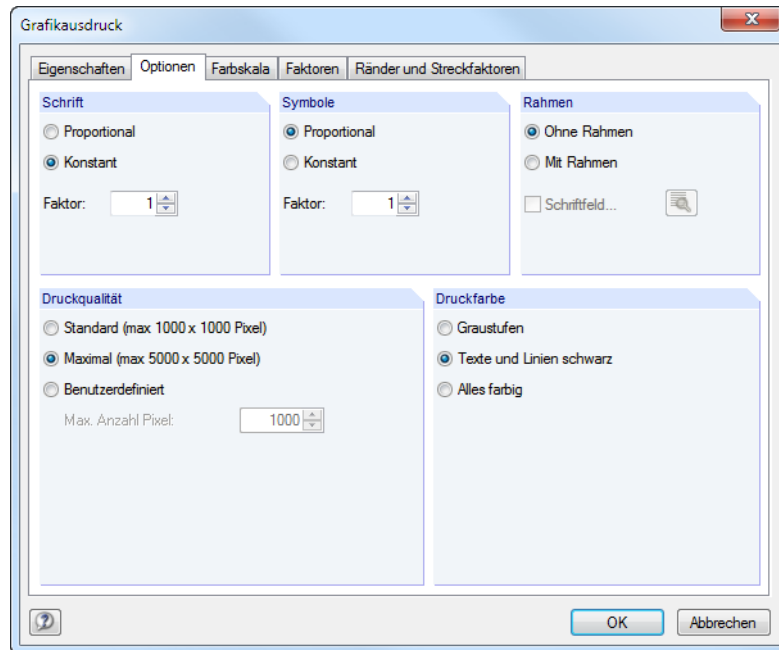


Bild 6.5: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*

## 6.2.3 Ergebnisverläufe



Auch im Dialog *Ergebnisverläufe im Stab* (siehe [Bild 5.9](#), [Seite 43](#)) kann die Grafik der Nachweiswerte mit der Schaltfläche [Drucken] in das Protokoll übergeben oder direkt ausgedruckt werden.

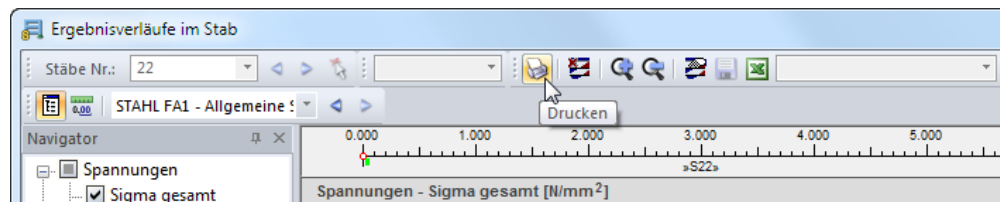


Bild 6.6: Schaltfläche *Drucken* im Dialog *Ergebnisverläufe im Stab*

Es wird der Dialog *Grafikausdruck* aufgerufen (siehe [Bild 6.4](#) und [Bild 6.5](#)), in dem die Einstellungen für den Druck der Ergebnisdiagramme getroffen werden können.

# 7 Allgemeine Funktionen

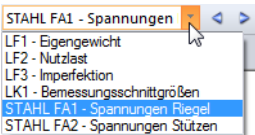
Dieses Kapitel beschreibt nützliche Menüfunktionen und stellt Exportmöglichkeiten für die Nachweise vor.

## 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, Berechnungsart von Ergebniskombinationen, Optimierung) untersucht werden.

Es bereitet kein Problem, einen Stab oder Stabsatz in mehreren Bemessungsfällen zu verwenden.

Die Bemessungsfälle des Moduls STAHL sind auch in RSTAB über die Lastfallliste der Symbolleiste zugänglich.



### Neuen Bemessungsfall anlegen

Ein Bemessungsfall wird angelegt über das STAHL-Menü

**Datei → Neuer Fall.**

Es erscheint folgender Dialog.

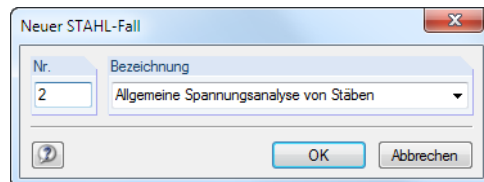


Bild 7.1: Dialog Neuer STAHL-Fall

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-Maske 1.1 *Basisangaben* zur Eingabe der bemessungsrelevanten Daten.

### Bemessungsfall umbenennen

Die Bezeichnung eines Bemessungsfalls wird geändert über das STAHL-Menü

**Datei → Fall umbenennen.**

Es erscheint folgender Dialog.

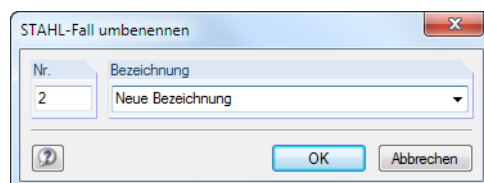


Bild 7.2: Dialog STAHL-Fall umbenennen

Hier kann eine andere *Bezeichnung* und bei Bedarf auch eine andere *Nummer* für den Bemessungsfall festgelegt werden.

## Bemessungsfall kopieren

Die Eingabedaten des aktuellen Bemessungsfalls werden kopiert über das STAHL-Menü

**Datei** → **Fall kopieren**.

Es erscheint folgender Dialog.

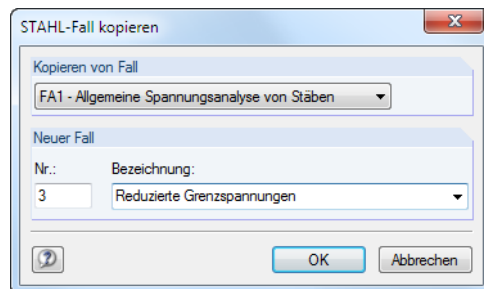


Bild 7.3: Dialog *STAHL-Fall kopieren*

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

## Bemessungsfall löschen

Bemessungsfälle lassen sich wieder löschen über das STAHL-Menü

**Datei** → **Fall löschen**.

Es erscheint folgender Dialog.

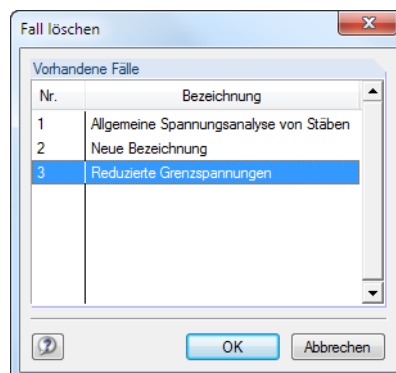
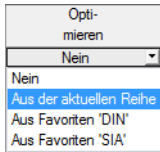


Bild 7.4: Dialog *Fall löschen*

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

## 7.2 Querschnittsoptimierung



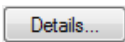
Das Bemessungsmodul bietet die Möglichkeit, überlastete oder kaum ausgenutzte Querschnitte zu optimieren. Legen Sie hierzu in Maske 1.3 *Querschnitte* die relevanten Profile fest, indem Sie in Spalte D bzw. E in der Liste auswählen, ob die Querschnitte *Aus der aktuellen Reihe* oder benutzerdefinierten *Favoriten* ermittelt werden sollen (siehe Bild 2.8, Seite 12).

In den Ergebnismasken kann die Optimierung über das Kontextmenü eingeleitet werden.

2.3 Spannungen stabweise

Stab Nr.	A	B	C	D	E	F	G
Stelle x [m]	S-Punkt Nr.	Belastung	Spannungstyp	Spannung vorh [N/mm <sup>2</sup> ]	Spannung grenz	Ausnutzung	
1	Querschnitt Nr. 1 - HE A 400   DIN 1025-3:1994						
6.0	1	FK1	Stabspannung	-92.7	218.2	0.42	
0.0				-8.2	218.2	0.04	
6.0				88.5	218.2	0.41	
0.0				26.9	218.2	0.12	
6.0				-16.1	126.0	0.13	
6.0				92.7	218.2	0.42	

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 3.1, Seite 16). 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.

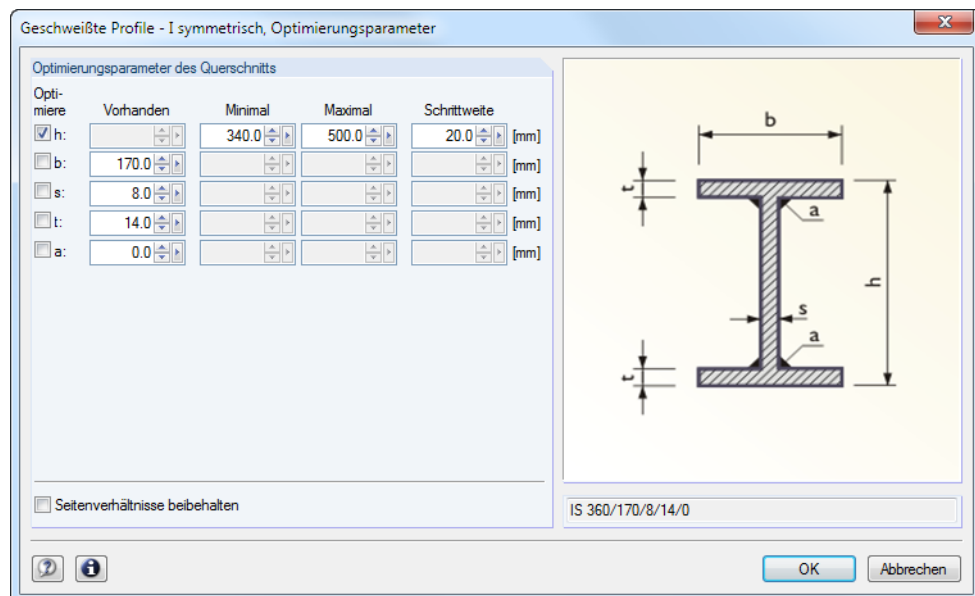


Bild 7.6: Dialog *Geschweißte Profile - I-symmetrisch, Optimierungsparameter*

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 sich die Abmessungen des Parameters beim Optimierungsprozess bewegen.

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 sich die Schnittgrößen mit den optimierten Querschnitten deutlich unterscheiden. Es empfiehlt sich daher, nach einer ersten Optimierung die Schnittgrößen für die geänderten Querschnitte neu zu berechnen und dann die Profile nochmals zu optimieren.

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 Querschnitte* lassen sich optimierte Profile nach RSTAB exportieren:

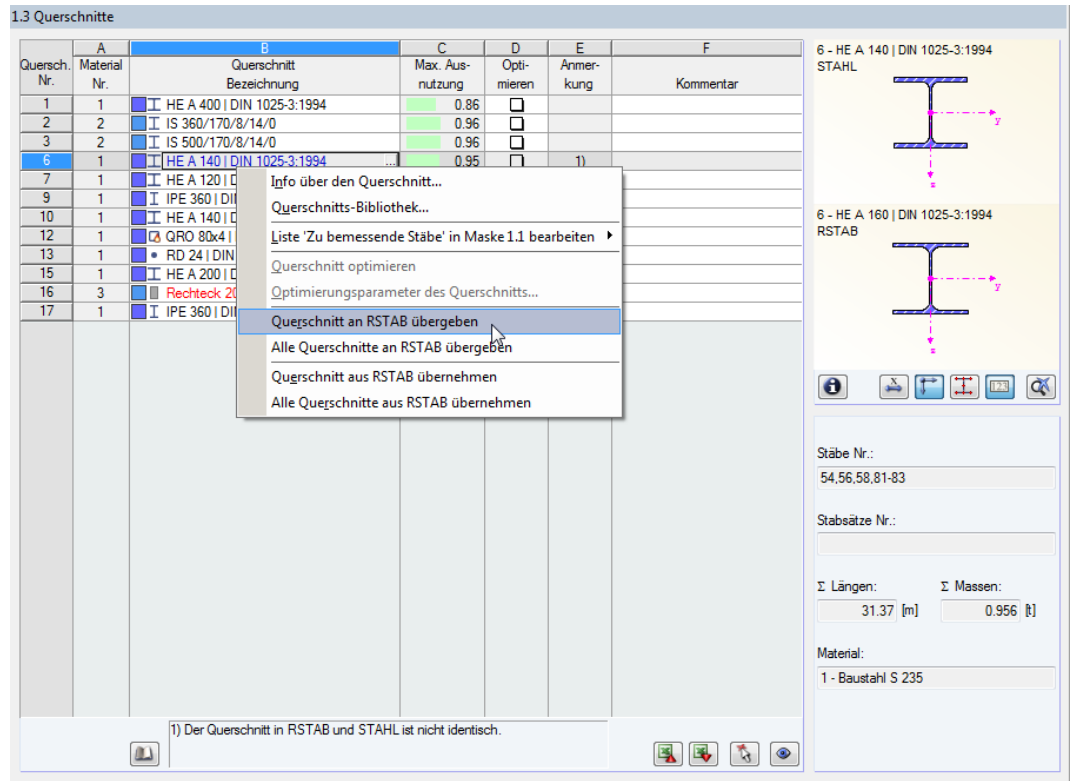


Bild 7.7: Kontextmenü der Maske *1.3 Querschnitte*

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

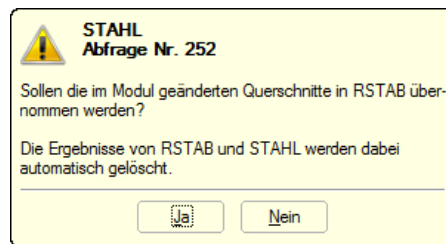


Bild 7.8: Abfrage vor Übergabe geänderter Querschnitte nach RSTAB

**Berechnung**

Nach dem Start der [Berechnung] in STAHL werden die Schnittgrößen und Ausnutzungen 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 ist der Dialog zum Anpassen der Einheiten zugänglich über das Menü

**Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen**.

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

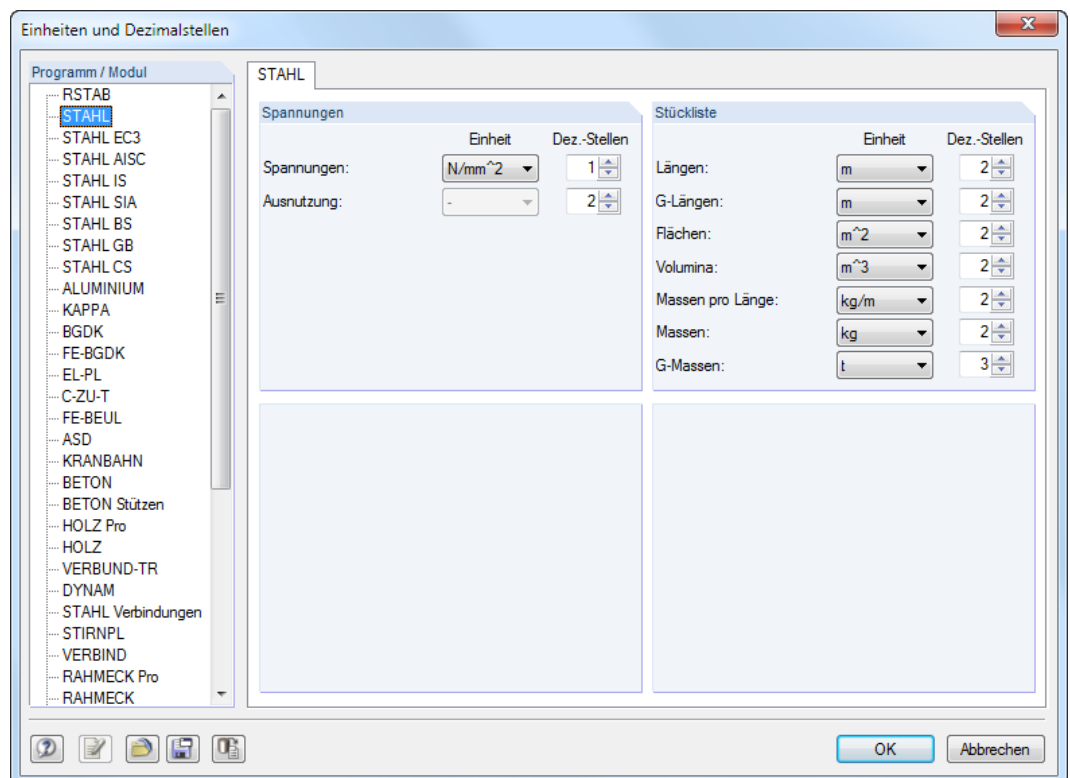


Bild 7.9: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*



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 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.

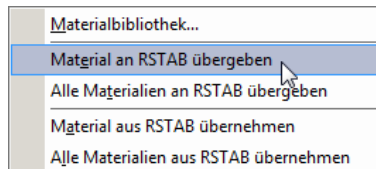


Bild 7.10: Kontextmenü der Maske *1.2 Materialien*

Berechnung

Vor der Übergabe erfolgt eine Abfrage, ob die Ergebnisse von RSTAB gelöscht werden sollen. Nach dem Start der [Berechnung] in STAHL werden die Schnittgrößen und Ausnutzungen 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 Export der Ergebnisse

Die Ergebnisse von STAHL 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 können in das Ausdruckprotokoll gedruckt (siehe [Kapitel 6.1, Seite 46](#)) und dort exportiert werden über das Menü

**Datei** → **Export in RTF.**

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



## MS Excel

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

**Datei** → **Tabellen exportieren**.

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

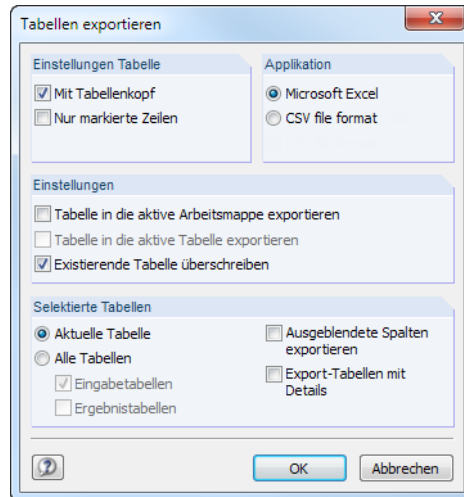


Bild 7.11: Dialog *Tabellen exportieren*

Wenn die Auswahl feststeht, kann der Export mit [OK] gestartet werden. Excel wird automatisch aufgerufen, d. h. das Programm braucht vorher nicht geöffnet werden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Stabsatz Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	S-Punkt Nr.	Belastung	Spannungstyp	Spannungsvorh [N/mm <sup>2</sup> ]	Spannungsgrenz	Ausnutzung
3	1	Deckenträger B-B (Stab Nr. 66-69)							
4		68	3,125	6	EK1	Sigma gesamt	206,4	218,2	0,95
5		66	6,250	13	EK1	Tau gesamt	-41,5	126,0	0,33
6		68	3,125	6	EK1	Sigma-v	206,4	218,2	0,95
8	2	Deckenträger A-A (Stab Nr. 71-74)							
9		73	3,125	6	EK1	Sigma gesamt	187,6	218,2	0,86
10		71	0,000	13	EK1	Tau gesamt	42,0	126,0	0,33
11		73	3,125	6	EK1	Sigma-v	187,6	218,2	0,86
13	3	Firstriegel E-E (Stab Nr. 1-8)							
14		8	3,011	10	EK1	Sigma gesamt	-162,3	327,3	0,50
15		8	3,011	13	EK1	Tau gesamt	-17,7	189,0	0,09
16		8	3,011	10	EK1	Sigma-v	162,3	327,3	0,50
18	4	Stütze 1-1 (Stab Nr. 31,32)							
19		32	3,000	10	EK1	Sigma gesamt	-155,3	218,2	0,71
20		32	3,000	13	EK1	Tau gesamt	-46,3	126,0	0,37
21		32	3,000	8	EK1	Sigma-v	156,3	218,2	0,72

Bild 7.12: Ergebnis in *Excel*

# Literatur

- [1] *DIN 18800 (11.90) Teil 1: Stahlbauten - Bemessung und Konstruktion*. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1992.
- [2] *DIN 18800 (11.90) Teil 2: Stahlbauten - Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken*. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1992.
- [3] *EN 1993-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [4] *Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis 4, Beuth-Kommentar*. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2. Auflage, 1994.
- [5] Christian Petersen. *Stahlbau*. Vieweg & Sohn, Wiesbaden, 3. Auflage, 1993.
- [6] Klaus-Jürgen Schneider. *Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen*. Bundesanzeiger Verlag, Köln, 21. Auflage, 2014.
- [7] *STAHLBAU Handbuch*, Band 1. Stahlbau-Verlagsgesellschaft mbH, Köln, 1993.

# Index

2D-Modelltyp .....	21	Excel .....	56
<b>A</b>		Export .....	55
Aluminium .....	8	Export Material .....	55
Anmerkung .....	13	Export Querschnitt .....	53
Ansichtsmodus .....	37, 40	Extremwert .....	17
Ausdruck-Selektion .....	47	Exzentrische Querlast .....	18
Ausdruckprotokoll .....	46, 48	<b>F</b>	
Ausnutzung .....	13, 24, 28, 38	Farbspektrum .....	44
Auswahl Spannungen .....	37	Favorit .....	52
<b>C</b>		FE-BGDK .....	23
c/t-Teil .....	47	Filter .....	36, 37, 44
<b>B</b>		Filtern von Stäben .....	45
Basisangaben .....	5	Formbeiwert $\alpha_{pl}$ .....	18, 19
Bauteildicke .....	11, 39	<b>G</b>	
Beenden von STAHL .....	5	grenz $\sigma_v$ .....	9
Belastung .....	28, 32	grenz $\sigma_x$ .....	9
Bemessen .....	6	grenz $\tau$ .....	9
Bemessungsfall .....	41, 50	Geschlossener Querschnitt .....	23
Bemessungsnorm .....	5	Grafik .....	41
Benutzerprofil .....	54	Grafikausdruck .....	46
Berechnung starten .....	25	Grenzspannung .....	8, 9, 17, 28
Berechnungsart .....	16	<b>H</b>	
Betriebsfestigkeitsnachweis .....	20	Hintergrundgrafik .....	40
Blättern in Masken .....	5	<b>I</b>	
<b>D</b>		Innendruck .....	20
Detaileinstellungen .....	16	Installation .....	3
Dezimalstellen .....	7, 54	<b>K</b>	
DICKQ .....	28	Kommentar .....	7
Doppelspannungspunkt .....	23	Koordinaten Spannungspunkt .....	39
Drucken .....	46, 48	<b>L</b>	
DUENQ .....	28	Länge .....	34
DYNAM Pro .....	6	Lastfall .....	6, 28, 32
<b>E</b>		Lastkombination .....	6
Edelstahl .....	8	<b>M</b>	
Eigendefiniertes Profil .....	28	Manuelle Grenzspannungen .....	9
Einheiten .....	7, 54	Maßgebende Schnittgrößen .....	16, 32
Ergebnisauswertung .....	36	Masken .....	5
Ergebnisdarstellung .....	42	Masse .....	35
Ergebnisdiagramm .....	43, 49	Material .....	7, 11, 55
Ergebniskombination .....	6, 16, 17, 23, 32	Materialbezeichnung .....	8
Ergebnismasken .....	26	Materialbibliothek .....	10
Ergebnisse-Navigator .....	41	Materialkennwerte .....	7
Ergebnisverläufe .....	43, 49		
Ergebniswerte .....	41		

<b>N</b>		Spannungsanteile .....	37, 41
Nachweis farbig .....	44	Spannungsgrafik .....	38, 46
Navigator .....	5	Spannungsnachweis .....	24, 28
Nichtrostender Stahl .....	10	Spannungspunkt . 15, 16, 19, 23, 28, 31, 39, 47	
Normalspannungen .....	19	Spannungstyp .....	28
<b>O</b>		Spannungsverlauf .....	36, 38
Oberfläche .....	35	Stab .....	6, 30
Offener Querschnitt .....	23	Stabsatz .....	6, 29, 33, 35
Optimierung .....	13, 18, 52, 53	Starten von STAHL .....	3
<b>P</b>		Statisches Moment .....	39
Panel .....	4, 42, 44	Stelle x .....	27, 31
Parametrisches Profil .....	52	Steuerpanel .....	44
Plastizierung .....	17	Streckgrenze $f_{yk}$ .....	8, 11
Position .....	34	Stückliste .....	34, 35
Programmaufruf .....	3	STAHL-Fall .....	18
		Summe .....	35
		Superkombination .....	6
<b>Q</b>		<b>T</b>	
Querlast .....	18	Tau .....	22, 28
Querschnitt .....	12, 52	Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ .....	8, 11
Querschnittsbibliothek .....	12	Torsion .....	18, 22, 23
Querschnittsgrafik .....	14	<b>U</b>	
Querschnittsinfo .....	15	Unsymmetrischer Querschnitt .....	21
Querschnittsoptimierung .....	52	<b>V</b>	
Querschnittsspannungen .....	38, 46	Verborgener Ergebnisverlauf .....	44
<b>R</b>		Vergleichsspannung .....	17, 18, 24
Relationsbalken .....	36	Volumen .....	35
Rendering .....	44	Vorzeichen .....	19, 21
RSTAB-Arbeitsfenster .....	40	Voute .....	14, 30, 54
RSTAB-Grafik .....	48	<b>X</b>	
<b>S</b>		x-Stelle .....	27, 30
Schaltflächen .....	36	<b>W</b>	
Schnittgrößen .....	32, 53	Wölbkrafttorsion .....	23
Schubfläche .....	23	<b>Z</b>	
Schubspannungen .....	22, 23, 39	Zeigen-Navigator .....	42, 44
Sichtbarkeiten .....	44	Zwischenablage .....	55
Sigma <sub>y</sub> .....	18, 24, 28		
Sigma <sub>x</sub> .....	19, 28		
Spannungen .....	19, 22, 26, 28, 30		