

# Stahlrahmen STR+

## Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	2
Berechnungsgrundlagen	4
Eingabe	5
Grundparameter	5
System	7
Material	7
Querschnitte	7
Randbedingungen	8
Fußpunkte	8
Belastung	9
Bemessung	10
Grenzstände der Tragfähigkeit	10
Grenzstände der Gebrauchstauglichkeit	10
Bemessung der Anschlussdetails	11
Erweiterte Stabilitätsnachweise – Schnittstelle BTII+	11
Ausgabe	12

## Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage [www.friilo.eu](http://www.friilo.eu) im Downloadbereich (Handbücher).

*Tipp: Zurück - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es im PDF mit der Tastenkombination „ALT“ + „Richtungstaste links“*

## FAQ - Frequently asked questions

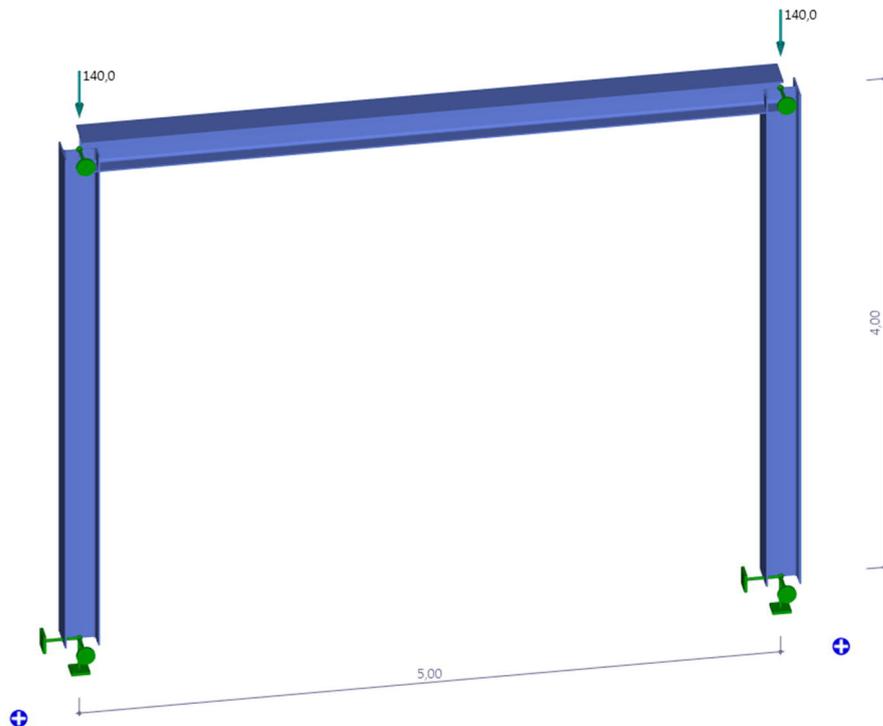
Häufig auftretende Fragen zu unseren Programmen haben wir auf unserer Homepage im Bereich

► Service ► Support ► [FAQ](#) beantwortet.

## Anwendungsmöglichkeiten

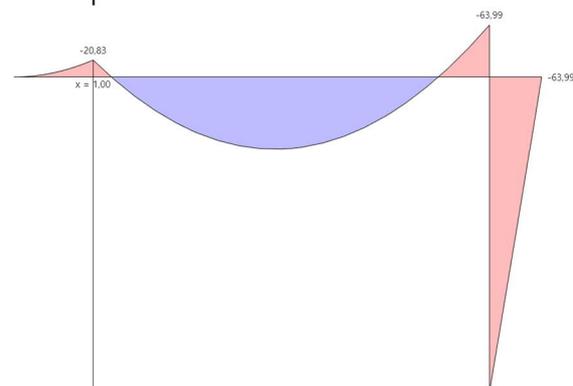
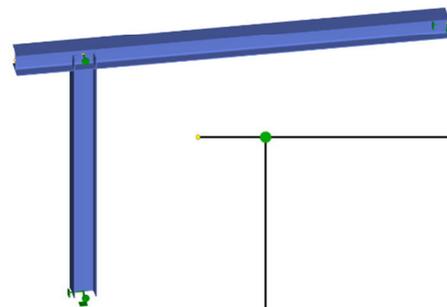
Das Programm STR+ berechnet Stahlrahmen. Es können sowohl Zweigelen- als auch eingespannte Rahmen modelliert werden. Kragarme sind beidseitig möglich.

Mittels weniger Eingaben können z.B. Aussteifungsrahmen, wie sie in der Gebäudesanierung üblich sind oder gebräuchliche Unterkonstruktionen berechnet werden.



Die Ausbildung der Stützenfüße erfolgt gelenkig oder eingespannt. Verbindungen in den Rahmenecken können gelenkig, biegesteif oder durch die Angabe einer Drehfeder definiert werden, wenn die Rotationssteifigkeit im jeweiligen Anschluss bekannt ist.

Zusätzlich zu den einfachen Systemen lassen sich auch zweistielige Rahmen mit unterschiedlichen Stützenhöhen oder einhäufige Rahmen modellieren. Darüber hinaus können in den Fußpunkten für Einspannung und horizontale Verschiebung Federwerte angesetzt werden. Ist eine Rahmenecke starr modelliert, kann die Stütze gelenkig oder mit Federwert an den Riegel anschließen.



### Normen

STR+ führt die Tragsicherheitsnachweise nach EN 1993-1-1 unter Berücksichtigung der Regelungen der Nationalen Anhänge

- DIN EN 1993-1-1/NA
- ÖNORM B 1993-1-1

## Nachweise

Die Schnittgrößen werden mittels der Methode der elastischen Tragwerksberechnung ermittelt. Die Ermittlung der für die Bemessung maßgebenden Lastkombinationen erfolgt nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung der Anfangsschiefstellung.

Alle notwendigen Kombinationen der Einwirkungen werden entsprechend des Sicherheitskonzeptes der EN 1990 vom Programm automatisch berücksichtigt.

Der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit wird mit den plastischen Grenzschnittgrößen geführt. Er kann aber auch wahlweise nach der Elastizitätstheorie erfolgen.

Für die Bauteilnachweise senkrecht zur Rahmenebene können seitliche Lagerungen, Dreh- und Translationsbettungen berücksichtigt werden.

Das Programm ermittelt die Verformungen des Systems sowie die Relativverformungen der einzelnen Bauteile im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit entsprechend der gewählten Bemessungssituation.

Die Auflagerkräfte werden lastfallweise mit den charakteristischen Lasten und/oder als Bemessungslasten aus der Berechnung nach Theorie II. Ordnung ausgegeben.

## Lastweiterleitung und Schnittstellen

Zum Bemessen der Rahmenecken gibt es Schnittstellen zu folgenden Programmen:

SRE+      Geschraubte (SRE-1) und geschweißte (SRE-2) Rahmenecke

ST10      Geschraubte Rahmenecke (Vorläufer von SRE+)

ST14      Geschweißte Rahmenecke (Vorläufer von SRE+)

Eine Lastweiterleitung ist an die Programme

ST3      Fußplatte Stahl bzw.

ST6      Fußpunkt eingespannte Stahlstütze sowie

FD+ / FDB+    Fundament FD+ bzw. Blockfundament FDB+  
möglich.

Erweiterte Stabilitätsnachweise mit BTII+

Ist das Programm BTII+ (Biegetorsionstheorie) lizenziert, kann das System an BTII+ übergeben werden. Im Programm BTII+ ist eine Berechnung komplexerer Systeme möglich.

Verbundene Programme

Unter dem Symbol „Verbundene Programme“ kann das System an das Stabwerkprogramm RSX übergeben werden.

## Berechnungsgrundlagen

Grundlage der Berechnung ist die Verschiebungsgrößenmethode mit den horizontalen und vertikalen Knotenverschiebungen und der Verdrehung als System-Unbekannten.

Berücksichtigt wird die Biege- und die Normalkraftverformung. Zur Berechnung nach Theorie II. Ordnung müssen die tatsächlichen Querschnittswerte eingesetzt werden, da hier die Verschiebungen über die so genannte geometrische Steifigkeit in die Gesamtsteifigkeit des Systems eingehen. Die geometrische Steifigkeit berücksichtigt das Gleichgewicht am verformten System.

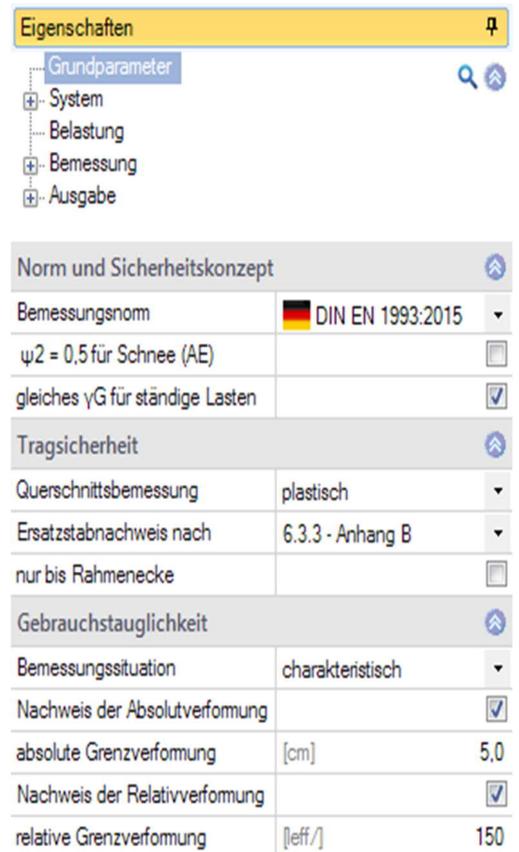
## Eingabe

Beim Start des Programms erscheint automatisch das Fenster [Assistent](#). Hier können schnell die wichtigsten Eckdaten des Rahmensystems eingegeben werden, die dann im Eingabebereich und/oder in der [interaktiven Grafikoberfläche](#) editiert werden können.

## Grundparameter

### Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm	Definition der Bemessungsnorm mit nationalem Anhang.
Schnee außergewöhnlich	Bei markierter Option werden zusätzlich zu den gewöhnlichen Bemessungssituationen die Schneelasten als außergewöhnliche Einwirkung angesetzt.
Lastfaktor für Schnee (A)	Mit diesem Faktor wird die außergewöhnliche Schneelast bezogen auf ihren charakteristischen Wert angesetzt.
$\psi_2=0.5$	Kombinationsbeiwert für Schnee und Wind = 0.5 in der Bemessungssituation Erdbeben (AE).
Standort in Windzone 3 und 4	Bei markierter Option wird die Einwirkung Schnee nicht als Begleiteinwirkung zur Leiteinwirkung Wind angesetzt.
Schadensfolgeklasse	Nur bei ÖNORM: Schadensfolgeklasse, die dem Sicherheitskonzept zugrunde gelegt werden soll.
gleiches $\gamma_G$	Bei markierter Option werden alle ständigen Lasten bzw. Lastfälle zusammen mit dem gleichen Teilsicherheitsbeiwert ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) angesetzt, anderenfalls werden ständige Lasten unabhängig voneinander mit ihren unteren und oberen Teilsicherheitsbeiwerten kombiniert.



**Eigenschaften**

- Grundparameter
  - System
  - Belastung
  - Bemessung
  - Ausgabe

**Norm und Sicherheitskonzept**

Bemessungsnorm	DIN EN 1993:2015	
$\psi_2 = 0,5$ für Schnee (AE)		<input type="checkbox"/>
gleiches $\gamma_G$ für ständige Lasten		<input checked="" type="checkbox"/>

**Tragsicherheit**

Querschnittsbemessung	plastisch	
Ersatzstabnachweis nach	6.3.3 - Anhang B	
nur bis Rahmenecke		<input type="checkbox"/>

**Gebrauchstauglichkeit**

Bemessungssituation	charakteristisch	
Nachweis der Absolutverformung		<input checked="" type="checkbox"/>
absolute Grenzverformung	[cm]	5,0
Nachweis der Relativverformung		<input checked="" type="checkbox"/>
relative Grenzverformung	[ $l_{eff}/l$ ]	150

### Tragsicherheit

#### Querschnittsbemessung:

Hier wählen Sie, ob die Querschnittsbemessung nach Gleichung 6.1 (elastische Grenzwerte) oder plastisch nach Gleichung 6.2 erfolgen soll.

#### Ersatzstabnachweis:

Der Ersatzstabnachweis erfolgt nach 6.3.3 (Anhang A oder B) bzw. nach 6.3.4.

#### Nur bis Rahmenecke:

Bei markierter Option wird der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nur bis zum Anschnitt der Rahmenecke geführt - innerhalb des Schubfeldbereiches findet dann keine Bemessung am idealisierten Stababschnitt statt.

### Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation:	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit charakteristisch / häufig / quasi-ständig.
Absolutverformung:	Führt den Gebrauchtauglichkeitsnachweis mit der Verformungsdifferenz zum unverformten System..
absolute Grenzverformung	Definiert die maximal erlaubte absolute Verformung des Systems.
Relativverformung:	Führt den Gebrauchtauglichkeitsnachweis bezogen auf effektive Längen, die durch die Wendepunkte der Biegelinie (Momentendurchgang) bestimmt werden.
relative Grenzverformung	Definiert die maximal erlaubte relative Verformung des Systems.
In Stützen abweichend	Bei markierter Option können die Grenzverformungen für die Stützen abweichend definiert werden

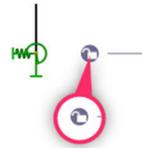
## System

Eingabe / Auswahl von Topologie und Systemabmessungen.

Hinweise/Infos zum jeweils aktiven Eingabeparameter werden unten im Infobereich angezeigt.

Die Stützenlängen können gleich oder links/rechts abweichend definiert werden.

*Tipp:* Der Eingabemodus für die Stützenlänge (identisch/abweichend) lässt sich auch in der Grafik durch Klick auf das symbolisierte Schloss umstellen.



Klick zum Wechsel  
Eingabemodus  
Stützenlängen

### Bemerkungen

Eingabe von [Bemerkungen](#) zum System, die dann auch in der Ausgabe erscheinen.

Eigenschaften		
Grundparameter		
System		
Querschnitte		
Randbedingungen		
Belastung		
Bemessung		
Ausgabe		
Stahlmateriale		
Stahlart	Baustahl	
Stahlgüte	S235	
Kennwerte		
Systemabmessungen		
Spannweite	[m]	5,00
Eingabe Stützenlängen		links/rechts abweichend
Stützenlänge links		links/rechts identisch
Stützenlänge rechts	[m]	4,00
Kragam links	[m]	0,50
Kragam rechts	[m]	0,50
Bemerkungen		

## Material

Das Material ist standardmäßig für alle Bauteile identisch, kann aber auch optional unterschiedlich für Riegel und Stützen definiert werden.

## Querschnitte

Das Programm berücksichtigt derzeit alle doppelsymmetrischen Profile (Doppel-T) aus der Frilo-Profildatei sowie I-Profile mit benutzerdefinierten Abmessungen, in der Normallage.

Klicken Sie auf die jeweiligen Editier-Buttons , um die [Querschnittsauswahl](#) zu öffnen.

Eigene Profile können in der Frilo-Profildatenbank gespeichert werden, so dass diese auch in anderen Programmen zur Verfügung stehen.

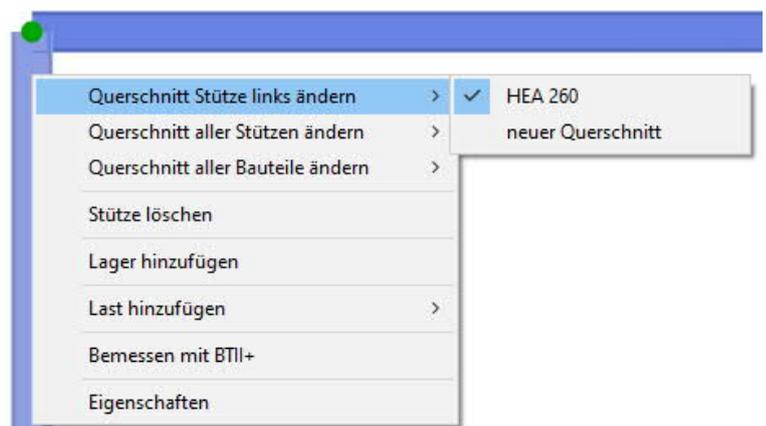
Sie können sich weiterhin die statischen Werte anzeigen lassen, einzelne Profile als Favoriten definieren.

Material	
in den Baugruppen	unterschiedlich
Material in Riegel / Stütze	identisch
	Riegel / Stütze unterschiedlich
	unterschiedlich
Stahlart	
Stahlgüte	S235
Kennwerte	
Material Stütze links	
Stahlart	Baustahl
Stahlgüte	S235
Kennwerte	
Material Stütze rechts	
Stahlart	Baustahl
Stahlgüte	S235
Kennwerte	

### Alternative Eingabe in der interaktiven 3D-Grafik

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das jeweilige Bauteil, um das kontextsensitive Menü aufzurufen.

Querschnitt ändern: Auswahl verwendeter Querschnitte bzw. Eingabe/Auswahl eines neuen Querschnitts.



## Randbedingungen

Die Rotationssteifigkeit der Rahmenecken kann im statischen System mit der Eingabe von Drehfedern berücksichtigt werden (z.B. Überprüfung des statischen Systems nach der Berechnung der Anschlüsse).

Ist eine Rahmenecke starr modelliert, kann die Stütze auch gelenkig oder mit Federwert an den Riegel anschließen.

## Wölbbehinderung

Option markiert = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

*Hinweis: die Wölbfeder aus einer Stirnplatte ermittelt sich mit  $1/3 * G_{Modul} * Breite * Höhe * Dicke^3$*

*Für einen Stützenanschluss ergibt sich die Wölbfeder aus  $G_{Modul} * I_t, Stütze * h_s$  mit  $h_s =$  Schwerpunktabstand der Flansche im Riegel*

Element	Parameter	Value
Rahmenecke links	C <sub>φy</sub>	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Stützenanschluss links	C <sub>φy</sub>	[kNm/rad] 0 <input type="text"/>
Rahmenecke rechts	C <sub>φy</sub>	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Stützenanschluss rechts	C <sub>φy</sub>	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Verbindung Kragarm rechts	C <sub>φy</sub>	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Fußpunkte		gelenkig
Fußpunkt links		gelenkig
Verschiebung in x-Richtung	C <sub>x</sub>	eingespannt links / gelenkig rechts
Verdrehung um y-Achse	C <sub>φy</sub>	eingespannt abweichend

## Lagerungen aus der Ebene

Für die Bauteilnachweise senkrecht zur Rahmenebene können für alle Bauteile seitliche Lagerungen berücksichtigt werden.

Für die Stabilitätsnachweise ist es von Bedeutung, wo die seitlichen Stützungen am Querschnitt angreifen.

Möglich sind Stützungen am Ober-, Untergurt oder Schubmittelpunkt des Querschnitts.

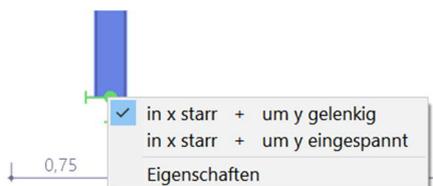
Die Eingabe der einzelnen Lager kann in der Tabelle „Lager“ (Register Lager anklicken) oder im Eingabebereich über die [Listeneingabe](#) erfolgen.

Baugruppe	Abstand [m]	C <sub>y</sub> [kN/m]	C <sub>y</sub>	C <sub>φx</sub> [kNm/rad]
1 Rahmenträger	0,00	starr <input checked="" type="checkbox"/>	Bauteilachse	0,0 <input type="text"/>
2 Rahmenträger	5,00	starr <input checked="" type="checkbox"/>	Bauteilachse	0,0 <input type="text"/>

## Fußpunkte

Die Stützenfüße (Fußpunkte) können unterschiedlich gelagert sein - gelenkig oder eingespannt.

Auch über das Kontextmenü am Lager (Grafikfenster) erreichen Sie unter „Eigenschaften“ die passenden Parameter.



Element	Parameter	Value
Fußpunkte		gelenkig
Fußpunkt links		gelenkig
Verschiebung in x-Richtung	C <sub>x</sub>	eingespannt links / gelenkig rechts
Verdrehung um y-Achse	C <sub>φy</sub>	eingespannt abweichend
Fußpunkt rechts		starr <input checked="" type="checkbox"/>
Verschiebung in x-Richtung	C <sub>x</sub>	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Verdrehung um y-Achse	C <sub>φy</sub>	[kNm/rad] 0,0 <input type="text"/>

## Belastung

**Eigengewicht** Das Eigengewicht des Rahmens wird automatisch vom Programm berücksichtigt. Der Ansatz kann mittels dieser Option abgewählt werden.

### Lastfälle

Die Lastfalltabelle öffnen Sie über das Register   unter der Grafik.

Alternative Eingabe über die Lastfallsymbolleiste:



siehe [Tabelleneingabe](#) (Bedienungsgrundlagen)

*Tip:* Die Erklärung zu den einzelnen Eingabefeldern wird in der Statuszeile angezeigt, sobald Sie in ein Eingabefeld klicken.

**Bezeichnung** Optionale Eingabe eines Textes zur gewählten Einwirkung. Dieser Text erscheint dann in der Ausgabe.

**Einwirkung** Aus einer Liste wählen Sie die passende Einwirkung: Ständige Lasten ... Erdbeben.

**Alt** Setzt die Alternativgruppe dieses Lastfalles (0 = keine, 1 ... 99, 100 = Standardlasten Wind, 101 = Standardlasten Schnee). Lastfälle, die der gleichen Alternativgruppe (Nummer > 0) angehören, werden in den Überlagerungen niemals gemeinsam angesetzt, sie schließen sich gegenseitig aus.

**Aktiv** Lastfälle können mittels dieser Option gezielt aus der Berechnung ausgeschlossen werden.

**Kopiere Lasten...** Lasten aus vorhandenen Lastfällen können über diese Funktion schnell kopiert/übernommen und editiert werden.

**Lasten bearbeiten** Über den „Bearbeiten“-Button öffnen Sie einen Dialog für die Lasteingabe mit Auswahl der Baugruppe (Stütze links/rechts, Rahmenträger), der Lastart usw.

Über das „Pfeilsymbol“  kann eine Lastwertzusammenstellung aufgerufen werden – siehe Beschreibung im Programm [LAST+](#).



### Steuerung für alle Lastfälle

**Lastfall aktiv** Über diese Auswahlliste können Sie optional Lastfälle ein- bzw. ausschalten.

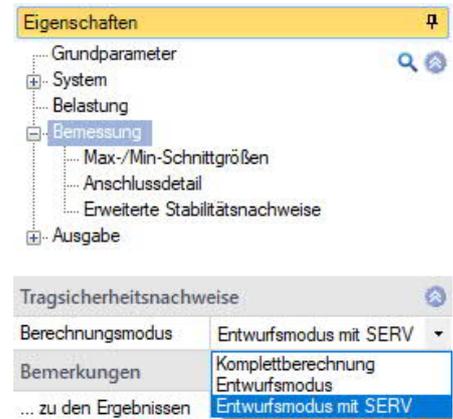
## Bemessung

### Berechnungsmodus

Zur Verkürzung der Rechenzeit können optional zur Komplettberechnung zwei Berechnungsmodi für die Entwurfsphase gewählt werden:

1. Entwurfsmodus mit Auswertung der Berechnung nur im Grenzzustand der Tragfähigkeit
2. Entwurfsmodus mit SERV, bei dem zusätzlich die Auswertung der Gebrauchstauglichkeit erfolgt.

Die maßgebenden Lastkombinationen werden nach Theorie I.Ordnung ermittelt und nur für die maßgebenden Kombinationen werden dann die Schnittkräfte nach Theorie II.Ordnung berechnet.



### Max-/Min-Schnittgrößen

Hier können Sie zusätzliche Schnittstellen für die Ermittlung der Max-/Min-Schnittgrößen definieren.

Abstand vom Bezugspunkt der Baugruppe:

Rahmenträger: Ursprung Systemachse Stütze links mit Abstand in horizontaler Richtung.

Stütze: Ursprung im Fußpunkt mit Abstand in vertikaler Richtung.

### Grenzzustände der Tragfähigkeit

Die Ermittlung der für die Bemessung maßgebenden Lastkombinationen erfolgt nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung der Anfangsschiefstellung.

Alle notwendigen Kombinationen der Einwirkungen werden entsprechend des Sicherheitskonzeptes der EN 1990 vom Programm automatisch berücksichtigt.

- Nachweis der plastischen Querschnitttragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Absatz 6.2.  
Wurde unter [Grundparameter](#) die Option "Elastische Bemessung" gewählt, wird der elastische Nachweis (Nachweis der Vergleichsspannung) nach Gl. 6.1 geführt.
- Stabilitätsnachweis für Bauteile nach EN 1993-1-1, Absatz 6.3

### Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

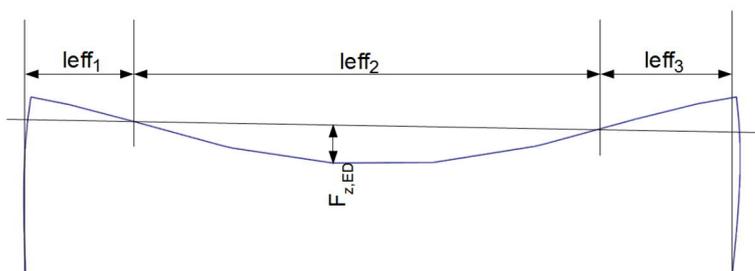
Die Berechnung erfolgt mit der in den [Grundparametern](#) gewählten Bemessungssituation nach Theorie II. Ordnung.

- Nachweis der Absolutverformung  
Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis wird mit der Verformungsdifferenz zum unverformten System geführt.

Gebrauchstauglichkeit	
Bemessungssituation	charakteristisch
Nachweis der Absolutverformung	charakteristisch
absolute Grenzverformung	häufig quasi-ständig

Nachweis der Relativverformung

Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis wird mit den Verformungsdifferenzen bezogen auf die effektiven Längen geführt. Die effektiven Längen werden durch die Wendepunkte der Biegelinie bestimmt.



## Bemessung der Anschlussdetails

Für die Bemessung der Anschlüsse sind Schnittstellen zu den FRILO-Programmen ST3, ST6 sowie SRE+ und dessen Vorgängerprogramme ST10, ST14 sowie FD+ bzw. FDB+ vorhanden.

Über diese Schnittstellen erfolgt die direkte Übergabe der Geometrie und Schnittgrößen aus den maßgebenden Bemessungslastfällen – dazu müssen diese Programme natürlich auch installiert/lizenziert sein.

Rahmenecke	
Seite der Rahmenecke	links
Verbindung Riegel-Stütze geschraubt	ST10
Verbindung Riegel-Stütze geschweißt	ST14
Lager	
Seite des Lagers	links
Lastweiterleitung Fussplatte	ST3
Lastweiterleitung Fundament	FD+

Wählen Sie zunächst die zu bemessende Rahmenecke bzw. das Lager.

Klicken Sie auf den entsprechenden Button , um das jeweilige Programm zu starten oder benutzen Sie die interaktive Grafikfunktion (rechte Maustaste) am gewählten Knoten.

### Verbindung Rahmenecke – Programm SRE+ / ST10/ ST14

Der Nachweis erfolgt wahlweise als geschraubter oder geschweißter Träger-Stützenanschluss.

### Lastweiterleitung der Auflagerkräfte

Eine Lastweiterleitung ist an die Programme

ST3 – Fußplatte Stahlstütze

ST6 – Fußpunkt Stahlstütze

FD+ – Fundament

FDB+ – Blockfundament

möglich.

Es können die charakteristischen Auflagerlasten je Lastfall nach Theorie I. Ordnung oder wahlweise die Bemessungsschnittkräfte nach Theorie II. Ordnung übergeben werden.

Nach der Übergabe der charakteristischen Auflagerlasten erfolgt die Ermittlung der maßgebenden Bemessungslastfälle in den aufgerufenen Programmen

### Verbundene Programme - RSX

Unter dem Symbol „Verbundene Programme“ kann das System an das Stabwerkprogramm RSX übergeben werden.

### Erweiterte Stabilitätsnachweise – Schnittstelle BTII+

Ist das Programm BTII+ (Biegetorsionstheorie) lizenziert, können sie Stabzüge Stütze und Rahmenträger für erweiterte Stabilitätsnachweise an BTII+ übergeben werden.

## Ausgabe

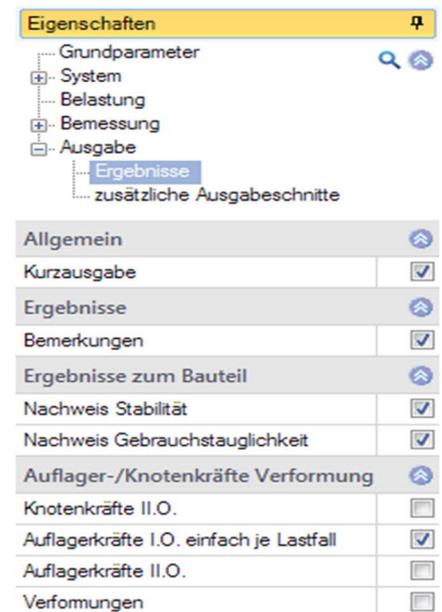
Durch Anklicken der verschiedenen Ausgabe-Optionen legen Sie den Umfang der Ausgaben fest.

Die Textausgabe erfolgt tabellarisch.

Als Grafik wird bei mehreren Schnittkraftsätzen immer der maßgebende Nachweis (Nachweis mit dem höchsten Ausnutzungsgrad) dargestellt.

### Zusätzliche Ausgabebeschnitte

Für die Schnittkräfte sind zusätzliche Ausgabebeschnitte wahlweise für die maßgebenden Kombinationen oder min/max. Werte möglich.



### Ausgabe als PDF-Dokument

Über das Register „[Dokument](#)“ wird das Ausgabedokument im PDF-Format angezeigt und kann gedruckt werden.

Siehe auch [Ausgabe und Drucken](#)

### Ergebnisgrafiken

Über das Register „Ergebnisse“ werden die verschiedenen Symbole und Optionen für die Anzeige der Ergebnisgrafiken einblendend.

