

Stahlrahmen STR+

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Berechnungsgrundlagen	5
Eingabe	6
Grundparameter	6
System	8
Querschnitte	8
Randbedingungen	9
Belastung	10
Bemessung	11
Grenzstände der Tragfähigkeit	11
Grenzstände der Gebrauchstauglichkeit	11
Bemessung der Anschlussdetails	12
Erweiterte Stabilitätsnachweise – Schnittstelle BTII	12
Ausgabe	13

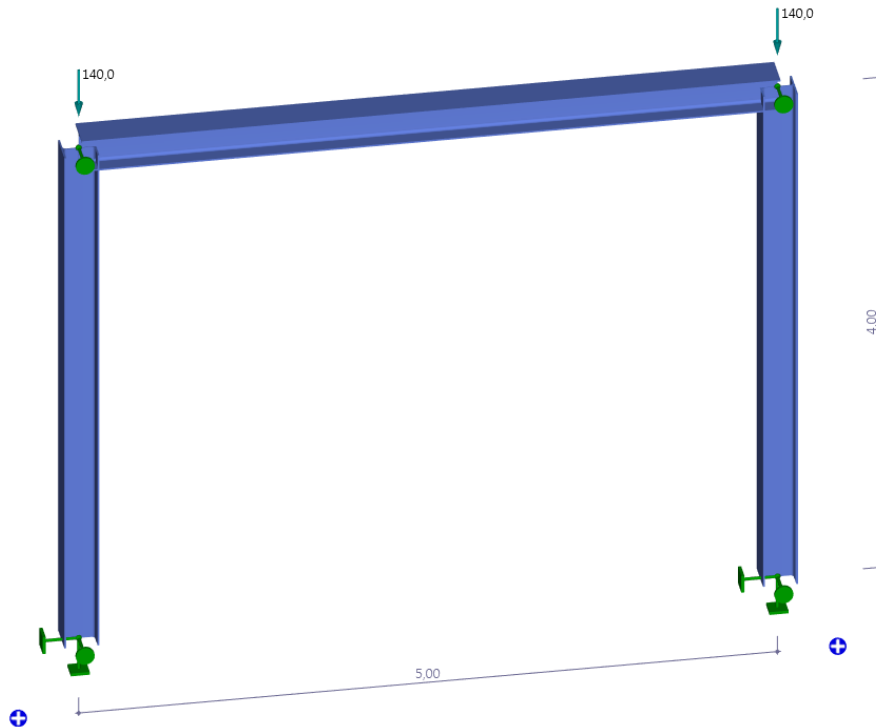
Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu (▶ Service ▶ Fachinformationen ▶ Bedienungsgrundlagen).

Anwendungsmöglichkeiten

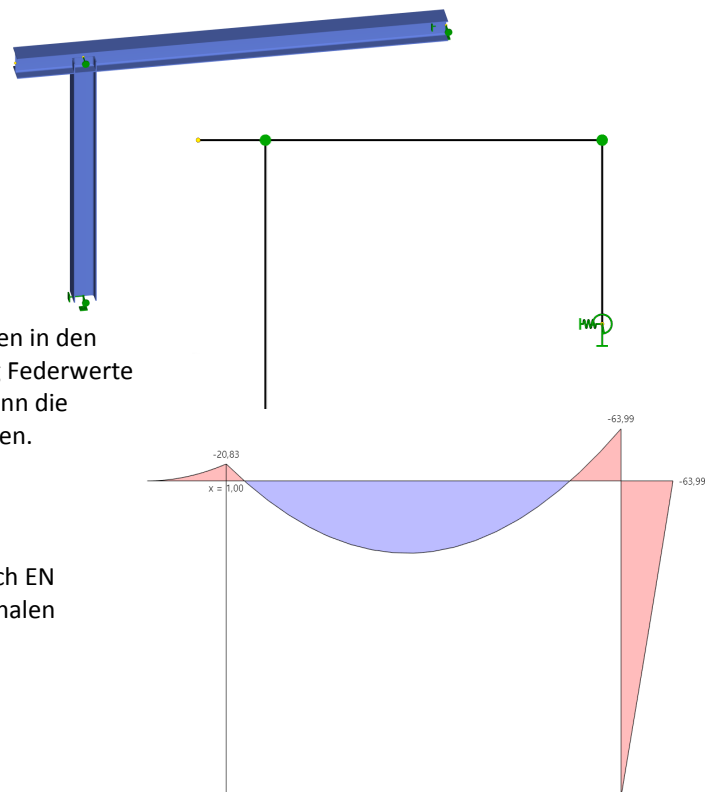
Das Programm STR+ berechnet Stahlrahmen. Es können sowohl Zweigelenk- als auch eingespannte Rahmen modelliert werden. Kragarme sind beidseitig möglich.

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 einhüftige 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

Das Programm 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 den Programmen ST10 – Geschraubte Rahmenecke und ST14 – Geschweißte Rahmenecke.

Eine Lastweiterleitung ist an die Programme ST3 - Fußplatte Stahl bzw. ST6 - Fußpunkt eingespannte Stahlstütze sowie Fundament FD+ bzw. Blockfundament FDB+ möglich.

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

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.

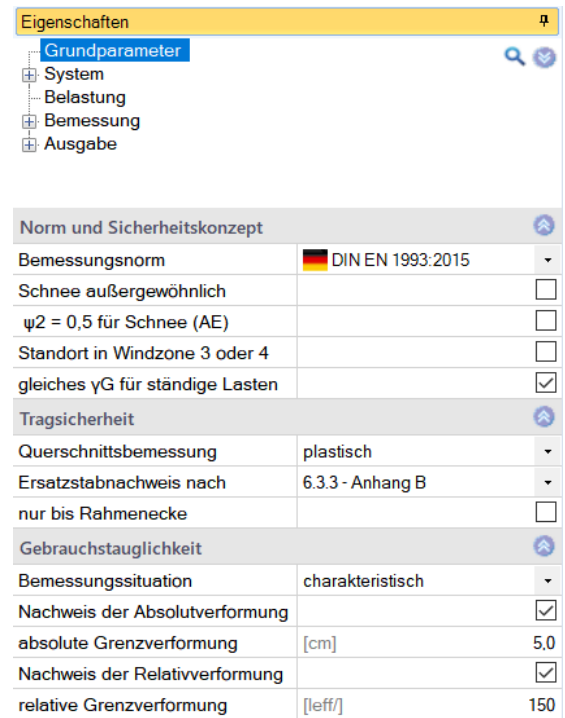
Eingabe

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



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.

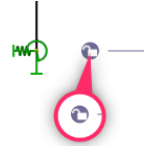
Gebrauchstauglichkeit

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.

System

Eingabe / Auswahl von Material, Topologie und Systemabmessungen.

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




Klick zum Wechsel
Eingabemodus
Stützenlängen

Eigenschaften


- Grundparameter
- System
- Querschnitte
- Randbedingungen
- Belastung
- Bemessung
- Ausgabe

Stahlmaterial

Stahlart	Baustahl
Stahlgüte	S235
Kennwerte 	


Systemabmessungen

Spannweite	[m]	5,00
Eingabe Stützenlängen	links/rechts abweichend	
Stützenlänge links	links/rechts identisch	
Stützenlänge rechts	links/rechts abweichend	4,00
Kragarm links	[m]	0,50
Kragarm rechts	[m]	0,50

Bemerkungen 

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.

Um eigene Maße (Höhe, Breite ...) einzugeben,

- wählen Sie ein Profil aus einer beliebigen Profilvereihe,
- führen Sie die Funktion „Bearbeiten“ aus (das gewählte Profil wird als Ausgangsprofil für das benutzerdefinierte Profile verwendet),
- passen Sie die Abmessungen an und definieren Sie einen passenden Namen,
- speichern Sie das neue Profil mit OK.

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.

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.

Verwaltung der Querschnitte

Stahlbau

Profiltyp: I Profile

Profilreihe: IPE

Name	IY cm4	IZ cm4
240O	4369	329
270A	4917	358
270	5790	420
270O	6947	514
300A	7173	519
300	8356	604
300O	9994	746
330A	10230	685
330	11770	788
330O	13910	960
360A	14520	944
360	16270	1043
360O	19050	1251

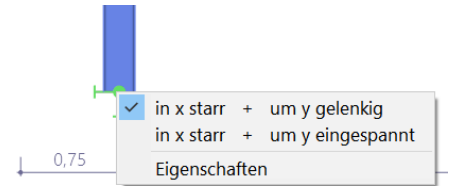
Diagramm eines I-Profiles mit den Abmessungen: Höhe 360 mm, Breite 170 mm.

Buttons: Bearbeiten, Benutzerdefiniert, Statische Werte, Favoriten, OK, Abbruch, In Datenbank Speichern

Randbedingungen

Die Stützenfüße (Fußpunkte) können unterschiedlich gelagert sein - gelenkig oder eingespannt. Unter „Eigenschaften“ erreichen Sie eine detaillierte Modellierung, auch mit Angabe eines Federwerts in x oder um y.

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.

Randbedingungen		
Rahmenecke links	C _{py}	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Stützenanschluss links	C _{py}	[kNm/rad] 0 <input type="text"/>
Rahmenecke rechts	C _{py}	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Stützenanschluss rechts	C _{py}	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Verbindung Kragarm rechts	C _{py}	starr <input checked="" type="checkbox"/>
Fußpunkte		gelenkig <input type="checkbox"/>
Fußpunkt links		gelenkig <input checked="" type="checkbox"/>
Verschiebung in x-Richtung	C _x	eingespannt links / gelenkig rechts
Verdrehung um y-Achse	C _{py}	eingespannt abweichend

Wölbbehinderung

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

*Hinweis: die Wölbfeder aus einer Stirnplatte ermittelt sich mit $\frac{1}{3} * GModul * Breite * Höhe * Dicke^3$*

*Für einen Stützenanschluss ergibt sich die Wölbfeder aus $GModul * It,Stütze * hs$ mit $hs =$ Schwerpunktabstand der Flansche im Riegel*

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.

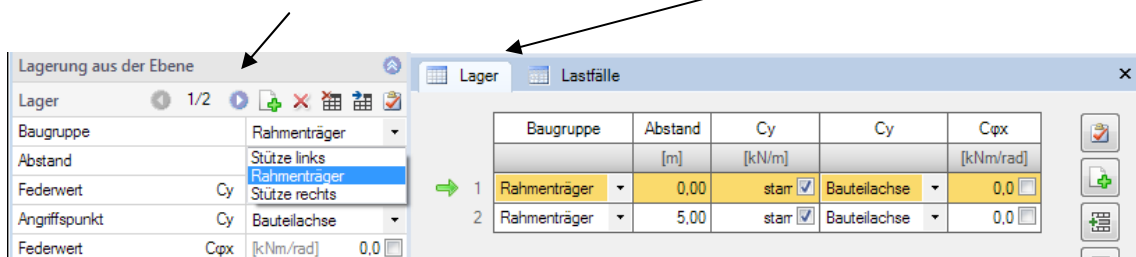
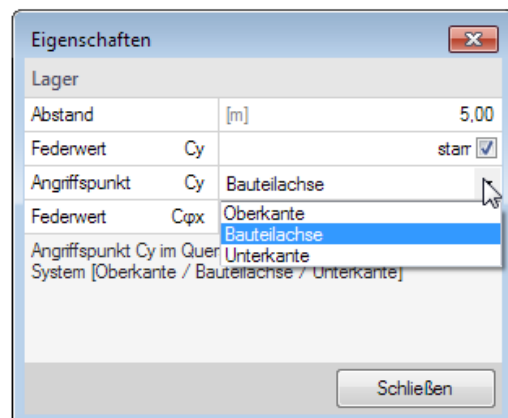


Abb: Alternative Eingabe der Randbedingungen in der 3D-Grafik (rechte Maustaste)



Belastung

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

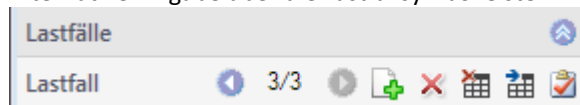


Lastfälle

Die Lastfalltabelle öffnen Sie über das Register




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.
- 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+](#).

	Baugruppe	Lastart	Bezeichnung	Richtung	Wert Anfang	Wert Ende	Abstand	Länge	Angriffspunkt
1	Rahmenträger	Einzellast	Fg.links	---	140,0	---	0,00	---	oben
2	Rahmenträger	Einzellast	Fg.rechts	---	140,0	---	5,00	---	oben

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 Grenzstand 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.

Grenzstände 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.

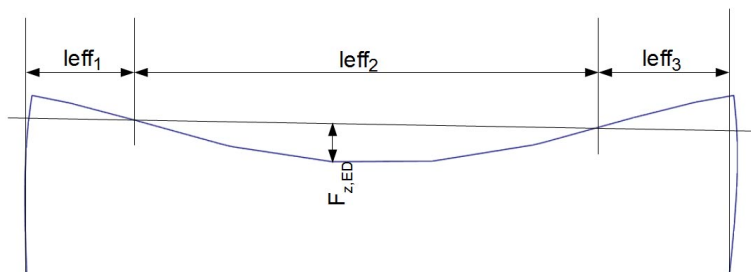
- Nachweis der plastischen Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Absatz 6.2.
Wurde unter [Grundparameter](#) die Option "Elastische Bemessung" gewählt, wird der elastische Nachweis (Nachweis der Vergleichsspannung) nach Gl. 6.1 geführt.
- Stabilitätsnachweis für Bauteile nach EN 1993-1-1, Absatz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

Grenzstände der Gebrauchstauglichkeit

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

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

- Nachweis der Absolutverformung
Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis wird mit der Verformungsdifferenz zum unverformten System geführt.
- 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 ST10, ST14 und FD+ bzw. FDB+ vorhanden.

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

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

Klicken Sie auf den entsprechenden Editier-Button , um das jeweilige Programm zu starten oder benutzen Sie die interaktive Grafikfunktion am gewählten Knoten.

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+	

Verbindung Rahmenecke – Programm ST10/ ST14

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

Lastweiterleitung der Auflagerkräfte zu den Programmen:

ST3 – Fußplatte Stahlstütze

ST6 – Fußpunkt Stahlstütze

FD+ – Fundament

FDB+ – Blockfundament

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

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 Ausgabeschnitte

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

Stellen für Schnittgrößen	
Stelle	1/1
Art	in eigener Max-/Min-Kombination
Baugruppe	Rahmenträger
Abstand	[m] 0,00

Eigenschaften	
Grundparameter	
System	
Belastung	
Bemessung	
Ausgabe	
Ergebnisse	zusätzliche Ausgabeschnitte
Allgemein	
Kurzausgabe	<input checked="" type="checkbox"/>
Ergebnisse	
Bemerkungen	<input checked="" type="checkbox"/>
Ergebnisse zum Bauteil	
Nachweis Stabilität	<input checked="" type="checkbox"/>
Nachweis Gebrauchstauglichkeit	<input checked="" type="checkbox"/>
Auflager-/Knotenkräfte Verformung	
Knotenkräfte II.O.	<input type="checkbox"/>
Auflagerkräfte I.O. einfach je Lastfall	<input checked="" type="checkbox"/>
Auflagerkräfte II.O.	<input type="checkbox"/>
Verformungen	<input type="checkbox"/>

Ausgabe als PDF-Dokument

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

Siehe auch [Ausgabe und Drucken.pdf](#)

Ergebnisgrafiken

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

