

SYSTEMBESCHREIBUNG

allgemeine Informationen

Die Ausdehnung der Längsachse des Trägers orientiert sich an der globalen X-Achse.

Die Eigengewichtslasten wirken in Richtung der Z-Achse.

Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung der Wölbkrafttorsion nicht jedoch des Wagnereffektes.

Die Verformungen der Lastkollektive enthalten nicht die Imperfektionen.

Bei der nichtlinearen Berechnung werden maximal 50 Iterationen pro Lastkollektiv durchgeführt.

Konvergenzkriterium: Die Iteration wird beendet, wenn die Differenzen in den Ergebnissen zweier aufeinanderfolgender Iterationen an keiner Stelle die nachfolgend aufgeführten Toleranzen überschreiten.

Kriterium	Toleranz	Kriterium	Toleranz
Verschiebungen	0.00010 mm	Schnittkräfte	0.00010 kN
Verdrehungen	0.00010 ‰	Momente	0.00010 kNm
Verdrillungen	0.00010 ‰/m	Wölbmoment	0.00010 kNm ²

Nachweisooptionen

Ergebnisse nach DIN EN 1993:2010, NA Deutschland

Die Grenzwerte $\gamma_{c/t}$ nach DIN EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 werden nicht nachgewiesen.

Es wird der plastische Querschnittsnachweis nach DIN EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2.1(6) geführt.

Die Grenztragfähigkeit wird nach dem erweiterten Teilschnittgrößenverfahren ermittelt.

Für Dreiblechquerschnitte wird das Teilschnittgrößenverfahren mit Umlagerung (KINDMANN) verwendet.

Es erfolgt keine Begrenzung der Grenzbiegemomente.

Vorschriften

DIN EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010

DIN EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014

DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2018

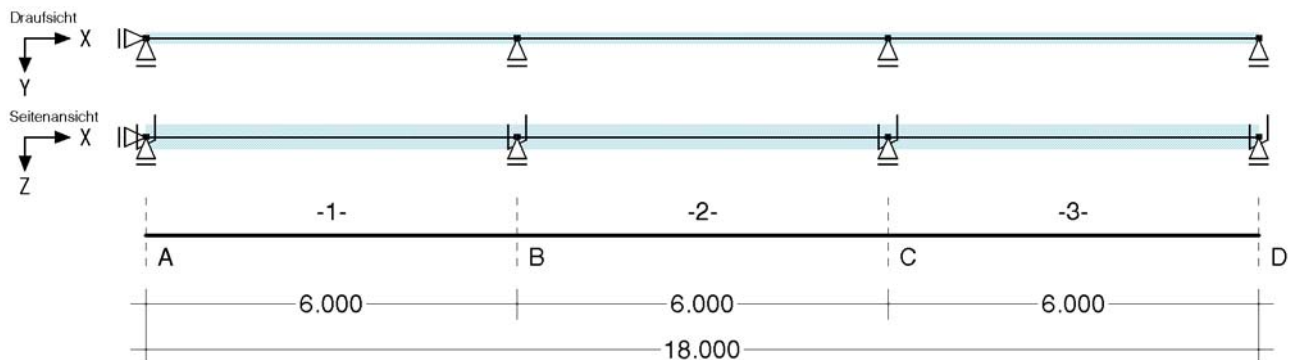
DIN EN 1993-1-1 Nachweisparameter

NA Deutschland

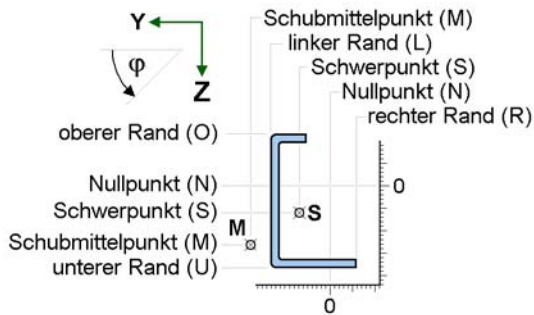
Kapitel	Wert	Bedeutung
6.1(1)	ständige/vorüberg. Situation	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl
	$\gamma_{M0} = 1.00$	Querschnittsversagen
	$\gamma_{M1} = 1.10$	Stabilitätsversagen
	außergewöhnliche Situation	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl
	$\gamma_{M0} = 1.00$	Querschnittsversagen
	$\gamma_{M1} = 1.00$	Stabilitätsversagen

Systemskizze

mit Punktlagern der Abschnittsenden und Position der Punk/Linien/Gelenkfedern innerhalb der Abschnitte

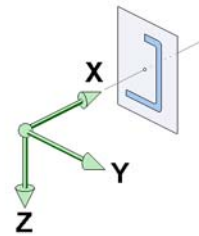


Verzeichnis der Abschnitte



Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten horizontalen und vertikalen Ausrichtungspunkte wird der Durchstoßpunkt der globalen X-Achse durch die Querschnittsebene beschrieben. Die Ausrichtungspunkte werden auch bei der Beschreibung der Angriffspunkte von Punkt- und Linienfedern verwendet.

Nach der Ausrichtung wird der Querschnitt mit φ um die globale X-Achse gedreht.



Abs.	von xa bis xe		l	Ausrichtung am Anfang		Ausrichtung am Ende		φ
	m	m		horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	
1	0.00	6.00	6.00	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	0.00
2	6.00	12.00	6.00	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	0.00
3	12.00	18.00	6.00	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	0.00

Stäbe mit normierten Stahlbauprofilen

Abschnitt	Material	$\gamma_{M,E}$	Profilbezeichnung
1	S235	1.00	IPE400
2	S235	1.00	IPE400
3	S235	1.00	IPE400

Querschnittswerte der Stababschnitte

Die Lage des Schwerpunkts eY , eZ und der Drehwinkel α der Hauptachsen η , ζ bzw. der Abstand YSM , ZSM des Schubmittelpunkts vom Schwerpunkt wird bzgl. des globalen XYZ-Systems beschrieben. Alle weiteren Querschnittswerte werden im Hauptachsensystem angegeben.

Abs.	eY	eZ	α	YSM	ZSM	A	I_{η}	I_{ζ}	I_T	I_{ω}	iM	r_{η}	r_{ζ}	r_{ω}
-	cm	cm	°	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁶	cm	cm	cm	-
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.50	23130	1320	51.40	490000	17.01	-0.00	-0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.50	23130	1320	51.40	490000	17.01	-0.00	-0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.50	23130	1320	51.40	490000	17.01	-0.00	-0.00	0.00

Punktlager an den Abschnittsenden

Das Lager wird um ΔY und ΔZ versetzt von der X-Achse angeordnet und um den Winkel φ verdreht. Zahlenwerte geben die Federkonstanten an. CPX, CPY und CPZ beschreiben die Lager für die Kraftgrößen in der indizierten Richtung. CMX, CMY und CMZ beschreiben die Momentenbeanspruchung um die indizierten Achsen. CM ω ist die Wölbbeanspruchung.

Lager bei x	CPX	CPY	CPZ	CMX	CMY	CMZ	CM ω	ΔY	ΔZ	φ
-	kN/m	kN/m	kN/m	kNm/-	kNm/-	kNm/-	kNm/m ³	cm	cm	°
A 0.00	fest	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	0.00	0.00
B 6.00	----	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	0.00	0.00
C 12.00	----	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	0.00	0.00
D 18.00	----	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	0.00	0.00

Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfallordner Lastfall Imperfektionsfälle

- 1: ständige Lasten
 - 1: Eigengewicht (1)
- Imperfektionsfälle
 - 1: Imperfektion (1)

ständige Lasten
additiv

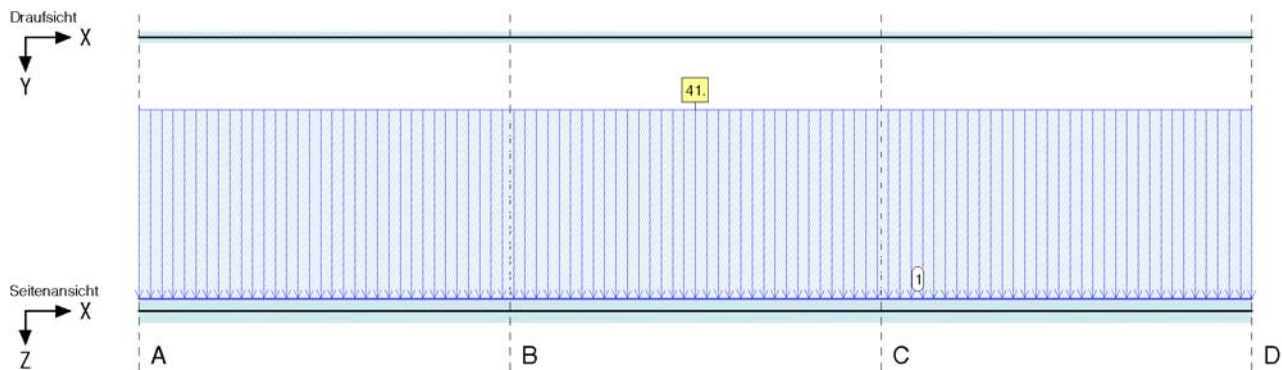
LASTGRAFIK DER EINWIRKUNGEN

Die Lastbilder werden als Projektionen bzgl. der Draufsicht (X-Y-Ebene) und der Seitenansicht (X-Z-Ebene) dargestellt. Eigengewichtslasten und Torsionslasten werden getrennt von den Ansichten in einer eigenen Zeile gezeichnet. Die Lastfallnummern sind an den einzelnen Lastbildern angetragen.



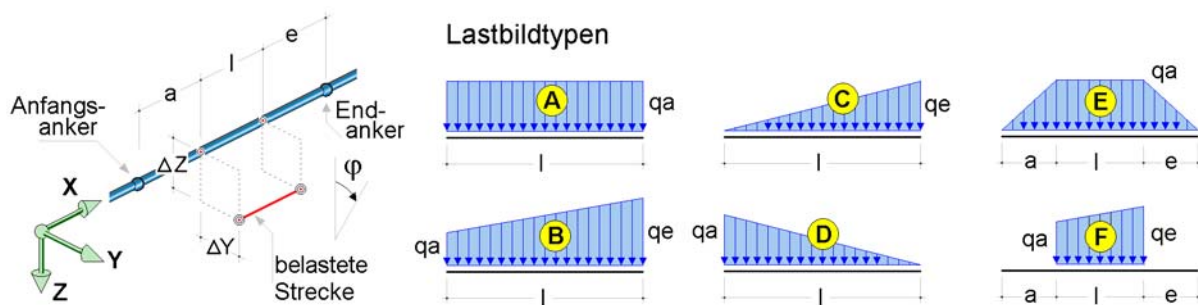
Einwirkung 1: ständige Lasten

ständig, 1 Lastfall (siehe Lastfallnummern)



BESCHREIBUNG DER LASTBILDER

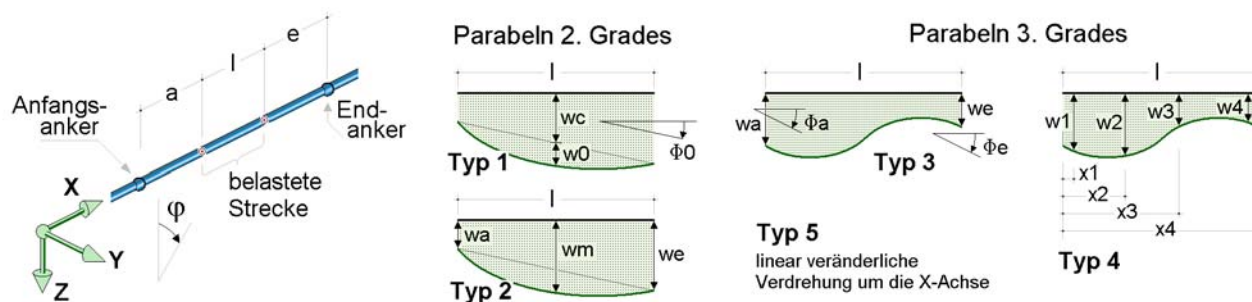
Verzeichnis der Streckenlasten



In der Spalte "Typ" ist der in der Skizze dargestellte Lastbildtyp und (durch "/" getrennt) die Lastrichtung der Streckenlast angegeben. "X", "Y" und "Z" kennzeichnen normale Streckenlasten in kNm. "D" beschreibt ein Drillmoment um die Längsachse der Teilstrecke in kNm/m.

Lastfall	Anfangs- Anker	Teilstrecken a	l	e	End- Anker	Exzentrizitäten ΔY	ΔZ	Typ	qa kN, m	qe kN, m	ϕ °
1	A	0.000	18.000	0.000	D	0.000	-20.000	A/Z	41.000	---	0.00

Erläuterung der Imperfektions-Beschreibungstypen



Imperfektionen Beschreibungstyp 2

Imperf.- fall	Anfangs- Anker	Teilstrecken a	l	e	End- Anker	Rich- tung	ϕ °	wa mm	wm mm	we mm
1	A	0.000	6.000	0.000	B	Y	0.00	0.000	1/100	0.000
1	B	0.000	6.000	0.000	C	Y	0.00	0.000	1/-100	0.000
1	C	0.000	6.000	0.000	D	Y	0.00	0.000	1/100	0.000

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach Eurocode bedeuten:

Ψ_{dom}	Kombinationsbeiwert für eine führende	Verkehrslasteinwirkung	(Leiteinwirkung)
Ψ_{sub}	Kombinationsbeiwert für eine nichtführende	Verkehrslasteinwirkung	(Begleiteinwirkung)
γ_{sup}	Teilsicherheitsbeiwert für ungünstig	wirkende Laststellungen	
γ_{inf}	Teilsicherheitsbeiwert für günstig	wirkende Laststellungen	

Überlagerungsregeln Brückenbau und DIN 1055-100 verhalten sich wie Eurocode.
Bei nichtlinearer Berechnung bleiben Extremalbildungsvorschriften unberücksichtigt

Werden nachfolgend Nachweise nach Eurocode aufgeführt, so gilt:
Der nationale Anhang "Deutschland" wird berücksichtigt.

Nachweis 1: Ideales Biegedrillknickmoment

EC 3 Tragfähigkeit (Th. II. Ord.): Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Lastkollektive zum Nachweis 1

Faktorisierung der Lastfälle. Negative Lastfallnummern beziehen sich auf Imperfektionen

LK	1	-1
1	1.00	-
2	1.61	-
3	1.62	-

Nachweis 2: EC 3 Tragfähigkeit (Th. II. Ord.)

EC 3 Tragfähigkeit (Th. II. Ord.): Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Lastkollektive zum Nachweis 2

Faktorisierung der Lastfälle. Negative Lastfallnummern beziehen sich auf Imperfektionen

LK	1	-1
1	1.00	1.00

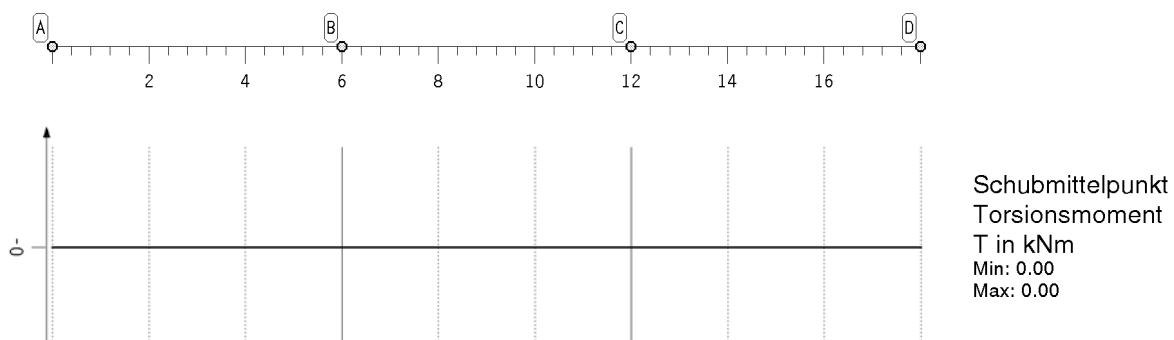
FEHLERMELDUNGEN UND WARNUNGEN DER BERECHNUNG

Lastkollektiv: $Nw1:Lk3:1.62 \cdot Lf1$

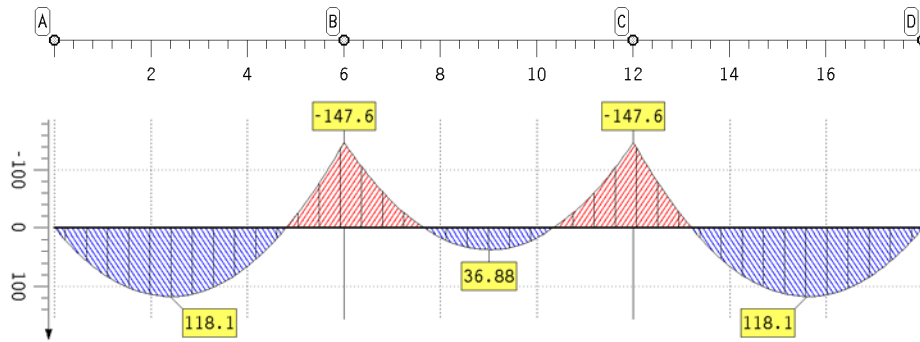
Gleichungssystem instabil bei $x = 18.00$ [IX]: Diagonalelement = $-2.92E-001$

NACHWEIS 1: LASTKOLLEKTIV 1: LAST

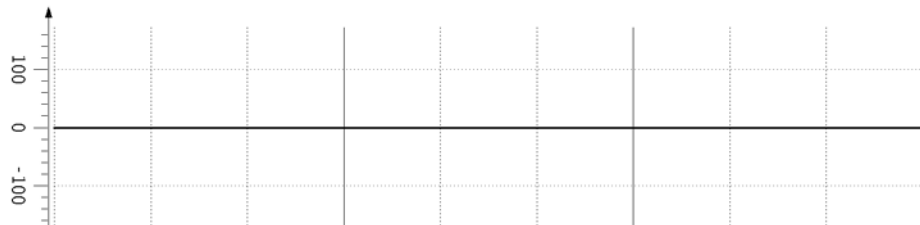
Schnittgrößen im Hauptachsensystem



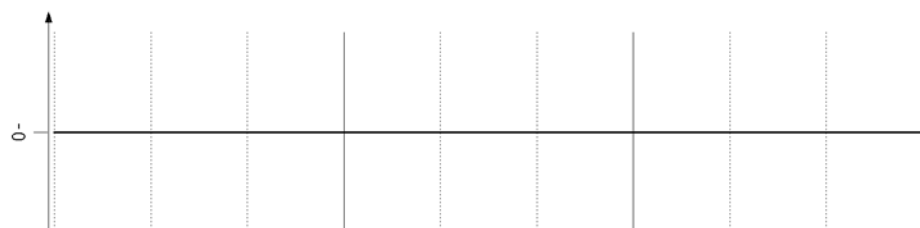
Schnittgrößen im Hauptachsensystem



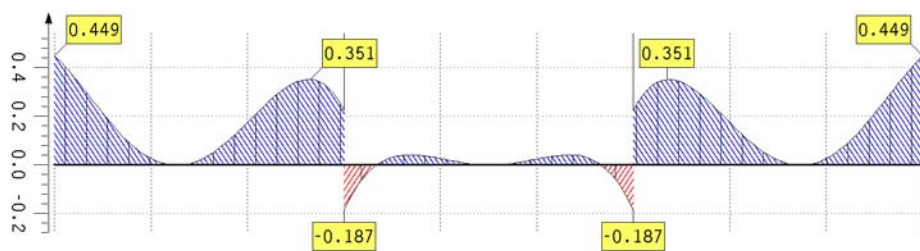
Schwerpunkt
Biegemoment
 M_η in kNm
Min: -147.62
Max: 118.13



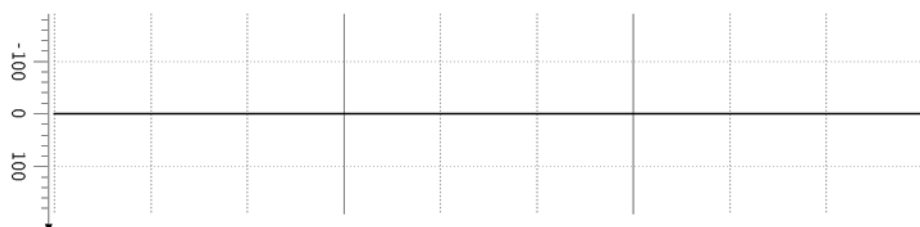
Schwerpunkt
Biegemoment
 M_ξ in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00



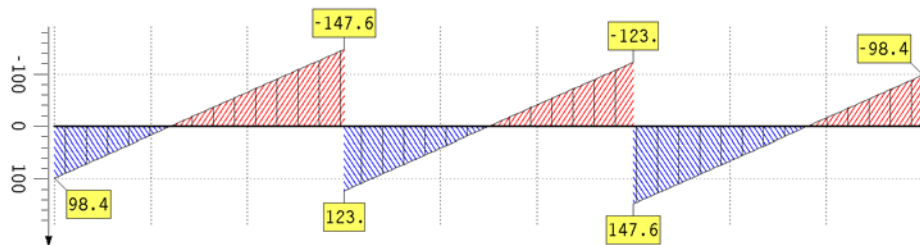
Schubmittelpunkt
Wölbmoment
 B_η in kNm²
Min: 0.00
Max: 0.00



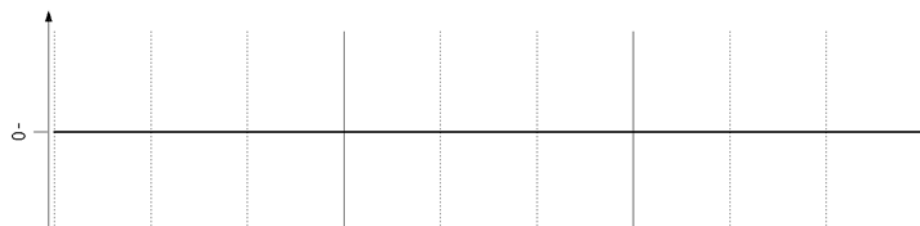
Schwerpunkt
Normalkraft
 N in kN
Min: -0.19
Max: 0.45



Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_η in kN
Min: 0.00
Max: 0.00

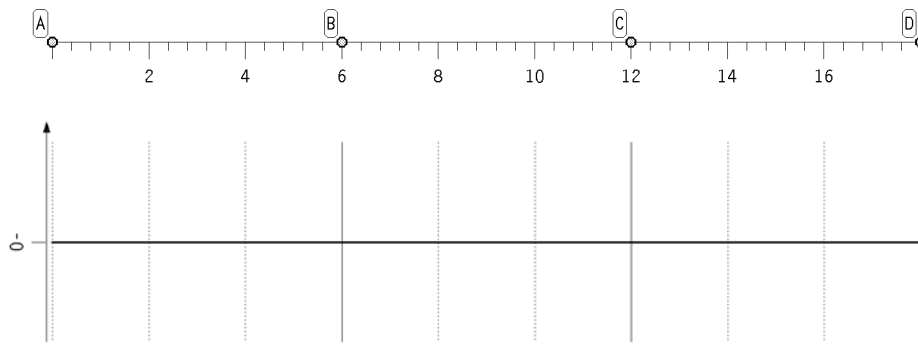


Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_ξ in kN
Min: -147.60
Max: 147.60



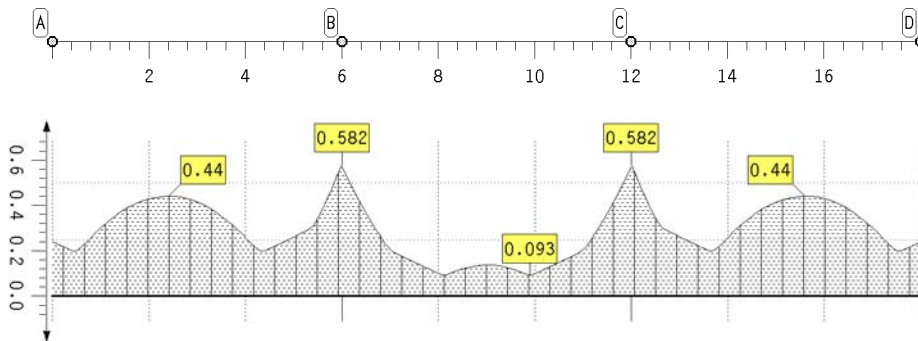
St. Venant'sches
Torsionsmoment
 T_t in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Torsionsmoment
aus Wölbkraft
 T_w in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

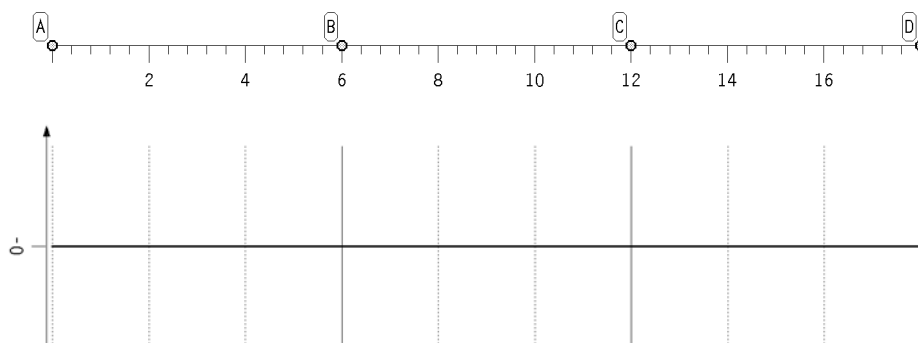
Stahlnachweisergebnisse



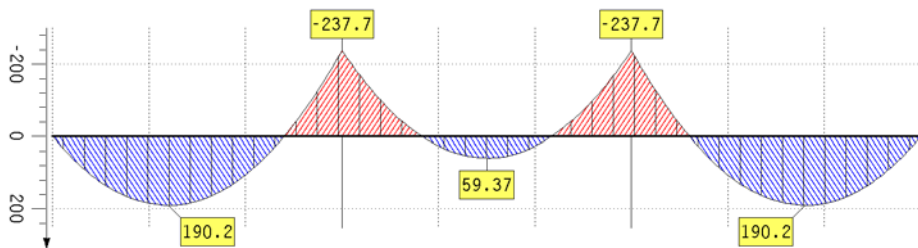
plastische
Ausnutzung $U_{\sigma,pl}$
des Querschnitts
Max: 0.58

NACHWEIS 1: LASTKOLLEKTIV 2: MCR: LAST * 1.61

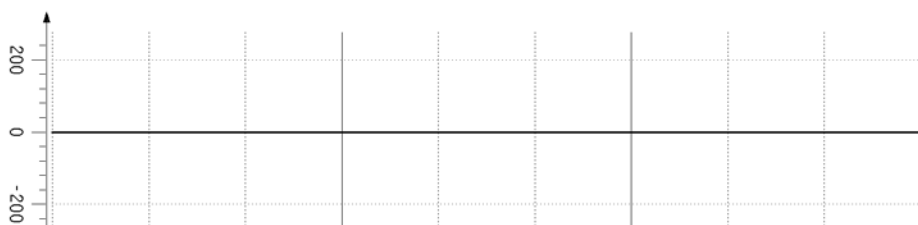
Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schubmittelpunkt
Torsionsmoment
 T in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

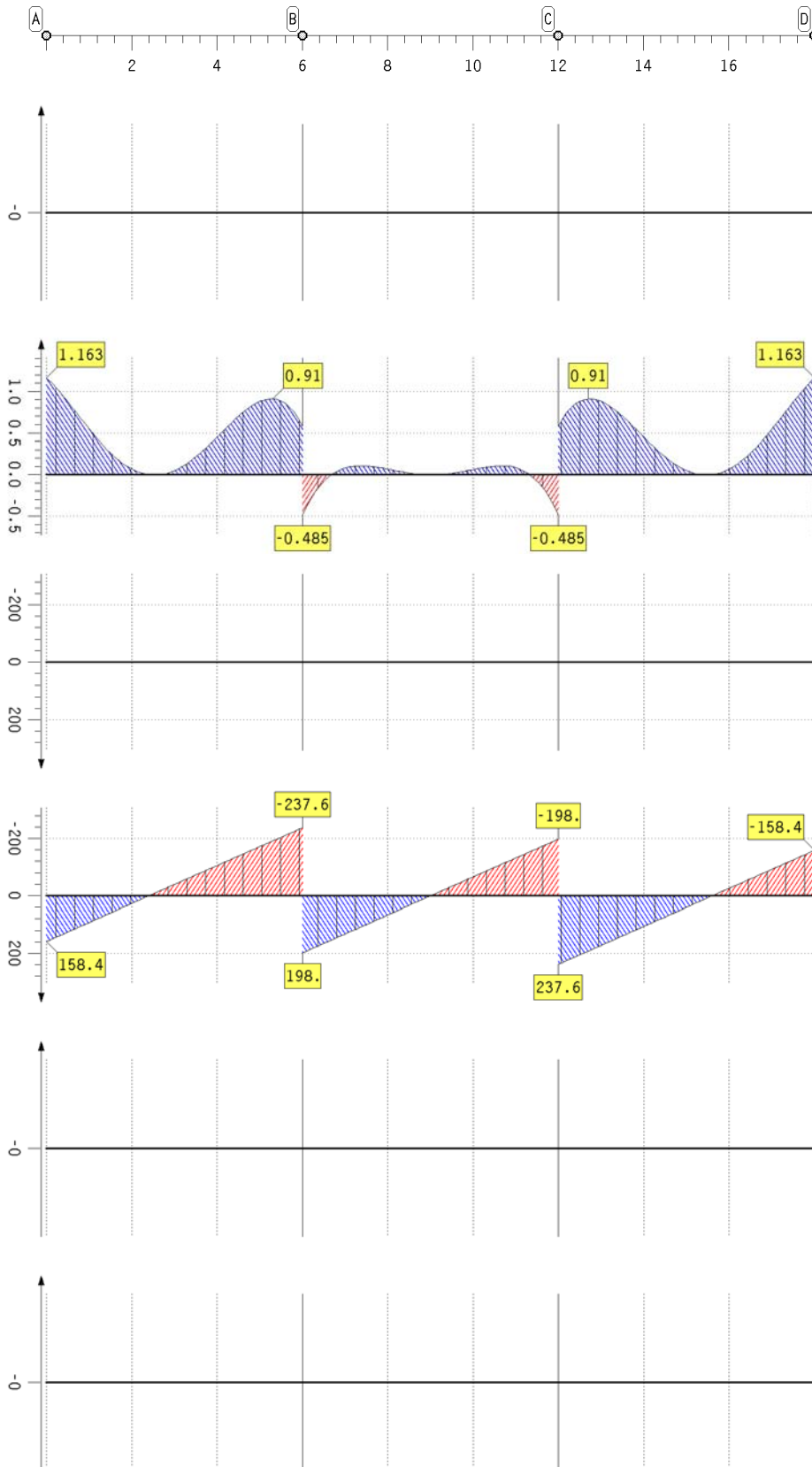


Schwerpunkt
Biegemoment
 M_{η} in kNm
Min: -237.69
Max: 190.25



Schwerpunkt
Biegemoment
 M_{ξ} in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schubmittelpunkt
Wölbmoment
B in kNm^2
Min: 0.00
Max: 0.00

Schwerpunkt
Normalkraft
N in kN
Min: -0.49
Max: 1.16

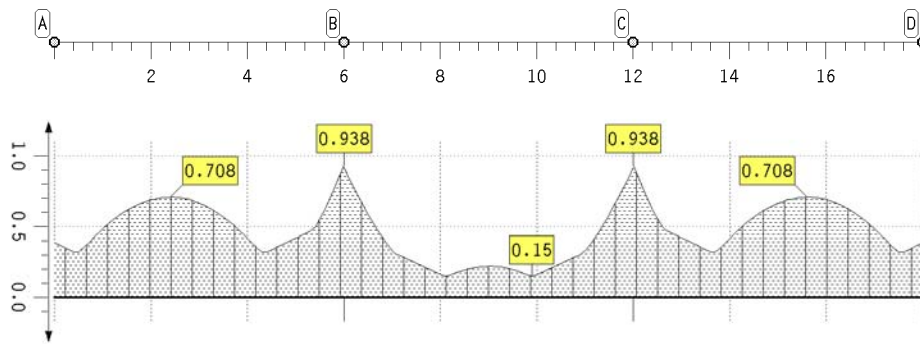
Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_η in kN
Min: 0.00
Max: 0.00

Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_ξ in kN
Min: -237.65
Max: 237.65

St. Venant'sches
Torsionsmoment
 T_t in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

Torsionsmoment
aus Wölbkraft
 T_w in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

Stahlnachweisergebnisse



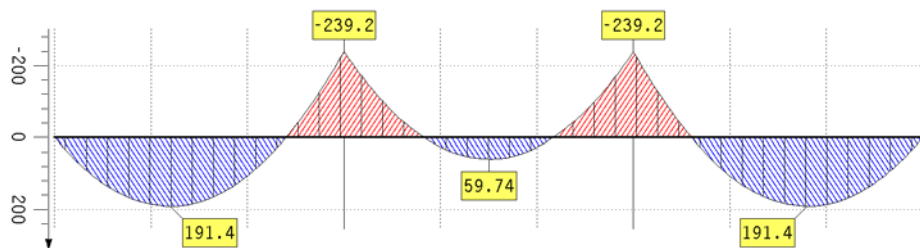
plastische
Ausnutzung $U_{\sigma,pl}$
des Querschnitts
Max: 0.94

NACHWEIS 1: LASTKOLLEKTIV 3: INSTABIL: LAST * 1.62

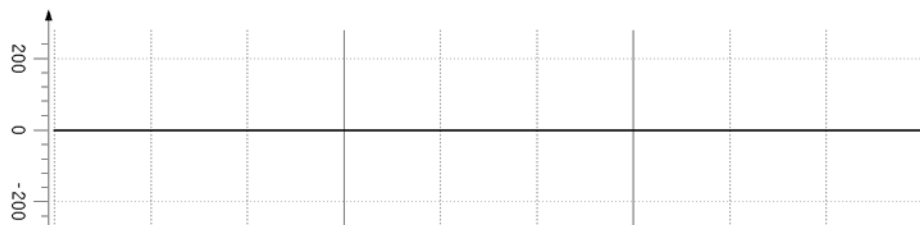
Schnittgrößen im Hauptachsensystem



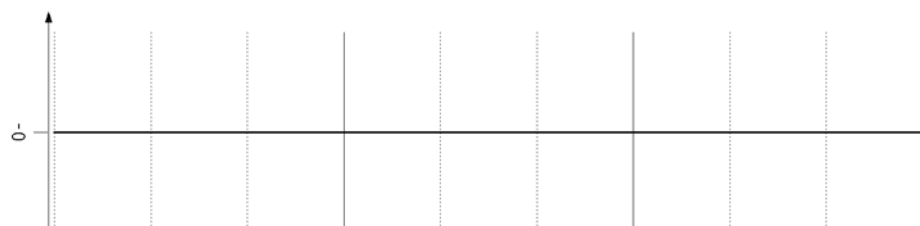
Schubmittelpunkt
Torsionsmoment
 T in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00



Schwerpunkt
Biegemoment
 M_{η} in kNm
Min: -239.17
Max: 191.43

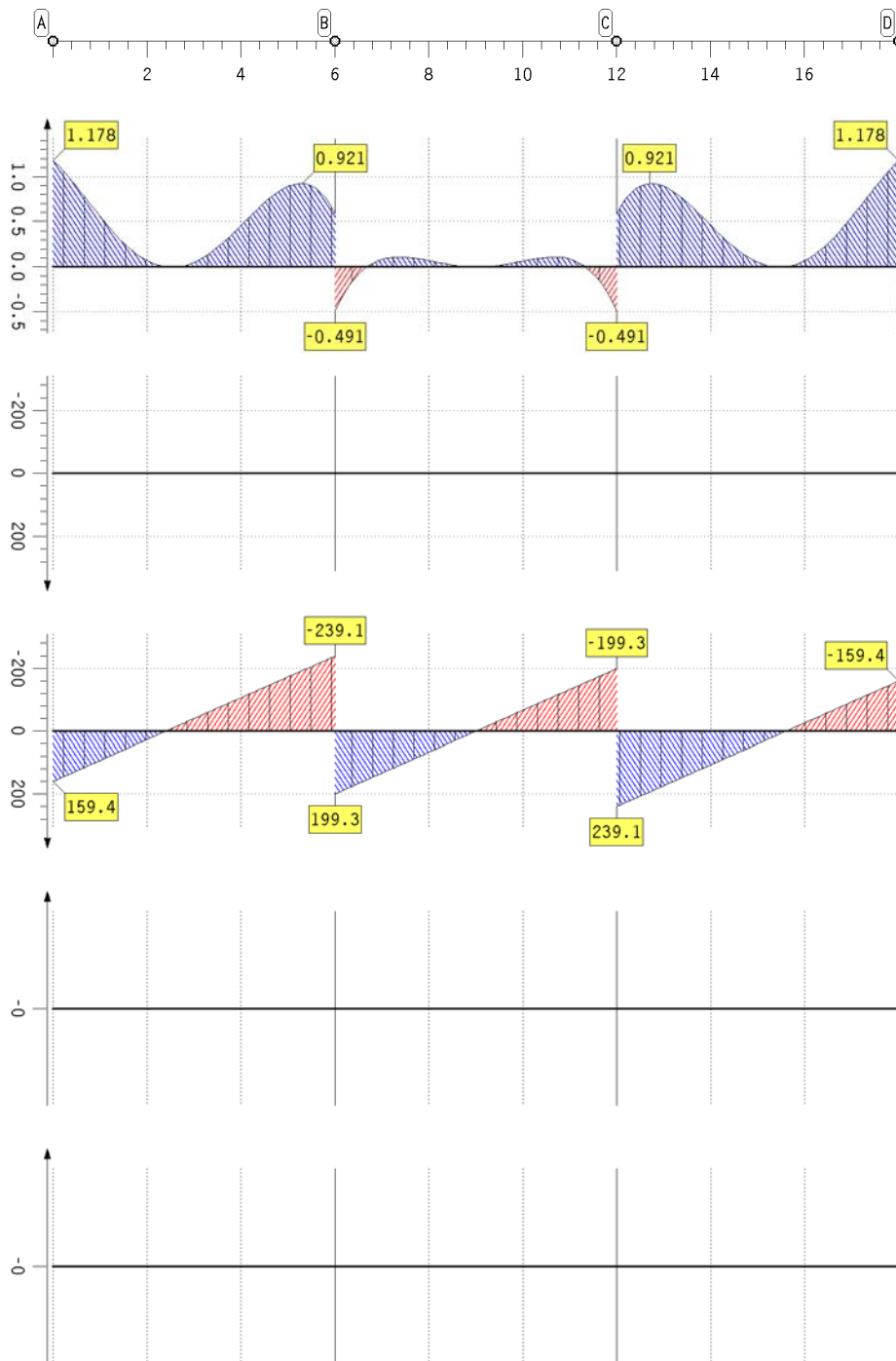


Schwerpunkt
Biegemoment
 M_{ζ} in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00



Schubmittelpunkt
Wölbbimoment
 B in kNm²
Min: 0.00
Max: 0.00

Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schwerpunkt
Normalkraft
 N in kN
Min: -0.49
Max: 1.18

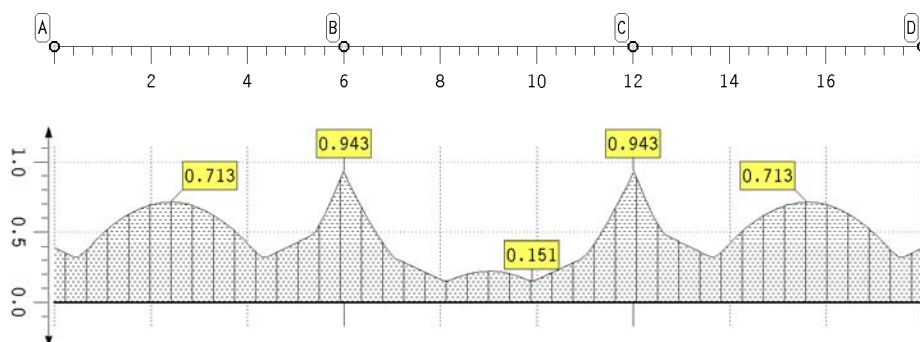
Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_η in kN
Min: 0.00
Max: 0.00

Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_ζ in kN
Min: -239.12
Max: 239.12

St. Venant'sches
Torsionsmoment
 T_t in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

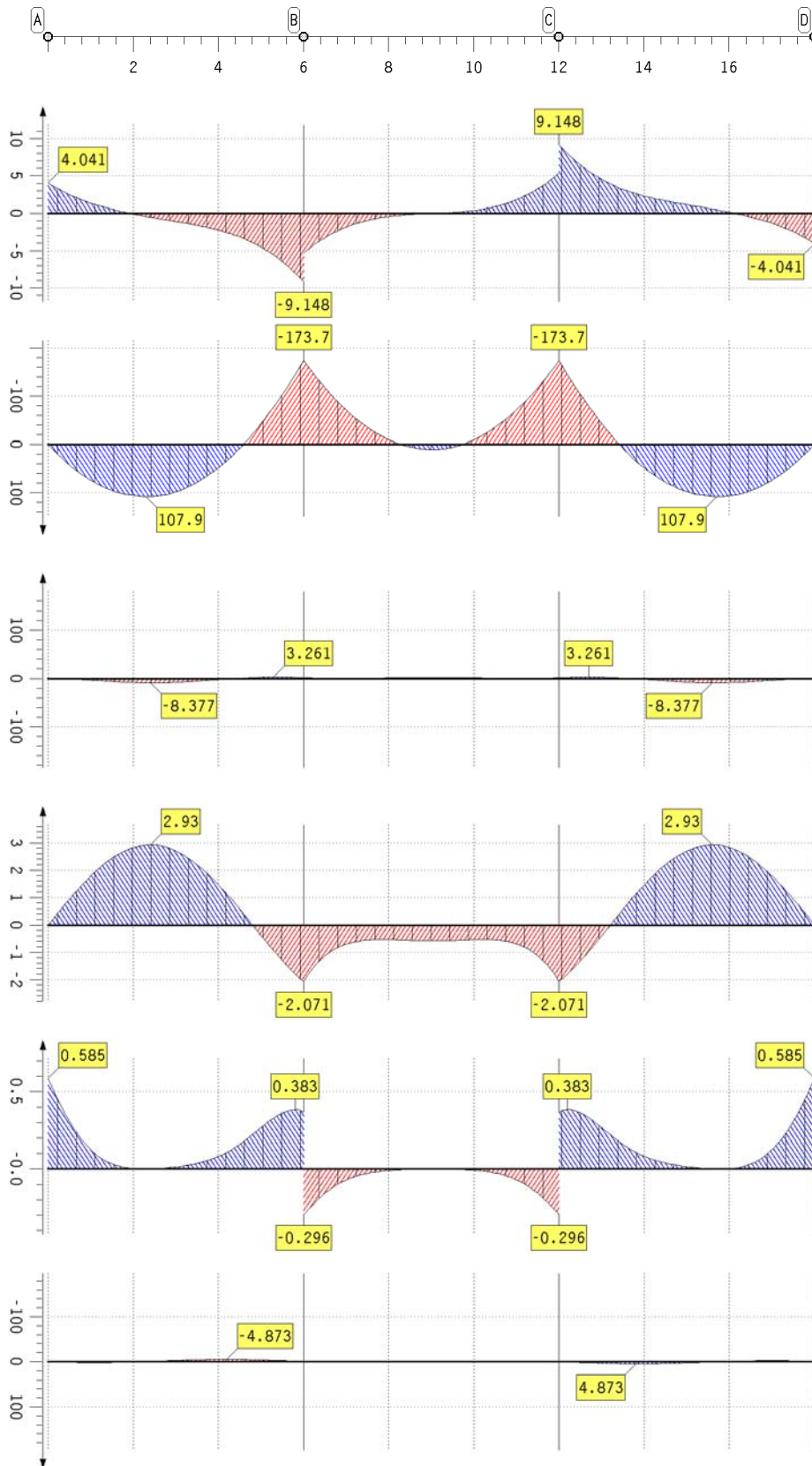
Torsionsmoment
aus Wölbkraft
 T_w in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

Stahlnachweisergebnisse



plastische
Ausnutzung $U_{\sigma,pl}$
des Querschnitts
Max: 0.94

Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schubmittelpunkt
Torsionsmoment
T in kNm
Min: -9.15
Max: 9.15

Schwerpunkt
Biegemoment
M_η in kNm
Min: -173.66
Max: 107.95

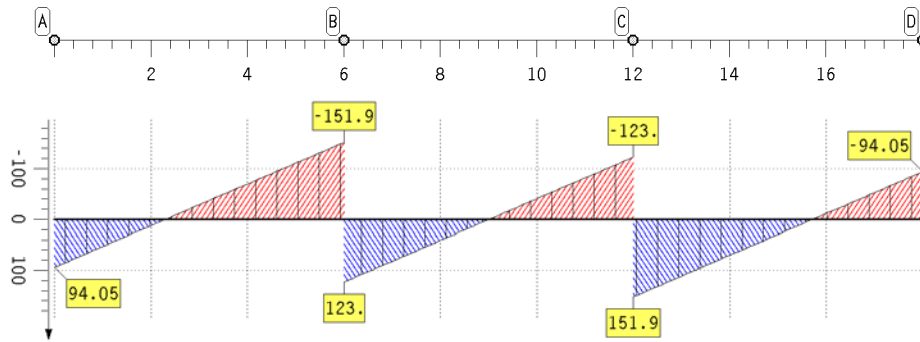
Schwerpunkt
Biegemoment
M_ξ in kNm
Min: -8.38
Max: 3.26

Schubmittelpunkt
Wölbmoment
B in kNm²
Min: -2.07
Max: 2.93

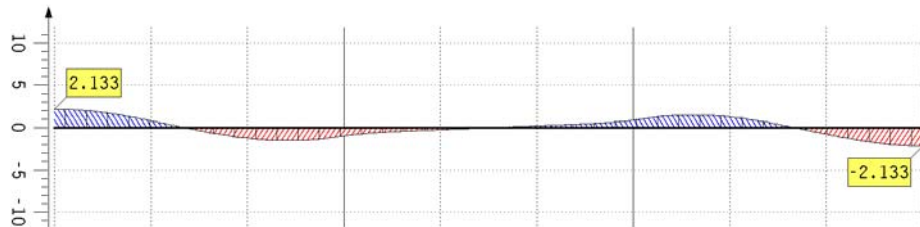
Schwerpunkt
Normalkraft
N in kN
Min: -0.30
Max: 0.59

Schubmittelpunkt
Querkraft
V_η in kN
Min: -4.87
Max: 4.87

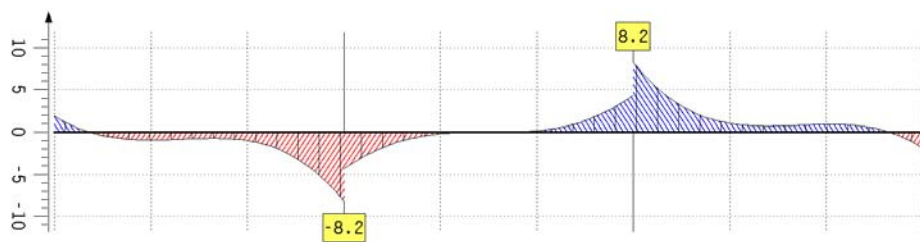
Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schubmittelpunkt
Querkraft
 V_z in kN
Min: -151.95
Max: 151.95

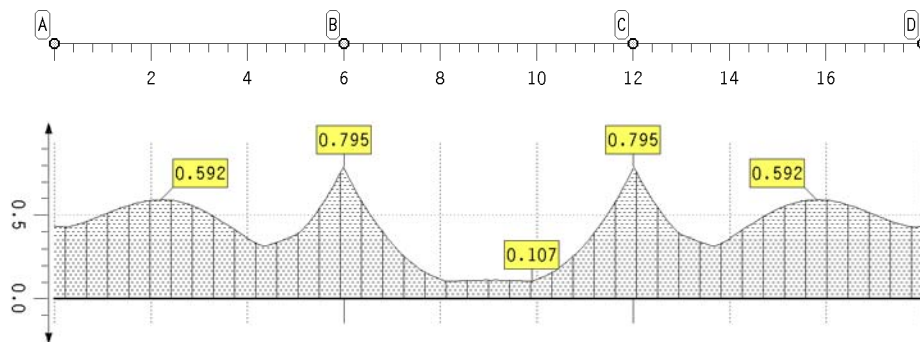


St. Venant'sches
Torsionsmoment
 T_t in kNm
Min: -2.13
Max: 2.13



Torsionsmoment
aus Wölbkraft
 T_w in kNm
Min: -8.20
Max: 8.20

Stahlnachweisergebnisse



plastische
Ausnutzung $U_{\sigma,pl}$
des Querschnitts
Max: 0.80