

SYSTEMBESCHREIBUNG

allgemeine Informationen

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

Die Eigengewichtslasten wirken in Richtung der X-Achse.

Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung der Wölbkrafttorsion und 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

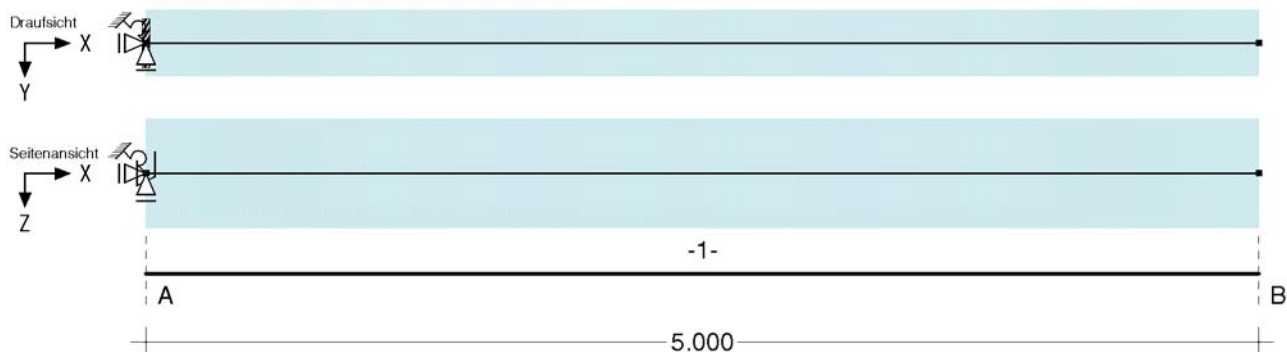
DIN EN 1993-1-1 Nachweisparameter

NA Deutschland

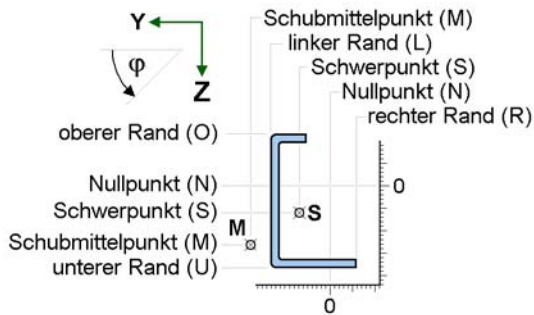
Kapitel	Wert	Bedeutung
6.1(1)	ständige/vorüberg. Situation	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl
	$\gamma_{M0} = 1.00$	Querschnittsversagen
	$\gamma_{M1} = 1.10$	Stabilitätsversagen
	außergewöhnliche Situation	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl
	$\gamma_{M0} = 1.00$	Querschnittsversagen
	$\gamma_{M1}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

Systemskizze

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

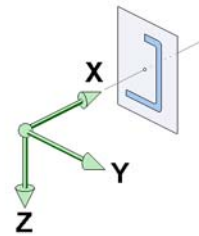


Verzeichnis der Abschnitte



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	5.00	5.00	(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	S355	1.10	HE500A

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	198.00	86970	10370	310.00	5643000	22.17	-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 Momenteneinspannung um die indizierten Achsen. CM_{ω} ist die Wölbbehinderung.

Lager bei x	CPX	CPY	CPZ	CMX	CMY	CMZ	CM_{ω}	ΔY	ΔZ	φ
-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kNm/-	kNm/-	kN/m ³	cm	cm	°
A 0.00	fest	fest	fest	fest	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

ständige Lasten

1: Eigengewicht (1)

additiv

1: Imperfektionsfälle

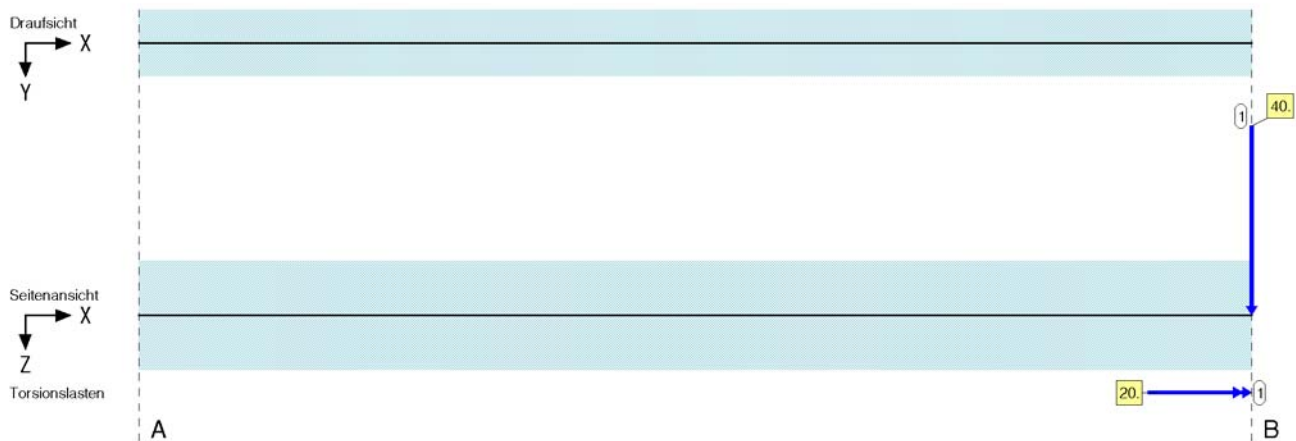
1: Imperfektion (1)

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.

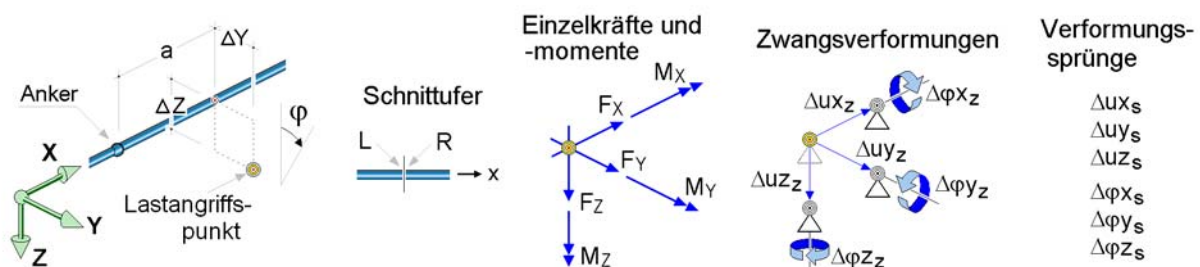
Einwirkung 1: ständige Lasten

ständig, 1 Lastfall (siehe Lastfallnummern)



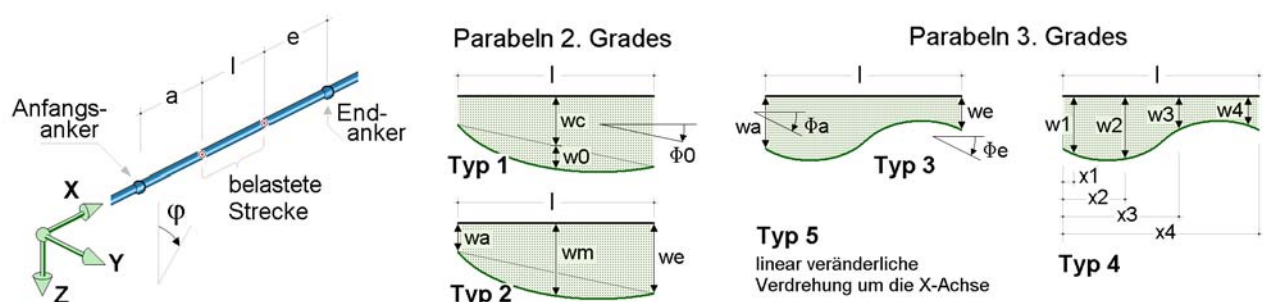
BESCHREIBUNG DER LASTBILDER

Verzeichnis der Punktlasten



Lastfall	Anker	a	ΔY	ΔZ	Ufer	Lastart, -ordinaten				φ
1	B	0.000	0.000	0.000	L	Fz =	40.000 kN	My =	0.000 kNm	0.00
1	B	0.000	0.000	0.000	L	Fx =	0.000 kN	Mx =	20.000 kNm	0.00

Erläuterung der Imperfektions-Beschreibungstypen



Imperfektionen Beschreibungstyp 2

Imperf.-fall	Anfangs-Anker	a	Teilstrecken l	e	End-Anker	Richtung	φ	wa	wm	we
1	A	0.000	5.000	0.000	B	Y	0.00	0.000	1/-500	0.000
1	A	0.000	5.000	0.000	B	Y	0.00	0.000	1/400	1/200

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: EC3 Tragfähigkeit (Th. II. Ord.)

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

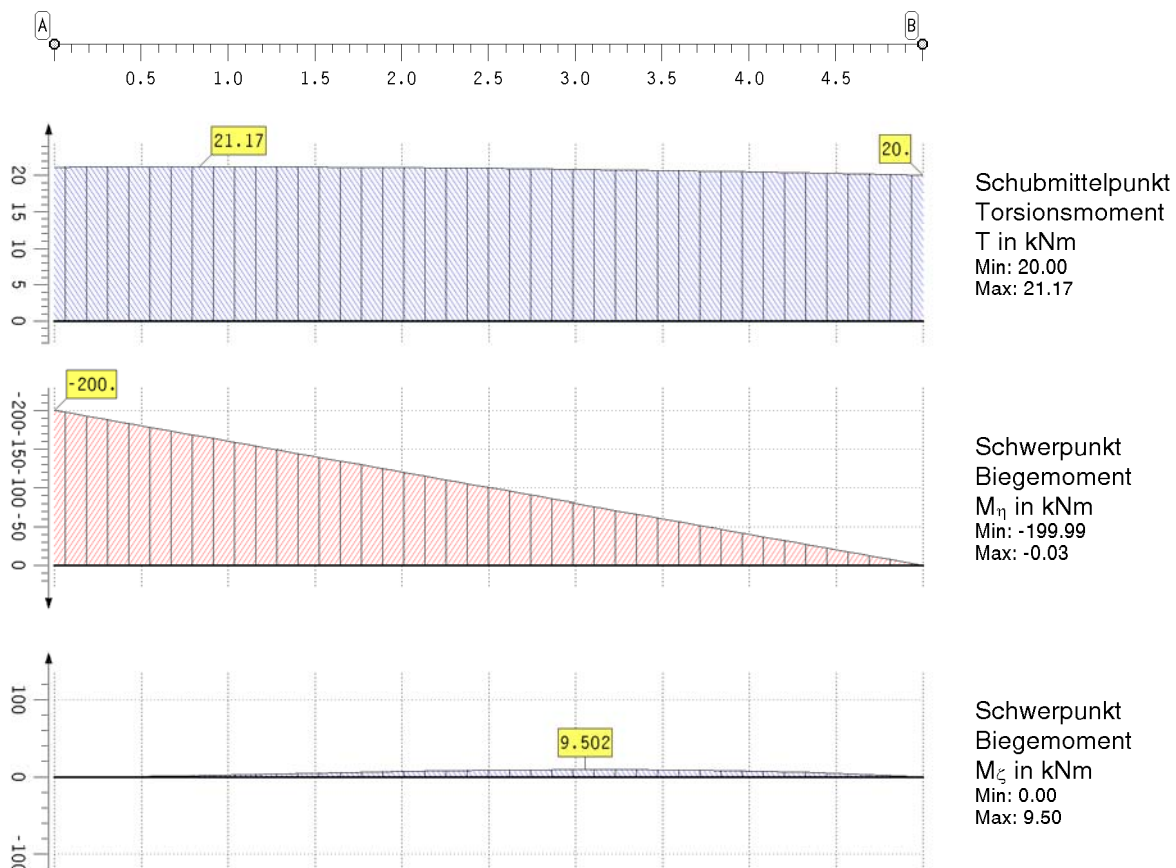
Lastkollektive zum Nachweis 1

Faktorisierung der Lastfälle. Negative Lastfallnummern beziehen sich auf Imperfektionen

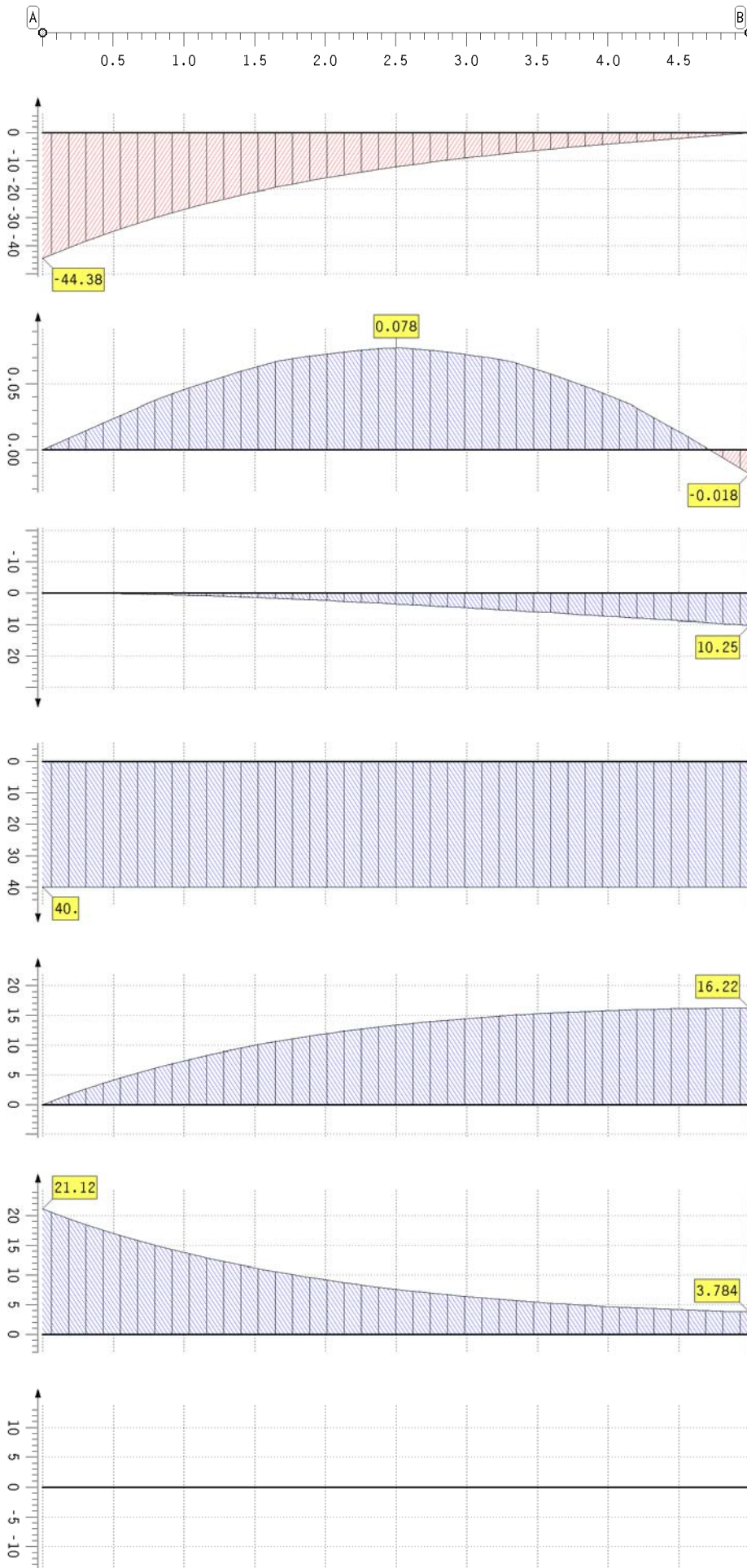
LK	1	-1
1	1.00	1.00

ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 1: EC3 TRAGFÄHIGKEIT (TH. II. ORD.)

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem



extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schubmittelpunkt
Wölbmoment
B in kNm²
Min: -44.38
Max: -0.00

Schwerpunkt
Normalkraft
N in kN
Min: -0.02
Max: 0.08

Schubmittelpunkt
Querkraft
V_η in kN
Min: 0.00
Max: 10.25

Schubmittelpunkt
Querkraft
V_ξ in kN
Min: 40.00
Max: 40.00

St. Venant'sches
Torsionsmoment
T_t in kNm
Min: 0.00
Max: 16.22

Torsionsmoment
aus Wölbkraft
T_w in kNm
Min: 3.78
Max: 21.12

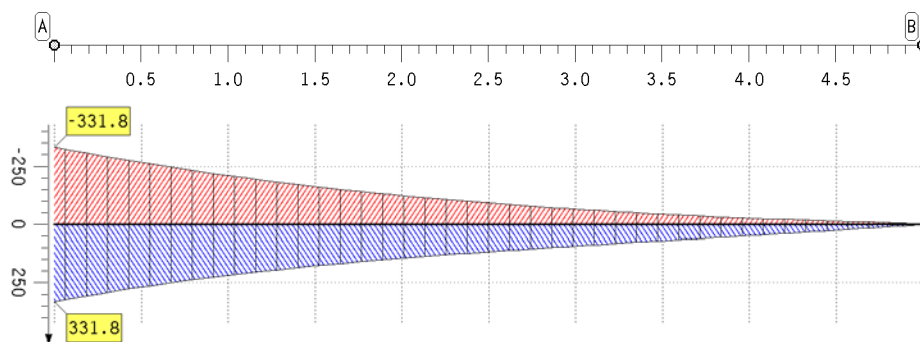
Wagnereffekt
Torsionsmoment
T_σ in kNm
Min: -0.00
Max: 0.00

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

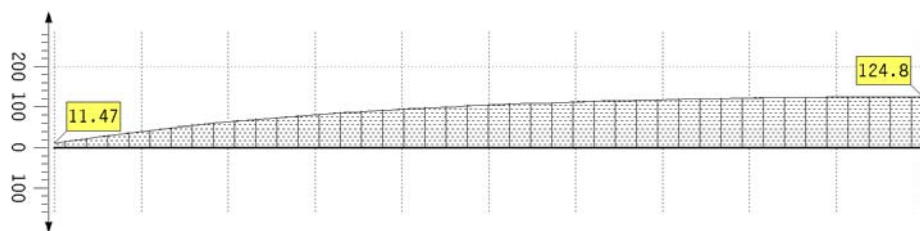
Die Querkräfte V_η , V_ζ , die Torsionsmomente T , T_t , T_w , T_σ und das Wölbmoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η , M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

Punkt	x m	Typ	N kN	V_η kN	V_ζ kN	T kNm	M_η kNm	M_ζ kNm	T_t kNm	T_w kNm	T_σ kNm	K_σ kNm ²	B kNm ²
A	0.000	M1n	0.0	0.00	40.00	21.12	-200.0	0.0	0.00	21.12	0.00	0.00	-44.377
		Max	0.0	0.00	40.00	21.12	-200.0	0.0	0.00	21.12	0.00	0.00	-44.377
	0.741	M1n	0.0	0.40	40.00	21.17	-170.4	1.7	5.85	15.32	0.00	0.00	-30.799
		Max	0.0	0.40	40.00	21.17	-170.4	1.7	5.85	15.32	0.00	0.00	-30.799
	1.667	M1n	0.1	1.77	40.00	21.11	-133.3	5.9	10.66	10.45	0.00	0.00	-19.115
		Max	0.1	1.77	40.00	21.11	-133.3	5.9	10.66	10.45	0.00	0.00	-19.115
	2.500	M1n	0.1	3.54	40.00	20.95	-100.0	8.8	13.38	7.58	-0.00	-0.00	-12.045
		Max	0.1	3.54	40.00	20.95	-100.0	8.8	13.38	7.58	-0.00	-0.00	-12.045
	3.056	M1n	0.1	4.91	40.00	20.80	-77.8	9.5	14.59	6.22	-0.00	-0.00	-8.567
		Max	0.1	4.91	40.00	20.80	-77.8	9.5	14.59	6.22	-0.00	-0.00	-8.567
	3.241	M1n	0.1	5.38	40.00	20.74	-70.4	9.4	14.90	5.84	-0.00	-0.00	-7.528
		Max	0.1	5.38	40.00	20.74	-70.4	9.4	14.90	5.84	-0.00	-0.00	-7.528
	4.167	M1n	0.0	7.90	40.00	20.39	-33.4	6.6	15.93	4.46	0.00	0.00	-3.231
		Max	0.0	7.90	40.00	20.39	-33.4	6.6	15.93	4.46	0.00	0.00	-3.231
B	5.000	M1n	-0.0	10.25	40.00	20.00	-0.0	0.0	16.22	3.78	0.00	0.00	-0.000
		Max	-0.0	10.25	40.00	20.00	-0.0	0.0	16.22	3.78	0.00	0.00	-0.000
Minimum			-0.0	0.00	40.00	20.00	-200.0	0.0	0.00	3.78	-0.00	-0.00	-44.377
Maximum			0.1	10.25	40.00	21.17	-0.0	9.5	16.22	21.12	0.00	0.00	-0.000

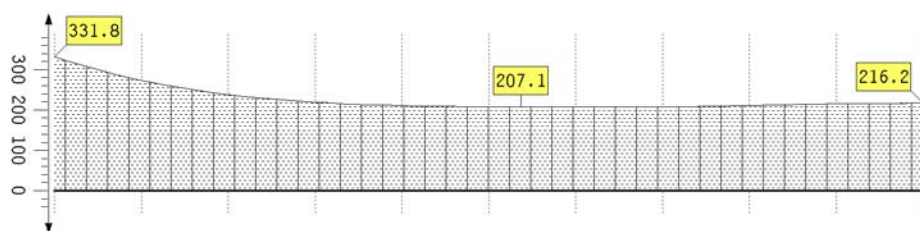
Stahlnachweisergebnisse



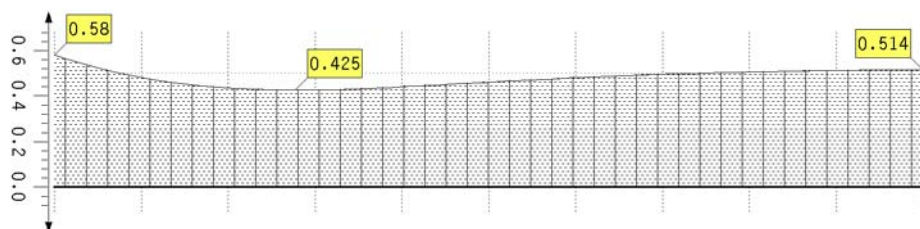
elastische
Randspannungen
 σ_x in MN/m²
Min: -331.78
Max: 331.78



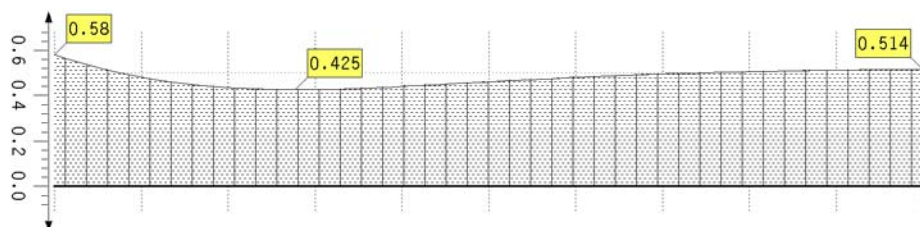
elastische
Schubspannung
 τ in MN/m²
Max: 124.83



elastische
Vergleichsspannung
 σ_v in MN/m²
Max: 331.78



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



Ausnutzung
Max: 0.58

Stahlnachweisergebnisse

Die Spannungen werden elastisch ermittelt.

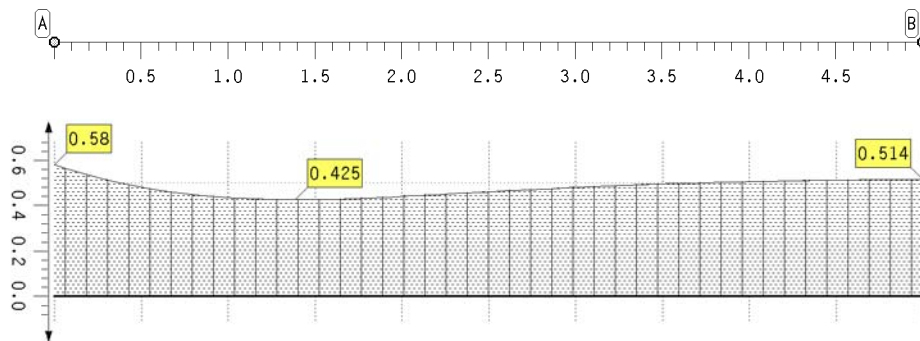
Punkt	x m	min σ_x MN/m ²	max σ_x MN/m ²	τ MN/m ²	σ_y MN/m ²	σ_{e1} MN/m ²	$U_{\sigma,e1}$ -	$U_{\sigma,p1}$ -	0-0 -	--0 -	U -
A	0.000	-331.78	331.78	11.47	331.78	----	----	0.580	----	----	0.580
	0.648	-247.49	251.38	47.89	260.21	----	----	0.460	----	----	0.460
	1.389	-171.72	185.02	77.33	221.31	----	----	0.425	----	----	0.425
	2.593	-84.99	111.07	106.41	207.15	----	----	0.465	----	----	0.465
B	5.000	-0.02	0.02	124.83	216.21	----	----	0.514	----	----	0.514
Minimum		-331.78	0.02	11.47	207.15	0.00	0.000	0.425	0.000	0.000	0.425
Maximum		-0.02	331.78	124.83	331.78	0.00	0.000	0.580	0.000	0.000	0.580

Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse (γ_F -fach)

Punkt	X m	Typ	AP _x kN	AP _y kN	AP _z kN	AM _x kNm	AM _y kNm	AM _z kNm	AB _x kNm ²
A	0.000	Min	0.00	-0.00	-40.00	-21.12	199.99	-0.00	44.38
		Max	0.00	-0.00	-40.00	-21.12	199.99	-0.00	44.38
B	5.000	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00

ZUSAMMENFASSUNG

Ausnutzungen



Ausnutzung
Max: 0.58