

SYSTEMBESCHREIBUNG

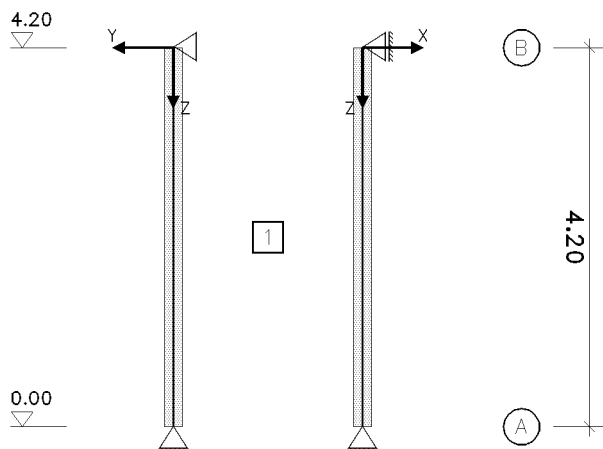
Allgemeine Informationen

Die Ausdehnung der Längsachse der Stütze orientiert sich an der globalen Z-Achse.
Der globale Ursprung befindet sich am Stützenkopf, die globale Z-Achse zeigt nach unten.
Die lokale Stabachse x verläuft von unten nach oben entgegen der globalen Z-Achse.
Die Eigengewichtslasten wirken in Richtung der Z-Achse.
Die Verformungen der Lastkollektive enthalten nicht die Imperfektionen.

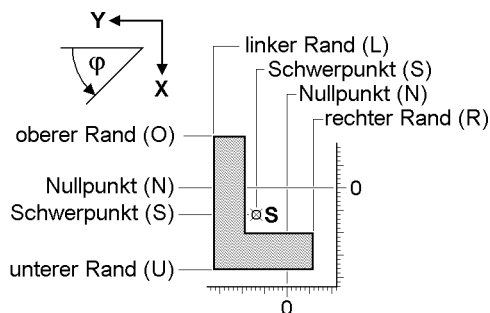
Bei der nichtlinearen Berechnung werden maximal 50 Iterationen pro Lastkollektiv durchgeführt.
Konvergenzkriterium: Die Iteration wird beendet, wenn die Differenzen in den Ergebnissen zweier aufeinanderfolgender Iterationen an keiner Stelle die nachfolgend aufgeführten Toleranzen überschreiten.

Kriterium	Toleranz
Verschiebungen	0.00010 mm
Verdrehungen	0.00010 ‰
Schnittkräfte	0.00010 kN
Momente	0.00010 kNm

Systemskizze

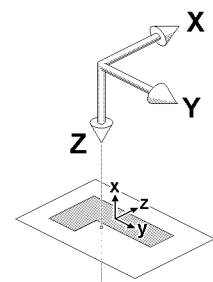


Verzeichnis der Abschnitte



Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten horizontalen und vertikalen Ausrichtungspunkte wird der Durchstoßpunkt der globalen Z-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 Z-Achse gedreht und anschließend um Δy und Δz lokal verschoben.



Abschnitt	von xu m	bis xo m	l m	Ausrichtung am Anfang		Ausrichtung am Ende		φ °
				Δy [cm]	Δz [cm]	Δy [cm]	Δz [cm]	
1	0.00	4.20	4.20	(N) + 0.00	(N) + 0.00	(N) + 0.00	(N) + 0.00	0.00

Punktlager an den Abschnittsenden

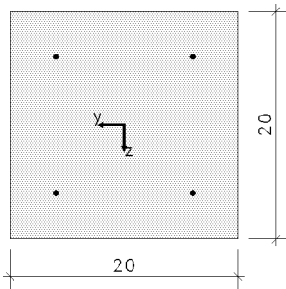
Das Lager wird um ΔX und ΔY versetzt von der Z-Achse angeordnet und um den Winkel φ verdreht. Zahlenwerte geben die Federkonstanten an. CPX, CPY und CPZ beschreiben die Lager für die Kraftgrößen in der indizierten Richtung. CMX, CMY und CMZ beschreiben die Momenteneinspannung um die indizierten Achsen.

Lager	bei x	CPX	CPY	CPZ	CMX	CMY	CMZ	ΔX	ΔY	φ
-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kNm/-	kNm/-	kNm/-	cm	cm	°
A	0.00	fest	fest	fest	----	----	fest	0.00	0.00	0.00
B	4.20	fest	fest	----	----	----	----	0.00	0.00	0.00

Querschnitte

Abschnitt	Typ	gevoutet	b _y	b _z	Bewehrungsbild
			cm	cm	
1	Rechteck	nein	20.00	20.00	Eckbewehrung

ABSCHNITT 1:



Längsbewehrung	Typ	Anz.	Konstant	Gewählt	A _{s, gew}
		-			cm ²
Ecken	Punkt	4	nein	4 Ø 16	8.04

Materialeigenschaften der Stäbe für Nachweise nach DIN 1045-1

Erläuterungen: ρ_c : Rohdichte des Betons; BStl: Betonstahlgüte für die Längsbewehrung

Materialdaten des Betons: f_{ck} : Zylinderdruckfestigkeit; α : Abminderungsbeiwert (Gl. 67); ϵ_{c2} , ϵ_{c2u} : Dehnungen;

n_c : Exponent zur Beschreibung der Spannungs-Dehnungs-Linie (Gl. 65); E_{cm} : mittlerer Elastizitätsmodul (Sekantenmodul)

f_{ctm} : Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit; Für Verformungsberechnungen: effektive Kriechzahl φ_{eff} ; Endschwindmaß $\epsilon_{cs, \infty}$

Materialdaten der Bewehrung: f_{yk} : Streckgrenze; f_{tk} : Zugfestigkeit; ϵ_{su} : Bruchdehnung; E_s : Elastizitätsmodul

Stab	Beton	ρ_c	BStl	f_{ck}	α	ϵ_{c2}	ϵ_{c2u}	n_c	E_{cm}	f_{ctm}	φ_{eff}	ϵ_{cs}	f_{yk}	f_{tk}	ϵ_{su}	E_s
		kg/m ³		MN/m ²		‰	‰		MN/m ²	MN/m ²		‰	MN/m ²	MN/m ²	‰	MN/m ²
1	C30/37	2200	500	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	2.90	---	---	500.0	525.0	25.0	200000.0

Bemessungsoptionen für Nachweis 1: DIN 1045-1 Bemessung

Erläuterungen: BStl, BStq: Betonstahlgüte für die Längs-, Schubbewehrung

Spalte (MT), (Ms): Mindestbewehrung für Träger und/oder Stützen; Spalte (S): Schubbemessung

$c_{v,D}$: Betondeckung der Druckbewehrung; Θ : Druckstrebenwinkel (0 = minimal); Spalte (W): Wirksamkeitsfaktor der Rundbügel (nur Kreisquerschnitte)

t_{eff} : Torsion, effektive Wanddicke (0 = nach Norm)

Beschreibung des Materials siehe 'Materialeigenschaften der Stäbe'

Stab	Beton	BStl	(Mr)	(Ms)	(S)	BStq	$c_{v,D}$	Θ	(W)	t_{eff}
							cm	°	-	cm
1	C30/37	500	nein	ja	ja	500	2.0	0	--	0.0

Bemessungsoptionen für Nachweis 3: DIN 1045-1 Knicksicherheit

Beton-, Stahlgüte der Längsbewehrung siehe 'Materialeigenschaften der Stäbe'

Bemessungsoptionen für Nachweis 4: DIN 1045-1 Spannungsnachweis

Erläuterungen: zul $\sigma_c = fak_{\sigma c} \cdot f_{ck}$: zulässige Betondruckspannung; zul $\sigma_s = fak_{\sigma s} \cdot f_{yk}$: zulässige Stahlzugspannung
 Beton-, Stahlgüte der Längsbewehrung siehe 'Materialeigenschaften der Stäbe'

Stab	$fak_{\sigma c}$	zul σ_c N/mm ²	$fak_{\sigma s}$	zul σ_s N/mm ²
1	0.600	-18.0	0.800	400.0

STRUKTUR DER BELASTUNG

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)

2: Nutzlasten (2)

2: Nutzlasten (2/1)

3: Schneelasten

3: Schneelast (1)

Imperfektionsfälle

1: neue Imperfektion

ständige Lasten

additiv

veränderliche Nutzlasten in Versammlungs-, Verkaufsräumen

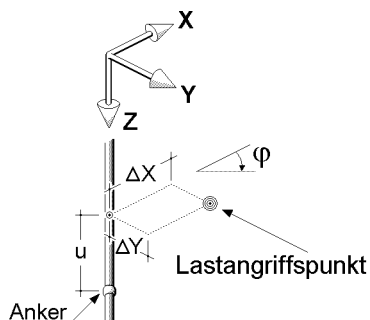
additiv

veränderliche Schneelasten

additiv

BESCHREIBUNG DER LASTBILDER

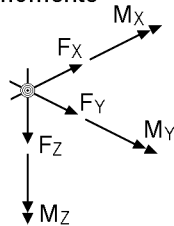
Verzeichnis der Punktlasten



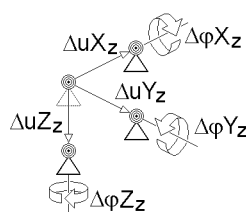
Schnittufer



Einzelkräfte und -momente



Zwangsverformungen

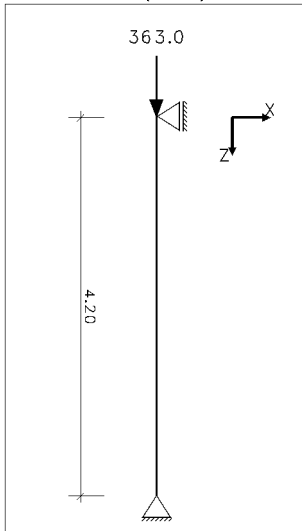


Verformungs-sprünge

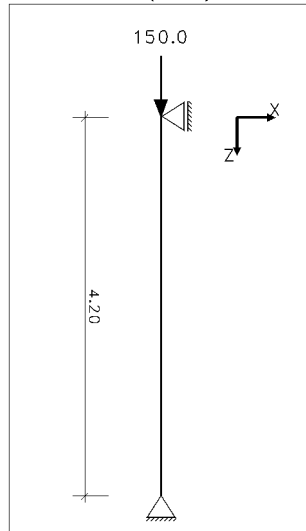
ΔuX_s
 ΔuY_s
 ΔuZ_s
 $\Delta \phi X_s$
 $\Delta \phi Y_s$
 $\Delta \phi Z_s$

Lastfall	Anker	u m	ΔX cm	ΔY cm	Ufer	Lastart, -ordinaten				ϕ °
1	B	0.000	0.000	0.000	L	$F_z =$	363.000 kN	$M_z =$	0.000 kNm	0.00
2	B	0.000	0.000	0.000	L	$F_z =$	150.000 kN	$M_z =$	0.000 kNm	0.00
3	B	0.000	0.000	0.000	L	$F_z =$	30.000 kN	$M_z =$	0.000 kNm	0.00

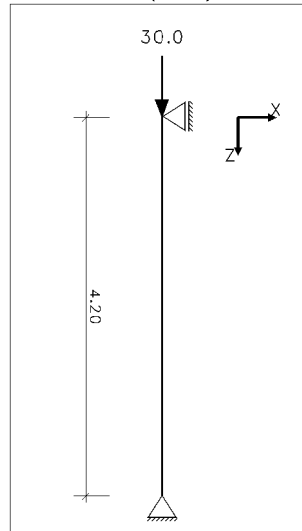
Lastfall 1 (Bild 1)



Lastfall 2 (Bild 2)

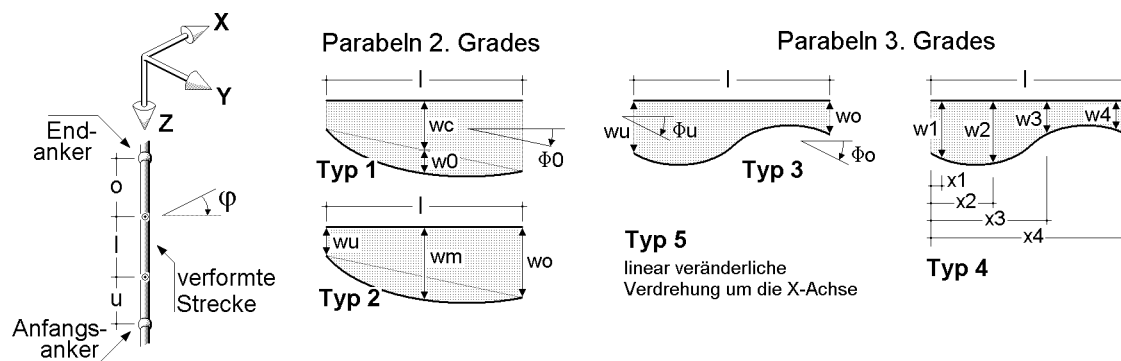


Lastfall 3 (Bild 3)



Verzeichnis der Imperfektionen

Erläuterung der Imperfektions-Beschreibungstypen



Imperfektionen Beschreibungstyp 1

Imperf.-fall	Anfangs-Anker	u	Teilstrecken	l	o	End-Anker	Richtung	ϕ	wc	w0	$\phi 0$
-	-	m	m	m	-	-	-	°	mm	mm	%
1	A	0.000	4.200	0.000	B	X	0.00		0.000	1/410	0.000

BESCHREIBUNG DER GEFORDERTEN NACHWEISE

Im Nachfolgenden bedeuten:

- Ψ_{dom} bei Überlagerungsregel DIN 1055-100: Kombinationsbeiwert für eine führende Verkehrslasteinwirkung
- Ψ_{sub} bei Überlagerungsregel DIN 1055-100: Kombinationsbeiwert für eine nichtführ. Verkehrslasteinwirkung
- γ_{sup} Teilsicherheitsbeiwert für ungünstig wirkende Laststellungen
- γ_{inf} Teilsicherheitsbeiwert für günstig wirkende Laststellungen

Überlagerungsregeln Eurocode verhalten sich wie DIN 1055-100

Bei nichtlinearer Berechnung bleiben Extremalbildungsvorschriften unberücksichtigt

Nachweis 1: DIN 1045-1 Bemessung

DIN 1045-1 Bemessung: Tragfähigkeit nach DIN 1045-1 (10.2, 10.3, 10.4)

Nachweisoptionen zum Nachweis 1:

Biegebemessung

- ☒ Schubbemessung
 - ☒ $z = 0.9 d$ (je Richtung)
 - ☐ $z = 0.9 d \leq d - 2 c_v$
 - ☐ Ansatz nach P.Mark
 - ☐ min VRdct NICHT begrenzen
- ☒ mit Mindestbewehrung (Biegung)
- ☒ DIN 1045-1 (7.01) mit Ber.2 (6.05)
- ☐ DIN 1045-1 (8.08)

1: Standardkombination

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 1, Typ: standard, Überlagerungsregel: DIN1055-100
Materialsicherheitsbeiwerte: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

Einw.	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00	1.35	1.00
2	1.00	0.70	1.50	0.00
3	1.00	0.50	1.50	0.00

Nachweis 3: DIN 1045-1 Knicksicherheit

DIN 1045-1 Knicksicherheit Z2: Knicksicherheit nach DIN 1045-1

Nachweisoptionen zum Nachweis 3:

- ☒ Bemessung der Knick-Schnittgrößen
- Spannungsdehnungslinie des Betons
- zur Ermittlung der effektiven Steifigkeiten
 - ☐ nach 9.1.6 (Parabel-Rechteck)
 - ☒ nach 9.1.5 (wirklichkeitsnah)
 - ☐ linear mit $\alpha = E_s/E_{cm}$

Lastkollektive zum Nachweis 3

Faktorisierung der Lastfälle. Negative Lastfallnummern beziehen sich auf Imperfektionen

LK	1	2	3	-1
1	1.35	1.50	0.75	1.00 Lastkollektiv 1

Nachweis 4: DIN 1045-1 Spannungsnachweis

DIN 1045-1 Spannungsnachweis: Gebrauchsfähigkeit nach DIN 1045-1 (11.1)

Nachweisoptionen zum Nachweis 4:

- ☒ Kontrolle der Eingangsbewehrung
- ☒ Betondruckspannungen
- ☒ Stahlzugspannungen
- Spannungsdehnungslinie Beton
 - ☐ nach 9.1.6 (Parabel-Rechteck)
 - ☒ nach 9.1.5 (wirklichkeitsnah)
 - ☐ linear mit $\alpha = E_s/E_c$

1: Standardkombination

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 4, Typ: standard, Überlagerungsregel: DIN1055-100

Einw.	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	0.70	1.00	0.00
3	1.00	0.50	1.00	0.00

ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 1: DIN 1045-1 BEMESSUNG

extremale Verformungen der Stützenachse

Punkt	x	Typ	ux	uy	uz	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
-	m		mm	mm	mm	‰	‰	‰
A	0.000	Min	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
B	4.200	Min	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	2.74	0.00	0.00	0.00
Minimum			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum			0.00	0.00	2.74	0.00	0.00	0.00

extremale Schnittgrößen der Stützenachse

Punkt	x	Typ	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
A	0.000	Min	0.00	0.00	363.00	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
B	4.200	Min	0.00	0.00	363.00	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
Minimum			0.00	0.00	363.00	0.00	0.00	0.00
Maximum			0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00

Bemessungsergebnisse in den Nachweisschnitten

U: maximale Ausnutzung der Querschnittstragfähigkeit, μ_s enthält A_{sT}

Punkt	x	A_{sbl}	A_{s1}	U	μ_s
-	m	cm ²	cm ²	-	%
A	0.000	2.54	8.04	----	2.011
B	4.200	2.54	8.04	----	2.011
Minimum		2.54	8.04	0.000	2.011
Maximum		2.54	8.04	0.000	2.011

Schubnachweisergebnisse in den Nachweisschnitten

Bügelbewehrung: a_{sw} : infolge Querkraft (gesamt), a_{swT} : infolge Torsion (je Seite)

Punkt	x	V_{Ed}	V_{Rdct}	V_{Rdmax}	T_{Ed}	T_{Rdmax}	U_{V+T}	a_{sw}	a_{swT}	A_{sT}	min θ	AB
-	m		zugehörig in kN			zugehörig in kNm		cm ² /m	cm ² /m	cm ²	°	-
A	0.000	0.00	110.16	110.16	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	18.43	1
B	4.200	0.00	110.16	110.16	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	18.43	1
Minimum		0.00	110.16	110.16	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	18.43	1
Maximum		0.00	110.16	110.16	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	18.43	1

Lagerreaktionen der Punkte (γ_F -fach)

Punkt	x	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
A	0.000	Min	0.00	0.00	-737.55	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	-363.00	0.00	0.00	0.00
B	4.200	Min	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

ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 4: DIN 1045-1 SPANNUNGSNACHWEIS

extremale Verformungen der Stützenachse

Punkt	x	Typ	ux	uy	uz	φ_x	φ_y	φ_z
-	m		mm	mm	mm	g/100	g/100	g/100
A	0.000	Min	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
B	4.200	Min	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	1.96	0.00	0.00	0.00
Minimum			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum			0.00	0.00	1.96	0.00	0.00	0.00

extremale Schnittgrößen der Stützenachse

Punkt	x	Typ	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
A	0.000	Min	0.00	0.00	363.00	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	528.00	0.00	0.00	0.00
B	4.200	Min	0.00	0.00	363.00	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	528.00	0.00	0.00	0.00
Minimum			0.00	0.00	363.00	0.00	0.00	0.00
Maximum			0.00	0.00	528.00	0.00	0.00	0.00

Spannungsnachweisergebnisse in den Nachweisschnitten

Punkt -	x m	As1 cm ²	min σ_s MN/m ²	max σ_s MN/m ²	min σ_c MN/m ²	μ_s %
A	0.000	8.04	-79.07	0.00	-11.61	2.011
B	4.200	8.04	-79.07	0.00	-11.61	2.011
Minimum		8.04	-79.07	0.00	-11.61	2.011
Maximum		8.04	-79.07	0.00	-11.61	2.011

Lagerreaktionen der Punkte (γ_F-fach)

Punkt -	x m	Typ	APx kN	APy kN	APz kN	AMx kNm	AMy kNm	AMz kNm
A	0.000	Min	0.00	0.00	-528.00	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	-363.00	0.00	0.00	0.00
B	4.200	Min	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

ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 3: DIN 1045-1 KNICKSICHERHEIT

extremale Verformungen der Stützenachse

Punkt -	x m	Typ	ux mm	uy mm	uz mm	φ_x ‰	φ_y ‰	φ_z ‰
A	0.000	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.21	0.00
		Max	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.21	0.00
	0.286	Min	2.90	0.00	0.22	0.00	-9.95	0.00
		Max	2.90	0.00	0.22	0.00	-9.95	0.00
	1.241	Min	10.88	0.00	1.03	0.00	-6.02	0.00
		Max	10.88	0.00	1.03	0.00	-6.02	0.00
	2.100	Min	13.57	0.00	1.86	0.00	0.00	0.00
		Max	13.57	0.00	1.86	0.00	0.00	0.00
	2.959	Min	10.88	0.00	2.68	0.00	6.02	0.00
		Max	10.88	0.00	2.68	0.00	6.02	0.00
	3.914	Min	2.90	0.00	3.50	0.00	9.95	0.00
		Max	2.90	0.00	3.50	0.00	9.95	0.00

extremale Verformungen der Stützenachse

Punkt	x	Typ	ux	uy	uz	φ_X	φ_Y	φ_Z
-	m		mm	mm	mm	‰	‰	‰
B	4.200	Min	0.00	0.00	3.72	0.00	10.21	0.00
		Max	0.00	0.00	3.72	0.00	10.21	0.00
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00	-10.21	0.00	
Maximum		13.57	0.00	3.72	0.00	10.21	0.00	

extremale Schnittgrößen der Stützenachse

Punkt -	x m	Typ	F _x kN	F _y kN	F _z kN	M _x kNm	M _y kNm	M _z kNm
A	0.000	Min	0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
	1.050	Min	0.00	0.00	737.55	0.00	7.10	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	7.10	0.00
	2.100	Min	0.00	0.00	737.55	0.00	10.01	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	10.01	0.00
	3.150	Min	0.00	0.00	737.55	0.00	7.10	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	7.10	0.00
B	4.200	Min	0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
Minimum			0.00	0.00	737.55	0.00	0.00	0.00
Maximum			0.00	0.00	737.55	0.00	10.01	0.00

Ergebnisse Zustand 2 in den Nachweisschnitten

U: maximale Ausnutzung der Querschnittstragfähigkeit

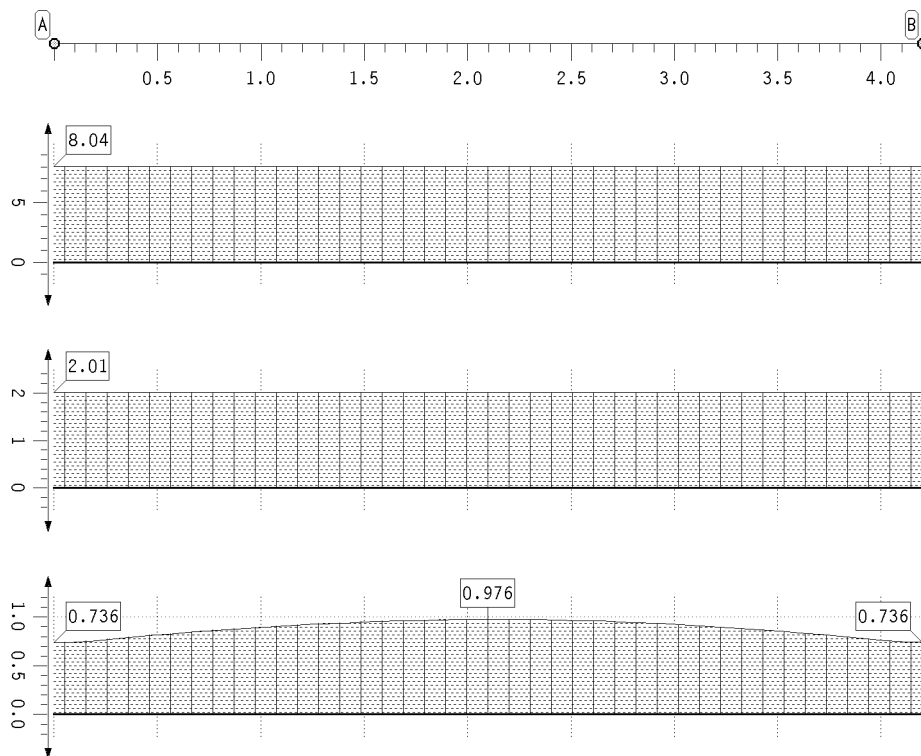
Punkt -	x m	As1 cm ²	min (A _{eff} /A _c I _{neff} /I _{nc} I _{zeff} /I _{zc}) -			Asb1 cm ²	U -	μs %
A	0.000	8.04	0.620	0.631	0.631	1.44	0.736	2.011
	0.477	8.04	0.618	0.625	0.629	3.57	0.815	2.011
	1.145	8.04	0.611	0.605	0.623	6.00	0.916	2.011
	2.100	8.04	0.605	0.586	0.617	7.45	0.976	2.011
	3.055	8.04	0.611	0.605	0.623	6.00	0.916	2.011
	3.723	8.04	0.618	0.625	0.629	3.57	0.815	2.011
B	4.200	8.04	0.620	0.631	0.631	1.44	0.736	2.011
Minimum		8.04	0.605	0.586	0.617	1.44	0.736	2.011
Maximum		8.04	0.620	0.631	0.631	7.45	0.976	2.011

Lagerreaktionen der Punkte (γ_F-fach)

Punkt -	x m	Typ	APx kN	APy kN	APz kN	AMx kNm	AMy kNm	AMz kNm
A	0.000	Min	0.00	0.00	-737.55	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	-737.55	0.00	0.00	0.00
B	4.200	Min	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

ZUSAMMENFASSUNG

Stahlbetonnachweisergebnisse



Bewehrung
AsI in cm²
Max: 8.04

Bewehrungsgrad
μs in %
Max: 2.01

Ausnutzung der
Querschnittstragfähigkeit
Max: 0.98

Bewehrung in den Nachweisschnitten

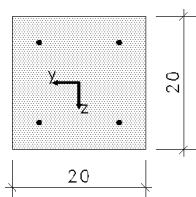
Bügelbewehrung: as_w: infolge Querkraft (gesamt), as_{wT}: infolge Torsion (je Seite)

Ausnutzung: U: maximale Ausnutzung der Querschnittstragfähigkeit

Punkt	x	AsI	AsT	μs	as _w	as _{wT}	U
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m	cm ² /m	-
A	0.000	8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.736
	1.145	8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.916
	2.100	8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.976
	3.055	8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.916
B	4.200	8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.736
Minimum		8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.736
Maximum		8.04	0.00	2.011	0.00	0.00	0.976

ABSCHNITTSWEISE ZUSAMMENSTELLUNG

Abschnitt 1



Längsbewehrung	Gewählt	As, gew cm ²
Ecken	4 Ø 16	8.04

Nachweis	geführt	erfolgreich	Anmerkung
DIN 1045-1 Bemessung	ja	ja	
DIN 1045-1 Knicksicherheit	ja	ja	
DIN 1045-1 Spannungsnachweis	ja	ja	

Fazit

Alle Nachweise konnten an allen Abschnitten erfolgreich geführt werden.