

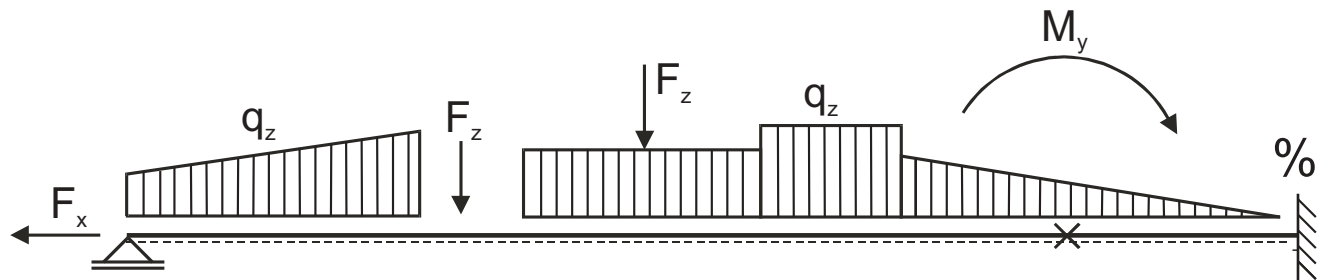
41D Stahlbetonsturz nach DIN 1045-1

(Stand: 04.05.2009)

Das Programm dient zur Bemessung eines Stahlbeton-Rechtecksturzes nach DIN 1045-1:2001-07 oder DIN 1045-1:2008-08.

Leistungsumfang

- System: 1-Feld-Träger, Rechteckquerschnitt, wahlweise prozentuale Endeinspannung an den Auflagern.
- Material: Stahl- /Leichtbeton nach DIN 1045-1, Stabstahl BSt 500S(A)/(B)
- Bemessung, Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.
 - Bildung von mehreren Lastfällen durch Zuweisung von Einwirkungsgruppen möglich
 - Schnittkraftermittlung aus ständigen, veränderlichen und außergewöhnlichen Einwirkungen, einschließlich automatischer Kombinationen nach DIN 1055-100.
 - Biegebemessung mit durchgehender Bewehrung unten und oben, wahlweise zusätzliche Zulagenbewehrung am Stützbereich. Wahlweise Berücksichtigung nicht erfasster Einspannwirkungen gemäß 13.2.1
 - Bemessung der Querkraft mit Abstufungen, wahlweise mit Einschneidung der Querkraftlinie, Vorgabe oder automatische Wahl von $\cot \theta$, automatischer Bewehrungsvorschlag mit Stab- bzw. Mattenbügeln, zusammenfassen gleicher Querkraftbereiche.
 - Wahlweise Rissnachweis aus Zwang, Last und Mindestbewehrung nach 11.2.2-11.2.4
 - Wahlweise Berechnung der Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden.
- Grafische Ausgabe: Einwirkungen (wahlweise nach Kategorien), Schnittkraftverläufe im Grenzzustand der Tragfähigkeit, Biegelinie.



System

Das statische System ist ein 1-Feld-Balken mit Rechteckquerschnitt und wahlweiser prozentualer Einspannung an den Auflagern. Nach Angabe der Auflagermaterialien und -breiten, sowie der lichten Weite, wird die effektive Stützweite des Balkens ermittelt. Bei Betonauflagern kann zwischen direkter und indirekter Auflagerung unterschieden werden. Es kann zwischen Ortbeton- bzw. Fertigbauteil gewählt werden.

Einwirkungen

Das Bauteileigengewicht kann durch Angabe der Wichte automatisch als Streckenlast angesetzt werden. Es können weiterhin beliebig viele Einzel-, Streckenlasten und Momente auf den Balken angesetzt werden.

Mögliche Richtungen der Einwirkungen:

- vertikale Einzeleinwirkungen (z-Richtung)
- vertikale Streckeneinwirkungen (z-Richtung)
- Momente um die y-Richtung
- Normalkraft im Balken

Jede Einwirkung wird einer Kategorie nach DIN 1055-3 und - falls gewünscht - einer Einwirkungsgruppe (s.a. Programmbeschreibung 42K, Grundsätzliches: Einwirkungsgruppen, Lastfälle) zugeordnet. Die Einwirkungsgruppen können zu verschiedenen Lastfällen zusammengefasst werden. Die Eingabe von außergewöhnlichen Einwirkungen ist möglich.

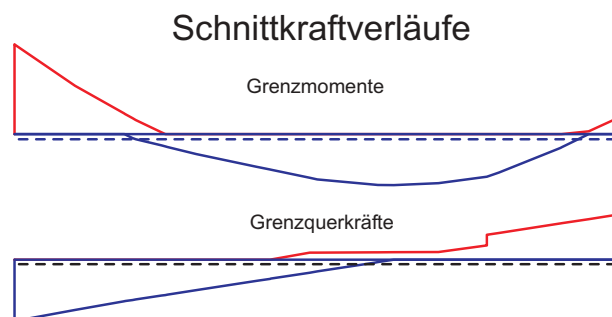
Neben der allgemeinen Lasteingabe können auch die bekannten Lastmakros, wie Lastübernahme aus einer anderen Position, Wandformel, Lasten nach DIN 1055-1, Quicklast, Kopieren der Vorzeile usw., genutzt werden.

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Das Programm ermittelt für jede Leiteinwirkung Designschnittgrößen nach DIN 1055-100. Die Kombinationsbeiwerte ψ und γ -Faktoren, zur Ermittlung der Designschnittgrößen, werden standardmäßig nach DIN 1055-100 angesetzt, können allerdings - falls gewünscht - geändert werden. Außergewöhnliche Einwirkungen werden nach DIN 1055-100, Gleichung (15) berücksichtigt.

Ausgegeben werden:

- 1.) min. und max. Auflagerkräfte links und rechts
- 2.) min. und max. Stützmomente links und rechts, inkl. Momenten-Nulldurchgänge
- 3.) maximales Feldmoment mit Angabe der Stelle, Momenten-Nulldurchgänge
- 4.) wahlweise grafischer extremer M-, N- und Q-Verlauf (Umhüllende) aller Verläufe



Bemessung und Nachweis der Tragfähigkeit

Baustoffe

Für die Bemessung sind die Expositionsklassen für Bewehrungskorrosion und Betonangriff auszuwählen. Die Eingabe erfolgt per Menü mit Erläuterungen. Die sich aus den Umweltbedingungen ergebende Mindestbetongüte und Mindestbetondeckung wird vom Programm ermittelt und zur Korrektur angeboten. Folgende Baustoffe stehen zur Wahl:

- Normalbeton: C12/15 bis C50/60
- Leichtbeton: LC12/13 bis LC50/55
- Betonstahl: BSt 500S(A), BSt 500S(B)

Biegebemessung

Die Bemessung erfolgt für reine Biegung bzw. Biegung mit mäßiger Normalkraft (kein Knicken, keine Theorie II. Ordnung) mit einlagiger Bewehrung. Das Programm ermittelt einen Bewehrungsvorschlag mit oben und unten einlagiger, durchlaufender Bewehrung. Bei der Bemessung kann wahlweise eine durchlaufende Grundbewehrung für oben und unten oder eine durchlaufende Bewehrung mit Zulagen an den Stützbereichen gewählt werden.

Querkraftbemessung

Der Druckstrebenwinkel θ kann automatisch bestimmt oder manuell vorgegeben werden. Bei der automatischen Bestimmung wird der kleinst mögliche Winkel ermittelt, bei dem der Druckstrebennachweis eingehalten ist ($V_{Rd,max} \geq V_{Ed}$). Dieses Vorgehen führt zu der geringst möglichen Querkraftbewehrung. Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft wird, bei direkter Lagerung, gemäß DIN 1045-1:10.3.2 ermittelt und die erforderliche Bewehrung ausgegeben. Es erfolgt eine automatische Querkraftbewehrungsausgabe der Bereiche mit Stab- bzw. Mattenbügeln. Gleich bewehrte Bereiche werden im Folgenden zusammengefasst. Eine eigene Einteilung der Bereiche ist möglich.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Begrenzung der Rissbreite

Die Rissbreitenbegrenzung kann für die "quasi-ständige", "häufige" oder "seltene" Kombination geführt werden. Folgende Nachweise können wahlweise geführt werden:

- Lastbeanspruchung: Nachweis der Mindestbewehrung nach DIN 1045-1:11.2.2
 Nachweis der vorhanden Rissbreite nach DIN 1045-1:11.2.4
- Zwangsbeanspruchung: Nachweis der Mindestbewehrung nach DIN 1045-1:11.2.2

Für den Nachweis auf Zwang (z.B.: Abfließende Hydratationswärme bei massigen Bauteilen) ist an jeder Stelle des Balkens eine untere und obere Längsbewehrung erforderlich. Diese kann schon bei der Biegebemessung eingegeben werden. Die gewählte Biegebewehrung beeinflusst die Mindestbewehrung aus Zwang, weshalb mitunter mehrere Rechengänge erforderlich werden können.

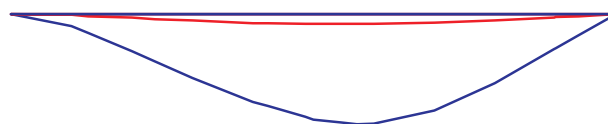
Durchbiegung Zustand II

Für das System wird wahlweise die Durchbiegung im Zustand II (gerissene Betonzugzone) ermittelt. Dazu wird das System intern in Abschnitte unterteilt (mind. 10 Abschnitte), in denen die Steifigkeit des Querschnittes jeweils unter der vorhandenen Beanspruchung an Hand der Momenten-Krümmungsbeziehung bestimmt wird. Das Mitwirken des Betons auf Zug (tension stiffening) wird berücksichtigt. Eine Staffelung der Bewehrung führt zu einer größeren Durchbiegung. Bei zu großen Verformungen sollte daher die Längsbewehrung erhöht werden.

Weiterhin wird die Verformung sehr stark durch das Kriechen und Schwinden beeinflusst. Die Kriechzahl ϕ und das Schwindmaß ϵ_{cs} können manuell eingegeben oder durch das Programm bestimmt werden.

Die maximalen und minimalen Durchbiegungen werden als grafischer Verlauf ausgegeben. Der Nachweis des Durchhangs wird für die Stelle der maximalen Durchbiegung geführt. Als zulässiger Durchhang ist $l/250$ voreingestellt. Der Ansatz einer Überhöhung (\ddot{u}) ist möglich, sollte aber nicht größer als $l/250$ gewählt werden (DIN 1045-1,11.3.1(9)).

Maximale und minimale Biegelinie im Zustand II



Literatur

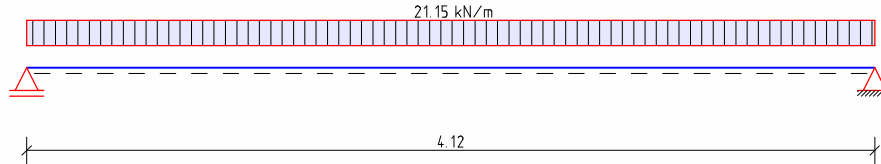
- DIN 1045-1:2001-07, Berichtigung 2: 2005-06
- DIN 1045-1:2008-08
- DIN 1055-3:2002-10
- DIN 1055-100:2001-03
- „Beispiele zur Bemessung nach DIN 1045-1“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.
- Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

POS. 339 1-FELD-STAHLBETONBALKEN

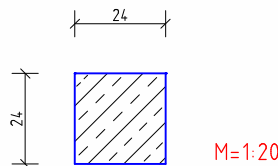
Grundlagen: DIN 1045-1:2008-08, DIN 1055-100:2001-03

System:

Kategorien: Q,A+G (Streckeneinwirkungen)



Auflager links: $l_a = 20.0$ cm, Mwk, dir; rechts: $l_a = 20.0$ cm, Mwk, dir
 Einspannung links: 30.0 % rechts: 30.0 %
 Stützweite $l_{eff} = l_{a,eff} + l_w + l_{a,eff} = 0.067 + 3.99 + 0.067 = 4.12$ m
 Querschnitt: Rechteck, $b/h = 24.0/24.0$ cm (Fertigteil)



Einwirkungen:

 Das Bauteileigengewicht wird mit einer wichte von 25.0 kN/m³ berücksichtigt.

Lasten: F = Einzellast [kN], F_x = Normalkraftbereich [kN]
 q = Linienlast [kN/m], M = Moment [kNm]
 m = Linienmoment [kNm/m]

Einwirkung aus	Art, Last Kat.	- wert, k -		a [m]	c [m]	Abmin. Alpha
		li.	re.			
Eigengewicht	qz G	1.44	1.44	0.00	4.12	-
Pos.019 Auflager 1 (max.)	qz G	15.00	15.00	0.00	4.12	-
	qz Q,A2	4.71	4.71	0.00	4.12	-

Kate- gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,A2	wohnfläche: ausreichende Querverteilung	0.70	0.50	0.30	1.50	-

Baustoffe: Normalbeton C 20/25 **BSt 500S(A)**
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0$ mm

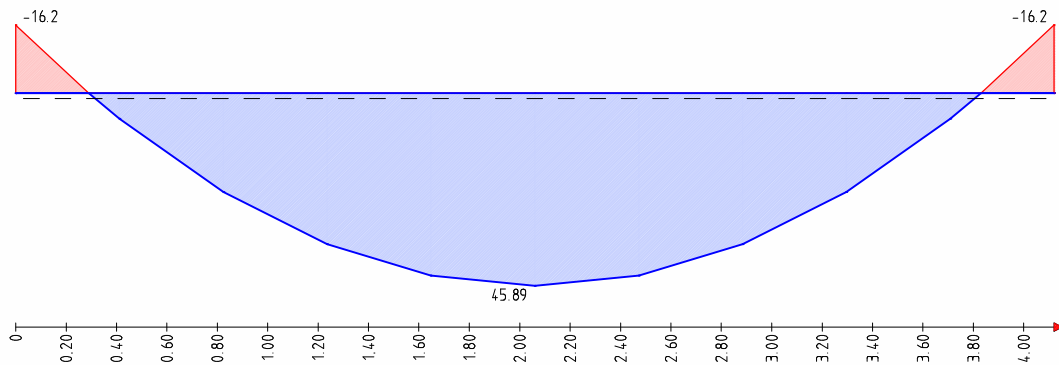
Ort	Expositionsklassen	mit Betondeckung:		
		c.min [mm]	delta.c [mm]	gew.c [mm]
oben	XC1	10	10	20
unten	XC1	10	10	20

Feuchteklasse: W0 nach Erhärtung weitgehend trocken

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

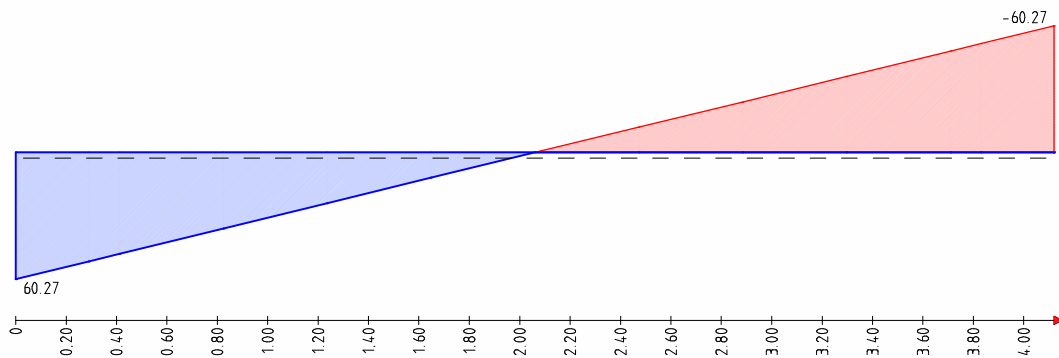
Grenzmomente

My,d: 1 cm = 18.0 kNm/m / System 1:30.0



Grenzquerkraft

Vz,d: 1 cm = 36.0 kN/m / System 1:30.0



Extremale Designwerte

lfd. Nr.	Stütze				Feld			
	min.Ms [kNm]	x0 [m]	max.Az [kN]	min.Az [kN]	max.Mf [kNm]	x [m]	x01 [m]	x02 [m]
1	-16.20	0.29	60.27	33.87	45.89	2.06	0.29	3.83
2	-16.20	3.83	60.27	33.87				

Bemessung

Nicht erfasste Einspannwirkungen gemäß 13.2.1(1) werden berücksichtigt.

Bew. Art	Ort	LF Kombination	Md [kNm]	Nd [kN]	min.As [cm ²]	erf.As [cm ²]	n	Ds [mm]	vorh.As [cm ²]
Grund	unten	1 G, sup+Q, A2	45.89	0.00	0.48	6.17	6	12.0	6.79
	oben	1 G, sup+Q, A2	45.89	0.00	0.48	0.93	3	10.0	2.36

Querkraftnachweis

Die Querkraftlinie wird gemäß DIN 1045-1, 13.2.3 (9) eingeschnitten.

Bereich [-]	Bem.-Sit. [-]	x [m]	cot Theta	VEd [kN]	VRd,max [kN]	VEd,red [kN]	VRd,ct [kN]	erf.asw,90 [cm ² /m]
Balken	T, P/T	0.00	2.42	60.3	135.2	52.4	24.3	2.95
		0.27	2.42	52.4	135.2	52.4	24.3	2.95
		0.48	2.78	46.2	121.1	46.2	33.0	2.27
		0.69	3.00	40.0	114.2	40.0	33.0	1.82
		0.90	3.00	33.9	114.2	33.9	33.0	1.70 M
		3.22	3.00	33.9	114.2	33.9	33.0	1.70 M
		3.43	3.00	40.0	114.2	40.0	33.0	1.82
		3.64	2.78	46.2	121.1	46.2	33.0	2.27
		3.85	2.42	52.4	135.2	52.4	24.3	2.95

Bereich	Bem.-Sit.	x	cot	VEd	VRd,max	VEd,red	VRd,ct	erf.asw,90
[-]	[-]	[m]	Theta	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
		4.12	2.42	60.3	135.2	52.4	24.3	2.95

M = Mindestbewehrung maßgebend

Querkraftbewehrung

Bereich	x1	x2	cot	erf.	- Ma.Bügel -	Schrägstäbe	vhd.
[-]	[m]	[m]	Theta	asw,90°	S	n ds sw	asw,90°
[-]	[m]	[m]	[-]	[cm ² /m]	[-]	[-] [mm] [cm]	[cm ² /m]
Balken	0.00-	4.12	2.42	2.95	2 R188A	- - -	3.76

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Rissbildung: Quasi-ständige

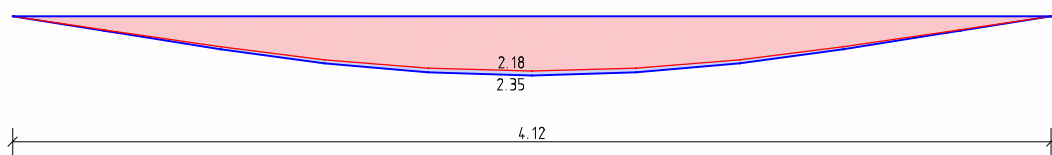
Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh.wk 11.2.4

Bezeichnung	Ort	Md	Nd	Dsm	min.As	vorh.As	vorh.wk	zul.wk
	[m]	[kNm]	[kN]	[mm]	[cm ²]	[cm ²]	[mm]	[mm]
oben	0.00	-9.88	0.0	10.0	-	2.36	0.17	< 0.40
unten	2.06	28.00	0.0	12.0	-	6.79	0.10	< 0.40

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Verformung: Quasi-ständige

Biegelinie im Zustand II
Maßstäbe: 1 cm = 3.00 cm / System 1:30.0



Kriechen, Schwinden: Lastbeginn nach 28 Tagen, RH = 50%, Zementtyp N,R

Durchhang Zustand II: fz = Durchbiegung, fz' = Durchhang, üz = Überhöhung

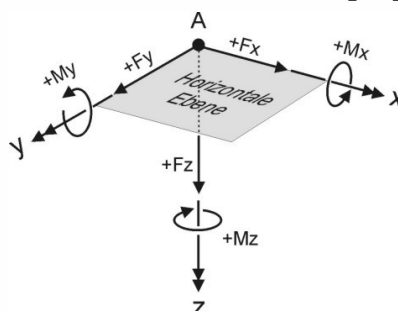
Ort	l	x	fz	üz	vorh.fz'	zul.fz'
Feld	[m]	[m]	[cm]	[cm]	1/... [cm]	1/... [cm]
	4.12	2.060	2.350	2.00	1/1178 = 0.350	1.648 = 1/250

>>>> Bei der Ausführung ist die Schalungsüberhöhung (üz) zu beachten! <<<<<

Kriech-/Schwindparameter für Nachweis: Phi = 3.524, Epsilon,cds = -0.673

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten F in [kN] und M in [kNm].



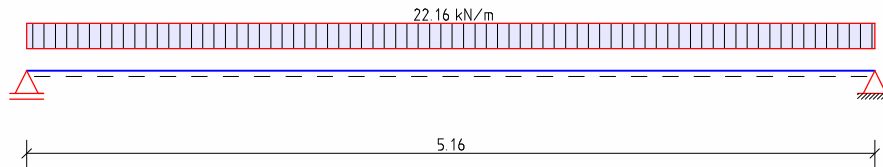
Lager	Kraft	G	Q,A2	Summe,k
1	Fz	33.87	9.70	43.57
	My	9.10	2.61	11.71
2	Fz	33.87	9.70	43.57
	My	-9.10	-2.61	-11.71

POS. 340 1-FELD-STAHLBETONBALKEN

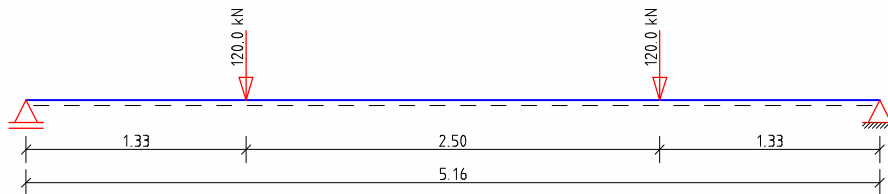
Grundlagen: DIN 1045-1:2008-08, DIN 1055-100:2001-03

System:

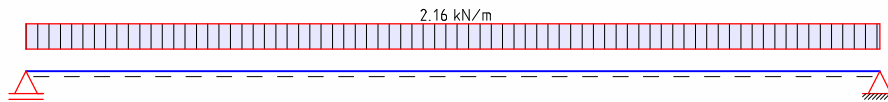
LF 1 Kategorien: Q,G+G (Streckeneinwirkungen)



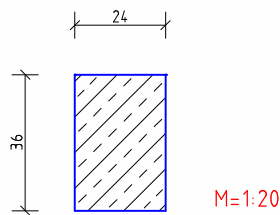
LF 2 Kategorien: A,1+G (Einzeleinwirkungen)



LF 2 Kategorien: A,1+G (Streckeneinwirkungen)



Auflager links: $l_a = 24.0 \text{ cm}$, M_{wk} , dir; rechts: $l_a = 24.0 \text{ cm}$, M_{wk} , dir
 Stützweite $l_{eff} = l_a,eff + l_w + l_a,eff = 0.080 + 5.00 + 0.080 = 5.16 \text{ m}$
 Querschnitt: Rechteck, $b/h = 24.0/36.0 \text{ cm}$ (Ortbeton)



Einwirkungen:

EWG	Einwirkungsgruppe
1	Ständige Einwirkungen
2	normaler Betrieb
3	Sonderlasten

Das Bauteileigengewicht wird mit einer Wichte von 25.0 kN/m^3 berücksichtigt.

Lasten: F = Einzellast [kN], F_x = Normalkraftbereich [kN]
 q = Linienlast [kN/m], M = Moment [kNm]
 m = Linienmoment [kNm/m]

Einwirkung aus	Art, Last Kat.	EWG	- wert, k -		a [m]	c [m]	Abmin. Alpha
			li.	re.			
Eigengewicht	qz G	1	2.16	2.16	0.00	5.16	-
G.-Stapler, Nennttragfähig.<60 kN	qz Q,G5	2	20.00	20.00	0.00	5.16	-
Sondertransport	Fz A,1	3	120.0	-	1.33	-	-
	Fz A,1	3	120.0	-	3.83	-	-

Kate-gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,G5	Gabelstapler: Nennttragfähigkeit <= 60 kN	0.70	0.50	0.30	1.50	-
A,1	Außergewöhnliche Einwirkungen	-	-	-	1.00	1.00

Lastfall Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung

LF 1	1,2	Ständige Einwirkungen + normaler Betrieb
LF 2	1,3	Ständige Einwirkungen + Sonderlasten

Baustoffe: Normalbeton C 20/25 **BSt 500S(A)**
Größtkorn des Zuschlags dg = 16.0 mm

Ort	Expositionsklassen	mit Betondeckung:		gew.c [mm]
		c.min [mm]	delta.c [mm]	
oben	XC1	10	10	20
unten	XC1	10	10	20

Feuchteklasse: WO nach Erhärtung weitgehend trocken

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Extremale Designwerte

lfd. Nr.	Stütze				Feld			
	min.Ms [kNm]	x0 [m]	max.Az [kN]	min.Az [kN]	max.Mf [kNm]	x [m]	x01 [m]	x02 [m]
1	0.00	0.00	125.57	5.57	166.79	2.58	0.00	5.16
2	0.00	5.16	125.57	5.57				

Bemessung

Nicht erfasste Einspannwirkungen gemäß 13.2.1(1) werden berücksichtigt.

Art	Ort	LF Kombination	Md [kNm]	Nd [kN]	min.As [cm ²]	erf.As [cm ²]	n	Ds [mm]	vorh.As [cm ²]
Grund	unten	2 G+A,1	166.79	0.00	0.69	12.09	4	20.0	12.57
	oben	2 G+A,1	166.79	0.00	0.69	4.77	3	16.0	6.03

Querkraftnachweis

Die Querkraftlinie wird gemäß DIN 1045-1, 13.2.3 (9) eingeschnitten.

Bereich [-]	Bem.-Sit. [-]	x [m]	cot Theta	VEd [kN]	VRd,max [kN]	VEd,red [kN]	VRd,ct [kN]	erf.asw,90 [cm ² /m]
Balken	T,P/T	0.00	3.00	84.9	173.8	71.9	44.2	1.94
		0.40	3.00	71.9	173.8	71.9	44.2	1.94
		0.72	3.00	61.3	173.8	61.3	44.2	1.70 M
		4.44	3.00	61.3	173.8	61.3	44.2	1.70 M
		4.76	3.00	71.9	173.8	71.9	44.2	1.94
	T,A	5.16	3.00	84.9	173.8	71.9	44.2	1.94
		0.00	1.86	125.6	278.5	124.7	51.0	4.71
		0.40	1.86	124.7	278.5	124.7	51.0	4.71
		0.72	1.87	124.0	278.0	124.0	51.0	4.67
		1.04	1.88	123.3	277.6	123.3	51.0	4.63
		1.33	1.88	122.7	277.1	122.7	51.0	4.59

Bereich	Bem.-Sit.	x	cot	VEd	VRd,max	VEd,red	VRd,ct	erf.asw,90
[-]	[-]	[m]	Theta	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
		1.33	3.00	2.7	200.5	2.7	51.0	1.70 M
		3.83	3.00	2.7	200.5	2.7	51.0	1.70 M
		3.83	1.88	122.7	277.1	122.7	51.0	4.59
		4.12	1.88	123.3	277.6	123.3	51.0	4.63
		4.44	1.87	124.0	278.0	124.0	51.0	4.67
		4.76	1.86	124.7	278.5	124.7	51.0	4.71
		5.16	1.86	125.6	278.5	124.7	51.0	4.71

M = Mindestbewehrung maßgebend

Querkraftbewehrung

Bereich	x1	x2	cot	erf.	Bügel			Schrägstäbe			vhd.
[-]	[m]	[m]	Theta	asw,90°	S	ds	sw	n	ds	sw	asw,90°
[-]	[m]	[m]	[-]	[cm ² /m]	[-]	[mm]	[cm]	[-]	[mm]	[cm]	[cm ² /m]
Balken	0.00-	1.33	1.86	4.71	2	6	12.0	-	-	-	4.71
	1.33-	3.83	3.00	1.70	2	6	25.0	-	-	-	2.26
	3.83-	5.16	1.86	4.71	2	6	12.0	-	-	-	4.71

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Rissbildung: Quasi-ständige

Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

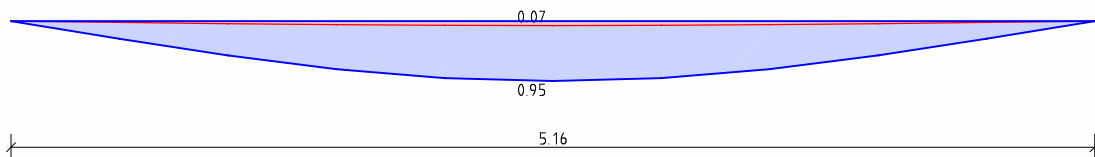
Nachweis der vorh. Rissbreite vorh.wk 11.2.4

Bezeichnung	Ort	Md	Nd	Dsm	min.As	vorh.As	vorh.wk	zul.wk
	[m]	[kNm]	[kN]	[mm]	[cm ²]	[cm ²]	[mm]	[mm]
oben	0.00	0.00	0.0	16.0	-	6.03	0.00	< 0.40
unten	2.06	26.07	0.0	20.0	-	12.57	0.03	< 0.40

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Verformung: Quasi-ständige

Biegelinie im Zustand II

Maßstäbe: 1 cm = 1.20 cm / System 1:36.0



Kriechen, Schwinden: Lastbeginn nach 28 Tagen, RH = 50%, Zementtyp N,R

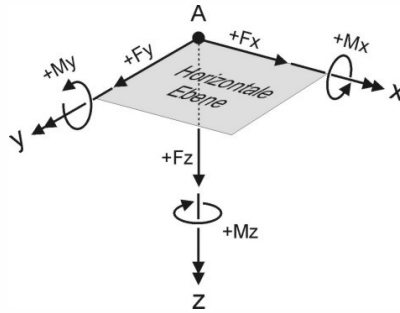
Durchhang Zustand II: fz = Durchbiegung, fz' = Durchhang, üz = Überhöhung

Ort	l	x	fz	üz	vorh.fz'	zul.fz'
Feld	[m]	[m]	[cm]	[cm]	l/... [cm]	[cm] l/...
	5.16	2.580	0.951	-	l/543 = 0.951	2.064 = l/250

Kriech-/Schwindparameter für Nachweis: Phi = 3.410, Epsilon,cds = -0.671

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten F in [kN] und M in [kNm].



LF	Lager	Kraft	A,1	G	Q,G5	Summe,k
1	1	Fz	-	5.57	51.60	57.17
	2	Fz	-	5.57	51.60	57.17
2	1	Fz	120.00	5.57	-	-
	2	Fz	120.00	5.57	-	-

(Die Summe,k enthält keine außergewöhnlichen Kraftanteile!)