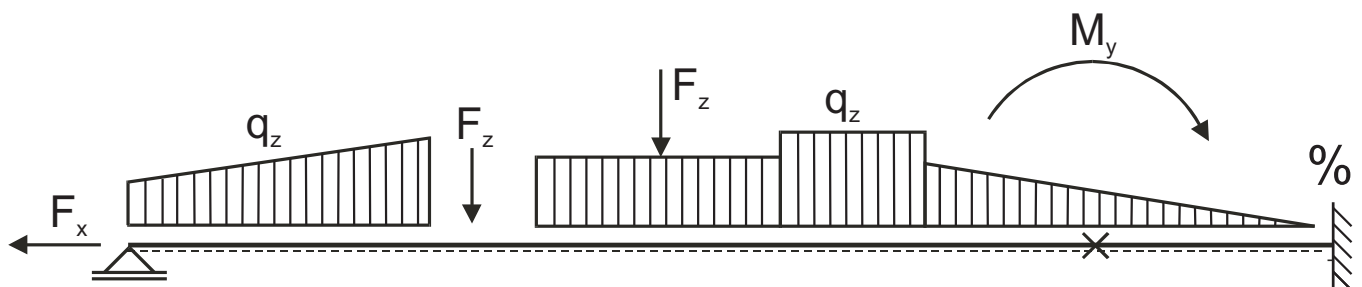


36H - Haufwerksporiger Leichtbetonbalken (DIN EN 1520)

Das Programm dient zur Bemessung eines 1-Feld-Balkens aus haufwerksporigen Leichtbeton nach DIN 4213 (2003) bzw. DIN EN 1520 (2003). Die Richtlinie aus den DIBt-Mitteilungen, 36. Jahrgang, Nr. 3 vom 20. Juni 2005 [3] wurde eingearbeitet.

Leistungsumfang

- **System:**
 - 1-Feld-Balken, wahlweise mit voller oder teilweiser Endeinspannung an den Auflagern,
 - Rechteckquerschnitt
- **Einwirkungen:**
 - Beliebige vertikale Einwirkungen, Einzelmomente um y-Richtung, Normalkraft
 - Einteilung der Einwirkungen erfolgt nach Kategorien der DIN 1055-3.
 - Bildung von mehreren Lastfällen wahlweise möglich
 - optional auch außergewöhnliche Einwirkungen
- **Materialien:**
 - Haufwerksporiger Leichtbeton LAC 2 - LAC 25, Stabstahl (BSt 500S)
- **Bemessung:**
 - Nach DIN EN 1520, A.3 mit Richtlinie DIBt-Mitteilungen, 36 Jahrgang, Nr. 3
- **Nachweise:**
 - Wahlweise Rissnachweis nach DIN 1045-1
 - Verformungsnachweis anhand der Momenten-Krümmungs-Beziehung. Die Verformungsgrenzwerte werden in Anlehnung an DIN 1045-1, 11.3.1 gesetzt.
- **Grafiken:**
 - Systembild mit Einwirkungen
 - Extremale Schnittkraftverläufe (M, N, Q) im Grenzzustand der Tragfähigkeit



System

Das statische System ist ein 1-Feld-Balken mit beliebigen prozentualen Einspannungen an den Lagern. Als Querschnitt wird ein Rechteckquerschnitt zu Grunde gelegt. 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.

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 extremaler M-, N- und Q-Verlauf (Umhüllende) aller Verläufe

Bemessung

Baustoffe

Beton: Haufwerksporiger Leichtbeton nach DIN EN 1520: LAC 2 bis LAC 25

Bewehrung: Stabstahl BSt 500S(A),(B)

Die Bewehrung ist mit geeigneten Maßnahmen gegen Korrosion z.B. durch eine Verzinkung oder einer Einbettung in geschlossenem Gefüge zu schützen. (siehe DIN EN 1520, 5.8.3)

Expositionsklassen, Betondeckung

Für das gesamte Feld sind für die Bauteilober- und Unterseite Expositionsklassen zu wählen. Hieraus ergeben sich die Mindestbetondeckung und die Mindestbetonfestigkeit. Der Vorschlagswert für die Betondeckung kann bei Bedarf geändert werden.

Längsbewehrung

Nach Eingabe der Stahlschwerpunkte zur Außenseite für die Bewehrung oben und unten (d'), erfolgt die Ermittlung der Bewehrung durch eine Biegebemessung nach DIN EN 1520, A.3. Ausgegeben werden sowohl die erforderliche statische Bewehrung, als auch eine Mindestbewehrung.

Weitere Nachweise

Querkraftnachweis

Der Querkraftnachweis wird nach DIN EN 1520, A.4.1 über den gesamten Querkraftverlauf und über alle Kombinationen geführt. Die relevanten Nachweisstellen werden ausgegeben. Danach erfolgt eine Bemessung der erforderlichen Querkraftbewehrung. Hierbei kann die Querkraftdeckungslinie wahlweise wie in DIN 1045-1 Bild 68 eingeschnitten werden. Es stehen zwischen 3 verschiedene Bewehrungsschemen zur Verfügung:

- Minimale Anzahl von Abschnitten --> Erstellt max. 3 Bewehrungsabschnitte.
 1. Abschnitt am linken Auflagerbereich, maximale Schubbewehrung bis die Mindestbewehrung im Feld anfängt.
 2. Abschnitt ist das gesamte Feld, in dem die Mindestschubbewehrung einzulegen ist
 3. Abschnitt am rechten Auflagerbereich, maximale Schubbewehrung am rechten Lager bis die Mindestbewehrung im Feld beginnt.
- Detailliert: Es wird für jeden abgetreppten Bewehrungsabschnitt eine Bewehrung gewählt
- freie Eingabe: Freie Einteilung der Bewehrungsbereiche

Grenzzustand der Rissbildung (optional)

Ein Rissnachweis zur Sicherstellung des Korrosionsschutzes braucht gewöhnlich nicht geführt zu werden. Es muss allerdings so viel Bewehrung eingelegt werden, um die Breite der Risse aus Transport und Montage zu minimieren. Wahlweise kann in diesem Programm der Rissnachweis nach DIN 1045-1, 11.2.1 bis 11.2.4 geführt werden. Der Rissnachweis kann wahlweise mit den Schnittgrößen der Bemessungssituationen quasi-ständig, häufig oder selten durchgeführt werden.

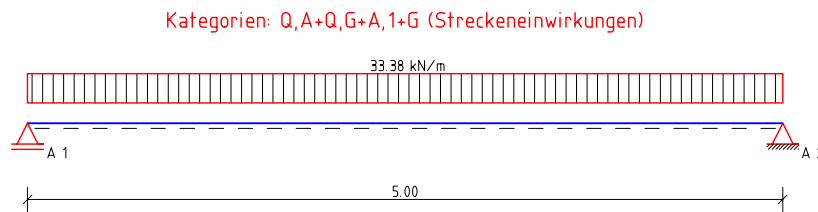
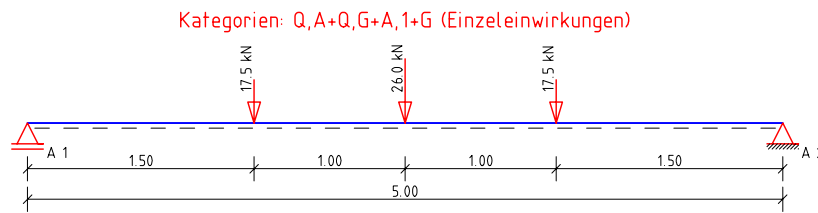
Grenzzustand der Verformung

Die Verformung wird im Zustand II (gerissene Betonzugzone) ermittelt. Dazu wird die Steifigkeit des Querschnittes an Hand der Momenten-Krümmungsbeziehung bestimmt. Die Steifigkeit hängt erheblich von der vorhandenen Bewehrung ab. Der Einfluss aus Kriechen und Schwinden kann wahlweise berücksichtigt werden. Als Verformungsgrenzen gelten die Grenzwerte der DIN 1045-1, 11.3.1. Die Schnittgrößen können wahlweise aus der Bemessungssituation quasi-ständig, häufig oder selten angesetzt werden.

Literatur

- [1] DIN 4213 (2003)
- [2] DIN EN 1520 (2003)
- [3] Richtlinie: "Technische Regeln für vorgefertigte bewehrte tragende Bauteile aus haufwerksporigem Leichtbeton - Fassung Dezember 2004", aus DIBt-Mitteilungen, 36. Jahrgang Nr. 3 vom 20. Juni 2005; ISSN 1438-7778
- [4] DIN 1045-1(2001)
- [5] Berichtigung 2 zu DIN 1045-1 (06/2005)
- [6] DIN 1055-3 (2002)
- [7] DIN 1055-100 (2001)
- [8] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 525, 1. Auflage 2003, Beuth Verlag
- [9] Berichtigung 1 (Mai 2005) zum Heft 525, DafStb, Beuth Verlag
- [10] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

POS. 78 1-FELD-LEICHTBETONBALKEN

System:


Auflager links: $l_a = 10.0 \text{ cm}$, Bet, dir, Einspannung links = 0.0 %
 rechts: $l_a = 10.0 \text{ cm}$, Bet, dir, Einspannung rechts = 0.0 %
 stützweite: $l_{\text{eff}} = 0.033 + 4.93 + 0.033 = 5.00 \text{ m}$
 Querschnitt: Balken $b/h = 20.0/40.0 \text{ cm}$

Einwirkungen:

EWG	Einwirkungsgruppe
1	Ständige Einwirkungen
2	Verkehrslasten
3	Außergewöhnliche

Das Bauteileigengewicht wird mit einer Wichte von 11.0 kN/m^3 berücksichtigt.

Lasten: $F = \text{Einzellast [kN]}$, $F_x = \text{Normalkraftbereich [kN]}$
 $q = \text{Linienlast [kN/m]}$, $M = \text{Moment [kNm]}$
 $m = \text{Linienmoment [kNm/m]}$

Einwirkung aus	Art, Last Kat.	EWG	- Wert, k -		a [m]	c [m]	Abmin. Alpha
			li.	re.			
Eigengewicht	qz G	1	0.88	0.88	0.00	5.00	-
Aus Pos. xyz	qz G	1	17.50	17.50	0.00	5.00	-
	qz Q,A2	2	15.00	15.00	0.00	5.00	-
Gabelstapler	Fz Q,G1	2	26.00	-	2.50	-	-
Sondertransport	Fz A,1	3	17.50	-	1.50	-	-
	Fz A,1	3	17.50	-	3.50	-	-

Kategorie	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	-
Q,G1	Gabelstapler: Nenntagfähigkeit $\leq 10 \text{ kN}$	0.70	0.50	0.30	1.50	-
A,1	Außergewöhnliche Einwirkungen	-	-	-	1.00	1.00

Treten in einem Lastfall gleichzeitig mehrere Nutz- oder Verkehrslasten auf, so werden die jeweils größten Psi-Beiwerte verwendet. (DIN 1055-100 A.2(2))

Lastfall Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung

LF 1	1,2
LF 2	1,3

Baustoffe: Leichtbeton LAC 10 **BSt 500S(A)**
 Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0 \text{ mm}$
 Rohdichte: 1000 kg/m^3 , mit leichter Gesteinskörnung

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

Erläuterungen: XC1 Trocken oder ständig nass

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	131.93	45.95	181.98	2.50	0.00	5.00
2	0.00	5.00	131.93	45.95				

Bemessung

Ort	LF Kombination	Md [kNm]	Nd [kN]	d' [cm]	min.As [cm ²]	erf.As [cm ²]	n	Ds [mm]	vorh.As [cm ²]
unten	1 G,sup+Q,A2+Q,i	181.98	0.00	3.5	0.39	12.84	3	25.0	14.73
oben	1 G,sup+Q,A2+Q,i	181.98	0.00	3.5	0.39	12.15	4	20.0	12.57

$d' = h - d$, mit h = Bauteilhöhe und d = statischer Höhe

Querkraftnachweis

Bereich	Bem.-Sit.	x [m]	Theta [°]	VEd [kN]	VRd,max [kN]	VEd,red [kN]	VRd,ct [kN]	erf.asw,90 [cm ² /m]	
Balken	Ed,P/T	0.00	45.8	131.9	140.8	121.5	19.7	8.94	
		0.22	45.8	121.5	140.8	121.5	19.7	8.94	
		0.59	39.8	104.0	140.8	104.0	19.7	7.65	
		0.96	39.8	86.5	140.8	86.5	19.7	6.36	
		1.33	39.8	69.0	140.8	69.0	19.7	5.07	
		1.70	39.8	52.5	140.8	52.5	19.7	3.86	
		2.07	39.8	36.9	140.8	36.9	19.7	2.72	
		2.44	39.8	21.9	140.8	21.9	19.7	1.61	
		2.56	39.8	21.9	140.8	21.9	19.7	1.61	
		2.93	39.8	36.9	140.8	36.9	19.7	2.72	
	3.30	39.8	52.5	140.8	52.5	19.7	3.86		
	3.67	39.8	69.0	140.8	69.0	19.7	5.07		
	4.04	39.8	86.5	140.8	86.5	19.7	6.36		
	4.41	39.8	104.0	140.8	104.0	19.7	7.65		
	4.78	45.8	121.5	140.8	121.5	19.7	8.94		
	5.00	45.8	131.9	140.8	121.5	19.7	8.94		
	Ed,A	0.00	39.8	39.8	63.5	140.8	59.4	19.7	4.37
		0.22	39.8	39.8	59.4	140.8	59.4	19.7	4.37
		0.59	39.8	39.8	52.6	140.8	52.6	19.7	3.87
		0.96	39.8	39.8	45.8	140.8	45.8	19.7	3.37
1.33		39.8	39.8	39.0	140.8	39.0	19.7	2.87	
1.70		39.8	39.8	14.7	140.8	14.7	19.7	1.00 *	
3.30		39.8	39.8	14.7	140.8	14.7	19.7	1.00 *	
3.67		39.8	39.8	39.0	140.8	39.0	19.7	2.87	
4.04		39.8	39.8	45.8	140.8	45.8	19.7	3.37	
4.41		39.8	39.8	52.6	140.8	52.6	19.7	3.87	
4.78	39.8	39.8	59.4	140.8	59.4	19.7	4.37		
5.00	39.8	39.8	63.5	140.8	59.4	19.7	4.37		

* = Mindestbewehrung maßgebend

Querkraftbewehrung

Bereich	cot		erf. asw, 90°	Bügel			Schrägstäbe			vhd. asw, 90°	
	x1	x2		S	ds	sw	n	ds	sw		
[-]	[m]	[m]	[cm²/m]	[-]	[mm]	[cm]	[-]	[mm]	[cm]	[cm²/m]	
Balken	0.00-	1.15	0.97	8.94	2	6	6.0	-	-	-	9.42
	1.15-	1.89	1.20	5.07	2	6	10.0	-	-	-	5.65
	1.89-	3.12	1.20	2.72	2	6	20.0	-	-	-	2.83
	3.12-	3.86	1.20	5.07	2	6	10.0	-	-	-	5.65
	3.86-	5.00	1.20	8.94	2	6	6.0	-	-	-	9.42

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Rissbildung: Quasi-ständige

Rissnachweis für Zwangsbeanspruchung (nach 3-5 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

Bezeichnung	kc	k	Ac	fct,eff	SigmaS	min.As	vorh.As
	[-]	[-]	[cm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[cm²]	[cm²]
oben	1.0	0.80	400.0	0.656	125.4	1.67	< 12.57
unten	1.0	0.80	400.0	0.656	112.2	1.87	< 14.73

Berechnung und Ausgabe der Mindestbewehrung min.As je Rand

Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

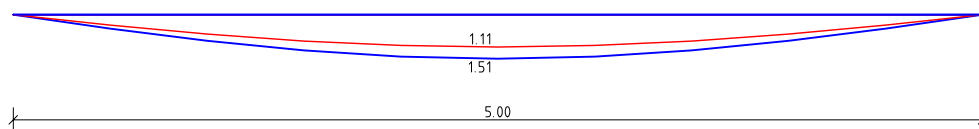
Nachweis der vorh. Rissbreite vorh.wk 11.2.4

Bezeichnung	Ort	Md	Nd	Dsm	min.As	vorh.As	vorh.wk	zul.wk
	[m]	[kNm]	[kN]	[mm]	[cm²]	[cm²]	[mm]	[mm]
oben	0.00	0.00	0.0	20.0	0.95	< 12.57	0.00	< 0.40
unten	2.50	81.25	0.0	25.0	1.06	< 14.73	0.06	< 0.40

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Verformung: Quasi-ständige

Biegelinie im Zustand II

Maßstäbe: 1 cm = 2.60 cm / System 1:39.0



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'
	[m]	[m]	[cm]	[cm]	l/...	[cm]
Feld	5.00	2.500	1.511	-	l/331 =	1.511 < 2.000 = l/250

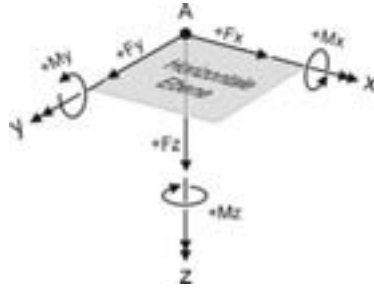
Kriech-/Schwindparameter für Nachweis: Phi = 1.741, Epsilon,cds = -1.315

Konstruktive Hinweise:

Die Bewehrung ist gegen Korrosion nach DIN EN 1520 5.8.3.2 (Zink- oder Zementüberzug) oder nach 5.8.3.3 (Einbettung in Beton mit geschlossenem

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	G	Q, A2	Q, G1	Summe, k
1	1	Fz	45.95	37.50	13.00	96.45
	2	Fz	45.95	37.50	13.00	96.45
2	1	Fz	45.95	-	-	-
	2	Fz	45.95	-	-	-