

40L Viertelwendeltreppe nach DIN 1045

(Stand: 22.04.2009)

Das Programm ermittelt die Schnittgrößen und die daraus resultierende statisch erforderliche Bewehrung für einläufige Stahlbetontreppenkonstruktionen nach DIN 1045-1:2001-07 bzw. DIN 1045-1:2008-08.

Die Treppenkonstruktion kann aus einer Kombination folgender Einzelelemente bestehen:

- 1 - Treppenlauf
- 2 - Treppenblock (nur für Treppenbeginn)
- 3 - 1/4-Wendel links- oder rechtsgewendelt
- 4 - 1/4-Wendelblock links- oder rechtsgewendelt (nur für Treppenbeginn)
- 5 - Podest

Eine Berechnung der Schnittkräfte und die zugehörige Bemessung erfolgt hierbei für die Elemente 1, 3 und 5.

Leistungsumfang:

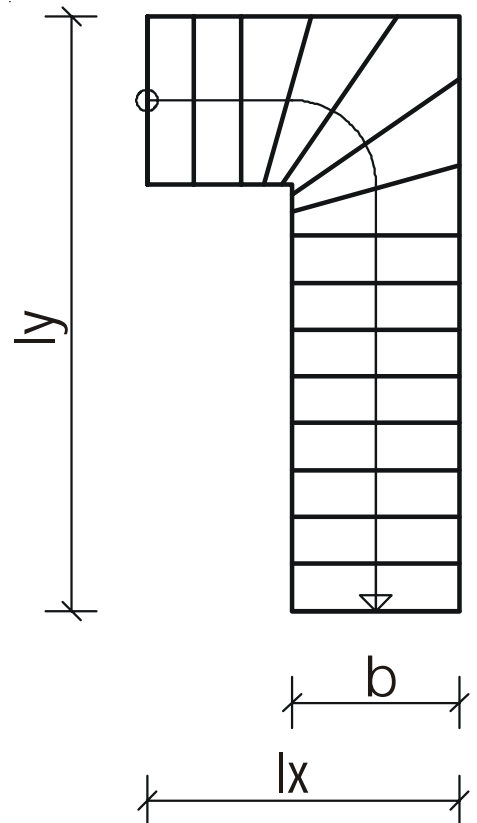
System:

Einläufige Treppe mit Auswahl von fünf verschiedenen Elementen. Die Treppe kann links- oder rechtsdrehend mit Wendeln bzw. Podeste konzipiert werden.

Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit:

- Schnittkraft- und Auflagerkraftermittlung
- Material: Normalbeton (C16/20 bis C55/67)
Leichtbeton (LC 16/18 bis LC 55/67)
Stahl: BSt 500 S(A,B), BSt 500 M(A)
- Biegebemessung und Nachweis
- Querkraftnachweis
- Optional: Bemessung der Querkraftbewehrung und Nachweis
- Optional: Begrenzung der Rissbreite
- Optional: Vereinfachter Nachweis zur Begrenzung der Biegeschlankheit

Grafische Ausgabe: Systembild und Grundriß



System:

Der Treppenlauf (Element 1) besteht in statischer Hinsicht aus einer Tragplatte mit monolithisch angeschlossenen Treppenstufen.

Für den Abtrag der Kräfte kann die Tragplatte des Treppenlaufes längs oder quer zur Laufrichtung gespannt werden. Bei den Wendelelementen (Element 3) und den Podesten (Element 5) wird immer eine zum Treppenlauf quergespannte Platte angenommen, wobei für die Wendel eine zweiseitige, für die Podeste eine zwei- oder dreiseitige Lagerung möglich ist.

Der Anschluß von Wendeln oder Podesten an die Treppenläufe erfolgt monolithisch, wobei für längsgespannte Treppenläufe eine elastische Einspannung von 0-100% einer Volleinspannung vorgegeben werden kann. Für quergespannte Systeme kann die elastische Einspannung für alle gewählten Elemente Verwendung finden.

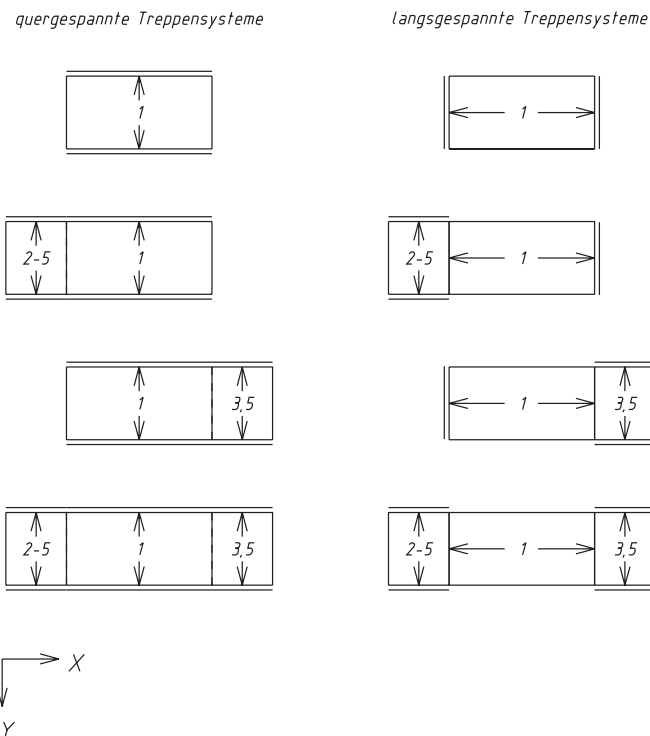


Bild 1: Übersicht der möglichen Element- und Systemkombinationen

Einwirkungen:

Als Einwirkungen sind Flächenlasten (Eigengewichte und Verkehrslast) einzugeben. Anhand der vorgegebenen Materialstärken werden die Eigengewichte aus der Elementgeometrie (Platten, Stufenkeile) ermittelt. Eigengewichte für Putz und Belag sind vom Benutzer vorzugeben.

Die Einwirkungen sind entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens gemäß DIN 1055-3 zu kategorisieren.

- G = Ständige Einwirkungen (z.B. Eigengewicht)
- Qi = Veränderliche Einwirkungen (z.B. Nutzlasten, Verkehrslasten)
- A = Außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Transport, Montagelast)

Für die einzelnen Einwirkungskategorien werden die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte γ und die Kombinationsbeiwerte (ψ_0 , ψ_1 , ψ_2) nach DIN 1055-100 ermittelt.

Die Tabellenspalten im einzelnen:

Freie textliche Beschreibung der Einwirkung. An dieser Stelle können auch die verschiedenen Eingabehilfen aufgerufen werden. Mit „?“ kann ein Hilfefenster mit Erläuterungen zu den Eingabehilfen aufgerufen werden.

Art/Kat. Kategorie der Einwirkung (G, Q, A1...Q, W).

Bei der Eingabe werden in einem Menü die Einwirkungskategorien der DIN 1055-3 angeboten.

Wert Charakteristische Größe der Einwirkung.

Schnittgrößen:

Es werden sowohl die „design“ als auch die „charakteristischen“ Schnittkräfte ermittelt. Dazu werden die Einwirkungskombinationen nach DIN 1055-100 gebildet. Die extremalen Schnittgrößen der maßgebenden Kombination werden im Formular ausgegeben. Zusätzlich zu den extremalen Auflagerkräften werden die charakteristischen Auflageranteile aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen getrennt ausgegeben.

Einachsig gespannte Tragplatten:

Bei diesen Treppenteilen erfolgt die Schnittkraftermittlung für einachsig gespannte Einfeldplatten mit elastischer End einspannung für Vollast und Eigengewicht. An beiden Plattenenden können jeweils zwei Einspanngrade (Minimal- und Maximal einspanngrad) definiert werden. Die resultierenden Momente und Auflagerkräfte der Schnittkraftberechnung werden an angrenzende zweiachsig gespannte Tragplatten als Randlinienlasten bzw. Randmomente weitergeleitet. Die Zuordnung der Auflagerkräfte und Momente zeigen die Bilder 2 und 3.

Zweiachsig - bzw. dreiachsiggelassnte Tragplatten:

Bei den statischen Systemen der Typen 1 und 2 kommen zweiachsig gespannte Tragplatten zur Anwendung. Sie übernehmen die oben genannten Schnittgrößen für die weiteren Schnittkraftermittlungen. Für die Hauptspannrichtung der Platte werden die Momente der Plattenränder (r_1 und r_2) und des mittleren Plattenbereich (m) ermittelt. Die Berechnung des Momentes in Querrichtung erfolgt nur für den mittleren Plattenbereich. Die Auflagerkräfte (Minimal- und Maximalwert) werden für einen ein Meter breiten Plattenstreifen am stark belasteten Rand (r_1) berechnet. Die Zuordnung der Auflagerkräfte und Momente zeigen die Bilder 2 und 3.

Bewehrungsführung:

In den Knickstellen (Im Schnitt: Anschluß Podest an Treppenlauf, in der Draufsicht: Übergang Treppenlauf an Wendel) ist ein rahmenartiger Bewehrungsverlauf vorzusehen. Alle Elemente erhalten eine Querbewehrung (mindestens $0.2 \times A_{sl}$). Bei längsgespannten Treppensystemen werden 2-seitig gelagerte Podeste und Wendeltragplatten in y-Richtung in drei Bewehrungsabschnitte eingeteilt (y_{r1} = treppenseitiger "Rand", y_{r2} = freier Rand, y_m = Plattenmitte). Podestplatten mit 3-seitiger Lagerung erfahren eine Aufteilung der Bewehrung in 2 Bereiche (y_r = treppenseitige Plattenhälfte, y_m = auflagerseitige Plattenhälfte.)

Nachweis der Tragfähigkeit:

Für die Bemessung sind die Expositionsclassen 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. Als Betongüten stehen für Normalbeton C 12/15 bis C 55/67, für Leichtbeton LC 16/18 bis LC 55/67, als Betonstahl BSt 500S(A, B) und BSt 500M zur Verfügung.

Biegebemessung:

Die Bemessung erfolgt für reine Biegung.

Querkraftnachweis:

Ein Querkraftnachweis wird ohne Querkraftbewehrung geführt. Optional kann die Querkraftbewehrung bemessen und nachgewiesen werden.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit:

Rissnachweis

Für die maßgeblichen Schnittkräfte wird die rechnerische Rissbreite ermittelt.

Biegeschlankheit:

Für die Ermittlung der Biegeschlankheit wird für die Ersatzlänge l_i der Nachweis nach Absatz 11.3.2 und nach Krüger/Mertzsch geführt.

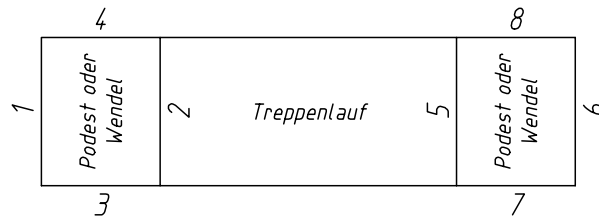


Bild 2: Auflagerzuordnung für längsgespannte Treppenkonstruktionen

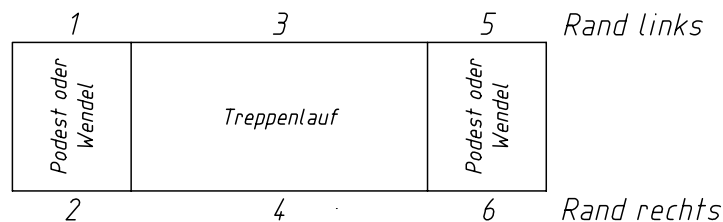


Bild 3: Auflagerzuordnung für quergespannte Treppenkonstruktionen

Lastweiterleitung:

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen Auflagerkräfte getrennt für jede Einwirkungskategorie abgelegt. Die Bilder 2 und 3 zeigen die Zuordnung der einzelnen Werte zu den Stützennummern. Neben dieser allgemeinen Datenübernahme stellt das Programm eine weitere Lastübergabe zur Verfügung.

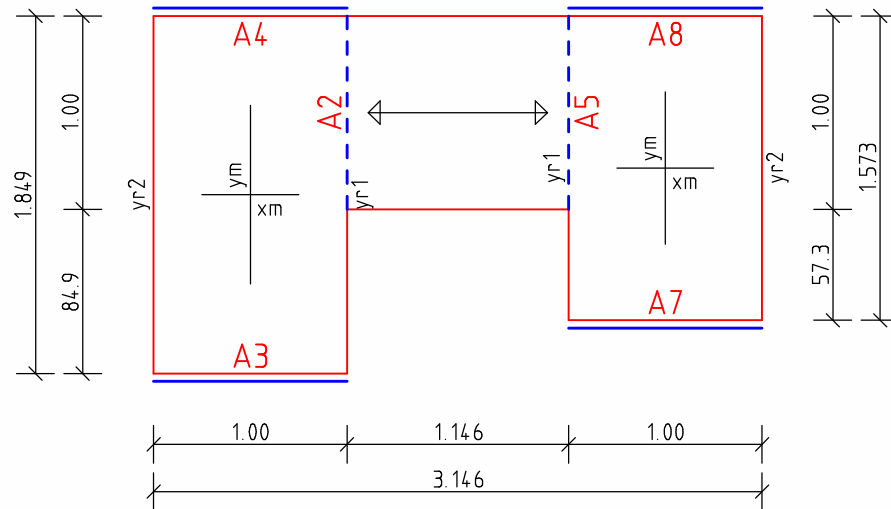
Literatur

- Avak, R., Stahlbetonbau in Beispielen, Teil 2, 2. Aufl., Werner Verlag 2002
- DIN 1045-1 Ausgabe 07/2002 und 08/2008
- DIN 1045-1, Berichtigung 2 06/2005
- DIN 1055-3 Ausgabe 10/2002
- DIN 1055-8 Ausgabe 01/2003
- DIN 1055-100 Ausgabe 03/2001
- Krüger, W./Mertzsch, O., Zur Verformungsbegrenzung von überwiegend auf Biegung beanspruchten Stahlbetonquerschnitten, Beton & Stahlbetonbau 97 Heft 11, Ernst & Sohn Verlag 2002.
- Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

POS. 094 STAHLBETONTREPPE

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

System:



Treppengrenzmaße: $L_x / L_y / \text{Geschosshöhe } h = 3.146 / 1.849 / 2.750 \text{ m}$

Stufen: Anzahl = 15, Höhe / Auftritttiefe = 17.2 / 27.6 cm, Breite = 1.00 m

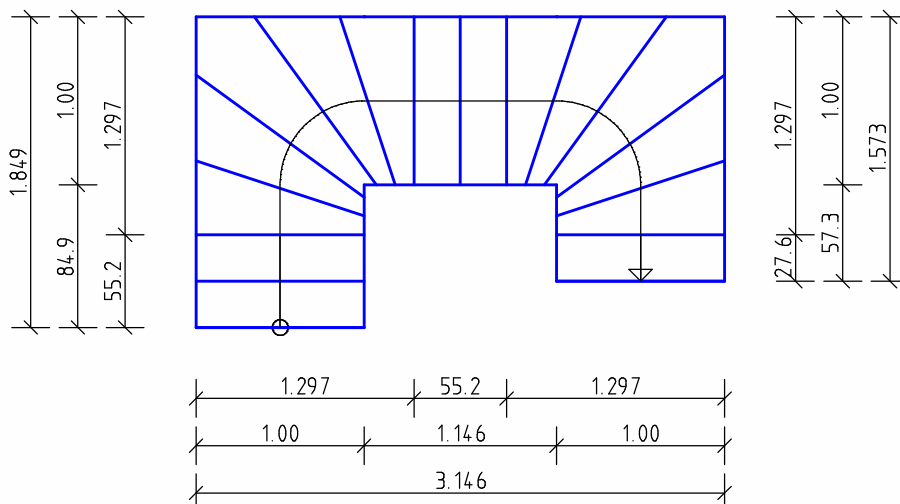
Die Treppenplatte wird längs zur Laufrichtung gespannt.

Element	Dicke [cm]	Stufen [-]	Typ [-]	l_x [m]	l_y [m]	min a [cm]
wendel	16.0	5 + 2	R	1.297	1.849	12.0
Treppenlauf	12.0	2		0.552	1.000	
wendel	14.0	5 + 1	R	1.297	1.573	12.0

Auflager auf Mauerwerk: $t = 24.0 \text{ cm}$, mitwirkende Podestbreite $b_m = 100.0 \text{ cm}$

Einspanngrade max/min: links 100/ 25 %, rechts 100/ 0 %

Draufsicht M=1:45



Einwirkungen:

Lasten: $q = \text{Flächenlast [kN/m}^2\text{]}$

Element: Wendel links

Einwirkung aus	Kat.	wert,k	Alpha
Eigengewicht Tragplatte	G	4.71	-
Eigengewicht Stufenkeile	G	2.15	-
Putz und Belag	G	1.00	-
Verkehr	Q,A2	3.00	-

Element: Treppenlauf

Einwirkung aus	Kat.	wert,k	Alpha
Eigengewicht Tragplatte	G	3.53	-
Eigengewicht Stufenkeile	G	2.15	-
Putz und Belag	G	1.00	-
Verkehr	Q,A2	3.00	-

Element: Wendel rechts

Einwirkung aus	Kat.	wert,k	Alpha
Eigengewicht Tragplatte	G	4.12	-
Eigengewicht Stufenkeile	G	2.15	-
Putz und Belag	G	1.00	-
Verkehr	Q,A2	3.00	-

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	-

Schnittgrößen:

Element:		A,li [kN/m]	A,re [kN/m]	Ms,li [kNm/m]	Ms,re [kNm/m]	Mf [kNm/m]
Treppenlauf	min	2.79	2.53	-5.64	-5.26	1.15
	max	10.37	9.85	-0.37	0.00	5.40

Element:		A [kN/m]	Mx,m [kNm/m]	My,r1 [kNm/m]	My,r2 [kNm/m]	My,m [kNm/m]
wendel links	min	9.79	0.54	5.57	4.95	5.23
	max	22.58	2.86	12.38	12.51	12.67
wendel rechts	min	8.28	0.49	4.05	3.54	3.77
	max	19.78	2.34	9.26	9.13	9.40

Bemessung:

Baustoffe: Normalbeton C 20/25 **BSt 500S(A)+BSt 500M(A)**
Größtkorn des Zuschlags dg = 32.0 mm

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

Feuchtekategorie: WO nach Erhärtung weitgehend trocken

Element: Wendel links

Bereich:	Längsbewehrung				- Querbewehrung -			
	erf.As	min.As	n Baustahl	ds / a	vorh.As	ds / a	vorh.As	
	[cm ² /m]	[cm ² /m]	- Matte	[mm / cm]	[cm ² /m]	[mm / cm]	[cm ² /m]	
ym, unten	2.21	1.42	1 R257 A	- / -	2.57	- / -	1.13	
yr1, unten	2.15	1.42	1 R257 A	- / -	2.57	- / -	1.13	
yr2, unten	2.18	1.42	1 R257 A	- / -	2.57	- / -	1.13	

Querkraftnachweis:

max VEd = 20.50 kN/m < VRd,ct = 60.43 kN/m, konstrukt. Querkraftbewehrung.
 b/min h = 100/16.0 = 6.3 > 5, Mindestquerkraftbewehrung nicht erforderlich.

Bügel	s	ds	sw	VEd	VRd,sy	VRd,max
Bereich:	[-]	[mm]	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Auflager	4	6.0	15.0	20.5 <	94.9 <	246.1

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
	[-]	[-]	[cm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
ym, unten	1.0	0.80	800.0	1.105	275.1	2.57 =	2.57
yr1, unten	1.0	0.80	800.0	1.105	275.1	2.57 =	2.57
yr2, unten	1.0	0.80	800.0	1.105	275.1	2.57 =	2.57

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	Md	Nd	Dsm	min.As	vorh.As	vorh.wk	zul.wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[mm]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	[mm]	[mm]
ym, unten	9.09	0.0	7.0	1.45 <	2.57	0.24 <	0.40
yr1, unten	9.09	0.0	7.0	1.45 <	2.57	0.24 <	0.40
yr2, unten	9.09	0.0	7.0	1.45 <	2.57	0.24 <	0.40

Begrenzung der Schlankheit nach DIN 1045-1 Abs.11.3.2:

Ort	MsI	Mf	MsR	x	li	li/d	zul.li/d
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[m]	[m]	[-]	[-]
Feldmitte	-	9.09	-	0.92	1.85	13.80 <	29.00 (1/250)*

* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, kc = 1.000

Element: Treppenlauf

Bereich:	Längsbewehrung				- Querbewehrung -			
	erf.As	min.As	n Baustahl	ds / a	vorh.As	ds / a	vorh.As	
	[cm ² /m]	[cm ² /m]	- Matte	[mm / cm]	[cm ² /m]	[mm / cm]	[cm ² /m]	
oben	1.40	1.15	1 R188 J	- / -	1.88	- / -	0.50	
unten	1.34	1.15	1 R188 J	- / -	1.88	- / -	0.50	

Querkraftnachweis:

max VEd = 8.40 kN/m < VRd,ct = 42.94 kN/m, konstrukt. Querkraftbewehrung.
 b/min h = 100/12.0 = 8.3 > 5, Mindestquerkraftbewehrung nicht erforderlich.

Bügel	s	ds	sw	VEd	VRd,sy	VRd,max
Bereich:	[-]	[mm]	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Auflager, li	4	6.0	15.9	8.4 <	52.9 <	145.4
Auflager, li	4	6.0	15.9	7.1 <	52.9 <	145.4

Rissnachweis für Zwangsbeanspruchung (nach 3-5 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

Bezeichnung	kc [-]	k [-]	Ac [cm ²]	fct,eff [N/mm ²]	SigmaS [N/mm ²]	min.As [cm ² /m]	vorh.As [cm ² /m]
oben	1.0	0.80	600.0	1.105	297.5	1.78 <	1.88
unten	1.0	0.80	600.0	1.105	297.5	1.78 <	1.88

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	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Dsm [mm]	min.As [cm ² /m]	vorh.As [cm ² /m]	vorh.Wk [mm]	zul.Wk [mm]
oben	-4.04	0.0	6.0	1.01 <	1.88	0.16 <	0.40
unten	3.87	0.0	6.0	1.01 <	1.88	0.14 <	0.40

Begrenzung der Schlankheit nach DIN 1045-1 Abs.11.3.2:

Ort	MsI [kNm/m]	Mf [kNm/m]	MsR [kNm/m]	x [m]	li [m]	li/d [-]	zul.li/d [-]
Feldmitte	-0.37	3.87	-	1.12	1.06	11.69 <	29.00 (1/250)*

* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, kc = 1.000

Element: wendel rechts

Bereich:	Längsbewehrung				- Querbewehrung -			
	erf.As [cm ² /m]	min.As [cm ² /m]	n Baustahl - Matte	ds / a [mm / cm]	vorh.As [cm ² /m]	ds / a [mm / cm]	vorh.As [cm ² /m]	
ym, unten	1.94	1.28	1 R257 A	- / -	2.57	- / -	1.13	
yr1, unten	1.91	1.28	1 R257 A	- / -	2.57	- / -	1.13	
yr2, unten	1.88	1.28	1 R257 A	- / -	2.57	- / -	1.13	

Querkraftnachweis:

 max VEd = 18.38 kN/m < VRd,ct = 51.58 kN/m, konstrukt. Querkraftbewehrung.
 b/min h = 100/14.0 = 7.1 > 5, Mindestquerkraftbewehrung nicht erforderlich.

Bügel	s [-]	ds [mm]	sw [cm]	VEd [kN/m]	VRd,sy [kN/m]	VRd,max [kN/m]
Bereich:						
Auflager	4	6.0	15.0	18.4 <	75.2	195.1

Rissnachweis für Zwangsbeanspruchung (nach 3-5 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

Bezeichnung	kc [-]	k [-]	Ac [cm ²]	fct,eff [N/mm ²]	SigmaS [N/mm ²]	min.As [cm ² /m]	vorh.As [cm ² /m]
ym, unten	1.0	0.80	700.0	1.105	275.1	2.25 <	2.57
yr1, unten	1.0	0.80	700.0	1.105	275.1	2.25 <	2.57
yr2, unten	1.0	0.80	700.0	1.105	275.1	2.25 <	2.57

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	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Dsm [mm]	min.As [cm ² /m]	vorh.As [cm ² /m]	vorh.Wk [mm]	zul.Wk [mm]
ym, unten	6.74	0.0	7.0	1.27 <	2.57	0.18 <	0.40
yr1, unten	6.74	0.0	7.0	1.27 <	2.57	0.18 <	0.40
yr2, unten	6.74	0.0	7.0	1.27 <	2.57	0.18 <	0.40

Begrenzung der Schlankheit nach DIN 1045-1 Abs.11.3.2:

Ort	M_{sl} [kNm/m]	M_f [kNm/m]	M_{sr} [kNm/m]	x [m]	l_i [m]	l_i/d [-]	$zul.l_i/d$ [-]
Feldmitte	-	6.74	-	0.79	1.57	13.80	< 29.00 (1/250)*

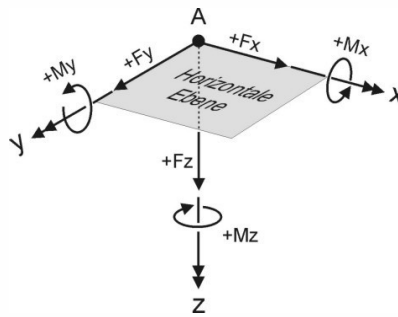
* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, $k_c = 1.000$

Die Knickstellen sind mit Zulagen rahmenartig zu bewehren.

Durch die Wendel hohlgekrümmte Bewehrungsstäbe sind durch Bügel oder S-Haken in der Druckzone zu verankern.

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

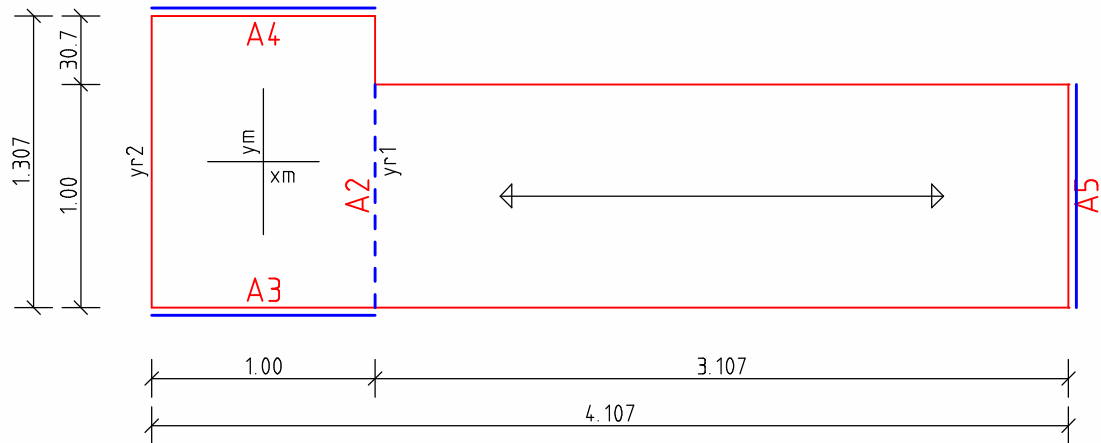
Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten q in [kN/m] und m in [kNm/m].



Lager	Kraftart	Kategorie	Maximal	Minimal
2	mx	G	-2.79	-0.37
		Q, A2	-1.25	-0.17
		Summe, k	-4.04	-0.54
	qz	G	5.13	2.79
		Q, A2	2.30	1.25
		Summe, k	7.43	4.04
3	qz	G	11.55	9.79
		Q, A2	4.66	3.87
		Summe, k	16.21	13.66
4	qz	G	11.55	9.79
		Q, A2	4.66	3.87
		Summe, k	16.21	13.66
5	mx	G	-2.60	0.00
		Q, A2	-1.17	0.00
		Summe, k	-3.77	0.00
	qz	G	4.87	2.53
		Q, A2	2.19	1.14
		Summe, k	7.06	3.67
7	qz	G	9.95	8.28
		Q, A2	4.24	3.49
		Summe, k	14.19	11.77
8	qz	G	9.95	8.28
		Q, A2	4.24	3.49
		Summe, k	14.19	11.77

POS. 097 STAHLBETONTREPPE

System:



Treppengrenzmaße: $L_x / L_y / \text{Geschosshöhe } h = 4.107 / 1.307 / 2.750 \text{ m}$

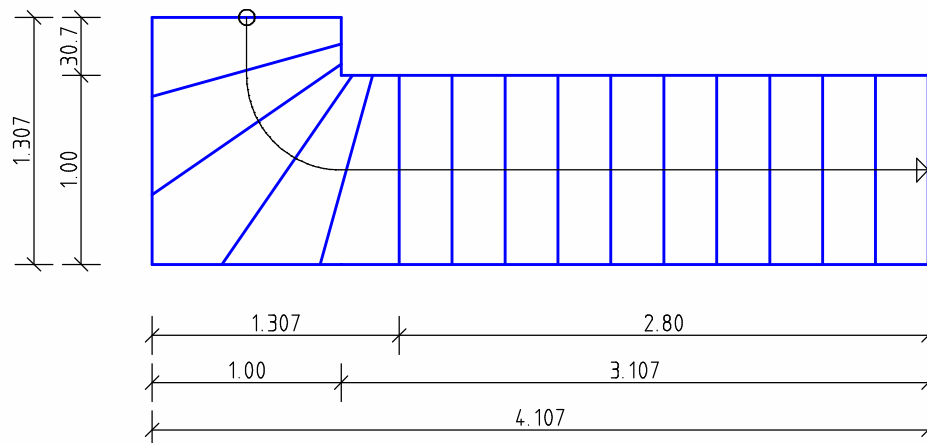
Stufen: Anzahl = 15, Höhe / Auftritttiefe = 17.2 / 28.0 cm, Breite = 1.00 m

Die Treppenplatte wird längs zur Laufrichtung gespannt.

Element	Dicke [cm]	Stufen [-]	Typ [-]	l_x [m]	l_y [m]	min a [cm]
wendel	16.0	5 + 0	L	1.307	1.307	10.0
Treppenlauf	16.0	10		2.800	1.000	

Auflager auf Mauerwerk: $t = 24.0 \text{ cm}$, mitwirkende Podestbreite $b_m = 0.0 \text{ cm}$

Draufsicht M=1:40



Einwirkungen:

 Lasten: $q = \text{Flächenlast } [\text{kN/m}^2]$

Alle Elemente

Einwirkung aus	Kat.	wert,k	Alpha
Eigengewicht Tragplatte	G	4.69	-
Eigengewicht Stufenkeile	G	2.15	-
Putz und Belag	G	1.00	-
Verkehr	Q,A2	3.00	-

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	-

Schnittgrößen:

Element:		A,li [kN/m]	A,re [kN/m]	Ms,li [kNm/m]	Ms,re [kNm/m]	Mf [kNm/m]
Treppenlauf	min	12.49	11.87	0.00	0.00	9.94
	max	24.02	22.84	0.00	0.00	19.13

Element:		A [kN/m]	Mx,m [kNm/m]	My,r1 [kNm/m]	My,r2 [kNm/m]	My,m [kNm/m]
Wendel links	min	13.58	-0.49	6.93	4.13	5.20
	max	26.12	-0.25	13.33	7.95	10.00

Bemessung:

Baustoffe: Normalbeton C 20/25 BSt 500S(A)+BSt 500M(A)
 Größtkorn des Zuschlags $d_g = 32.0 \text{ mm}$

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

Feuchtekategorie: WO nach Erhärtung weitgehend trocken

Element: Wendel links

Bereich:	Längsbewehrung			- Querbewehrung -		
	erf.As [cm²/m]	min.As [cm²/m]	n Baustahl - Matte	vorh.As [cm²/m]	ds / a [mm / cm]	vorh.As [cm²/m]
ym, unten	1.72	1.41	1 R188A	1.88	- / -	1.13
yr1, unten	2.32	1.41	1 R188A	3.65	6.0/16.0	1.13
yr2, unten	1.36	1.41	1 R188A	1.88	- / -	1.13

Querkraftnachweis:

max $V_{Ed} = 26.12 \text{ kN/m} < V_{Rd,ct} = 47.86 \text{ kN/m}$, ohne Querkraftbewehrung.
 $b/\min h = 100/16.0 = 6.3 > 5$, Mindestquerkraftbewehrung nicht erforderlich.

Begrenzung der Schlankheit nach DIN 1045-1 Abs.11.3.2:

Ort	Msl [kNm/m]	Mf [kNm/m]	MsR [kNm/m]	x [m]	li [m]	li/d [-]	zul.li/d [-]
Feldmitte	-	9.58	-	0.65	1.31	9.75	< 29.00 (1/250)*

* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, $k_c = 1.000$

Element: Treppenlauf

Bereich:	Längsbewehrung				- Querbewehrung -			
	erf.As [cm ² /m]	min.As [cm ² /m]	n Baustahl - Matte	ds / a [mm / cm]	vorh.As [cm ² /m]	ds / a [mm / cm]	vorh.As [cm ² /m]	
oben	0.00	1.41	1 R257A	- / -	2.57	- / -	1.13	
unten	3.39	1.41	1 R377A	- / -	3.77	- / -	1.13	

Querkraftnachweis:

max VEd = 24.02 kN/m < VRd,ct = 42.58 kN/m, ohne Querkraftbewehrung.
b/min h = 100/16.0 = 6.3 > 5, Mindestquerkraftbewehrung nicht erforderlich.

Rissnachweis für Zwangsbeanspruchung (nach 3-5 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

Bezeichnung	kc [-]	k [-]	Ac [cm ²]	fct,eff [N/mm ²]	SigmaS [N/mm ²]	min.As [cm ² /m]	vorh.As [cm ² /m]
oben	1.0	0.80	800.0	1.105	275.1	2.57	= 2.57
unten	1.0	0.80	800.0	1.105	250.0	2.83	< 3.77

Berechnung und Ausgabe der Mindestbewehrung min.As je Rand

Begrenzung der Schlankheit nach DIN 1045-1 Abs.11.3.2:

Ort	Msl [kNm/m]	Mf [kNm/m]	MsR [kNm/m]	x [m]	li [m]	li/d [-]	zul.li/d [-]
Feldmitte	-	13.75	-	1.59	3.19	24.33	< 29.00 (1/250)*

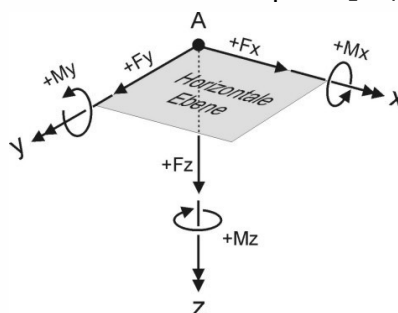
* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, $k_c = 1.000$

Die Knickstellen sind mit Zulagen rahmenartig zu bewehren.

Durch die wendel hohlgekrümmte Bewehrungsstäbe sind durch Bügel oder S-Haken in der Druckzone zu verankern.

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

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



Lager	Kraft	G	Q,A2	Summe,k
2	qz	12.49	4.78	17.27
3	qz	13.58	5.20	18.78
4	qz	13.58	5.20	18.78
5	qz	11.87	4.54	16.41