

40M Halbwendeltreppe nach DIN 1045

(Stand: 22.04.2009)

Das Programm ermittelt die Schnittgrößen und die daraus resultierende statisch erforderliche Bewehrung für einläufige, halbgewendelte Stahlbetontreppenkonstruktionen nach DIN 1045-1.

Leistungsumfang:

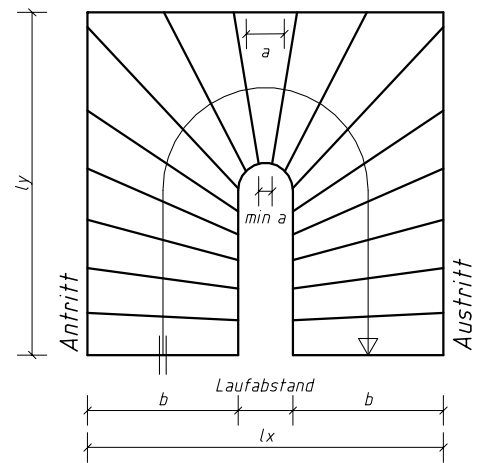
System:

Halbgewendelte Treppe mit Auswahl von fünf verschiedenen statischen Systemen. Die Treppe kann als links- oder rechtsdrehende Wendel mit symmetrischem Grundriß (Symmetrieachse in Richtung An- und Austritt) und identischen Schenkellängen 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:

Die Treppe besteht in statischer Hinsicht aus einer Tragplatte mit monolithisch angeschlossenen Treppenstufen. Für die Ausrundung der Wendelinnenkante ist das vorgegebene Maß des Treppenlaufabstandes maßgebend ($r = \text{Laufabstand} / 2$). Für den Abtrag der Kräfte stehen fünf verschiedene statische Systeme zur Verfügung:

Typ1:

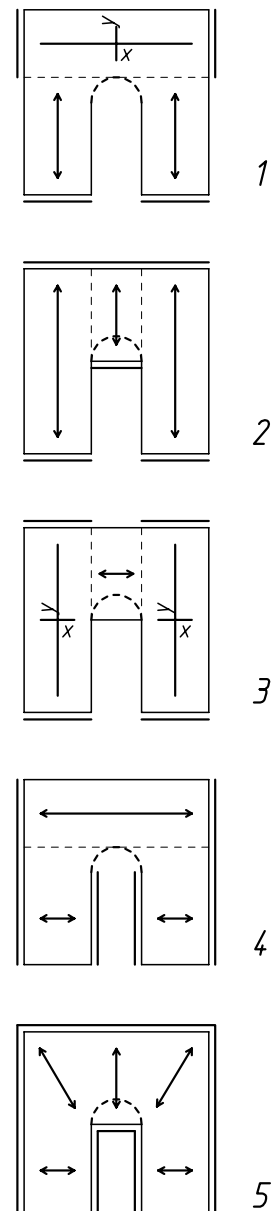
An- und Austritt werden einachsig in y-Richtung gespannt, wobei an beiden Enden elastische Endenspannungen von 0-100% der Volleinspannung berücksichtigt werden können (für beide Enden kann hierbei ein minimaler und ein maximaler Einspanngrad definiert werden). Die Berechnung des Wendelmittelteiles erfolgt als zweiachsig gespannte Platte mit zweiseitiger Linienlagerung. Eventuell vorgegebene Einspannmomente aus An- bzw. Austritt werden als Randmoment bei der Belastung berücksichtigt.

Typ2:

Beide Wendelhälften und der Bereich zwischen ihnen werden in y-Richtung gespannt. Die Definition von Einspanngraden kann wie für Typ 1 vorgegeben werden.

Typ3:

Die Wendelhälften werden als zweiachsig gespannte Platte mit zweiseitiger Linienlagerung berechnet, der Bereich zwischen ihnen wird in x-Richtung gespannt. Für den zuletzt genannten Bereich können Einspanngrade wie für Typ 1,2 vorgegeben werden. Resultierende Randmomente werden analog zu Typ 1 weiterverfolgt.



Typ4:

Der Wendelmittelteil sowie An- und Austritt werden in x-Richtung gespannt, Einspanngrade können wie bereits beschrieben berücksichtigt werden.

Typ5:

Die gesamte Treppenkonstruktion wird (ggf. unter Berücksichtigung von Einspanngraden für beide Lagerseiten) quer zur Lauflinie gespannt.

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	=	Äußergewöhnliche 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 Endeinspannung für Vollast und Eigengewicht. An beiden Plattenenden können jeweils zwei Einspanngrade (Minimal- und Maximaleinspanngrad) 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 zeigt Bild 1.

Zweiachsig gespannte 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 Hauptspannungsrichtung

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 zeigt Bild 1 (siehe Typen 1 und 3).

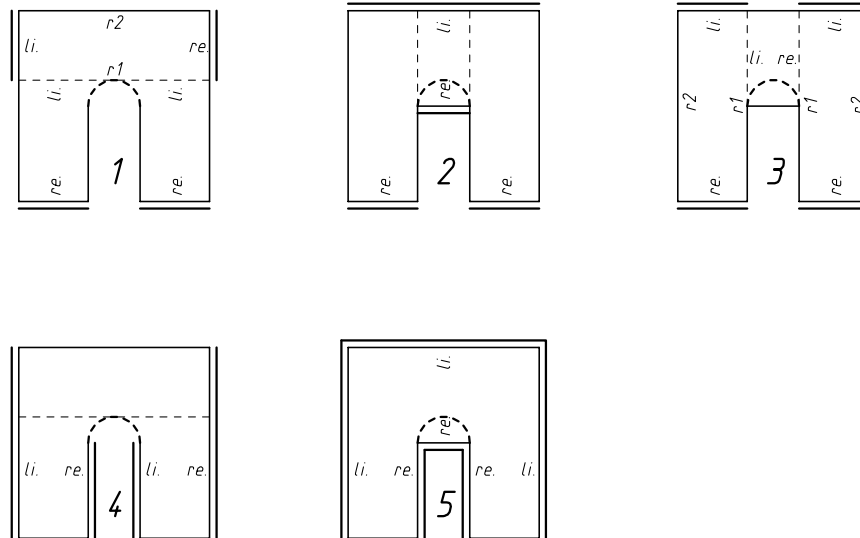


Bild 1: Zuordnung der Schnittkräfte (Lage der linken und rechten Ränder der Einzelemente)

Bewehrungsführung

In den Knickstellen ist ein rahmenartiger Bewehrungsverlauf vorzusehen. Alle Tragplatten können eine Querbewehrung erhalten (mindestens $0.2 \times A_{sl}$). Bei den statischen Systemen Typ 1 und 3 werden die zweiachsig gespannte Platten in Hauptspannungsrichtung in drei Bewehrungsabschnitte eingeteilt (r_1 = stark belasteter Rand, r_2 = geringer belasteter Rand, m = Plattenmitte).

Nachweis der Tragfähigkeit

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. 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.

Lastweiterleitung

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen Auflagerkräfte getrennt für jede Einwirkungskategorie abgelegt. Bild 2 zeigt die Zuordnung der einzelnen Werte zu den Stützennummern (eingekreiste Zahlen). Neben dieser allgemeinen Datenübernahme stellt das Programm eine weitere Lastübergabe zur Verfügung.

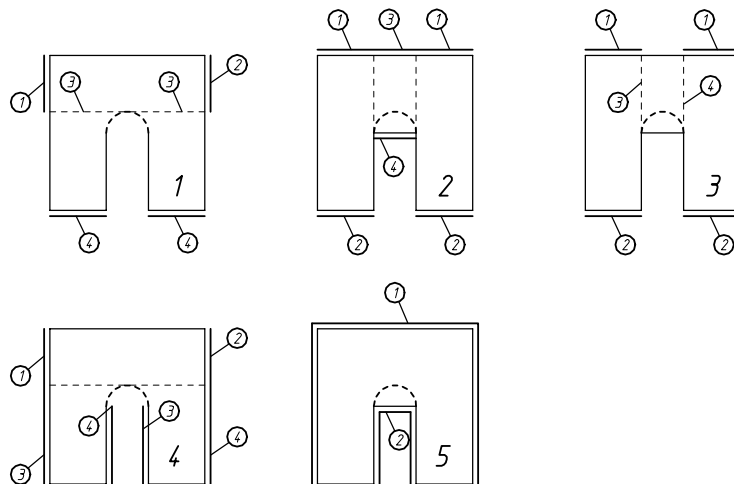
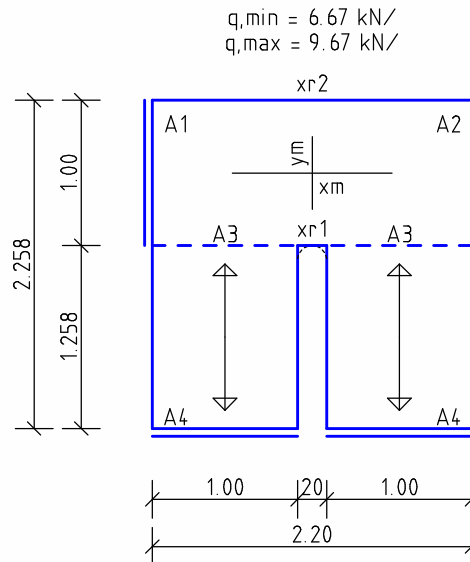


Bild 2: Zuordnung der Auflagerkräfte

Literatur

- Avak, R., Stahlbetonbau in Beispielen, Teil 2, 2. Aufl., Werner Verlag 2002
- DIN 1045-1 Ausgabe 07/2002 und 08/2008
- 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.

POS. 093 STAHLBETONTREPPE
System:


Rechtsdrehende Halbwendeltreppe,

 Geschosshöhe $h = 2.75 \text{ m}$

Festlegung: An- und Austritt verlaufen in Y-Richtung, Lauflinie = 4.200 m

 Stufen: Anzahl = 16, Höhe = 17.0 cm, Breite = 1.00 m
 Auftritttiefe: $a = 28.0 \text{ cm}$, min $a = 10.0 \text{ cm}$

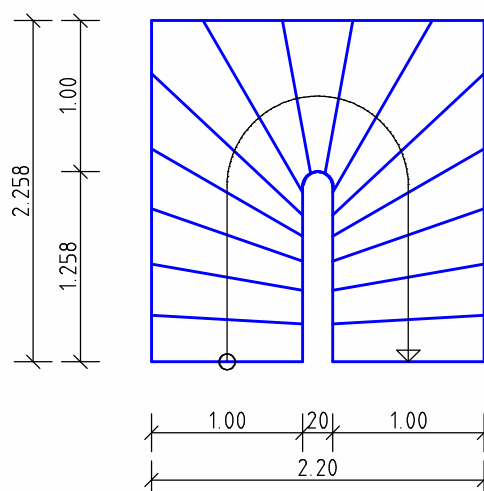
Treppenlaufabstand = 20.0 cm,

 Gesamtmaße $x / y = 2.200 / 2.258 \text{ m}$

 Tragplattenstärke = 12.0 cm, Auflager auf Mauerwerk: Lagertiefe $t = 24.0 \text{ cm}$

Einspanngrade (%)	links		rechts	
	min	max	min	max
Spannrictungen				
mittlerer wendelbereich x-y	-	-	-	-
Antritt und Austritt Y-Y	50	50	50	50

Draufsicht M=1:50



Einwirkungen:

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

Einwirkung aus	Kat.	wert,k	Alpha
Eigengewicht Tragplatte	G	3.52	-
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:

Spannrichtung:		A,li	A,re	Ms,li	Ms,re	Mf
		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Antritt und Austritt Y-Y	min	3.84	4.55	-1.61	-1.68	1.27
	max	7.77	9.22	-0.80	-0.83	2.57

Spannrichtung:		A	Mx,m	Mx,r1	Mx,r2	My,m
		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
mittlerer wendelbereich x-y	min	11.71	7.28	8.04	6.67	0.29
	max	23.71	14.73	16.28	13.51	0.60

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

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

Erläuterungen: XC1 Trocken oder ständig nass

Antritt und Austritt Y-Y

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	0.34	1.29	1 R257A	- / -	2.57	- / -	1.13
unten	0.51	1.29	1 R257A	- / -	2.57	- / -	1.13

Querkraftnachweis:

 max VEd = 9.22 kN/m < VRd,ct = 38.39 kN/m, konstrukt. Querkraftbewehrung.
 b/min h = 100/14.1 = 7.1 > 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	15.0	7.8 <	76.0 <	197.1
Auflager, li	4	6.0	15.0	9.2 <	76.0 <	197.1

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]
oben	1.0	0.80	704.0	1.105	275.1	2.26 <	2.57
unten	1.0	0.80	704.0	1.105	275.1	2.26 <	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]
unten	1.84	0.0	7.0	1.49 <	2.57	0.01 <	0.40

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	-0.80	1.84	-0.83	0.83	1.23	11.09 <	29.00 (1/250)*

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

Mittlerer Wendelbereich x-y

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]	
xm, unten	3.11	1.29	1 R335A	- / -	3.35	- / -	1.13	
xr1, unten	3.48	1.29	1 R335A	6.0/15.0	5.23	- / -	1.13	
xr2, unten	2.82	1.29	1 R335A	- / -	3.35	- / -	1.13	

Querkraftnachweis:

max VEd = 23.71 kN/m < VRd,ct = 48.51 kN/m, ohne Querkraftbewehrung.

b/min h = 100/14.1 = 7.1 > 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]
xm, unten	1.0	0.80	704.0	1.105	257.5	2.42 <	3.35
xr1, unten	1.0	0.80	704.0	1.105	274.0	2.27 <	5.23
xr2, unten	1.0	0.80	704.0	1.105	257.5	2.42 <	3.35

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]
xm, unten	10.55	0.0	8.0	1.59 <	3.35	0.22 <	0.40
xr1, unten	11.66	0.0	7.1	1.50 <	5.23	0.10 <	0.40
xr2, unten	9.67	0.0	8.0	1.59 <	3.35	0.19 <	0.40

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	-	10.55	-	1.10	2.20	19.16	< 29.00 (1/250)*

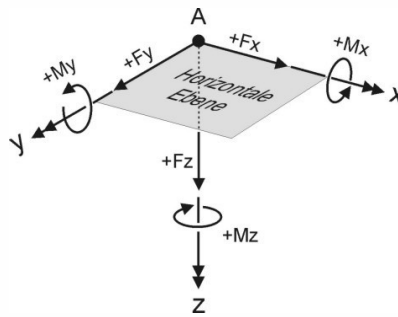
* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, $k_c = 1.000$

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 Kraftartrichtungen 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
1	qz	11.71	5.27	16.98
2	qz	11.71	5.27	16.98
3	mx	-0.80	-0.36	-1.16
	qz	3.84	1.73	5.57
4	mx	-0.83	-0.37	-1.20
	qz	4.55	2.05	6.60