

VERFASSER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG	
PROJEKT: 101761 Sanierung & Erweiterung GGS	

Kapitel 9: Treppen

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG	
PROJEKT: 101761 Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_1OG_01

Pos. T_1OG_01 Stahltreppe - Wangen

Allgemeines

Im Rahmen der Umbauarbeiten wird die Treppe zum Spitzboden erneuert und umpositioniert. In folgender Berechnung findet die Vorbemessung der Stahltreppe statt, die hauptsächlich zur Abschätzung der Lasten dient. Die endgültige Stahltreppe inkl. Der Verbindungsmittel und Anschlüsse sind von der ausführenden Firma nachzuweisen. Sollten die Ausführungslasten die Vorbemessungslasten überschreiten muss die folgende Position angepasst werden.

Die Umpositionierung der Treppe führt zu keiner Erhöhung der Belastung in der oberen oder unteren Deckenplatte, da eine Treppe zum Dachboden bereits vor dem Umbau vorhanden war. Gleiches gilt für die im Bereich der Treppe geplanten Trennwände.

Der Anschluss der Treppe an die Bestandsdecke ist durch die ausführende Firma zu planen und herzustellen, da erst nach Bauteilöffnung und vor Ort abschließende Maßnahmen gewählt werden können. Dabei ist sicherzustellen, dass die Lasten in die tragenden Elemente der Deckenplatte eingeleitet werden.

Treppenbreite	b = 1,0m
Länge Wange	l = 5,25
Auftrittsbreite	a = 20cm
Steigung	s = 23,9cm
Steigungsanzahl	s _a = 18
Stahlgüte	S235
Brandschutzanforderung	F30 -> Brandschutzanstrich oder äquivalentes
Schallschutz	Siehe Schallschutzkonzept

Statisches System mit Belastung

Siehe z.B. EDV- Berechnung, Lastannahmen: siehe Kap. 2

Bemessung

Siehe z.B. EDV- Berechnung

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_10G_01

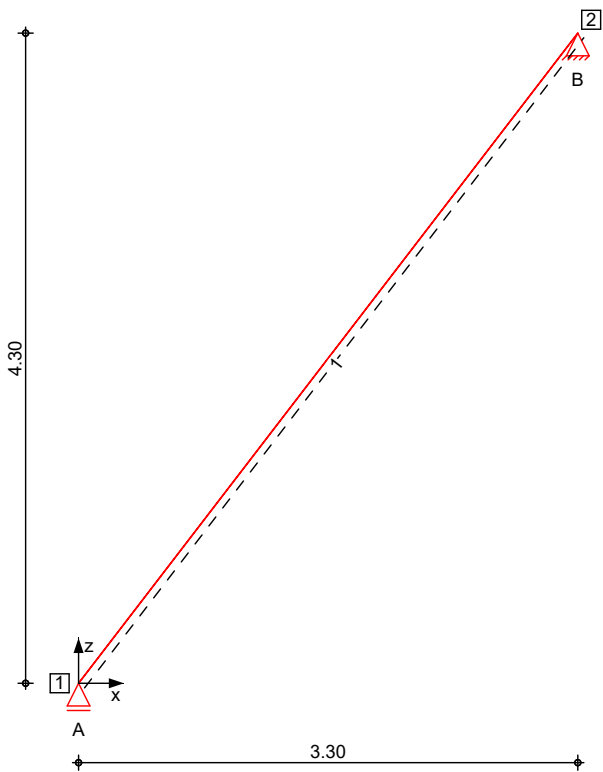
Pos. T_10G_01

Stahlterre - Wangen

System

Stabwerk

M 1:50



Knotendefinition	Knoten				x	z
					[m]	[m]
	1				0.00	0.00
Stabdefinition	2				3.30	4.30
	Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Lage [°]	Achse Material Querschnitt
	1	1	2	5.42	0.0	frei S 235 UPE 240
Stabendgelenke	Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.					
Auflagerdefinition global	Lager		Kn.		K _{T,x} [kN/m]	K _{T,z} [kN/m] K _{R,y} [kNm/rad]
	A		1		frei	fest frei
	B		2		fest	fest frei

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_10G_01

Belastungen

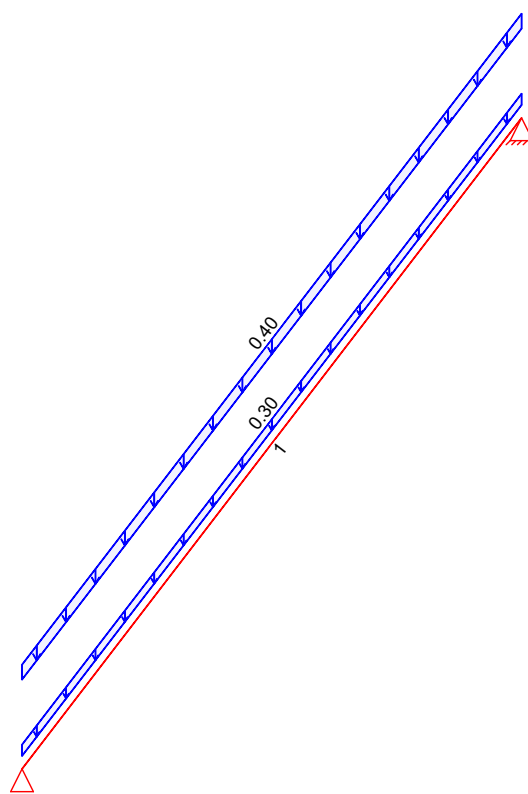
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

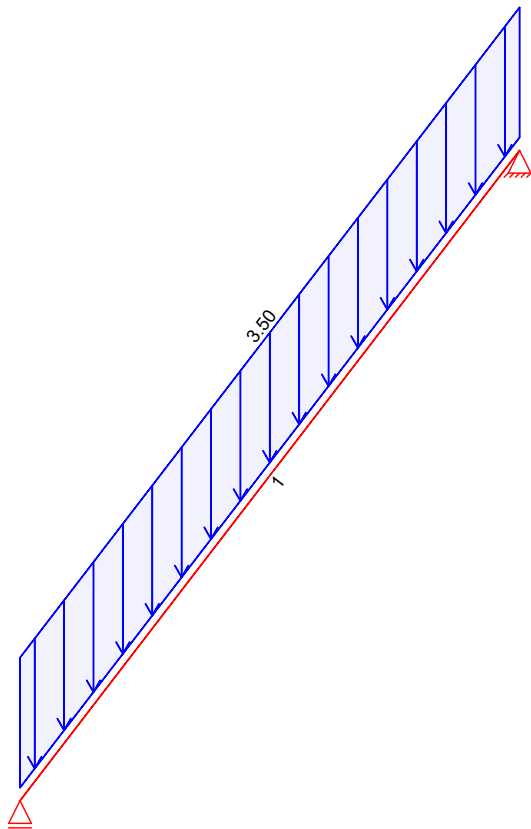
Einwirkung

Gk



VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_10G_01

Qk.N



Eigengewicht in z-Richtung	Eigengewicht am Stab		Kommentar		q _z [kN/m]	
Einw. Gk	1	Eigengew		0.30		
Streckenlasten in z-Richtung	Streckenlasten am Stab (auf Stablänge)					
	Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	q _{z,li} [kN/m]	q _{z,re} [kN/m]
Einw. Gk	1		0.00	5.42		0.40
Einw. Qk.N	1		0.00	5.42		3.50
Kombinationen	Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 Darstellung der maßgebenden Kombinationen					
	Ek	Σ (γ*ψ*EW)				
ständig/vorüberg.	2	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1)			
quasi-ständig	5	1.00*Gk	+0.60*Qk.N (1)			
st./vor. Auflagerkr.	6	1.35*Gk				
	7	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1)			
	8	1.00*Gk				

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG

PROJEKT: 101761 Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS

Pos.: T_10G_01

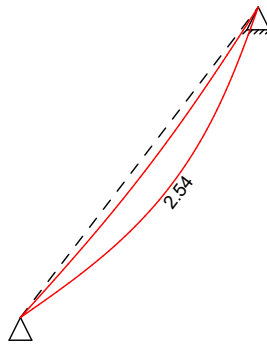
Bem.-verformungen

Bemessungsverformungen Theorie I. Ordnung

Grafik

Verformungen (Umhüllende)

$w_{z,d}[\text{mm}]$



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

Material

Material	$f_{y,k}$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 235	235	210000

Querschnitt

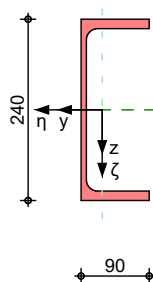
Nr	Profil	A [cm ²]	W_y W_z [cm ³]	S_y S_z [cm ³]	I_η I_ζ [cm ⁴]	I_t [cm ⁴]
1	UPE 240 ^f	38.5	300.0 50.1	173.0 48.2	3599 311	15.1

f: freie Hauptachsenlage

Grafik

Querschnittsgrafik [mm]

M 1:10



Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsauflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

Aufl.	$F_{x,k,min}$ [kN]	$F_{x,k,max}$ [kN]	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. G_k				
A	0.00	0.00	1.90	1.90
B	0.00	0.00	1.90	1.90
Einw. $Q_k.N$				
A	0.00	0.00	9.49	9.49
B	0.00	0.00	9.49	9.49

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_10G_01

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Komb. 6	A	0.00	2.57
	B	0.00	2.57
Komb. 7	A	0.00	16.80
	B	0.00	16.80
Komb. 8	A	0.00	1.90
	B	0.00	1.90

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Nachweis E-E	OK	0.20
Stabilität	OK	0.20

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis		η [-]
Verformung	OK	0.14

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG	
PROJEKT: 101761 Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Pos. T_UG_01 Treppenlauf mit $H \leq 2,05$ m bzw. $L \leq 3,16$ m

Für die Treppe wird unterseitig ein Putz und oben ein Belag Linoleum inkl. 1 cm Kleberschicht angesetzt. Die Stahlbetontreppe lagert am Treppenaustritt auf einem Stahlträger. Zur Vermeidung von Schallübertragungen ist an dieser Stelle ein elastisch gelagertes, schallentkoppelndes Auflager vorzusehen.

Am Treppenantritt ist vor Ort zu klären, wie das Podest der Bestandstreppe gelagert ist. Sollte keine eindeutige Zuordnung möglich sein oder die vorhandene Konstruktion nicht geeignet sein, zusätzliche Lasten aus der neu geplanten Treppe aufzunehmen, sind die vorgesehenen Alternativpositionen auszuführen.

Allgemeines

Treppenbreite	$\approx b = 1,15\text{m}$
Länge Wange	$\approx l = 3,75$
Auftrittsbreite	$\approx a = 18\text{cm}$
Steigung	$\approx s = 28\text{cm}$
Steigungsanzahl	$s_a = 11$
Brandschutzanforderung	F30 -> siehe Kapitel 5
Querschnitt Treppenlauf	$h = 16\text{cm}$
Betongüte	C25/30
Betonstahl	B500A
Expositionsklasse	XC1, WO
Betondeckung c_{nom}	Umlaufend 3,0cm
Grundbewehrung Treppenlauf	Längs $\varnothing 10/a \leq 15\text{cm}$ oben und unten Quer $\varnothing 6/a \leq 25\text{cm}$ oben und unten
Auflagerkonsole / Ausklinkung	Siehe EDV-Ausdruck
Brandschutzanforderung	F90 -> min. Betondeckung und min. Plattendicke eingehalten
Schallschutz	Siehe Schallschutzkonzept

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG	
PROJEKT: 101761 Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Statisches System mit Belastung

Belastet wird die Treppe neben Eigengewicht durch die Nutzlast der Kategorie T2 (siehe Kapitel 2). Für den Nachweis wird ein Putz unterseitig und eine Last aus Bodenaufbau (Linoleum) $0,15 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

Bemessung

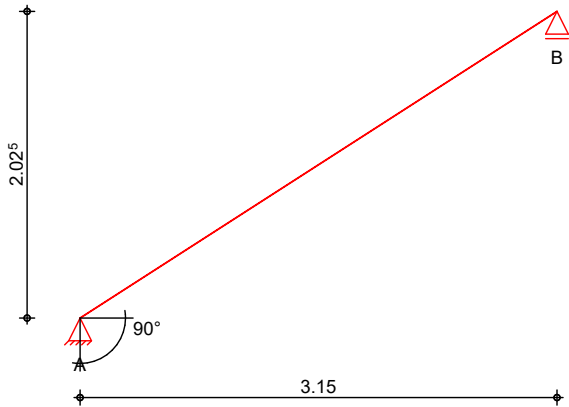
Siehe z.B. EDV- Berechnung

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Pos. T_UG_01

System
M 1:50

Treppenlauf
Gerader Treppenlauf



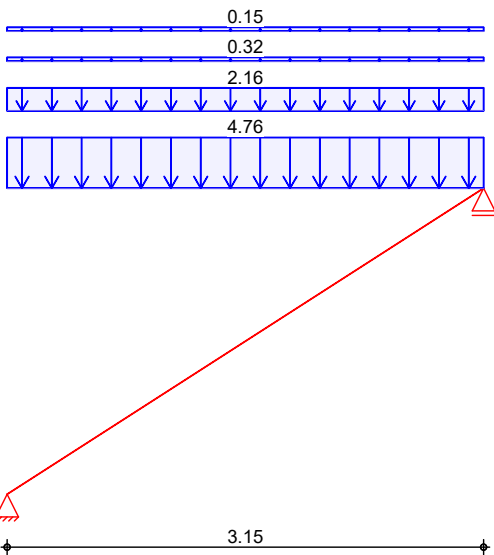
Abmessungen Mat./Querschnitt	Feld	Kommentar	l [m]	h [cm]	Mat.
	Tr.	Treppenlauf	3.15	16.0	C 25/30

Expositionsklassen
WO und XC1

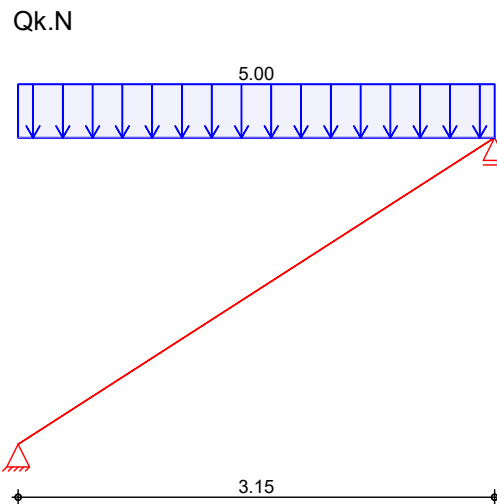
Treppe	Neigung Treppenlauf	α	=	32.74	°
	Steigung	s	=	18.00	cm
	Auftritt	a	=	28.00	cm
	Laufbreite	l_b	=	1.15	m

Belastungen
Grafik
Belastungen auf das System
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung
Gk



VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01



Flächenlasten

	Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m ²]	q _{re} [kN/m ²]
Einw. Gk	(a) Tr.	Eigen. Tr.	0.00	3.15		4.76
	(b) Tr.	Eigen. St.	0.00	3.15		2.16
	Tr.	Eigen. Putz	0.00	3.15		0.32
	Tr.		0.00	3.15		0.15
Einw. Qk.N	Tr.		0.00	3.15		5.00
(a)	Eigengewicht		25*0.16/0.841 =		4.75	kN/m ²
(b)	Eigengewicht Stufen		0.5*24*0.18 =		2.16	kN/m ²

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk
	2	1.35*Gk + 1.50*Qk.N

Bemessung (GZT)

nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung	Bemessung für Biegebeanspruchung						
	Feld	x	Ek	M _{y,d}	z	a _{s,o} a _{s,u}	a _{s,o,erf} a _{s,u,erf}
		[m]		[kNm/m]	[cm]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
	Tr.	1.58	2	21.67	11.84	- 4.02	- 4.02
Querbewehrung	Bemessung für Mindestbewehrung der Querbewehrung						
	Feld	b/h		a _{s,l,erf,o} a _{s,l,erf,u}	a _{s,q,vorh,o} a _{s,q,vorh,u}	a _{s,q,min,o} a _{s,q,min,u}	
				[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]	
	Tr.	6.25		- 4.02	- 1.13	- 0.80	
Schub	Bemessung für Querkraftbeanspruchung						
	Feld	x	Ek	V _{z,d}	θ	V _{rd,max} V _{rd,c}	a _{sw,erf}
		[m]		[kN/m]	[°]	[kN/m]	[cm ² /m ²]
	Tr.	0.00	2	25.33	18.4	207.19 61.87	-

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Bewehrungswahl

Biege- und Querkraftbewehrung

untere Bewehrung

$\varnothing 10 / 15.0 \text{ cm}$
 $VE \varnothing 6 / 25.0 \text{ cm}$

$a_{s,l,u} = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,q,u} = 1.13 \text{ cm}^2/\text{m}$

Anschlüsse

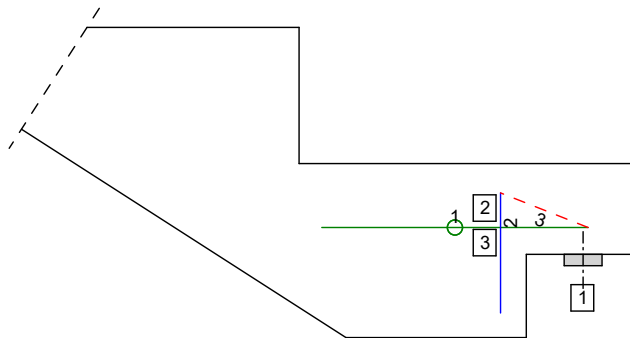
nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Antritt

Nachweis am Antritt (Anschluss unten), Ausklinkung

Geometrie

M 1:10



Abmessungen

h_k	l_k	h_s	l_s	$b_{x,Pl}$	a_k
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
12.0	15.0	23.0	45.0	5.0	7.5

Belastungen

E_k	h	$f_{e,d}$
	[kN/m]	[kN/m]
2	5.50	27.52

20% der Vertikallast werden als Horizontallast angesetzt.

Bemessung Zugstäbe

Stab	EK	F_i	$A_{s,erf}$	gew.	$A_{s,vorh}$
		[kN/m]	[cm ² /m]	[-]	[cm ² /m]
1	2	75.1	1.73	$\varnothing 6/5.0$	5.65
2	2	27.5	0.63	$\varnothing 8/15.0$	3.35

Verankerung

Stab	Kn.	Art	D_{min}	$\Pi \alpha_i$	Verbund	l_{bd}	$l_{bd,vorh}$
			[mm]	[-]		[cm]	[cm]
1	1	Haken	24	0.7	gut	4.0	6.3
1	3	gerade	-	1.0	gut	7.4	7.4

Knotenspannungen

Kn.	Bez.	Kraft	a_i	t_i	σ	σ_{rd}	η
		[kN]	[cm]	[cm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
1	F_1	27.5	5.0	100.0	0.55	12.04	0.05
2	F_2	27.5	6.8	100.0	0.40	10.63	0.04

Druckzonenhöhe

a_0	d_k	v	$a_{0,grenz}$	η
[cm]	[cm]	[-]	[cm]	[-]
0.7	4.9	0.45	2.2	0.32

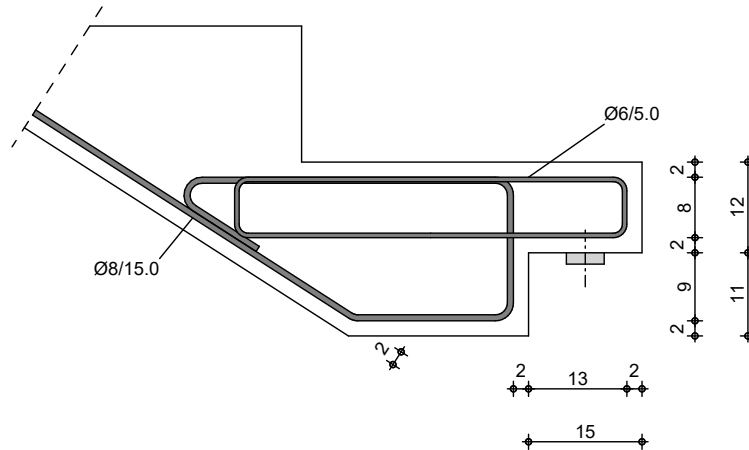
VERFASSER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG

PROJEKT: 101761 Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS

Pos.: T_UG_01

Bewehrungswahl

M 1:10



Mindestabmessungen

10.9.5.2

σ_{Ed}/f_{cd}	$a_{1,min}$ [mm]	a_1 [mm]	η	$a_{2,min}$ [mm]	a_2 [mm]	η	
0.04	25	50	0.50	10	30	0.33	
$a_{3,min}$ [mm]	a_3 [mm]	η	Δa_2 [mm]	Δa_3 [mm]	a_{erf} [mm]	a [mm]	η
15	50	0.30	10	2	60	130	0.46

Randabstand Bewehrung

Bild 10.5

c_i [mm]	Δa_i [mm]	r_i [mm]	Σ_i [mm]	d_i [mm]	η
30	2	12	44	50	0.88

Knotenverankerung

Bild 10.5

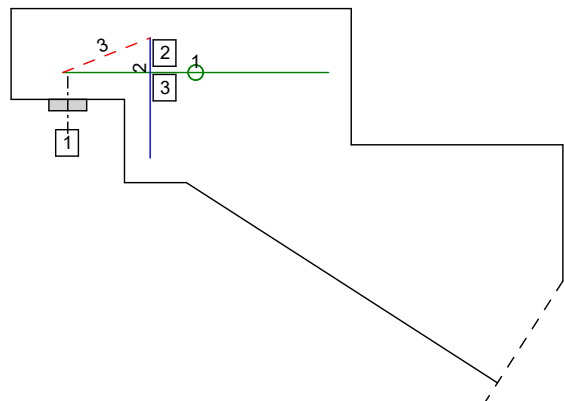
$l_{b,vorh}$ [mm]	$a_1 + \Delta a + r$ [mm]	η
70	47	0.67

Austritt

Nachweis am Austritt (Anschluss oben), Ausklinkung

Geometrie

M 1:10



Abmessungen

h_k [cm]	l_k [cm]	h_s [cm]	l_s [cm]	$b_{x,Pl}$ [cm]	a_k [cm]
12.0	15.0	23.0	45.0	5.0	7.5

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Belastungen

Ek	h [kN/m]	$f_{e,d}$ [kN/m]
2	5.50	27.52

20% der Vertikallast werden als Horizontallast angesetzt.

Bemessung Zugstäbe

Stab	EK	F_i [kN/m]	$A_{s,erf}$ [cm ² /m]	gew. [-]	$A_{s,vorh}$ [cm ² /m]
1	2	75.1	1.73	Ø6/5.0	5.65
2	2	27.5	0.63	Ø8/15.0	3.35

Verankerung

Stab	Kn.	Art	D_{min} [mm]	$\Pi\alpha_i$ [-]	Verbund	l_{bd} [cm]	$l_{bd,vorh}$ [cm]
1	1	Haken	24	0.7	gut	4.0	6.3
1	3	gerade	-	1.0	gut	7.4	7.4

Knotenspannungen

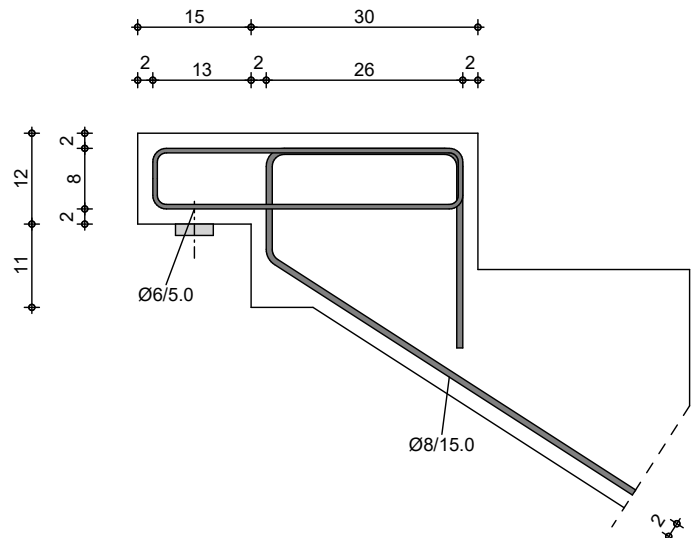
Kn.	Bez.	Kraft [kN]	a_i [cm]	t_i [cm]	σ [N/mm ²]	σ_{rd} [N/mm ²]	η [-]
1	F ₁	27.5	5.0	100.0	0.55	12.04	0.05
2	F ₂	27.5	6.8	100.0	0.40	10.63	0.04

Druckzonenhöhe

a_0 [cm]	d_k [cm]	v [-]	$a_{0,grenz}$ [cm]	η [-]
0.7	4.9	0.45	2.2	0.32

Bewehrungswahl

M 1:10



Mindestabmessungen

10.9.5.2

σ_{Ed}/f_{cd}	$a_{1,min}$ [mm]	a_1 [mm]	η	$a_{2,min}$ [mm]	a_2 [mm]	η
0.04	25	50	0.50	10	30	0.33

$a_{3,min}$ [mm]	a_3 [mm]	η	Δa_2 [mm]	Δa_3 [mm]	a_{erf} [mm]	a [mm]	η
15	50	0.30	10	2	60	130	0.46

Randabstand Bewehrung

Bild 10.5

c_i [mm]	Δa_i [mm]	r_i [mm]	Σ_i [mm]	d_i [mm]	η
30	2	12	44	50	0.88

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Knotenverankerung

Bild 10.5

$l_{b,vorh}$ [mm]	$a_1 + \Delta a + r$ [mm]	η
70	47	0.67

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.7.2

- Anforderung Feuerwiderstandsklasse: R30
- Nachweis der Feuerwiderstandsdauer $t_{req} = 30$ min
- Der Bereich der Anschlüsse ist gesondert nachzuweisen, gegebenenfalls durch die Auswahl einer geeigneten Tronsole.

Mindestmaße
Tabelle 5.8

Nachweis der Mindestmaße und -achsabstände des Treppenlaufs

h_{min} [mm]	h_{vorh} [mm]	d'_{min} [mm]	d'_{vorh} [mm]
60	160	10	35

Die Mindestdicke und -abstände sind eingehalten. Die Treppe ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 30min nachgewiesen.

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegeschlankheit

Begrenzung der Biegeschlankheit

Referenzbewehrungsgrad $\rho_0 = 0.50$ %

Der Vergrößerungsfaktor ($A_{s,vorh}/A_{s,erf}$) in Gl. 7.17 wurde auf 1,1 begrenzt.

Feld	$vorh.l/d$ [-]	ρ [%]	ρ' [%]	K	$zul.l/d$ [-]	η [-]
Tr.	25.20	0.32	0.00	1.00	32.20	0.78

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Aufl.	$F_{z,k}$ [kN/m]
Einw. G_k	
A	11.63
B	11.63
Einw. $Q_k.N$	
A	7.88
B	7.88

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Antritt	OK
Austritt	OK
Betonstahl	
Bewehrungswahl unten längs	OK
Bewehrungswahl unten quer	OK

Nachweise (Brand)

Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Brandfall	OK

VERFASSTER: GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG			
PROJEKT:	101761	Wetter - Sanierung & Erweiterung GGS	Pos.: T_UG_01

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld		η [-]
Biegeschlankheit	Tr.	OK	0.78