

2. Ausfertigung

Statische Berechnung Leistungsphase 4

Projekt: Stadtbahn Station Niddapark
Stadtbahnlinie U1 und U9
Herstellung einer barrierefreien Situation
60431 Frankfurt am Main

Bauteil: Befestigung eines Gummikantenprofils an die
Bahnsteigkantenelemente aus Stahlbeton

Auftraggeber: Stadtwerke Verkehrsgesellschaft VGF
Kurt-Schumacher-Str.8
60311 Frankfurt am Main

Auftrag: 22020

Datum: 22.04.2024

Seiten: 1 – 15

AUFSTELLER: 
Reza Aghai



LOS PARTNER NIEDERSTEDTER WEG 5
61348 BAD HOMBURG
Beratende Ingenieure für Bauwesen TELEFON 06172/9610-0

In statischer Hinsicht geprüft

Prüf-Nr. D 2378 des Prüfverzeichnisses 2023

Zugehöriger Prüfbericht Nr. 3

Frankfurt am Main, den 25.04.2024

Prüfingenieur für Baustatik gemäß Anerkennungsurkunde
vom 25.9.2006 für die Fachrichtung Massivbau

Dipl.-Ing. Sait Diyap

Niedenau 13-19, D-60325 Frankfurt am Main

Tel. 069 / 97 57 34 - 0



26. April 2024

Projekt: Stadtbahn Station Niddapark

Befestigung einer Gummikantenprofil an die Bahnsteigkante

Inhaltsverzeichnis

<u>Bezeichnung</u>	<u>Seite</u>
Deckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Vorbemerkung	3 – 4
Übersichtspläne und Einbausituation	5 - 8
Pos.1) Befestigung Gummikantenprofil an die neu geplanten Bahnsteigkanten	9 - 14
Schlußblatt	15

Vorbemerkung

Die nachfolgende statischen Berechnung wurde für das Bauvorhaben

*Aufzugsnachrüstung und barrierefreien Umbau der oberirdischen
Stadtbahnstation „Niddapark Strassenbahnhaltestelle*

*Befestigung eines Gummikantenprofils an die Bahnsteigkantenelemente
aufgestellt.*

Berechnungsgrundlagen

Zeichnungen / Baubeschreibung

Planungsunterlagen:

(Beschreibung und Skizze für Bahnsteigkantenprofil, Gummiprofil für Bahnsteigelemente)

Verkehrsgesellschaft VGF
Frankfurt am Main
Kurt-Schumacher-Straße 8
60311 Frankfurt am Main

Standards / technische Bestimmungen

Der Berechnung liegen die nachfolgenden Bestimmungen und technischen Regeln zugrunde:

EC1

DIN EN 1991-1-1

Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewichte und Nutzlasten im Hochbau

DIN EN 1991-1-1/NA

Nationaler Anhang: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewichte und Nutzlasten im Hochbau

EC2

DIN EN 1992-1-1

Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

DIN EN 1992-1-1/NA

Nationaler Anhang: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken
Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken

EC3

DIN EN 1993-1-1

Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 1993-1-1/NA

Nationaler Anhang zu DIN EN 1993-1-1

Zulassungen Nr.:

Europäisch Technische Bewertung ETA 09/0339, Halfenschiene HTA-CE, vom 28. Juni 2018

Z-30.36 Erzeugnisse; Verbindungsmittel und Bauteile aus Edelstahl

ETA-05/0069 fischer Bolzenanker FAZ II, FAZ II R, FAZ II HCR

Beschreibung:**Statisch-konstruktive Erläuterungen:**

Bei der geplanten Konstruktion handelt es sich um die Befestigung von Bahnsteigkantenprofile aus Gummi (Elastomer EPDM) an die Stahlbeton Bahnsteigkanten. Die Gummikantenprofile mit den Abmessungen von $B \times H = 45\text{mm} \times 116\text{mm}$ werden durchgehend an die Bahnsteigkante mittels Halfenschienen und Halfenschrauben in maximalen Abstand von 500mm befestigt.
Fertigteile:

Die Länge der Kantenprofile beträgt ca. 6,0m. Der maximale Abstand der Befestigungspunkte beträgt 500mm und resultiert aus der Herstellervorgabe.

Die Profile können durch Betreten von Personen belastet werden. Ein Anprall durch das Bahnfahrzeug kann ausgeschlossen werden und wird bei der statischen Berechnung der Verankerung nicht berücksichtigt.

Die Standsicherheit der Bahnsteigkantenprofile an sich wird als gegeben vorausgesetzt.

Die Eignung des Kantenprofiles für diesen Anwendungsfall in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit (Funktionalität, Sicherheit etc.) und Dauerhaftigkeit (Langlebigkeit, UV-Beständigkeit, Witterungs- und Streumittelbeständigkeit etc.) wird vorausgesetzt.

Lastannahmen:

Nach Angaben Auftraggeber:

Mannlast:

$Q=1,00\text{kN}$

Die Belastung wird als statisch angenommen. Dynamische Lasten oder Zuschläge (Schwingbeiwerte) für Wechsellasten werden nicht angenommen.

Anpralllasten aus dem Schienenverkehr werden nicht angesetzt und müssen ausgeschlossen werden.

Baustoffe: Bahnsteig Erhöhungssteine Betongüte > C35/45

Korrosionsschutz

Aspekte des Korrosionsschutzes sind entsprechend der DIN EN 1993 und allen weiteren einschlägigen Vorschriften zu berücksichtigen und bei der Erstellung der Ausführungsplanung und der Bauausführung zu beachten.

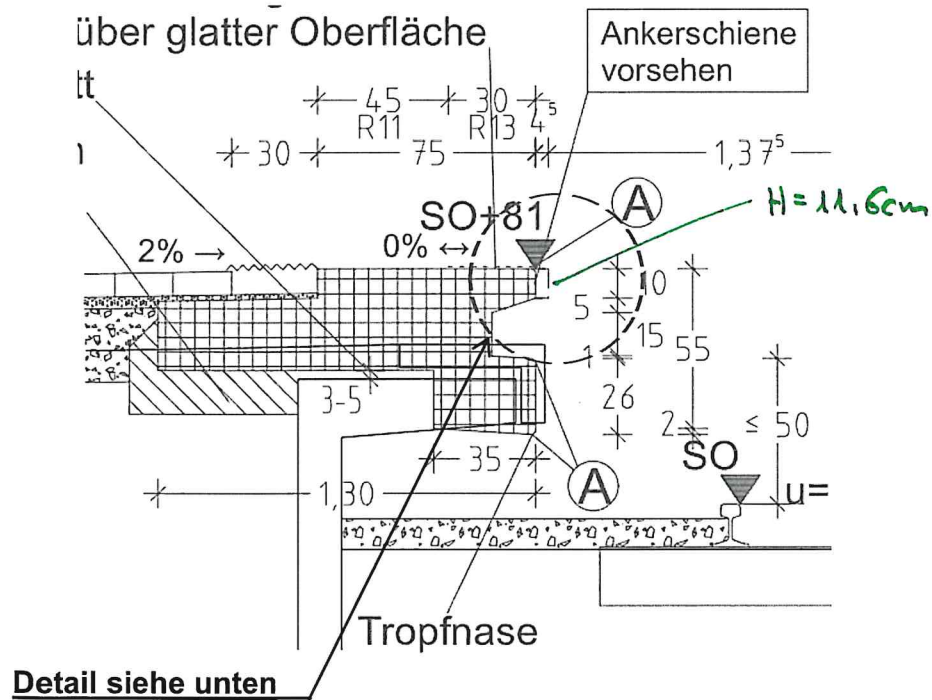
Alle Befestigungs- und Verankerungsmittel sind aus nichtrostendem Stahl auszuwählen.

Ausführung

Der Aufsteller der statischen Berechnung übernimmt nur dann die Verantwortung für die in der Statik berechneten Bauteile, wenn das Gesamtbauwerk ohne Abänderung gemäß der vorliegenden Berechnung ausgeführt wird.

Der Nachweis der Standsicherheit und Eignung (Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit) des EPDM-Profils muss vom Hersteller erfolgen.

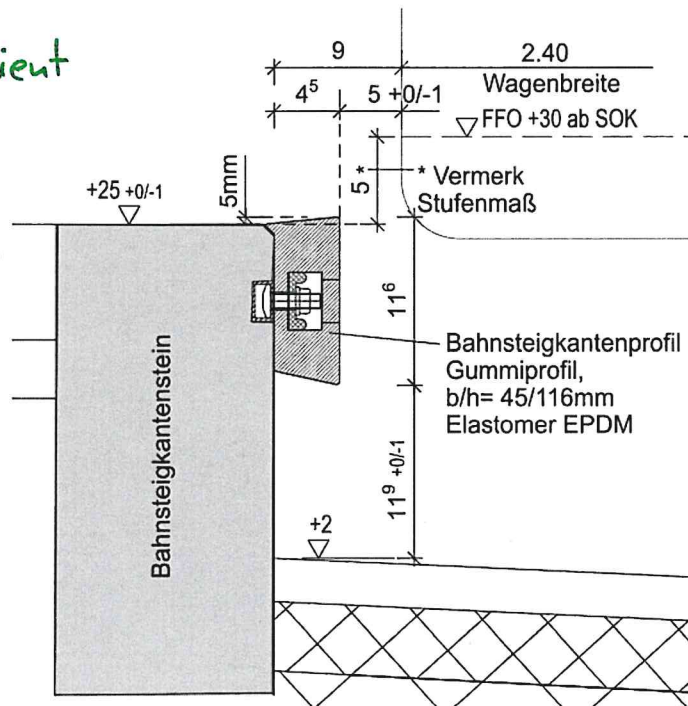
Übersicht Einbausituation Bahnsteig:



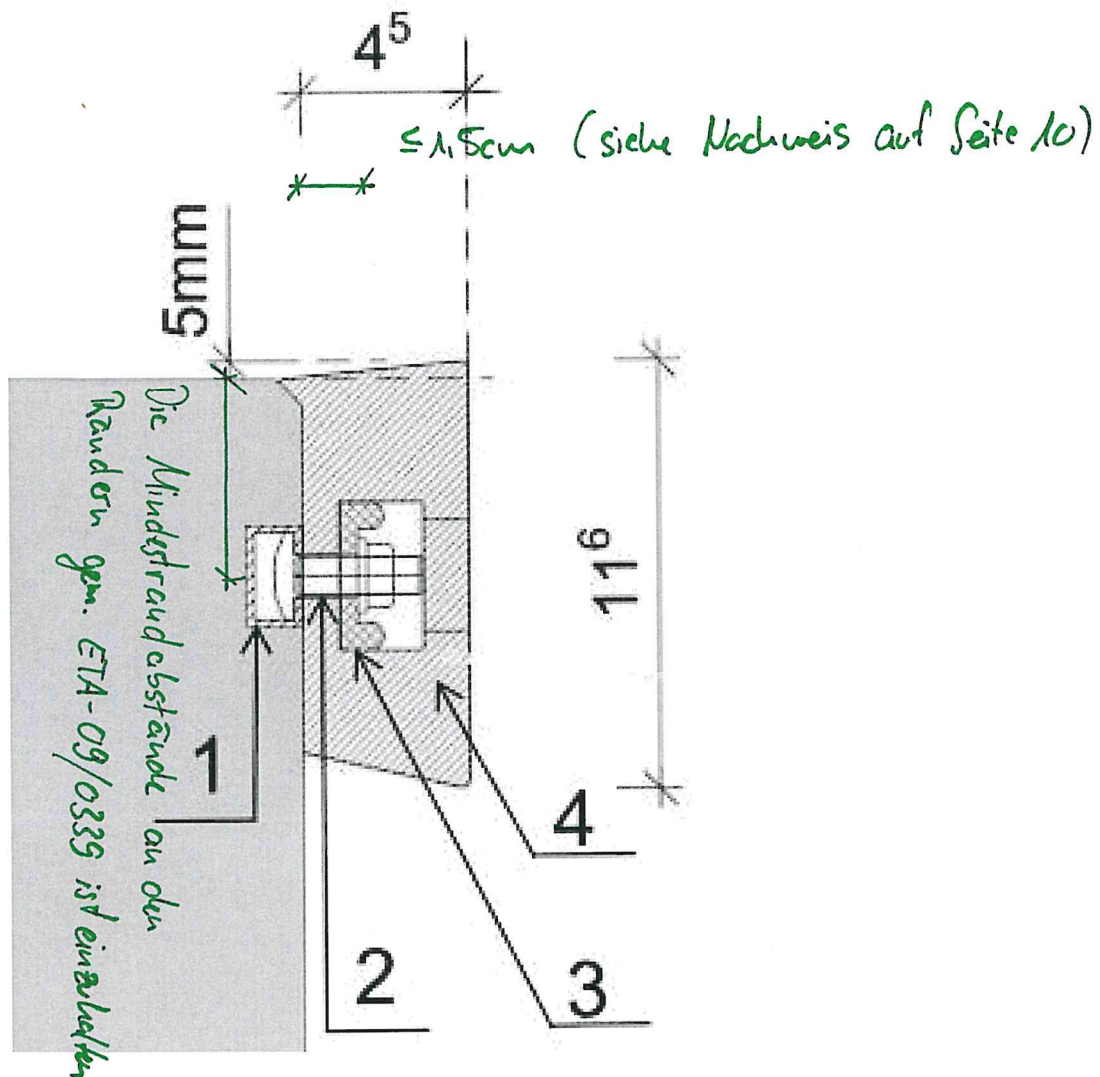
Detail:

(Für den Einbau mit Halfenschiene)

Zeichnung dient
nur zur
Schematischen
Darstellung



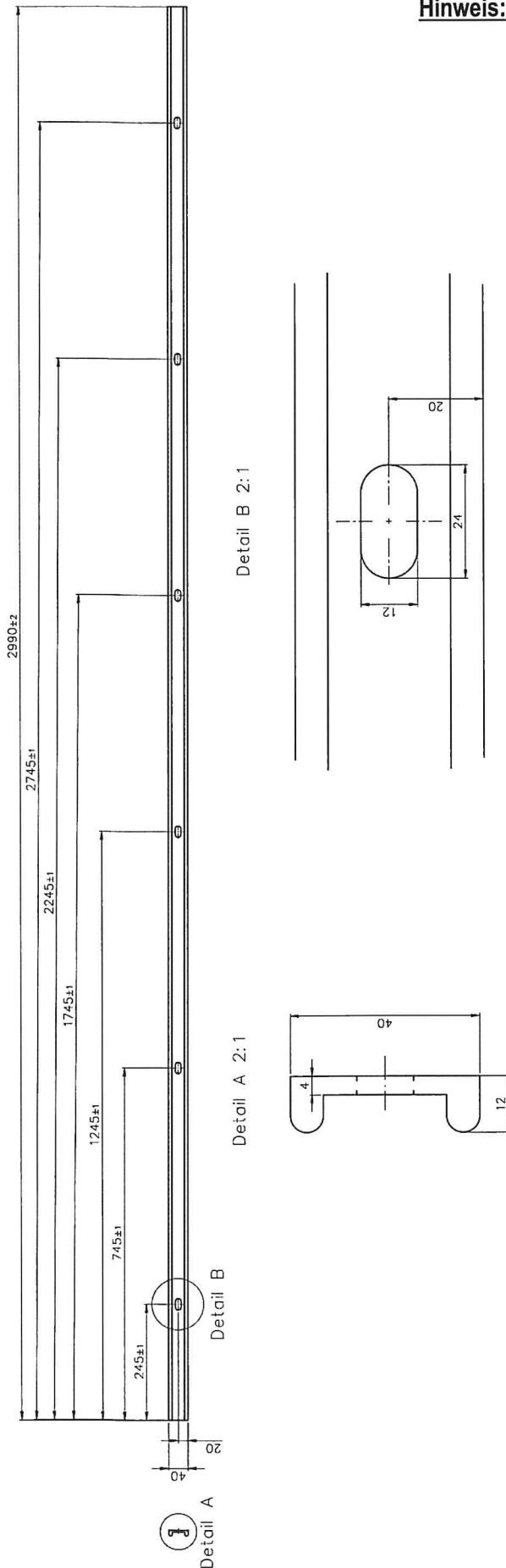
Detailskizze Befestigung Gummikantenprofil
(schematische Darstellung)



- 1) Halfenschiene Typ HTA-CE 28/15 – A4-70
- 2) Halfenschraube M10x35 – A4-70, Achsabstand $a \leq 500\text{mm}$
- 3) Hespeneisen 40x12x5, Länge $l = 3,0\text{m}$
- 4) Gummiprofil Elastomer EPDM, $b/h = 45\text{mm} / 116\text{mm}$

Detailskizze Hespeneisen mit Langloch

Hinweis: Die Stöße der Hespeneisen und EPM-Profile müssen versetzt zueinander angeordnet werden.



Daten Bahnsteigkantenprofil, Gummiprofil für Bahnsteigelemente gemäß Vorgabe Hersteller:

- Gummiprofil, Breite 45mm, Höhe > 100mm
- Befestigung an Bahnsteigkante alle 500mm
- Befestigung mit Halfenschrauben und Unterlegscheibe alternativ mit Dübelbefestigung
- Werkstoff Elastomer EPDM, Festigkeit 5,2 N/mm², Härte 55 Shore A, Weiterreißfestigkeit 15 N/mm

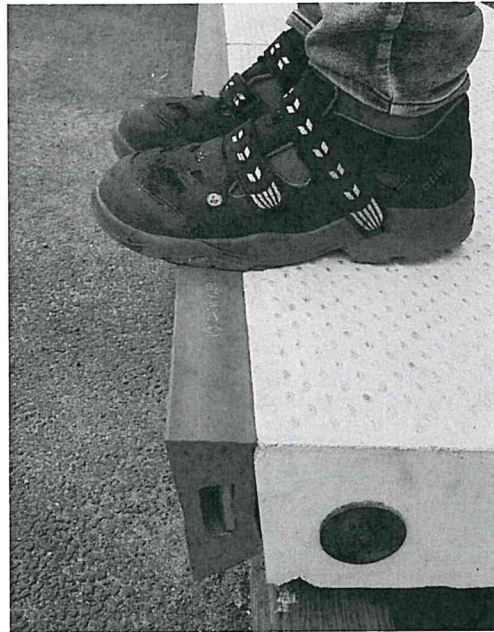


Bild 1: befestigte Gummikantenprofil an Bahnsteigkante

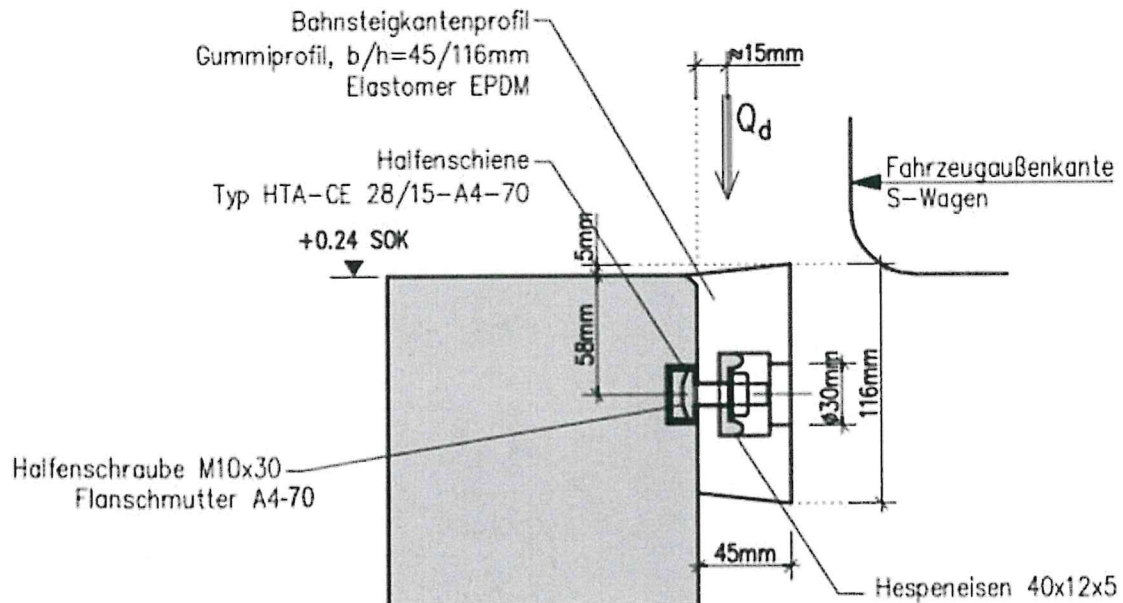


Bild 2) exemplarisches Bild – Ansicht Bahnsteigkantenelement

Pos. 1 Befestigung Gummikantenprofil an die Bahnsteigkante

System

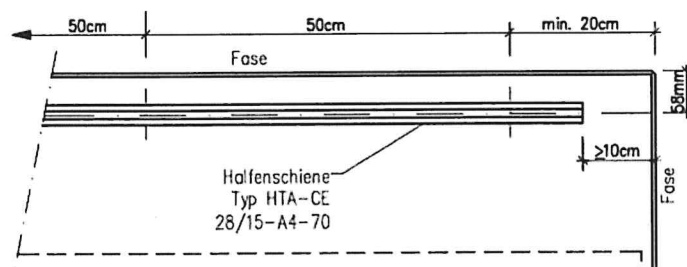
(exemplarische Darstellung)



Anmerkung: im Rahmen der regelmäßigen Inspektion ist sicherzustellen bzw. zu prüfen, dass die Vorspannkraft der Schrauben entsprechend der ETA 09/0339 zur Halfenschiene eingehalten ist

Bahnsteigvorderkante Vorderansicht

M. 1:10



Belastung:

- Eigengewicht Gummiprofil: Annahme Dichte $\rho = 1,4\text{g/cm}^3$
Breite x Höhe: $b/h = 4,5/11,0\text{cm}$
 $4,5\text{cm} \times 11\text{cm} \times 1,4\text{g/cm}^3 = 69,3\text{g/cm} = 69,3\text{N/m}$ angesetzt: $g_k = 0,1\text{ kN/m}$
- Nutzlast: $0,045\text{m} \times 5,0\text{kN/m}^2 = 0,225\text{kN/m}$ angesetzt: $q_k = 0,25\text{ kN/m}$
- Mannlast (Auftrittsbreite $< 0,45\text{m}$): $Q_k = 1,0\text{kN}$

Anmerkung: maßgebend ist die Manlast!

Querbeanspruchung pro Befestigungspunkt:

$$1,5 \times 1,0\text{kN}$$

$$Q_d = 1,50\text{kN}$$

Momentenbeanspruchung pro Befestigungspunkt:

$$1,5 \times 1,0\text{kN} \times 0,015$$

$$M_d = 0,025\text{kNm}$$

Gewählt: Halfenschiene Typ HTA-CE 28/15, Materialgüte A4-70, Länge $l > 250\text{mm}$

Halfenschraube M10, A4-70

Nachweise:

- Halfenschraube auf Biegung: 11
 $M_d = 1750\text{N} \times 0,015\text{m} = 26,25\text{ Nm}$
 $M_{Rd} = 52,3\text{Nm} / 1,56 = 33,5\text{Nm}$ (siehe Auszug Zulassung auf nächste Seite 13)
 $M_d / M_{Rd} = 26,25\text{Nm} / 33,5\text{Nm} = 0,78 < 1,0$
- Nachweis gegen Abscheren
 $V_d = 1,75\text{kN}$
 $V_{a,R,d} = 24,4\text{kN} / 1,56 = 15,6\text{kN}$
 $V_d / V_{a,R,d} = 1,75\text{kN} / 15,6\text{kN} = 0,11 < 1,0$
- Nachweis Ankerschiene: 14
 $V_d = 1,75\text{kN}$
 $V_{R,K,sd} = 9,0\text{kN} / 1,8 = 5,0\text{kN}$ (siehe Auszug Zulassung Seite 16)
 $V_d / V_{R,K,sd} = 1,75\text{kN} / 5,0\text{kN} = 0,35 < 1,0$

Seite 24 der Europäischen Technischen Bewertung
ETA-09/0339 vom 28. Juni 2018

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

Tabelle C8: Charakteristische Widerstände unter Querlast – Stahlversagen Spezialschrauben

HALFEN Spezialschrauben Ø		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen										
Charakt. Widerstand	$V_{Rk,s}$	[kN]	4,6	8,8	13,9	20,2	37,7	58,8	84,7	134,6
			8,8	14,6	23,2	33,7	62,8	98,0	141,2	224,4
			50 ¹⁾	6,0	11,0	17,4	25,3	47,1	73,5	105,9
			70 ¹⁾	8,4	15,4	24,4	35,4	65,9	102,9	148,3
Charakt. Biege- widerstand	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	4,6	6,3	15,0	29,9	52,4	133,2	259,6	449,0
			8,8	12,2	30,0	59,8	104,8 ³⁾	266,4 ⁴⁾	898,0	1331,5
			50 ¹⁾	7,6	18,7	37,4	65,5	166,5	324,5	561,3
			70 ¹⁾	10,7	26,2	52,3	91,7 ³⁾	233,1 ⁴⁾	454,4	785,8
Teilsicherheits- beiwert	γ_{Ms} ²⁾		4,6	1,67						
			8,8	1,25						
			50 ¹⁾	2,38						
			70 ¹⁾	1,56						

¹⁾ Werkstoffe gemäß Anhang A2 und A3

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Für HTA 28/15 ist $M^0_{Rk,s}$ begrenzt auf 84 Nm.

⁴⁾ Für HTA 38/17 ist $M^0_{Rk,s}$ begrenzt auf 231 Nm.

⁵⁾ Für HTA 49/30 ist $M^0_{Rk,s}$ begrenzt auf 509 Nm.

HALFEN Ankerschiene HTA

Leistung
Charakteristische Widerstände unter Querlast – Stahlversagen der Spezialschraube

Anhang C5

Seite 8 der Europäischen Technischen Bewertung
ETA-09/0339 vom 28. Juni 2018

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

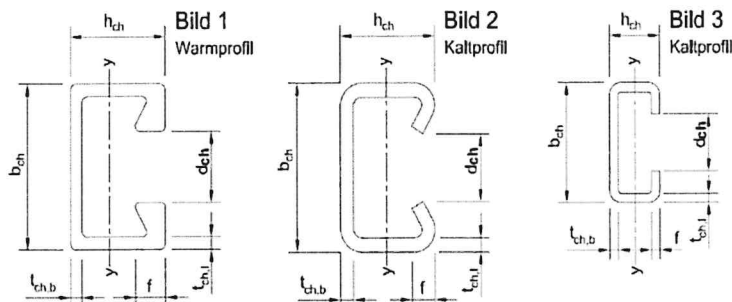


Tabelle A2: Profilabmessungen (Stahl und nichtrostender Stahl)

Anker- schiene	Bild	Abmessungen						Material	I _y
		b _{ch}	h _{ch}	t _{ch,b}	t _{ch,l}	d _{ch}	f		
		[mm]							[mm ⁴]
28/15	3	28,00	15,25	2,25	2,25	12,00	2,25	Stahl	4060
38/17	3	38,00	17,50	3,00	3,00	18,00	3,00		8547
40/25	2	40,00	25,00	2,75	2,75	18,00	5,60		20570
49/30	2	50,00	30,00	3,00	3,00	22,00	7,39		41827
54/33	2	54,00	33,00	4,50	4,50	22,00	7,90		72079
72/49	2	72,00	49,00	6,00	6,00	33,00	9,90		293579
40/22 40/22P	1	39,50	23,00	2,60	2,40	18,00	6,00		20029
50/30 50/30P	1	49,00	30,00	3,20	2,75	22,50	7,85		52896
52/34	1	52,50	33,50	4,10	4,00	22,50	10,50		93262
55/42	1	54,50	42,00	5,00	5,00	26,00	12,90		187464
72/48	1	72,00	48,50	4,50	5,00	33,00	15,50	349721	
28/15	3	28,00	15,25	2,25	2,25	12,00	2,25	Nichtrostender Stahl	4060
38/17	3	38,00	17,50	3,00	3,00	18,00	3,00		8547
40/25	2	39,50	25,00	2,50	2,50	18,00	5,40		19097
49/30	2	50,00	30,00	3,00	3,00	22,00	7,39		41827
54/33	2	54,00	33,00	4,50	4,50	22,00	7,90		72079
72/49	2	72,00	49,00	6,00	6,00	33,00	9,90		293579
40/22 40/22P	1	39,50	23,00	2,60	2,40	18,00	6,00		20029
50/30 50/30P	1	49,00	30,00	3,20	2,75	22,50	7,85		52896
52/34	1	52,50	33,50	4,10	4,00	22,50	10,50		93262
55/42	1	54,50	42,00	5,00	5,00	26,00	12,90		187464
72/48	1	72,00	48,50	4,50	5,00	33,00	15,50	349721	

HALFEN Ankerschiene HTA

Produktbeschreibung
Profilabmessungen

Anhang A4

Seite 15 der Europäischen Technischen Bewertung
ETA-09/0339 vom 28. Juni 2018

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

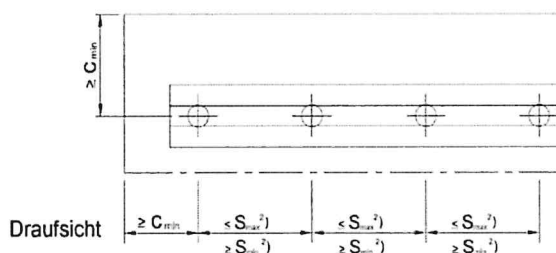
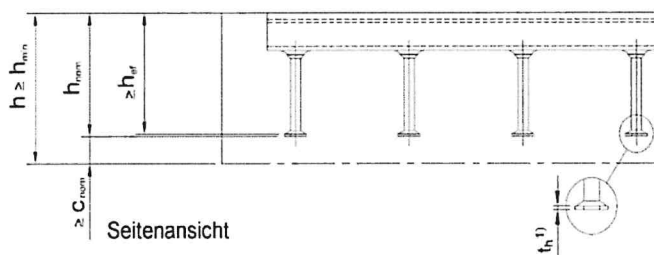


Tabelle B1-1: Minimale Verankerungstiefen, Randabstände und Bauteildicken

Ankerschiene			28/15	38/17	40/25	49/30	54/33	72/49
Min. Verankerungstiefe	[mm]	$h_{ef, min}$	45	76	79	94	155	179
Min. Randabstand		c_{min}	40	50	50	75	100	150
Gesamth. Rundanker		$h_{nom, min}$	47,3	77,9	85,9	99,2	159	-
Gesamth. I- & T-Anker			77,3	79,5	87	99	161	189
Min. Bauteildicke	[mm]	h_{min}	vorhanden $h_{nom} + c_{nom}^{3)}$					
			55	90	90	105	170	195

Tabelle B1-2: Minimale Verankerungstiefen, Randabstände und Bauteildicken

Ankerschiene			40/22	40/22P	50/30	50/30P	52/34	55/42	72/48
Min. Verankerungstiefe	[mm]	$h_{ef, min}$	79	91	94	106	155	175	179
Min. Randabstand		c_{min}	50	50	75	75	100	100	150
Gesamth. Rundanker		$h_{nom, min}$	83,9	93,2	99,2	108,7	159	178,2	-
Gesamth. I- & T-Anker			85	151	99	158	161,5	182	188,5
Min. Bauteildicke	[mm]	h_{min}	vorhanden $h_{nom} + c_{nom}^{3)}$						
			90	105	105	120	170	190	195

¹⁾ t_k = Ankerkopfdicke

²⁾ s_{min} , s_{max} gem. Anhang A6, Tabelle A4

³⁾ c_{nom} gem. EN 1992-1-1:2004 + AC:2010

HALFEN Ankerschiene HTA

Verwendungszweck
Montageparameter der Ankerschienen

Anhang B3

Seite 23 der Europäischen Technischen Bewertung
ETA-09/0339 vom 28. Juni 2018

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

Tabelle C6: Charakteristische Widerstände unter Querlast

Ankerschiene			28/15	38/17	40/25 40/22	40/22P	49/30 50/30	50/30P	54/33 52/34	55/42	72/49 72/48
Stahlversagen, Anker											
Charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s,a}$	[kN]	9	18	20 35	35	31 52	59	55 78	110	100 146
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{Ms} ¹⁾		1,8								
Stahlversagen, Verbindung Schiene/Anker											
Charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s,c}$	[kN]	9	18	20 35	35	31 52	59	55 78	110	100 146
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,ca}$ ¹⁾		1,8								
Stahlversagen, Aufbiegen der Schienenlippen											
Achsabstand der Spezialschr. für $V_{Rk,s,l}$	$s_{l,v}$	[mm]	56	76	80 79	79	100 98	98	107 105	109	144
Charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s,l}^0$	[kN]	9	18	20 35	35	31 52	59	55 78	110	100 146
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,l}$ ¹⁾		1,8								
Rückwärtiger Betonausbruch											
Produktfaktor	k_B ²⁾		1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{Mc} ¹⁾		1,5								
Betonkantenbruch											
Produktfaktor k_{12}	gerissener Beton	$k_{cr,v}$	4,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	ungerissener Beton	$k_{ucr,v}$	6,3	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{Mc} ¹⁾		1,5								

¹⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

²⁾ Ohne Zusatzbewehrung. Bei vorhandener Zusatzbewehrung muss der Faktor k_B mit 0,75 multipliziert werden.

Tabelle C7: Verschiebungen unter Querlast

Ankerschiene		28/15	38/17	40/25 40/22	40/22P	49/30 50/30	50/30P	54/33 52/34	55/42	72/49 72/48
Querlast	V_{Ek} [kN]	3,6	7,1	7,9 13,9	13,9	12,3 20,6	23,4	21,8 31,0	43,7	39,7 57,9
Kurzzeitverschiebung	δ_{V0} [mm]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2	1,2	1,2
Langzeitverschiebung	$\delta_{V\infty}$ [mm]	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,8	1,8	1,8

HALFEN Ankerschiene HTA

Leistung
Char. Widerstände unter Querlast – Stahlversagen der Ankerschiene, Betonversagen, Verschiebungen

Anhang C4

Schlussblatt für die statische Berechnung

Aufsteller:



.....
Dipl. Ing. (FH) Reza Aghai



Bad Homburg, den 23.04.2024