

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
Adresse: Briedestraße, 1-9
Tel. | Fax: 0211252091 |
Befestigung: Poßbergweg; Geländerneruerung
Pos. Nr.:

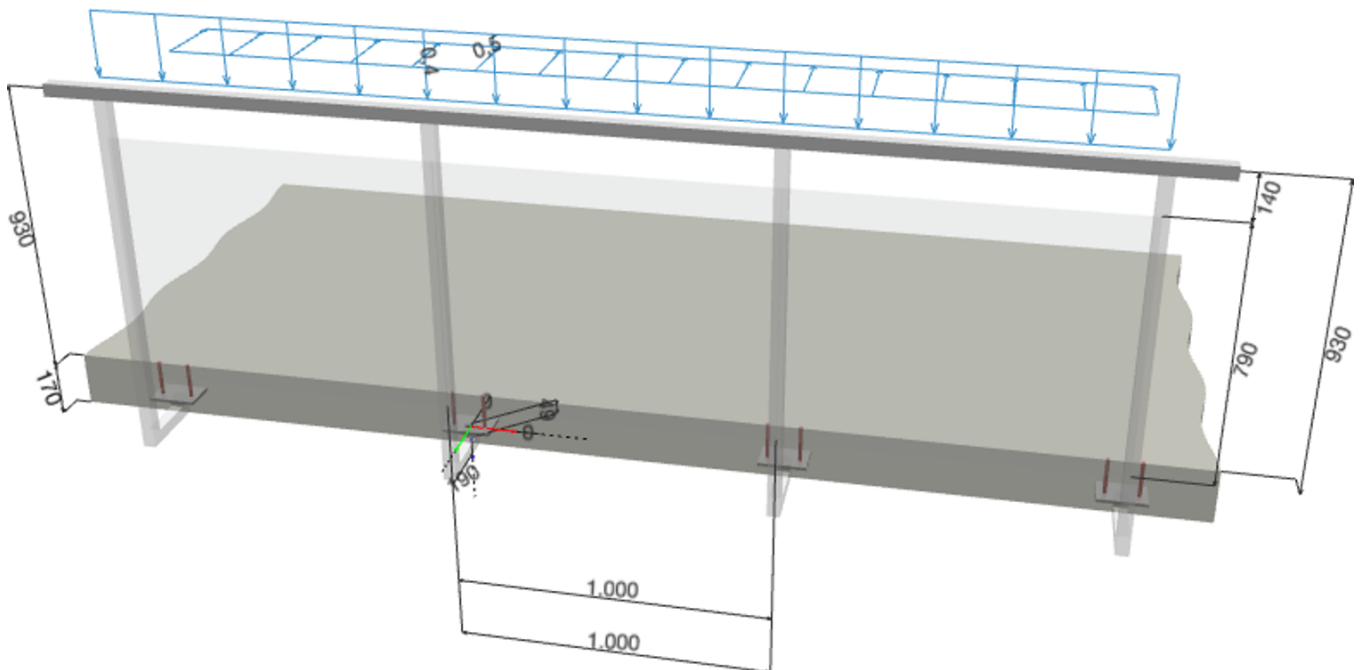
Seite: 1
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
Datum: 03.06.2024

Kommentare des Planers: Poßbergweg 2. BA

1 Geometrie und Anwendung

Geländerkonstruktion

Geländerausführung	Betonplatte mit Geländeranschluß auf der Unterseite
Lastkategorie Typ	Lasten für den privaten Bereich.
System	Statisches System als Mehrfeldträger
Umgebung	Außenbereich/Einfluss von Feuchtigkeit
Pfostenabstand	1.000,0 [mm]
Holmhöhe	930,0 [mm] Achtung: Sie müssen diesen Wert nach Ihren Vorschriften überprüfen.
Pfostenprofil	Quadratrohr, QRO 40 x 40 x 3
Holmprofil	Quadratrohr, QRO 40 x 40 x 2

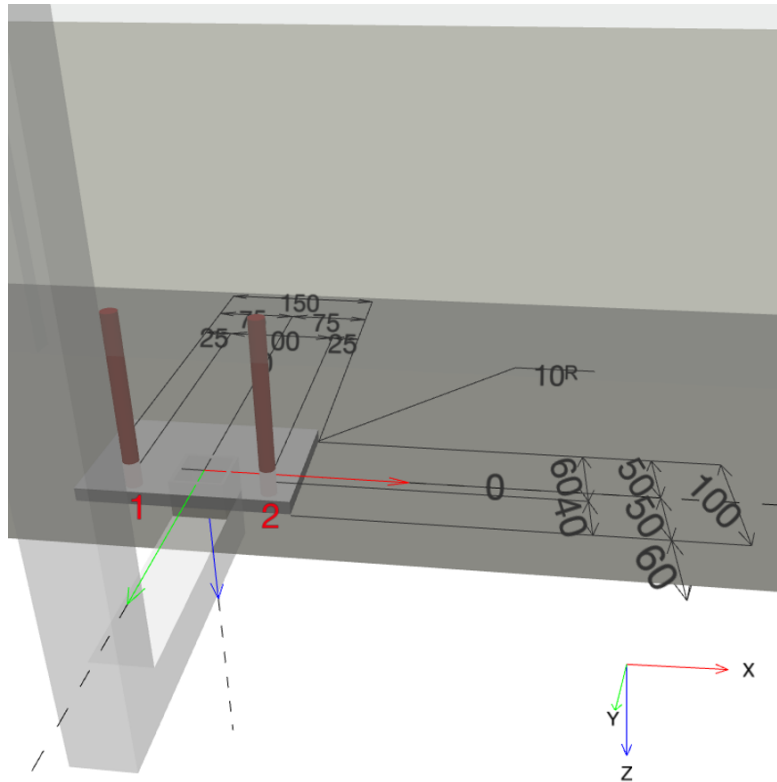


www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
Adresse: Briedestraße, 1-9
Tel. | Fax: 0211252091 |
Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
Pos. Nr.:

Seite: 2
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
Datum: 03.06.2024

2 Geländer Befestigungsdetails



Für die nachfolgende Bemessung wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- EN 1991-1-4 Windlasten
- EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung und EN 1991-1-1: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- Fachregelwerk Metallbauerhandwerk, Bundesverband Metall
- ETB-Richtlinie Bauteile gegen Absturz sichern

Darüberhinaus muss folgendes berücksichtigt werden.

- Die Geländernachweise erfolgen gemäß EN 1993
- Edelstahl-Ausführung gem. EN 1991-1-4:2006 / A1:2015 und Z-30.3-6
- Die Berechnung wurde für alle Pfosten durchgeführt. PROFIS Engineering zeigt die Ergebnisse nur für den ungünstigsten Fall.
- Der Anwender ist verantwortlich dafür, das Ergebnis der Bemessung einschließlich Lastkombinationen zu überprüfen.

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	3
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländerneruerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

3 Lasten

3.1 Ständige Last

Eigengewicht (einschl. Eigengewicht des g = 0,40 [kN/m]
Geländers, Verkleidung und
Blumenkasten)

3.2 Holmlasten (EN 1991-1-1, NAD-DE)

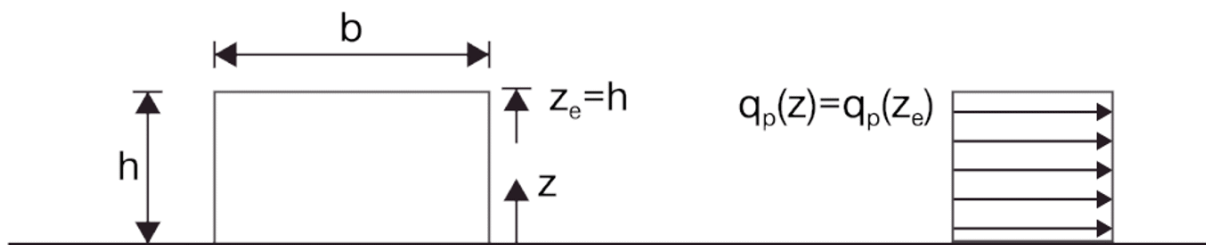
Vertikale Linienlast	$q_v = 0,15$ [kN/m]
Horizontale Linienlast, nach Innen	$q_{h,i} = 0,50$ [kN/m]
Höhe der horizontalen Linienlast, nach Innen	$h_{h,i} = 930,0$ [mm]
Horizontale Linienlast, nach Außen	$q_{h,o} = 0,50$ [kN/m]
Höhe der horizontalen Linienlast, nach Außen	$h_{h,o} = 930,0$ [mm]
Lastangriffshöhe der horizontalen Punktlast, nach Innen	$h_i = 930,0$ [mm]
Lastangriffshöhe der horizontalen Punktlast, nach Außen	$h_o = 930,0$ [mm]

3.3 Windlasten und Verkleidungsdetails

3.3.1 Windlasten (EN 1991-1-4, NAD-DE)

Gebäudelänge	10,00 [m]
Gebäudebreite	10,00 [m]
Bauwerkshöhe ab Gelände	10,00 [m]
Holmhöhe über dem Gelände	1,20 [m]
Freistehendes Gelände	keine

Land (Region), maßgebende Norm:	Deutschland, EN 1991-1-4, NAD-DE
Charakteristische Winddruck / -Sog:	$w_{e,+(-)}(z_e) = q_p(z_e) \cdot c_{pe1,+(-)}$
Windlastzone:	WZ 2
Lage über Meereshöhe (NN):	41,00 [m]
Windgeschwindigkeitsdruck q_b :	0,39 [kN/m ²]
Geländekategorie:	III
Spitzengeschwindigkeitsdruck:	$q_p(z) = \max \left(1,6 \cdot q_b \cdot \left(\frac{z}{10} \right)^{0,31} ; 1,5 \cdot q_b \right)$





www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	4
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

Externe Winddruck/ -sog Koeffizienten

Fläche	$c_{pe,+}$	$c_{pe,-}$	q_p [kN/m ²]	w_+ [kN/m ²]	w_- [kN/m ²]
A	1,000	-1,400	0,62	0,62	-0,87

3.3.2 Verkleidungsdetails

Verkleidungshöhe	790,0 [mm]
Verkleidungsbreite	1.000,0 [mm]
Verkleidung, Völligkeitsgrad	90 [%]

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	5
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metalbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

4 Lastkombinationen

4.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Lastfall	Richtung	Lasten	Last-, Kombination- und Sicherheitsbeiwerte
1.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h$
1.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h$
2.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v$
2.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v$
3.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + Wind	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_w \cdot w$
3.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + Wind	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_w \cdot w$
4.1.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + Wind	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
4.1.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + Wind	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_w \cdot w$
4.2.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + Wind	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
4.2.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + Wind	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_w \cdot w$
5.1.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.1.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \gamma_w \cdot w$
5.1.3 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.2.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.2.2 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \gamma_w \cdot w$
5.2.3 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.3.1 -i/-o	Inn.+Auß.	Eigengewicht	$\gamma_{g,sup} \cdot g$
6.1		Eigengewicht + vertikal	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,v} \cdot q_v$
6.2		Eigengewicht + vertikal	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,v} \cdot q_v$

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

4.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Lastfall	Richtung	Lasten	Last-, Kombination- und Sicherheitsbeiwerte
SLS	Außen	Eigengewicht + horizontal + vertikal + Wind	$1,0 \cdot g + 1,0 \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot 1,0 \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot 0 \cdot w$

4.3 Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Ständige Einwirkungen:	$\gamma_{g,sup}$	= 1,350
	$\gamma_{g,inf}$	= 1,000
Variable horizontale Lasten:	$\gamma_{q,h}$	= 1,500
	$\psi_{0,h}$	= 0,700
Variable vertikale Lasten:	$\gamma_{q,v}$	= 1,500
	$\psi_{0,v}$	= 0,700
Windlasten:	γ_w	= 1,500
	$\psi_{0,w}$	= 0,600

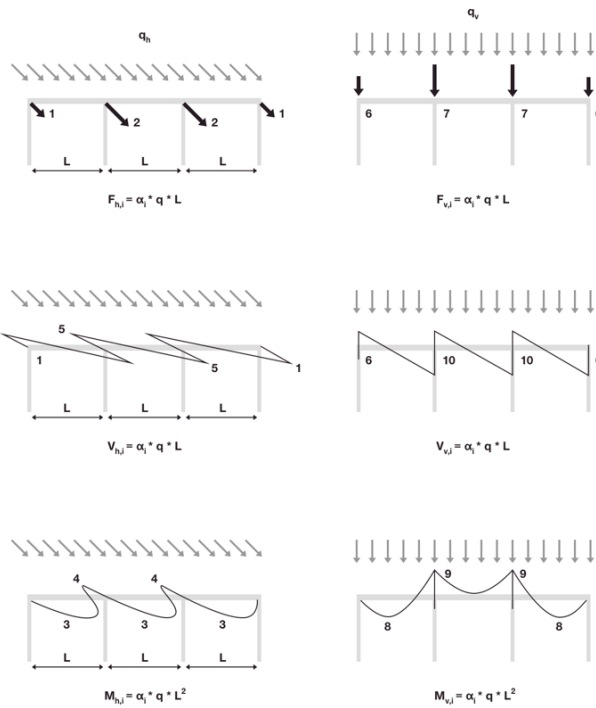
www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländereuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 6
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

5 Pfosten und Holm Lastkoeffizienten

Statisches System mit mehreren Feldern



5.1 Verteilung der horizontalen Linienlasten

Federkonstante: $C = 23,01$ [kN/m]
 Pfostenabstand: $e_p = 1.000,0$ [mm]

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
-	0,969	0,329	0,226	0,500

5.2 Verteilung der vertikalen Linienlasten (Eigengewicht des Profils)

α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}
-	1,200	0,101	0,121	0,621

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	7
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6 Bemessungsergebnisse

6.1 Übersicht

	Maßgebende LK	Max. Ausnutzung [%]	Status
Anker Nachweise	1.2-i	76	OK
Holm Nachweise	2.1-o	18	OK
Pfosten Nachweise	2.1-o	140	NW nicht erfüllt
Verformung	SLS	96	OK

6.2 Anker Nachweise

Lastkombinationen (Lasten wirken im Schwerpunkt der Ankerplatte)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]						Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	$V_x = 0,000;$	$V_y = -0,727;$	$N = 0,648;$	$M_x = -0,684;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	73
1.2-i	$V_x = 0,000;$	$V_y = -0,727;$	$N = 0,480;$	$M_x = -0,716;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	76
2.1-i	$V_x = 0,000;$	$V_y = -0,727;$	$N = 0,918;$	$M_x = -0,632;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	69
2.2-i	$V_x = 0,000;$	$V_y = -0,727;$	$N = 0,750;$	$M_x = -0,664;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	72
3.1-i	$V_x = 0,000;$	$V_y = -0,665;$	$N = 0,648;$	$M_x = -0,260;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	30
3.2-i	$V_x = 0,000;$	$V_y = -0,665;$	$N = 0,480;$	$M_x = -0,291;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	32
1.1-o	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,727;$	$N = 0,648;$	$M_x = 0,930;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	64
1.2-o	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,727;$	$N = 0,480;$	$M_x = 0,898;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	62
2.1-o	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,727;$	$N = 0,918;$	$M_x = 0,981;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	68
2.2-o	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,727;$	$N = 0,750;$	$M_x = 0,949;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	66
3.1-o	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,932;$	$N = 0,648;$	$M_x = 0,659;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	46
3.2-o	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,932;$	$N = 0,480;$	$M_x = 0,627;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	44
6.1	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,000;$	$N = 0,918;$	$M_x = 0,174;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	15
6.2	$V_x = 0,000;$	$V_y = 0,000;$	$N = 0,750;$	$M_x = 0,142;$	$M_y = 0,000;$	$M_z = 0,000$	12

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.


Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

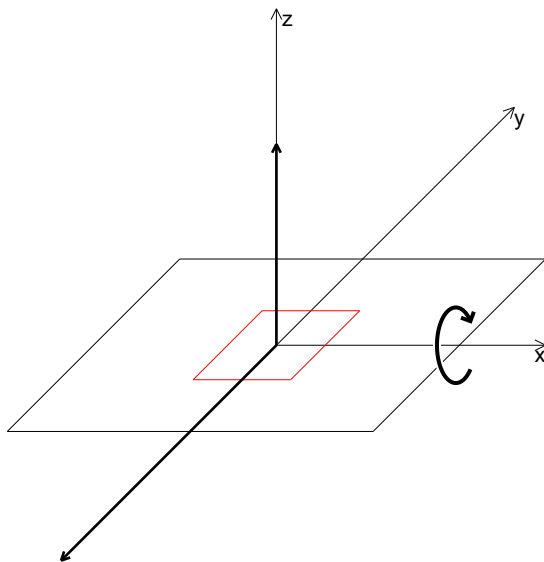
www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	8
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.2.1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST3-R M12 hef2	
Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):	50	
Artikelnummer:	2105873 HST3-R M12x165 90/70	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act} = 115,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$), $h_{nom} = 125,0 \text{ mm}$	
Werkstoff:	A4	
Zulassungs-Nr.:	ETA 98/0001	
Ausgestellt Gültig:	20.07.2023 -	
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch	
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Ankerplatte ^R :	$l_x \times l_y \times t = 150,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)	
Profil:	Quadratrohr, QRO 40 x 40 x 3; (L x B x D) = 40,0 mm x 40,0 mm x 3,0 mm	
Untergrund:	gerissener Beton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 170,0 \text{ mm}$, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken	
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden	

^R - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]

Design Lasten (Lastkombination 1.2-i)

	Beanspruchung
N	0,480
V_x	0,000
V_y	0,727
M_z	0,000
M_x	0,716
M_y	0,000

 Exzentrizität (Profil) [mm]
 $e_x = 0,0$; $e_y = 0,0$

Schematische Darstellung der Ankerplatte und des Profils!

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
Adresse: Briedestraße, 1-9
Tel. | Fax: 0211252091 |
Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
Pos. Nr.:

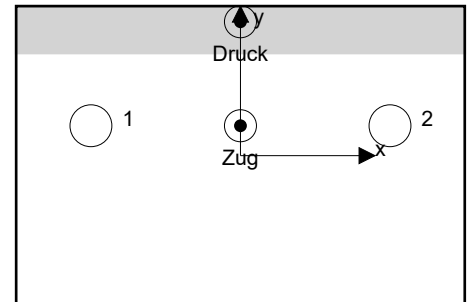
Seite: 9
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
Datum: 03.06.2024

6.2.2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte**Resultierende Dübelkräfte [kN]**

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	10,597	0,363	0,000	-0,363
2	10,597	0,363	0,000	-0,363

Maximale Betonstauchung: 0,59 [%]
Maximale Betondruckspannung: 17,62 [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/10,0): 21,194 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(0,0/44,8): 20,714 [kN]



Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 10
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metalbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

6.2.3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	10,597	30,357	35	OK
Herausziehen*	10,597	14,907	72	OK
Betonversagen**	21,194	28,182	76	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

6.2.3.1 Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
42,500	1,400	30,357	10,597

6.2.3.2 Herausziehen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,118	1,500	14,907	10,597

6.2.3.3 Betonversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,env}$ [N/mm ²]		
121.262	119.025	172,5	345,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,874	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
34,8	1,000	7,700	47,480	1,500	28,182	21,194

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	11
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metalbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.2.4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	0,363	29,360	2	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	0,727	78,346	1	OK
Betonkantenbruch, Richtung **	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

6.2.4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,c}^0 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
36,700	1,000	36,700	1,250	29,360	0,363

6.2.4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
121.262	119.025	172,5	345,0	2,780	25,00	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,874	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	47,480	1,500	78,346	0,727		

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	12
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.2.5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,349	0,012	2,000	13	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,752	0,009	1,000	64	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

6.2.6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

N_{Sk}	=	7,850 [kN]	δ_N	=	0,6610 [mm]
V_{Sk}	=	0,269 [kN]	δ_V	=	0,0423 [mm]
			δ_{NV}	=	0,6624 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk}	=	7,850 [kN]	δ_N	=	1,3221 [mm]
V_{Sk}	=	0,269 [kN]	δ_V	=	0,0628 [mm]
			δ_{NV}	=	1,3236 [mm]

Hinweis: Die Verschiebungen infolge Zugkraft gelten, wenn die Hälfte des Drehmomentes beim Verankern aufgebracht wurde - ungerissener Beton! Die Verschiebungen infolge Querkraft gelten, wenn zwischen Beton und Ankerplatte keine Reibung vorliegt! Der Verschiebungswert aus dem Lochspiel zwischen Ankerkörper und Bohrlochrand sowie zwischen Ankerkörper und Anbauteil ist in dieser Berechnung nicht berücksichtigt!

Die zulässigen Verschiebungen hängen von der zu befestigenden Konstruktion ab und sind vom Konstrukteur festzulegen!

6.2.7 Warnungen / Hinweise

- Lastumlagerungen aufgrund von elastische Formänderung der Ankerplatte werden nicht berücksichtigt. Die Ankerplatte muss ausreichend steif sein, so dass sie sich unter den einwirkenden Kräften nicht verformt! Eingabedaten und Ergebnisse müssen mit den tatsächlichen Randbedingungen abgeglichen werden und auf Plausibilität geprüft!
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Sofern in der entsprechenden ETA nicht anders angegeben, ist die Bemessung nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,v}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Stellen Sie mit zusätzlicher Bewehrung und nachträglich installierten Dübeln sicher, dass die Bewehrungsstäbe auf der Baustelle nicht durchgebohrt werden.
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50



www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	13
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

Nachweis der Verankerung: OK!

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 14
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

6.2.8 Installationsdaten

Ankerplatte, Stahl: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 Profil: Quadratrohr, QRO 40 x 40 x 3; (L x B x D) = 40,0 mm x 40,0 mm x 3,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch: $d_f = 14,0 \text{ mm}$

Plattendicke (Eingabe): 10,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HST3-R M12 hef2

Artikelnummer: 2105873 HST3-R M12x165 90/70

Maximales Montagedrehmoment: 60 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 12,0 mm

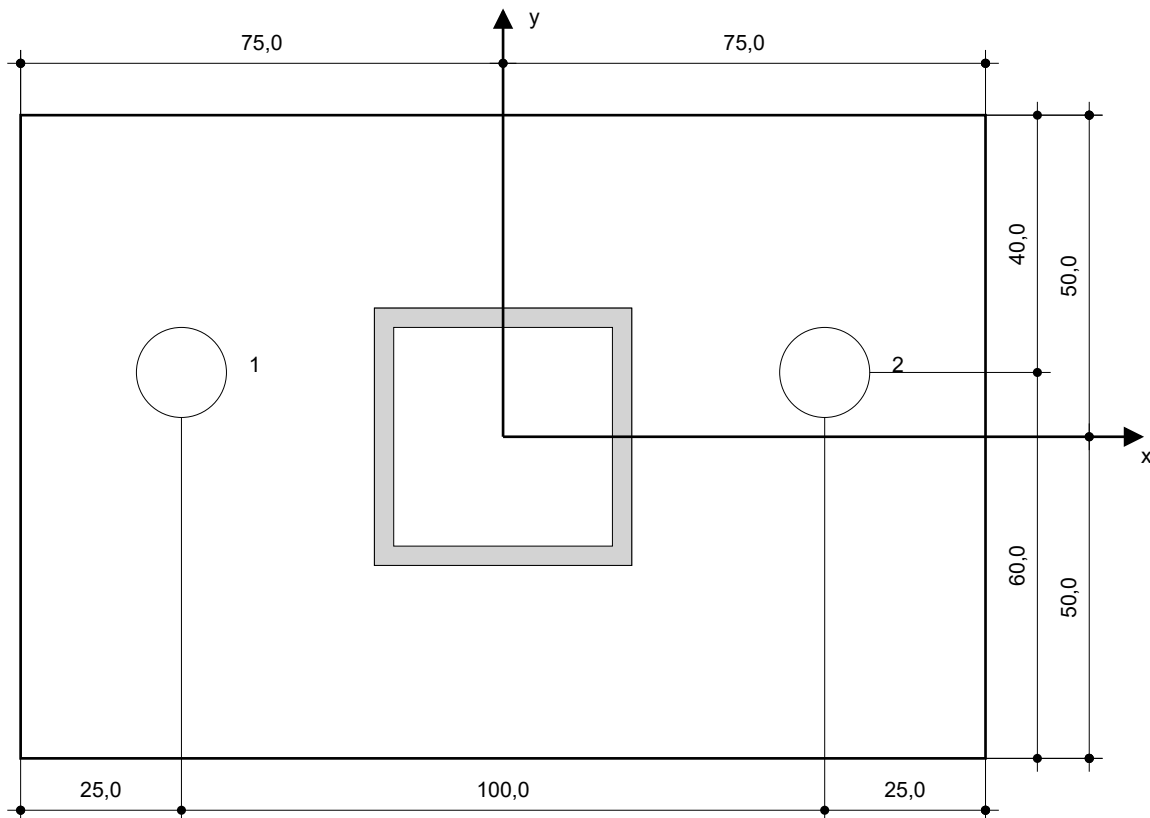
Bohrlochtiefe im Untergrund: 145,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 165,0 mm

Hilti HST3 Bolzenanker mit 115 mm Verankerungstiefe, M12 hef2, Rostfreier Stahl, Installation gemäß ETA 98/0001

6.2.8.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
<ul style="list-style-type: none"> • Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers 	<ul style="list-style-type: none"> • Zubehör nicht erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Drehmeont kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Drehmomentschlüssel • Hammer


Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-50,0	10,0	-	-	-	100,0
2	50,0	10,0	-	-	-	100,0







www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländeerneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 15
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metalbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

6.2.9 Bohren und Setzen

HST3 (-R) subject to:

Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling* 	TE2(-A) – TE30(-A)			TE40 – TE70		
Diamond core drilling* 	DD-30W, DD-EC1					
Setting tool* 	Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling* 	-		TE-CD, TE-YD			
Seismic Set/ Filling Set** 	Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)					-
Impact Wrench and Adaptive Torque Module 	Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
 **Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
 No annular gap, double design resistance (agap=1)

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	16
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländerneruerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3 Geländernachweise (Holm und Pfosten)

6.3.1 Lastkombinationen (ULS, Schnittgrößen am Querschnitt des Pfostenprofils: 1-1)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	N = -0,648; V _y = 0,000; V _z = 0,727; M _x = 0,000; M _y = 0,807; M _z = 0,000	115
1.2-i	N = -0,480; V _y = 0,000; V _z = 0,727; M _x = 0,000; M _y = 0,807; M _z = 0,000	114
2.1-i	N = -0,918; V _y = 0,000; V _z = 0,727; M _x = 0,000; M _y = 0,807; M _z = 0,000	115
2.2-i	N = -0,750; V _y = 0,000; V _z = 0,727; M _x = 0,000; M _y = 0,807; M _z = 0,000	115
3.1-i	N = -0,648; V _y = 0,000; V _z = 0,665; M _x = 0,000; M _y = 0,383; M _z = 0,000	55
3.2-i	N = -0,480; V _y = 0,000; V _z = 0,665; M _x = 0,000; M _y = 0,383; M _z = 0,000	55
1.1-o	N = -0,648; V _y = 0,000; V _z = -0,727; M _x = 0,000; M _y = -0,807; M _z = 0,000	115
1.2-o	N = -0,480; V _y = 0,000; V _z = -0,727; M _x = 0,000; M _y = -0,807; M _z = 0,000	114
2.1-o	N = -0,918; V _y = 0,000; V _z = -0,727; M _x = 0,000; M _y = -0,807; M _z = 0,000	115
2.2-o	N = -0,750; V _y = 0,000; V _z = -0,727; M _x = 0,000; M _y = -0,807; M _z = 0,000	115
3.1-o	N = -0,648; V _y = 0,000; V _z = -0,932; M _x = 0,000; M _y = -0,536; M _z = 0,000	77
3.2-o	N = -0,480; V _y = 0,000; V _z = -0,932; M _x = 0,000; M _y = -0,536; M _z = 0,000	76
6.1	N = -0,918; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,000; M _z = 0,000	2
6.2	N = -0,750; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,000; M _z = 0,000	2

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	17
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.2 Lastkombinationen (ULS, Schnittgrößen am Querschnitt des Pfostenprofils: 2-2)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]						Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,648;	M _x = 0,000;	M _y = 0,807;	M _z = 0,000	115
1.2-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,480;	M _x = 0,000;	M _y = 0,807;	M _z = 0,000	115
2.1-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,918;	M _x = 0,000;	M _y = 0,807;	M _z = 0,000	115
2.2-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,750;	M _x = 0,000;	M _y = 0,807;	M _z = 0,000	115
3.1-i	N = -0,665;	V _y = 0,000;	V _z = 0,648;	M _x = 0,000;	M _y = 0,383;	M _z = 0,000	55
3.2-i	N = -0,665;	V _y = 0,000;	V _z = 0,480;	M _x = 0,000;	M _y = 0,383;	M _z = 0,000	55
1.1-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,648;	M _x = 0,000;	M _y = -0,807;	M _z = 0,000	115
1.2-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,480;	M _x = 0,000;	M _y = -0,807;	M _z = 0,000	115
2.1-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,918;	M _x = 0,000;	M _y = -0,807;	M _z = 0,000	115
2.2-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = 0,750;	M _x = 0,000;	M _y = -0,807;	M _z = 0,000	115
3.1-o	N = 0,932;	V _y = 0,000;	V _z = 0,648;	M _x = 0,000;	M _y = -0,536;	M _z = 0,000	77
3.2-o	N = 0,932;	V _y = 0,000;	V _z = 0,480;	M _x = 0,000;	M _y = -0,536;	M _z = 0,000	77
6.1	N = 0,000;	V _y = 0,000;	V _z = 0,918;	M _x = 0,000;	M _y = 0,000;	M _z = 0,000	5
6.2	N = 0,000;	V _y = 0,000;	V _z = 0,750;	M _x = 0,000;	M _y = 0,000;	M _z = 0,000	4

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	18
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.3 Lastkombinationen (ULS, Schnittgrößen am Querschnitt des Pfostenprofils: 3-3)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]						Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,648;	M _x = 0,000;	M _y = 0,684;	M _z = 0,000	98
1.2-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,480;	M _x = 0,000;	M _y = 0,716;	M _z = 0,000	102
2.1-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,918;	M _x = 0,000;	M _y = 0,632;	M _z = 0,000	90
2.2-i	N = -0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,750;	M _x = 0,000;	M _y = 0,664;	M _z = 0,000	95
3.1-i	N = -0,665;	V _y = 0,000;	V _z = -0,648;	M _x = 0,000;	M _y = 0,260;	M _z = 0,000	38
3.2-i	N = -0,665;	V _y = 0,000;	V _z = -0,480;	M _x = 0,000;	M _y = 0,291;	M _z = 0,000	43
1.1-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,648;	M _x = 0,000;	M _y = -0,930;	M _z = 0,000	132
1.2-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,480;	M _x = 0,000;	M _y = -0,898;	M _z = 0,000	128
2.1-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,918;	M _x = 0,000;	M _y = -0,981;	M _z = 0,000	139
2.2-o	N = 0,727;	V _y = 0,000;	V _z = -0,750;	M _x = 0,000;	M _y = -0,949;	M _z = 0,000	135
3.1-o	N = 0,932;	V _y = 0,000;	V _z = -0,648;	M _x = 0,000;	M _y = -0,659;	M _z = 0,000	95
3.2-o	N = 0,932;	V _y = 0,000;	V _z = -0,480;	M _x = 0,000;	M _y = -0,627;	M _z = 0,000	90
6.1	N = 0,000;	V _y = 0,000;	V _z = -0,918;	M _x = 0,000;	M _y = -0,174;	M _z = 0,000	25
6.2	N = 0,000;	V _y = 0,000;	V _z = -0,750;	M _x = 0,000;	M _y = -0,142;	M _z = 0,000	20

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	19
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.4 Lastkombinationen (ULS, Schnittgrößen am Querschnitt des Pfostenprofils: 4-4)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]						Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	N = 0,648;	V _y = 0,000;	V _z = 0,727;	M _x = 0,000;	M _y = 0,684;	M _z = 0,000	97
1.2-i	N = 0,480;	V _y = 0,000;	V _z = 0,727;	M _x = 0,000;	M _y = 0,716;	M _z = 0,000	102
2.1-i	N = 0,918;	V _y = 0,000;	V _z = 0,727;	M _x = 0,000;	M _y = 0,632;	M _z = 0,000	91
2.2-i	N = 0,750;	V _y = 0,000;	V _z = 0,727;	M _x = 0,000;	M _y = 0,664;	M _z = 0,000	95
3.1-i	N = 0,648;	V _y = 0,000;	V _z = 0,665;	M _x = 0,000;	M _y = 0,260;	M _z = 0,000	38
3.2-i	N = 0,480;	V _y = 0,000;	V _z = 0,665;	M _x = 0,000;	M _y = 0,291;	M _z = 0,000	42
1.1-o	N = 0,648;	V _y = 0,000;	V _z = -0,727;	M _x = 0,000;	M _y = -0,930;	M _z = 0,000	132
1.2-o	N = 0,480;	V _y = 0,000;	V _z = -0,727;	M _x = 0,000;	M _y = -0,898;	M _z = 0,000	127
2.1-o	N = 0,918;	V_y = 0,000;	V_z = -0,727;	M_x = 0,000;	M_y = -0,981;	M_z = 0,000	140
2.2-o	N = 0,750;	V _y = 0,000;	V _z = -0,727;	M _x = 0,000;	M _y = -0,949;	M _z = 0,000	135
3.1-o	N = 0,648;	V _y = 0,000;	V _z = -0,932;	M _x = 0,000;	M _y = -0,659;	M _z = 0,000	94
3.2-o	N = 0,480;	V _y = 0,000;	V _z = -0,932;	M _x = 0,000;	M _y = -0,627;	M _z = 0,000	89
6.1	N = 0,918;	V _y = 0,000;	V _z = 0,000;	M _x = 0,000;	M _y = -0,174;	M _z = 0,000	27
6.2	N = 0,750;	V _y = 0,000;	V _z = 0,000;	M _x = 0,000;	M _y = -0,142;	M _z = 0,000	22

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	20
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.5 Lastkombinationen (ULS, Schnittgrößen im Querschnitt des Holmprofils: FIELD)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,003; M _z = 0,247	17
1.2-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,002; M _z = 0,247	17
2.1-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,026; M _z = 0,247	18
2.2-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,025; M _z = 0,247	18
3.1-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,003; M _z = 0,000	1
3.2-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,002; M _z = 0,000	1
1.1-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,003; M _z = -0,247	17
1.2-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,002; M _z = -0,247	17
2.1-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,026; M _z = -0,247	18
2.2-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,025; M _z = -0,247	18
3.1-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,003; M _z = 0,000	1
3.2-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,002; M _z = 0,000	1
6.1	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,026; M _z = 0,000	4
6.2	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,025; M _z = 0,000	4

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	21
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metalbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.6 Lastkombinationen (ULS, Schnittgrößen im Querschnitt des Holmprofils: SUPPORT)

Lastkombinationen	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Max. Ausnutzung [%]
1.1-i	N = 0,000; V _y = -0,375; V _z = -0,019; M _x = 0,000; M _y = -0,004; M _z = -0,169	10
1.2-i	N = 0,000; V _y = -0,375; V _z = -0,014; M _x = 0,000; M _y = -0,003; M _z = -0,169	10
2.1-i	N = 0,000; V _y = -0,375; V _z = -0,159; M _x = 0,000; M _y = -0,031; M _z = -0,169	10
2.2-i	N = 0,000; V _y = -0,375; V _z = -0,154; M _x = 0,000; M _y = -0,030; M _z = -0,169	10
3.1-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = -0,019; M _x = 0,000; M _y = -0,004; M _z = 0,000	1
3.2-i	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = -0,014; M _x = 0,000; M _y = -0,003; M _z = 0,000	1
1.1-o	N = 0,000; V _y = 0,375; V _z = -0,019; M _x = 0,000; M _y = -0,004; M _z = 0,169	10
1.2-o	N = 0,000; V _y = 0,375; V _z = -0,014; M _x = 0,000; M _y = -0,003; M _z = 0,169	10
2.1-o	N = 0,000; V _y = 0,375; V _z = -0,159; M _x = 0,000; M _y = -0,031; M _z = 0,169	10
2.2-o	N = 0,000; V _y = 0,375; V _z = -0,154; M _x = 0,000; M _y = -0,030; M _z = 0,169	10
3.1-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = -0,019; M _x = 0,000; M _y = -0,004; M _z = 0,000	1
3.2-o	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = -0,014; M _x = 0,000; M _y = -0,003; M _z = 0,000	1
6.1	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = -0,159; M _x = 0,000; M _y = -0,031; M _z = 0,000	5
6.2	N = 0,000; V _y = 0,000; V _z = -0,154; M _x = 0,000; M _y = -0,030; M _z = 0,000	5

Die Lastannahmen wurden entsprechend DIN EN 1991 angesetzt. Zusätzlich wurde die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ von 1985-06 berücksichtigt.

Gemäß der MLTB, 2014-03, Teil 1, Anlage 1.3/1 sowie gemäß MVV TB Ausgabe 2017/1, Teil A, Anlage 1.2.1/8 sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie die beiden folgenden Punkte zu beachten.

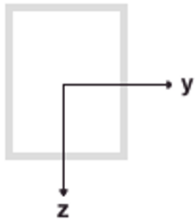
„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden“. Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen“

6.3.7 Lastkombinationen (SLS, GZT, Schnittgrößen im maßgebenden Querschnitt: 4-4)

Lastkombination	Kräfte [kN]	Max. Ausnutzung [%]
SLS	N = -0,606; V _y = 0,000; V _z = -0,485;	96

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	22
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.8 Geländer Holm
6.3.8.1 Querschnittswerte


A [mm ²]	A _{v,z} [mm ²]	A _{v,y} [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
294	147	147	70.367	70.367
I _t [mm ⁴]	W _{el,y} [mm ³]	W _{el,z} [mm ³]	W _{pl,y} [mm ³]	W _{pl,z} [mm ³]
103.144	3.518	3.518	4.160	4.160

Profil: QRO 40 x 40 x 2

 Profilorientierung: $\alpha = 90^\circ$
6.3.8.2 Materialeigenschaften

Stahlgüte	f _u [N/mm ²]	f _y [N/mm ²]	E [N/mm ²]	E _{si} [N/mm ²]	G [N/mm ²]	γ _{M0}	γ _{M1}
1.4301	500,00	190,00	200.000,00	156.588,10	76.923,08	1,100	1,100

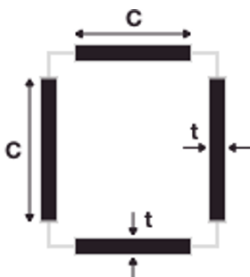
Querschnitt-Klassifikation

$$\varepsilon = \left(\frac{235}{f_y} \cdot \frac{E}{210000} \right)^{0,5}$$

$$\varepsilon = 1,085$$

Grenzwerte (Element unter Druckspannung)

Klasse 1	2	3
46 · ε	52 · ε	84 · ε
50	56	91



Element	c [mm]	t [mm]	c / t	Klasse
Flange (y)	32,0	2,0	16,000	1
Web (z)	32,0	2,0	16,000	1
Gesamtklassifizierung				1

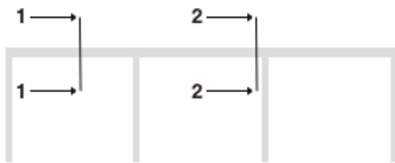
www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 23
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

6.3.8.3 Querschnitt-Tragfähigkeit - MultipleSpans

	Max. Ausnutzung [%]	Status
Beanspruchung aus Querkraft	3	OK
Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft	18	OK

Schnittgrößen


Abschnitt	LC	V _{z,Ed} [kN]	V _{y,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	M _{z,Ed} [kNm]
FIELD	2.1-o	-	-	0,026	-0,247
SUPPORT	2.1-o	-0,159	0,375	-0,031	0,169

Beanspruchung aus Querkraft

$$V_{y,Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{v,y} \cdot \left(\frac{f_{yk}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{z,Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot \left(\frac{f_{yk}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}}$$

Abschnitt	LC	V _{z,Ed} [kN]	V _{z,pl,d} [kN]	Ausnutzung [%]	V _{y,Ed} [kN]	V _{y,pl,d} [kN]	Ausnutzung [%]
FIELD	2.1-o	-	-	O.Nw.	-	-	O.Nw.
SUPPORT	2.1-o	-0,159	14,644	2	0,375	14,644	3

Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right]^\alpha \leq 1$$

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot n^2} \leq 6$$

$$\alpha = \beta = 1,66$$

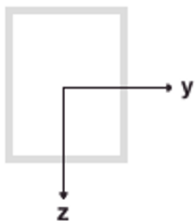
Abschnitt	LC	M _{y,Ed} [kNm]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{y,Rd} [kNm]	M _{z,Rd} [kNm]	Ausnutzung [%]
FIELD	2.1-o	0,026	-0,247	0,719	0,719	18
SUPPORT	2.1-o	-0,031	0,169	0,719	0,719	10

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	24
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.9 Pfosten (Mittelpfosten)

6.3.9.1 Querschnittswerte



A [mm ²]	$A_{v,z}$ [mm ²]	$A_{v,y}$ [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]
421	210	210	96.326	96.326
I_t [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	$W_{el,y}$ [mm ³]	$W_{el,z}$ [mm ³]	$W_{pl,y}$ [mm ³]
137.015	0	4.816	4.816	5.813
$W_{pl,z}$ [mm ³]				
5.813				

Profil: QRO 40 x 40 x 3

 Profilorientierung: $\alpha = 90^\circ$

6.3.9.2 Materialeigenschaften

Stahlgüte	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	E [N/mm ²]	E_{si} [N/mm ²]	G [N/mm ²]	γ_{M0}	γ_{M1}
1.4301	500,00	190,00	200.000,00	156.588,10	76.923,08	1,100	1,100

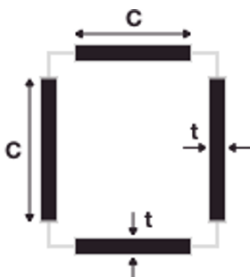
Querschnitt-Klassifikation

$$\varepsilon = \left(\frac{235}{f_y} \cdot \frac{E}{210000} \right)^{0,5}$$

$$\varepsilon = 1,085$$

Grenzwerte (Element unter Druckspannung)

Klasse 1	2	3
$46 \cdot \varepsilon$	$52 \cdot \varepsilon$	$84 \cdot \varepsilon$
50	56	91



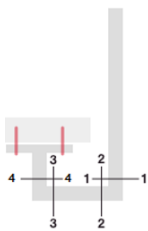
Element	c [mm]	t [mm]	c / t	Klasse
Flange (y)	28,0	3,0	9,333	1
Web (z)	28,0	3,0	9,333	1
Gesamtklassifizierung				1

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	25
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.9.3 Querschnitt-Tragfähigkeit

	Max. Ausnutzung [%]	Status
Beanspruchung aus Querkraft	5	OK
Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft-Plastisch	98	OK
Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft-Elastisch	O.Nw.	O.Nw.
Knotenwiderstand, Axialkraft	2	OK
Knotenwiderstand, Biegemoment und Axialkraft	140	NW nicht erfüllt

Schnittgrößen


Abschnitt	LC	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]
1-1	2.1-o	-0,918	-0,807	-0,727
2-2	2.1-o	0,727	-0,807	0,918
3-3	2.1-o	0,727	-0,981	-0,918
4-4	2.1-o	0,918	-0,981	-0,727

Beanspruchung aus Querkraft

$$V_{z,Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot \left(\frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

Abschnitt	LC	V _{z,Ed} [kN]	V _{pl,z} [kN]	Ausnutzung [%]
1-1	2.1-o	-0,727	20,983	4
2-2	2.1-o	0,918	20,983	5
3-3	2.1-o	-0,918	20,983	5
4-4	2.1-o	-0,727	20,983	4

Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft

Plastisch

$$M_{y,Ed} \leq M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{(1-n)}{(1-0,5 \cdot a_{w,y})} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$n = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}}$$

$$a_{w,y} = \frac{(A - 2 \cdot \text{Breite} \cdot t)}{A}$$

N _{pl,Rd} [kN]	M _{pl,y,Rd} [kNm]	A [mm ²]	Breite [mm]	t [mm]	a _{w,y}	
72,688	1,004	421	40,0	3,0	0,430	
Abschnitt	LC	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	n	M _{N,y,Rd} [kNm]	Ausnutzung [%]
3-3	2.1-o	0,727	-0,981	0,010	1,004	98

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 26
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metalbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

Rahmenknoten Widerstand (EN 1993-1-8, Tabelle 7.16)

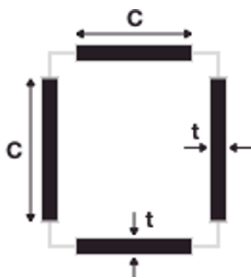
Querschnitt-Klassifikation

$$\varepsilon = \left(\frac{235}{f_y} \cdot \frac{E}{210000} \right)^{0,5}$$

$$\varepsilon = 1,085$$

Grenzen (Elemente die Biegung ausgesetzt sind)

Klasse 1, Flange	Klasse 1, Web
$33 \cdot \varepsilon$	$72 \cdot \varepsilon$
36	78



Element	c [mm]	t [mm]	c / t	Klasse
Flange (y)	28,0	3,0	9,333	1
Web (z)	28,0	3,0	9,333	1
Gesamtklassifizierung				1

Widerstand Rahmenknoten infolge Biegemoment und Normalkraft

$$\beta_N = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,2$$

$$\beta_M = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}$$

$$\kappa = \frac{3 \cdot \sqrt{b_0 / h_0}}{[b_0 / t_0]^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2 \cdot b_0 / h_0}$$

$$\frac{\beta_N + \beta_M}{\kappa} \leq 1,0$$

Abschnitt	LC	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	β_N	β_M	$(\beta_N + \beta_M) / \kappa$	Ausnutzung[%]
1-1	2.1-o	-0,918	-0,807	0,013	0,803	1,148	115
2-2	2.1-o	0,727	-0,807	0,010	0,803	1,144	115
3-3	2.1-o	0,727	-0,981	0,010	0,977	1,388	139
4-4	2.1-o	0,918	-0,981	0,013	0,977	1,392	140

b_0 [mm]	h_0 [mm]	t_0 [mm]	κ
40,0	40,0	3,0	0,71

N_{Ed} [kN]	$N_{pl,Rd}$ [kN]	M_{Ed} [kNm]	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
0,918	72,688	-0,981	1,004

β_N	β_M	$(\beta_N + \beta_M) / \kappa$	Ausnutzung[%]
0,013	0,977	1,392	140

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 27
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metalbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

6.3.9.4 Knicken / Stabilität (section 1-1)

	Max. Ausnutzung [%]	Status
Knicken / Stabilität senkrecht zur Kante Y-Achse	0	O.Nw.
Knicken / Stabilität parallel zur Kante Z-Achse	0	O.Nw.

Schnittgrößen

Abschnitt	LC	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
1-1	2.1-o	0,918	0,807

Anforderungen für Axiales Biegeknicken (senkrecht) Y-Achse

$$\lambda \leq \lambda_0 \quad \text{oder} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}} \leq \lambda_0^2$$

λ	λ_0	λ_0^2	N_{Ed} [kN]	$N_{cr,y}$ [kN]	$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$	Erforderlich
1,503	0,400	0,160	0,918	35,387	0,026	keine

Anforderungen für Biegedrillknicken (senkrecht) Y-Achse

$$\lambda_{LT} \leq \lambda_{0,LT} \quad \text{oder} \quad \frac{M_{Ed}}{M_{cr,y}} \leq \lambda_{0,LT}^2$$

λ_{LT}	$\lambda_{0,LT}$	$\lambda_{0,LT}^2$	M_{Ed} [kNm]	$M_{cr,y}$ [kNm]	$\frac{M_{Ed}}{M_{cr,y}}$	Erforderlich
0,127	0,400	0,160	0,807	68,366	0,012	keine

Knicken / Stabilität senkrecht zur Kante Y-Achse

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,min}} + k_y \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

LC	N_{Ed} [kN]	$N_{b,Rd,min}$ [kN]	k_y	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{b,y,Rd}$ [kNm]	Ausnutzung [%]
2.1-o	0,918	23,737	0,000	0,807	1,004	0

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländeerneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 28
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

Axiales Biegeknicken(min)

$$N_{b,Rd,min} = (N_{b,y,Rd} \cdot N_{b,z,Rd})$$

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(\beta_y \cdot l)^2}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr,y}}}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - \lambda_0) + \lambda_y^2]$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} \leq 1,0$$

β_y	l [mm]	E [N/mm ²]	I_y [mm ⁴]	$N_{cr,y}$ [kN]	A [mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]
2,000	1.159,0	200.000,00	96.326	35,387	421	190,00
λ_y	λ_0	α	ϕ	χ_y	γ_{M1}	$N_{b,y,Rd}$ [kN]
1,503	0,400	0,490	1,900	0,327	1,100	23,737

Biegedrillknicken (BDK)

$$M_{b,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,RK}}{\gamma_{M1}}$$

Breite [mm]	Länge [mm]	Breite/Länge	χ_{LT}	$M_{b,y,Rd}$ [kNm]
40,0	40,0	1,000	1,000	1,004

$$M_{cr,y} = c_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_T}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} \right)$$

c_1	L [mm]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	I_z [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	I_T [mm ⁴]	$M_{cr,y}$ [kNm]
1,770	1.159,0	200.000,00	76.923,08	96.326	0	137.015	68,366

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{M_{cr,y}}}$$

$W_{pl,y}$ [mm ³]	f_y [N/mm ²]	$M_{cr,y}$ [kNm]	λ_{LT}
5.813	190,00	68,366	0,127

$$\chi_{LT} = 1,0$$

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 29
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metallbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

Anforderungen für Axiales Biegeknicken (parallel) Z-Achse

$$\lambda \leq \lambda_0 \quad \text{oder} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}} \leq \lambda_0^2$$

λ	λ_0	λ_0^2	N_{Ed} [kN]	$N_{cr,z}$ [kN]	$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}$	Erforderlich
0,526	0,400	0,160	0,918	288,875	0,003	keine

Anforderungen für Biegedrillknicken (parallel) Z-Achse

$$\lambda_{LT} \leq \lambda_{0,LT} \quad \text{oder} \quad \frac{M_{Ed}}{M_{cr,z}} \leq \lambda_{0,LT}^2$$

λ_{LT}	$\lambda_{0,LT}$	$\lambda_{0,LT}^2$	M_{Ed} [kNm]	$M_{cr,z}$ [kNm]	$\frac{M_{Ed}}{M_{cr,z}}$	Erforderlich
0,127	0,400	0,160	0,807	68,366	0,012	keine

Knicken / Stabilität parallel zur Kante Z-Achse

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

LC	N_{Ed} [kN]	$N_{b,z,Rd}$ [kN]	k_{LT}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{b,y,Rd}$ [kNm]	Ausnutzung [%]
2.1-o	0,918	67,117	0,000	0,807	1,004	0

www.hilti.de

Firma: Sachverständigenbüro Lehnen
 Adresse: Briedestraße, 1-9
 Tel. | Fax: 0211252091 |
 Befestigung: Poßbergweg; Geländererneuerung
 Pos. Nr.:

Seite: 30
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
 E-Mail: weiss.metalbau@t-online.de
 Datum: 03.06.2024

Axiales Knicken um z-z

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(\beta_z \cdot l)^2}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr,z}}}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_z - \lambda_0) + \lambda_z^2]$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} \leq 1,0$$

β_z	l [mm]	E [N/mm ²]	I _z [mm ⁴]	N _{cr,z} [kN]	A [mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]
0,700	1.159,0	200.000,00	96.326	288,875	421	190,00
λ_z	λ_0	α	ϕ	χ_z	γ_{M1}	N _{b,z,Rd} [kN]
0,526	0,400	0,490	0,669	0,923	1,100	67,117

Biegedrillknicken (BDK)

$$M_{b,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,RK}}{\gamma_{M1}}$$

Breite [mm]	Länge [mm]	Breite/Länge	χ_{LT}	M _{b,y,Rd} [kNm]
40,0	40,0	1,000	1,000	1,004

$$M_{cr,y} = c_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_T}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} \right)$$

c ₁	L [mm]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	I _z [mm ⁴]	I _ω [mm ⁶]	I _T [mm ⁴]	M _{cr,y} [kNm]
1,770	1.159,0	200.000,00	76.923,08	96.326	0	137.015	68,366

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{M_{cr,y}}}$$

W _{pl,y} [mm ³]	f _y [N/mm ²]	M _{cr,y} [kNm]	λ_{LT}
5.813	190,00	68,366	0,127

$$\chi_{LT} = 1,0$$

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	31
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

6.3.10 Geländer Verformung

Max. Zulässige Verformung: 30,0 [mm]

Element	LC	Δ_H [mm]	Ausnutzung %	Status
Pfosten	SLS	28,2		
Holm	SLS	0,6		
Gesamt	SLS	28,8	96	OK

Der Verformungsnachweis deckt nur die Verformung von Pfosten und Holm ab - schließt nicht die Verformung / Rotation ein, die von den Dübeln kommt.

www.hilti.de

Firma:	Sachverständigenbüro Lehnen	Seite:	32
Adresse:	Briedestraße, 1-9	Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Achim Lehnen (IWE)
Tel. Fax:	0211252091	E-Mail:	weiss.metallbau@t-online.de
Befestigung:	Poßbergweg; Geländererneuerung	Datum:	03.06.2024
Pos. Nr.:			

7 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die vom Anwender strikt eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen Hilti-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Die Software dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Geeignetheit für eine bestimmte Anwendung.
- Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch die Software zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von Hilti angebotene Updates der Software durchführen. Sofern Sie nicht die AutoUpdate-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die Hilti-Website sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version der Software verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet Hilti nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.