



# MFPA Leipzig GmbH

Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für  
Baustoffe, Bauprodukte und Bausysteme

**Geschäftsbereich Zentrum für Innovation und Berechnung**

Dr.-Ing. Susanne Reichel

**Arbeitsgruppe - FEM**

Dr.-Ing. Susanne Reichel

Telefon +49 (0) 341-6582-106

s.reichel@mfpa-leipzig.de

---

## Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 6.1/19-062-1

vom 07.02.2020

---

*Gegenstand:* Bewertung des Tragverhaltens des Hilti Fixpunkts MFP-CLD-I unter zentrischem Zug und einseitiger Brandbeanspruchung gemäß Einheitstemperaturzeitkurve in Anlehnung an EAD 280016-00-0602

*Auftraggeber:* **Hilti AG**  
Feldkircherstraße 100  
9494 Schaan  
Liechtenstein

*Bearbeiter:* Dr.-Ing. Susanne Reichel

Dieses Dokument besteht aus 20 Seiten, inkl. 0 Anlagen.

---

Dieses Dokument darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH. Als rechtsverbindliche Form gilt die deutsche Schriftform mit Originalunterschriften und Originalstempel des/der Zeichnungsberechtigten. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH.

---



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-11021-01-00

Durch die DAkKS GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Urkunde kann unter [www.mfpa-leipzig.de](http://www.mfpa-leipzig.de) eingesehen werden.

Nach Landesbauordnung (SAC02) anerkannte und nach Bauproduktenverordnung (NB 0800) notifizierte PÜZ-Stelle.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig mbH (MFPA Leipzig GmbH)

Sitz: Hans-Weigel-Str. 2b – 04319 Leipzig/Germany  
Geschäftsführer: Dr.-Ing. habil. Jörg Schmidt  
Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 17719  
USt-Id Nr.: DE 813200649  
Tel.: +49 (0) 341-6582-0  
Fax: +49 (0) 341-6582-135

## Gesamtinhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Zielstellung und Vorgehensweise</b>	<b>3</b>
1	Beschreibung der Konstruktion . . . . .	3
<b>II</b>	<b>Literatur</b>	<b>7</b>
1	Verwendete Normen, Richtlinien und Regelwerke . . . . .	7
2	Referenzdokumente . . . . .	8
2.1	Gutachten und Prüfberichte . . . . .	8
2.2	Sonstiges . . . . .	8
<b>III</b>	<b>Beurteilung der Leistungsfähigkeit</b>	<b>9</b>
1	Herangehensweise . . . . .	9
2	Brandversuche . . . . .	11
2.1	Tragfähigkeit unter Brandbeanspruchung für die Versuchskonfiguration . . . . .	11
3	Übertragung der Ergebnisse auf alle Rohrschellen . . . . .	12
3.1	Einfluss der Befestigungsposition . . . . .	16
3.2	Einfluss der freien Länge der Gewindebolzen . . . . .	17
<b>IV</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>18</b>
<b>V</b>	<b>Besondere Hinweise/Anwendungsgrenzen</b>	<b>19</b>

## I Zielstellung und Vorgehensweise

Die MFPA Leipzig GmbH wurde von der Hilti AG beauftragt, auf Basis von Versuchsergebnissen und theoretischen Überlegungen eine Bewertung des Tragverhaltens des Hilti Fixpunkts MFP-CLD-I unter zentrischer Zugbeanspruchung und einseitiger Brandbeanspruchung nach Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) gemäß [N1] in Anlehnung an EAD 280016-00-0602 [N2] vorzunehmen. Neben Brandversuchen für den Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I liegen dem vorliegenden Dokument die in [G1, G2] dokumentierten Brandversuche und Bewertungen für den Hilti Fixpunkt MFP-CL-I zugrunde.

### 1 Beschreibung der Konstruktion

Die Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I dienen der Befestigung von Rohren, die einer temperaturbedingten Ausdehnung unterliegen. Der Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I ist durch die Anordnung zweier Fixpunkte MFP-CL-I nebeneinander und zweier Fixpunkt-Rohrschellen MFP-PC charakterisiert (vgl. Abbildung 1). Im Unterschied zum Fixpunkt MFP-CL-I, der Gewindebolzen M20 x 76 aufweist, ist der Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I jedoch mit Gewindebolzen M20 x 180 ausgestattet.

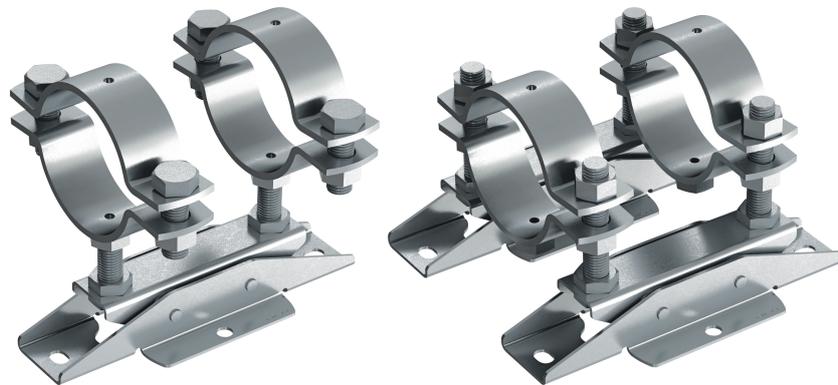


Abbildung 1: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Vergleich (links: MFP-CL-I, rechts: MFP-CLD-I)

Grundsätzlich besteht ein Hilti Fixpunkt MFP-CL-I aus zwei u-förmigen Stahlprofilen, die mit den offenen Seiten zueinander ausgerichtet ineinandergesteckt werden. Die Verbindung beider Profile erfolgt durch zwei Sechskantschrauben M10 x 80 mit Schalldämmelement, die jeweils durchgesteckt und mit Muttern auf der Gegenseite gesichert sind. Die Dämmelemente sitzen jeweils in den Durchgangslöchern der Profile.

Die Geometrieigenschaften des Hilti Fixpunkts MFP-CL-I sind in Abbildung 2 ausgewiesen.

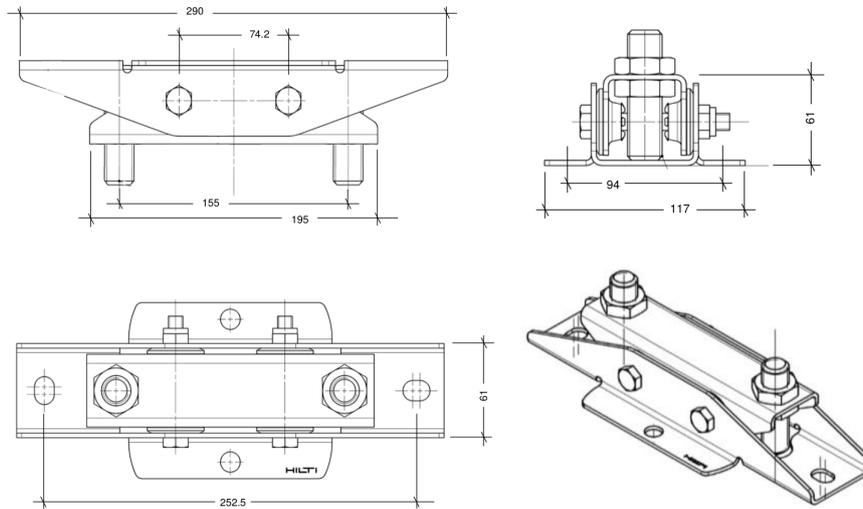


Abbildung 2: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Geometrie

Eines der u-förmigen Profile dient der Befestigung des Bauteils am Untergrund (Bezeichnung in Tabelle 1: Profil oben). Diese kann entweder unter Nutzung von zwei Langlöchern im Profil (in Rohrrichtung) oder unter Nutzung zweier vorgebohrter Laschen außerhalb des Profils (senkrecht zur Rohrrichtung) erfolgen. In jedem Fall sind beide vorhandenen Löcher zu nutzen, sodass Lasten stets symmetrisch in das Bauteil eingeleitet werden. Die möglichen Befestigungspositionen sind in Abbildung 2 skizziert.

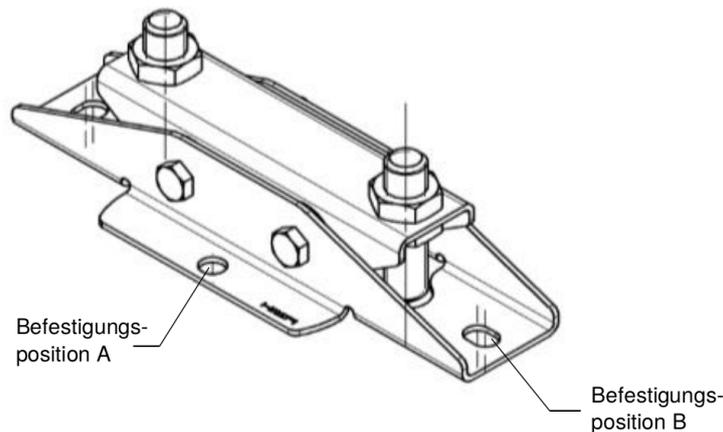


Abbildung 3: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Befestigungspositionen

Das zweite u-förmige Profil (Bezeichnung in Tabelle 1: Basisprofil) nimmt zwei Gewindebolzen M20 x 180 auf, an denen jeweils eine massive Rohrschelle befestigt wird.

Die für die einzelnen Konstruktionselemente eingesetzten Werkstoffe sind in Tabelle 1 ausgewiesen.

Konstruktionselement	Werkstoff	Norm
Basisprofil	S275JR	[N3]
Profil oben	S275JR	[N3]
Dämmelemente	EPDM	[N4]
Sechskantschraube M10 x 80		[N5]
Sechskantmutter M20		[N6]
Gewindebolzen M20 x 180	FKL 8.8	[N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13]

Tabelle 1: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Eingesetzte Werkstoffe gemäß Herstellerangabe

Der Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I ist zum Einsatz in Kombination mit Hilti Fixpunktschellen MFP-PC der Größen MFP-PC M20 73-78 bis MFP-PC M20 213-221 vorgesehen. Eine Prinzipzeichnung der Fixpunktschelle sowie die zugehörigen Geometriedaten sind in Abbildung 4 und Tabelle 2 ausgewiesen, die eingesetzten Werkstoffe sind in Tabelle 3 aufgeführt.

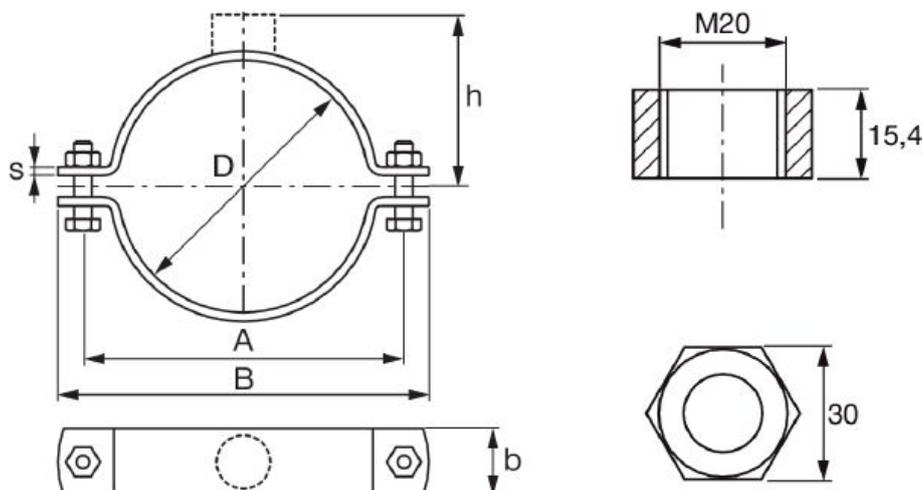


Abbildung 4: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Fixpunktschelle MFP-PC, Prinzipzeichnung

Bezeichnung	Artikelnummer	Spannbereich <i>D</i> [mm]	Breite <i>B</i> [mm]	Querschnitt <i>b x s</i> [mm]	Ver- schluss- schraube	Abstand <i>A</i> [mm]
MFP-PC M20 73-78	2227701	73-78	169,6	50 x 6	M20	133,10
MFP-PC M20 88-93	2227702	88-93	185,6			149,20
MFP-PC M20 100-105	2227703	100-105	198,3			161,90
MFP-PC M20 108-115	2227704	108-115	208,8			172,40
MFP-PC M20 125-133	2227705	125-133	225,8			191,10
MFP-PC M20 134-142	2227706	134-142	235,4			200,40
MFP-PC M20 154-162	2227707	154-162	255,8			220,90
MFP-PC M20 162-170	2227708	162-170	264,4			229,10
MFP-PC M20 192-200	2227709	192-200	294,9			259,70
MFP-PC M20 213-221	2227710	213-221	316,2			281,00

Tabelle 2: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Fixpunktschellen MFP-PC als Kombination mit Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I

Konstruktionselement	Werkstoff	Norm
Schellenband	S275JR	[N3]
Sechskantmutter M20		
Sechskantmutter M10		
Sechskantschraube M10	FKL 8.8	[N14]
Sechskantschraube M20	FKL 8.8	[N14]

Tabelle 3: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Eingesetzte Werkstoffe für die Hilti Fixpunktschellen MFP-PC gemäß Herstellerangabe

## II Literatur

### 1 Verwendete Normen, Richtlinien und Regelwerke

Den Berechnungen liegen die folgenden Normen, Richtlinien und Regelwerke zugrunde:

- [N1] DIN EN 1363-1:2012-10: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:2012
- [N2] EAD 280016-00-0602: Products related to installation systems supporting technical equipment for building services such as pipes, conduits, ducts and cables; Stand 02/2018
- [N3] DIN EN 10025-2:2005-04: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2004
- [N4] DIN ISO 3302-1:2018-06: Gummi - Toleranzen für Fertigteile - Teil 1: Maßtoleranzen (ISO 3302-1:2014)
- [N5] DIN 931-1:1987-09: Sechskantschrauben mit Schaft; Gewinde M 1,6 bis M 39; Produktklassen A und B
- [N6] DIN EN ISO 4035:2013-04: Niedrige Sechskantmuttern mit Fase (Typ 0) - Produktklassen A und B (ISO 4035:2012); Deutsche Fassung EN ISO 4035:2012
- [N7] ISO 2768-1:1989-11: Allgemeine Toleranzen; Teil 1: Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung
- [N8] ISO 2768-2:1989-11: Allgemeine Toleranzen; geometrische Toleranzen für Konstruktionsmerkmale ohne einzelne Toleranzeintragung
- [N9] DIN 976-1:2016-09: Mechanische Verbindungselemente - Gewindebolzen - Teil 1: Metrisches Gewinde
- [N10] ISO 14405-1:2016-08: Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Dimensionelle Tolerierung - Teil 1: Lineare Größenmaße
- [N11] ISO 14405-2:2018-12: Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Dimensionelle Tolerierung - Teil 2: Andere als lineare oder Winkelgrößenmaße
- [N12] ISO 14405-3:2016-12: Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Dimensionelle Tolerierung - Teil 3: Winkelgrößenmaße

[N13] ISO 898-1:2013-01: Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen - Regelgewinde und Feingewinde

[N14] ISO 4017:2014-06: Mechanische Verbindungselemente - Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf - Produktklassen A und B

## 2 Referenzdokumente

Den Berechnungen liegen die folgenden Referenzdokumente sowie zusätzlichen Informationen zugrunde:

### 2.1 Gutachten und Prüfberichte

[G1] Prüfbericht Nr. PB 3.2/18-417-2: Hilti Fixpunkt MFP-CL-I, Prüfung in Anlehnung an EAD 280016-00-0602 zur Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens unter der thermischen Beanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1:2012-10. – MFPA Leipzig GmbH; 25.04.2019

[G2] Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 6.1/19-027-1: Bewertung des Tragverhaltens des Hilti Fixpunkts MFP-CL-I unter zentrischem Zug und einseitiger Brandbeanspruchung gemäß Einheitstemperaturzeitkurve in Anlehnung an EAD 280016-00-0602 – MFPA Leipzig GmbH; 05.06.2019

[G3] Prüfbericht Nr. PB 3.2/19-366-1: Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I, Prüfung in Anlehnung an EAD 280016-00-0602 zur Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens unter der thermischen Beanspruchung durch die Einheitstemperatur-Zeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1:2012-10. – MFPA Leipzig GmbH; 06.01.2020

### 2.2 Sonstiges

[S1] Schneider, Bautabellen für Ingenieure – Werner Verlag; 14. Auflage

### III Beurteilung der Leistungsfähigkeit

#### 1 Herangehensweise

In [G1, G2] wurde festgestellt, dass ein Versagen des Hilti Fixpunkts MFP-CL-I unter Brandbeanspruchung in allen Fällen durch ein Versagen in Form von Stahlversagen entweder durch einen Abriss am Schraubenloch der seitlichen Laschen (Befestigungsposition A aus Abbildung 3) oder durch Kopfdurchzug an den Langlöchern (Befestigungsposition B aus Abbildung 3) stattfand. Da bei gleicher Beanspruchung im Versuch die Befestigungsposition A gegenüber der Befestigungsposition B die ungünstigeren Ergebnisse lieferte, wurde die Leistungsfähigkeit des Hilti Fixpunkts MFP-CL-I unter Brandbeanspruchung für die Befestigungsposition A bestimmt und die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegend auf die Befestigungsposition B übertragen.

Aufgrund des eindeutigen Versagenszustands des Hilti Fixpunkts MFP-CL-I können die charakteristischen Tragwiderstände im Brandfall als aufnehmbare Last pro Verbindungsmittel interpretiert bzw. umgerechnet werden (jeweils 2 Verbindungsmittel pro Hilti Fixpunkt MFP-CL-I).

Hinsichtlich der Übertragung der Ergebnisse für den Hilti Fixpunkt MFP-CL-I auf den Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I (welcher 4 Verbindungsmittel aufweist) sind der Ausgangspunkt für die Berechnung der charakteristischen Tragfähigkeit für den Brandfall  $F_{Rk,t}$  gemäß dem in [N2], Anhang F ausgewiesenen Verfahren folglich die auf 4 Verbindungsmittel extrapolierten Versuchsergebnisse aus [G1]. Die Regression der entsprechenden Werte unter Ansatz einer gebrochen rationalen Funktion des Typs

$$F_{t_u} = c_1 + \frac{c_2}{t_u} \quad (1)$$

liefert unter Anwendung der in [N2], Anhang F, angegebenen Bestimmungsgleichungen für die beiden Konstanten  $c_1$  und  $c_2$  die Parameter

- $c_1 = -2,1766N$  und
- $c_2 = 329.958,8235N \cdot \text{min}$ .

Die Regressionskurve wird im nächsten Schritt unter Ansatz eines Faktors  $c_3 < 1$  so verschoben, dass sie durch das ungünstigste Wertepaar der Versuchsergebnisse verläuft. Aus der Verschiebung resultiert ein Faktor

- $c_3 = 0,78811$ .

Die auf diese Weise aus den Versuchsergebnissen aus [G1] in Anlehnung an [N2] abgeleiteten charakteristischen Tragwiderstände für 4 Verbindungsmittel sind in Abbildung 5 dargestellt.

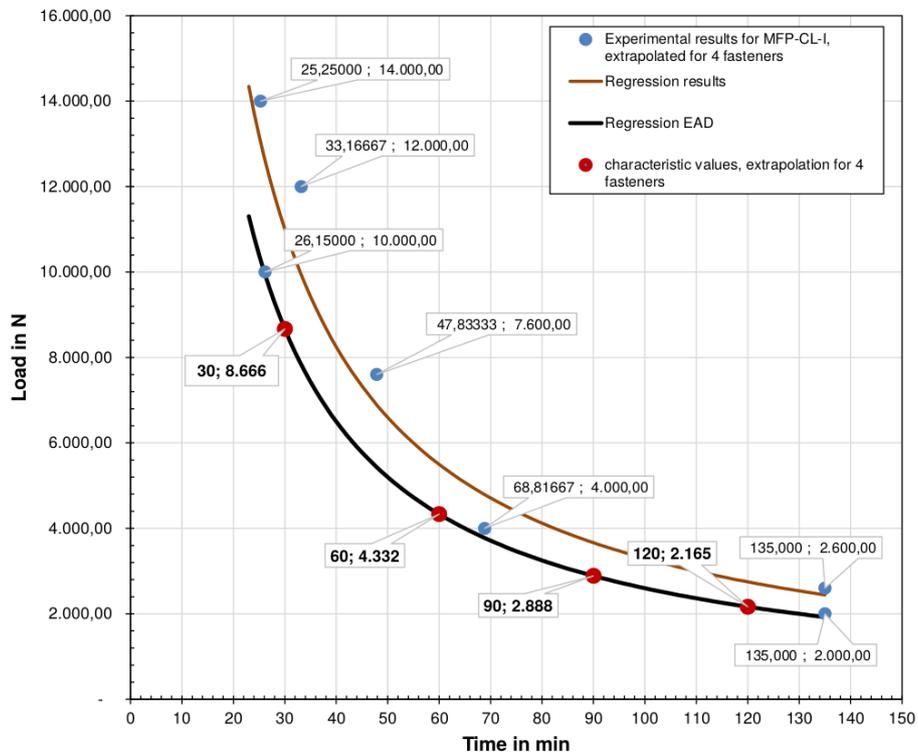


Abbildung 5: Hilti Fixpunkte MFP-CL-I und MFP-CLD-I: Prognostizierte charakteristische Tragwiderstände für 4 Verbindungsmittel, basierend auf [G1, G2], Versuchsauswertung gemäß [N2], Anhang F

Im Gegensatz zum Hilti Fixpunkt MFP-CL-I, bei dem die aus den Rohren resultierende Zugbeanspruchung zentrisch zu den Verbindungsmitteln angreift, resultiert beim Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I aus der Anordnung der Rohrschellen zwischen den beiden Fixpunkten eine zusätzliche Momentenbeanspruchung in den Verbindungsmitteln. Aufgrund dessen und um auszuschließen, dass vom Hilti Fixpunkt MFP-CL-I abweichende Versagensmechanismen auftreten, wurden exemplarisch 3 Brandversuche für den Hilti-Fixpunkt MFP-CLD-I durchgeführt.

## 2 Brandversuche

Die in [G3] dokumentierten Brandversuche für den Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I wurden in Anlehnung an [N2] durchgeführt. Die Versuche fanden unter Nutzung der Fixpunktschelle MFP-PC M20 108-115 statt. Der Abstand der Fixpunktschelle zur Stahlbetondecke ist aufgrund der definierten Länge der Gewindebolzen von  $180\text{mm}$  nach oben begrenzt. Im Rahmen der Versuche wurde mit  $L = 15\text{cm}$  die größtmögliche freie Länge der Gewindebolzen zwischen Rohrschelle und Stahlbetondecke realisiert. In allen Fällen wurde die Befestigungsposition A (siehe Abbildung 3) genutzt.

### 2.1 Tragfähigkeit unter Brandbeanspruchung für die Versuchskonfiguration

Die Bestimmung der charakteristischen Tragfähigkeit des Hilti Fixpunkts MFP-CLD-I mit Fixpunktschelle MFP-PC M20 108-115 und freier Länge der Gewindebolzen von  $L = 15\text{cm}$  für den Brandfall erfolgt in Anlehnung an [N2], Anhang F auf Basis der Versuchsergebnisse für MFP-CL-I aus [G1] und der Versuchsergebnisse für MFP-CLD-I aus [G3]. Hierbei wird davon ausgegangen, dass das Tragverhalten des Hilti Fixpunkts MFP-CLD-I unter Brandbeanspruchung grundsätzlich mit dem Tragverhalten des Hilti Fixpunkts MFP-CL-I unter Brandbeanspruchung vergleichbar ist und die Form der Regressionsfunktion übertragen werden kann.

Ausgangspunkt für die Berechnung der charakteristischen Tragfähigkeit für den Brandfall  $F_{Rk,t}$  ist folglich die in Abschnitt III.1 gemäß dem in [N2], Anhang F ausgewiesenen Verfahren bestimmte Regressionsfunktion für die auf 4 Verbindungsmittel extrapolierten Versuchsergebnisse aus [G1].

Die Regressionskurve wird im nächsten Schritt unter Ansatz eines Faktors  $\bar{c}_3 < 1$  so verschoben, dass sie durch das ungünstigste Wertepaar der Versuchsergebnisse für den Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I verläuft. Aus der Verschiebung resultiert ein Faktor

- $\bar{c}_3 = 0,89233$ .

Mit der verschobenen Funktion

$$F_t = c_3 \cdot \left( c_1 + \frac{c_2}{t} \right) \cdot \bar{c}_3 \quad (2)$$

werden für die diskreten Zeitpunkte  $t = [30, 60, 90, 120] \text{min}$  die charakteristischen Tragwiderstände

- $F_{Rk,30} = 7.733\text{N}$
- $F_{Rk,60} = 3.866\text{N}$
- $F_{Rk,90} = 2.577\text{N}$

- $F_{Rk,120} = 1.932N$

berechnet. Abbildung 4 zeigt eine grafische Darstellung der Versuchsauswertung.

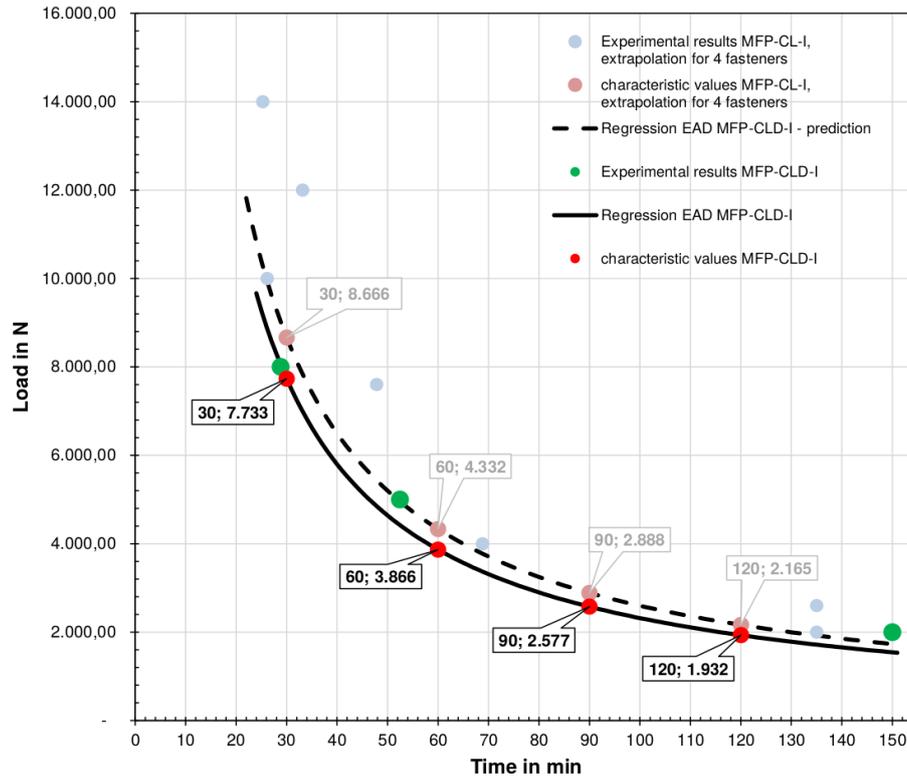


Abbildung 6: Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I: Charakteristische Tragwiderstände für Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I mit Fixpunktschelle MFP-PC M20 108-115 und freier Länge der Gewindebolzen von  $L = 15cm$ , basierend auf [G1, G2, G3], Versuchsauswertung in Anlehnung an [N2], Anhang F

Auf eine Messung und Beurteilung des Verformungsverhaltens wurde im vorliegenden Fall verzichtet.

### 3 Übertragung der Ergebnisse auf alle Rohrschellen

Aus dem Vergleich der Ergebnisse aus den Abbildungen 5 und 6 kann der Einfluss der beim Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I zusätzlich auftretenden Momentenbeanspruchung auf die Tragfähigkeit bei Nutzung von Fixpunktschellen MFP-PC M20 108-115 abgeleitet werden. Das Verhältnis zwischen prognostizierter und versuchstechnisch bestätigter Tragfähigkeit be-

trägt für alle Zeitpunkte  $t$

$$x_{mess,108-115} = \frac{F_{RK,prog}}{F_{RK,mess}} = 0,8923. \quad (3)$$

Da die zusätzliche Momentenbeanspruchung mit steigendem Hebelarm zwischen Last und Achse der Gewindebolzen steigt, ist mit zunehmendem Durchmesser und damit zunehmender Breite der eingesetzten Rohrschelle mit einem Anstieg des Biegeefflusses zu rechnen. Gemäß Herstellerangaben gilt für den Abstand  $A$  nach Abbildung 4 (vgl. Tabelle 2)

- MFP-PC M20 73-78:  $A_{min} = 133,1mm$ ,
- MFP-PC M20 108-115:  $A_{Versuch} = 172,4mm$ ,
- MFP-PC M20 213-221:  $A_{max} = 281,0mm$ .

Bei Nutzung von größeren als der geprüften Fixpunktschelle MFP-PC M20 108-115 ist demnach mit einer Vergrößerung des Biegeefflusses zu rechnen. Für kleinere als die geprüfte Rohrschelle sind die in Abschnitt III.2.1 bestimmten Werte auf der sicheren Seite liegend übertragbar.

Die Quantifizierung des erhöhten Biegeefflusses erfolgt anhand kaltstatischer Berechnungen unter Nutzung des (konservativen) statischen Modells eines eingespannten Rahmens mit mittiger Beanspruchung auf dem Riegel, wobei die Stiele durch die Gewindebolzen und der Riegel durch das Schellenband der Fixpunktschelle gebildet werden. Die Einspannung wird durch die Spreizung der Verbindungsmittel bei Nutzung der Befestigungsposition  $A$  generiert.

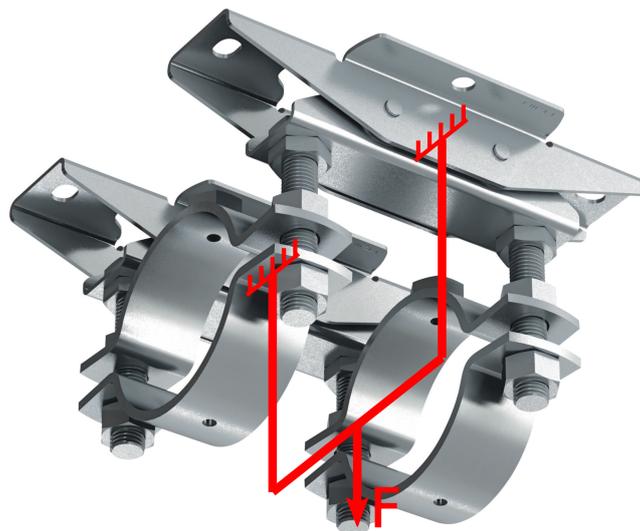


Abbildung 7: Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I: Statisches Ersatzmodell für kaltstatische Berechnungen

Die Berechnung der Einspannmomente erfolgt gemäß [S1] (siehe Abbildung 8).

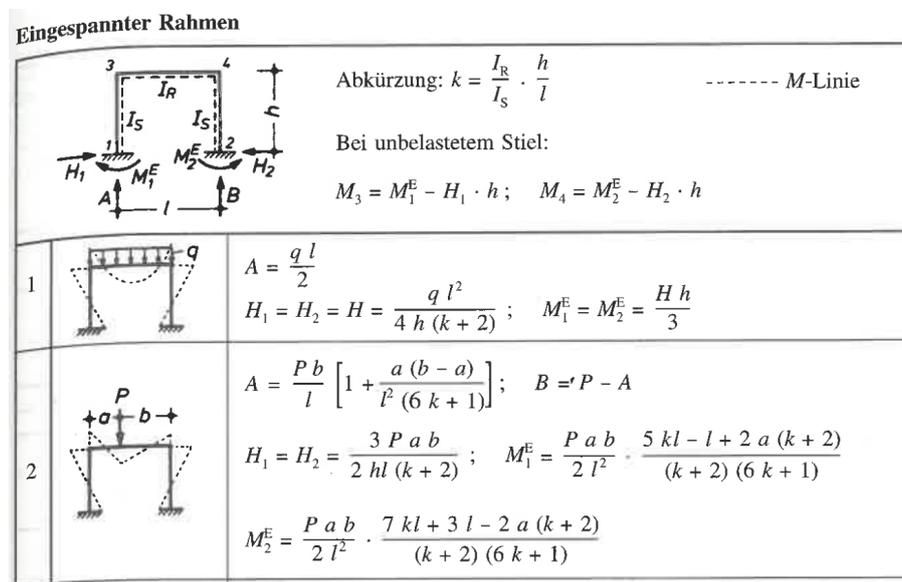


Abbildung 8: Ermittlung der Auflagergrößen am eingespannten Rahmen bei Einzellast auf dem Riegel, aus [S1]

Mit einem Flächenträgheitsmoment eines Stiels von 2 Gewindebolzen M20

$$I_S \approx 15708 \text{ mm}^4 \quad (4)$$

und einem Flächenträgheitsmoment des Riegels (vereinfacht und auf der sicheren Seite liegend wird das Schellenband als gerades Blech berücksichtigt) von

$$I_R \approx 900 \text{ mm}^4 \quad (5)$$

ergibt sich bei einer Last von  $P = 8 \text{ kN}$ , einer freien Länge der Gewindebolzen von  $h = 150 \text{ mm}$  und einer Rohrschellenbreite von  $l = A_{\text{Versuch}} = 172,4 \text{ mm}$  ein Einspannmoment von

$$M_E = 0,0841 \text{ kNm}. \quad (6)$$

Bei einer Spreizung der Verbindungsmittel von  $b = 94 \text{ mm}$  (siehe Abbildung 2) ergibt sich für die beiden zugbeanspruchten Verbindungsmittel eine zusätzliche Beanspruchung von

$$F_{\text{ZUS}} = 0,895 \text{ kN}. \quad (7)$$

Bei einer ursprünglichen Beanspruchung von  $F = \frac{P}{4} = 2,0kN$  ergibt sich ein rechnerischer Biegeeinfluss von

$$x_{calc,108-115} = \frac{F}{F + F_{zus}} = 0,6909. \quad (8)$$

Analog erhält man für die Fixpunktschellen MFP-PC M20 73-78 und MFP-PC M20 213-221 bei gleicher freier Länge der Gewindebolzen

$$x_{calc,73-78} = 0,7447 \quad (9)$$

und

$$x_{calc,213-221} = 0,5797. \quad (10)$$

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich beim statischen Ersatzmodell des eingespannten Rahmens und der Berechnung im kalten Zustand um einen konservativen Ansatz handelt, da die im Brandfall sinkenden Biegesteifigkeiten und zunehmenden Verformungen das Biegemoment im Bereich der Verbindungsmittel deutlich reduzieren. Die Nutzung der rechnerisch bestimmten Werte als Abminderungsfaktor für die prognostizierten Tragfähigkeiten würde folglich zu unwirtschaftlichen Ergebnissen führen.

Es wird daher vorgeschlagen, den (nichtlinearen) rechnerischen Biegeeinfluss mit dem Versuchswert  $x_{mess,108-115}$  zu skalieren, um sowohl die Vergrößerung der Biegung bei größeren als der geprüften Fixpunktschelle als auch den positiven Einfluss des Verlustes an Biegesteifigkeit auf die Beanspruchung der Verbindungsmittel realitätsnah zu erfassen. Die resultierenden Ergebnisse sind in Abbildung 9 hellblau dargestellt und mit einer reinen (linearen) Extrapolation der Versuchsergebnisse (dargestellt in dunkelblau) verglichen.

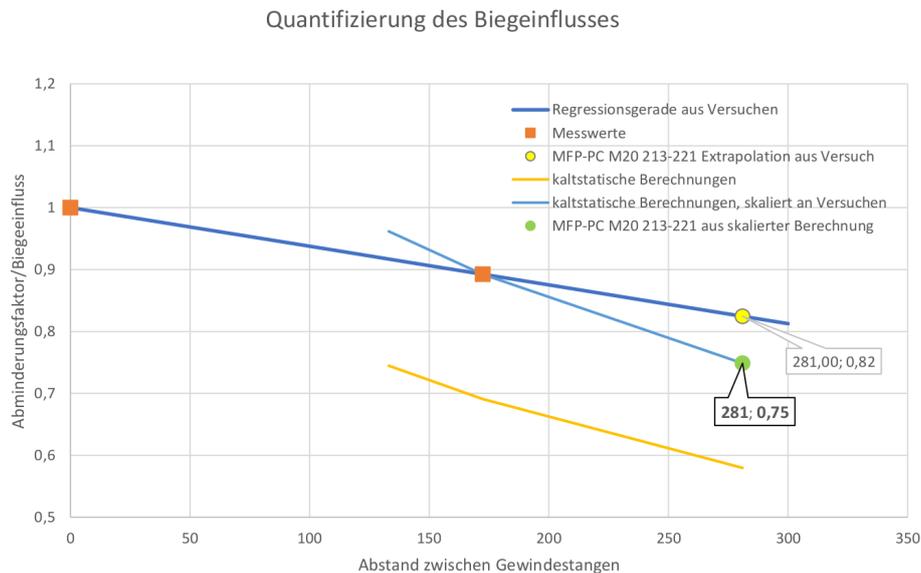


Abbildung 9: Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I: Quantifizierung des Biegeinflusses

Für den ungünstigsten Fall der Fixpunktschelle MFP-PC M20 213-221 ergibt sich auf diese Weise ein Abminderungsfaktor von  $x = 0,75$ . Um für den Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I charakteristische Tragwiderstände angeben zu können, die unabhängig von der eingesetzten Fixpunktschelle sind, wird vorgeschlagen, diesen Faktor für alle Fälle anzuwenden. Es resultieren die charakteristische Tragwiderstände

- $F_{Rk,30} = 6.488N$
- $F_{Rk,60} = 3.243N$
- $F_{Rk,90} = 2.162N$
- $F_{Rk,120} = 1.621N$ .

### 3.1 Einfluss der Befestigungsposition

Da die Einspannungswirkung maßgeblich durch die Spreizung der Verbindungsmittel bei Nutzung der Befestigungsposition A generiert wird, sind bei Nutzung der Befestigungsposition B deutlich reduzierte Biegeeinflüsse zu erwarten. Die charakteristischen Tragwiderstände dürfen folglich auf der sicheren Seite liegend auf die Befestigungsposition B übertragen werden.



### 3.2 Einfluss der freien Länge der Gewindebolzen

Eine freie Länge der Gewindebolzen von  $< 15\text{cm}$  ist in Kombination mit der größten und maßgebenden Fixpunktschelle MFP-PC M20 213-221 geometrisch nicht möglich. Bei allen kleineren Fixpunktschellen ist der Einfluss der Verkürzung der freien Länge der Gewindebolzen durch den Ansatz des ungünstigsten Abminderungsfaktors mit abgedeckt. Folglich sind die charakteristischen Tragwiderstände auch bei Konstruktionen mit freien Längen der Gewindebolzen von  $< 15\text{cm}$  nutzbar.



## IV Zusammenfassung

Auf Basis der in [G1, G3] ausgewiesenen Versuchsergebnisse in Kombination mit kaltstatischen Berechnungen wurden für den Hilti Fixpunkt MFP-CLD-I in Kombination mit Fixpunktschellen MFP-PC M20 73-78 bis MFP-PC M20 213-221 die folgenden charakteristischen Tragwiderstände hergeleitet

- $F_{Rk,30} = 6.488N$
- $F_{Rk,60} = 3.243N$
- $F_{Rk,90} = 2.162N$
- $F_{Rk,120} = 1.621N$ .

## V Besondere Hinweise/Anwendungsgrenzen

Die vorliegende gutachterliche Bewertung gilt für Hilti Fixpunkte MFP-CLD-I in Kombination mit Fixpunktschellen MFP-PC M20 73-78 bis MFP-PC M20 213-221, die unter Einhaltung der vom Hersteller beschriebenen Montagebestimmungen eingebaut werden. Die mechanische Beanspruchung darf die durch den Hersteller spezifizierten Tragfähigkeiten unter Umgebungsbedingungen nicht überschreiten.

Die im vorliegenden Dokument ausgewiesenen Tragfähigkeitswerte wurden für eine einseitige Brandbeanspruchung nach Einheitstemperaturzeitkurve bestimmt und sind nur für diesen Fall anwendbar.

Die im vorliegenden Dokument ausgewiesenen Tragfähigkeitswerte wurden für zentrische Zugbeanspruchung in Richtung der Gewichtskraft des Anbauteils ermittelt und sind nur für diese Beanspruchung gültig.

Die vorliegende gutachterliche Bewertung ist für beide möglichen Befestigungspositionen gültig.

Verfasser: **MFPA Leipzig GmbH - GB Zentrum für Innovation und Berechnung**  
Hans-Weigel-Str 2b • 04319 Leipzig • Telefon: 0341 6582-106



Programm: Proj.-Nr.: GS 6.1/19-062-1

Bauwerk: Gutachterliche Stellungnahme

ASB-Nr.:

Datum: 07.02.2020

Die Ergebnisse der Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. Dieses Dokument ersetzt keinen Konformitäts- oder Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Bauordnungen (national/ europäisch).

Leipzig, den 07.02.2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Reichel', is written over a horizontal line.

Dr.-Ing. S. Reichel

*Geschäftsbereichsleiterin & Bearbeiterin*

Bauteil:  Besondere Hinweise/Anwendungsgrenzen

Archiv-Nr.:

Block:

Seite: 20

Vorgang: