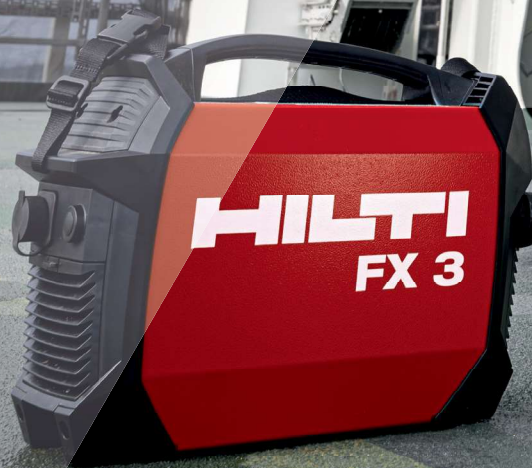




HILTI AKKU-BOLZEN-SCHWEISSGERÄT

Technisches Handbuch



Mai 2023

INHALT

Vorwort	4
1 Einleitung	5
2 Anwendungsinformationen	6
2.1 Anwendungsbereiche	6
3 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Technologie	7
3.1 Akku-Bolzenschweißgerät(CSF) – Ausrüstung	7
3.2 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Oberflächenvorbereitung	11
3.3 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Schweißprozess	13
3.4 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Schweißparameter	14
3.5 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Energieregulierung	15
3.6 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Magnetlichtbogen-Steuerung	16
3.7 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Schweißschutz	16
3.8 Aktiver Fusionsindikator (AFI)	17
4 F-BT Bolzenbeschreibung	18
4.1 Bolzenbezeichnung	18
4.2 Prinzipien der Bolzen-Konstruktion	19
4.3 Empfehlung für Bolzen	20
4.4 Korrosionsbeständigkeit und Langlebigkeit durch Abdichtung	22
4.5 Anforderungen an den Korrosionsschutz	23
4.6 Strukturelle Lastarten	24
5 Technische Daten für F-BT-MR SN	25
5.1 Spezifikation der Bolzen	25
5.2 Anwendungsempfehlung	28
5.2.1 Anwendungsbereich	28
5.2.2 Befestigtes Material	28
5.2.3 Ausgangsmaterial	29
5.3 Leistungsdaten	30
5.4 Montageempfehlungen	33
5.4.1 Bolzenmontage	33
5.4.2 Montageprüfung der Dichtscheibe	33
5.4.3 Montagedrehmoment	33
6 Technische Daten für F-BT-MR	34
6.1 Spezifikation der Bolzen	34
6.2 Anwendungsempfehlung	35
6.2.1 Anwendungsbereich	35
6.2.2 Befestigtes Material	35
6.2.3 Ausgangsmaterial	36
6.3 Leistungsdaten	37
6.4 Montageempfehlungen	39
6.4.1 Bolzenmontage	39
6.4.2 Montagedrehmoment	39

Bemessungskonzept	40
7.1 Teilfaktor-Methode	40
7.2 Arbeitslastkonzept	40
7.3 Lastinteraktion	41
8 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) gemäß EN ISO 14555	42
8.1 Qualifizierung für das Schweißverfahren (WPQ)	43
8.1.1 Spezifikation des Vorschweißverfahrens (pWPS)	43
8.1.2 Qualifizierungstest für das Schweißverfahren (WPQT)	44
8.1.3 Qualifizierungsprotokoll für das Schweißverfahren (WPQR)	44
8.1.4 Qualifizierte Spezifikation für das Schweißverfahren (WPS)	44
8.1.5 Bedingungen in Bezug auf das Ausgangsmaterial	45
8.1.6 Bedingungen im Zusammenhang mit dem Bolzenmaterial	46
8.1.7 Bedingungen bezüglich Schweißpositionen	46
8.2 Prozesskontrolle	47
8.2.1 Produktionsprüfung	47
8.2.2 Vereinfachte Produktionsprüfung	48
8.2.3 Produktionsüberwachung	48
8.3 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Personal	49
8.3.1 Inspektionspersonal	49
8.3.2 Technische Prüfung	49
8.3.3 Prüfprotokoll	49
8.3.4 Bedienpersonal	50
8.4 Details zur visuellen Untersuchung und physischen Überprüfung	50
8.4.1 Zerstörerische Prüfung (DT) – Biegeprüfung	50
8.4.2 Zerstörerische Prüfung (DT) – Zugprüfung	51
8.4.3 Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Zugprüfung (HAT 28-FX)	51
8.5 Technische Berichte	52
8.5.1 WPQR, Makrountersuchungen und Härtemessungen	52
8.5.2 Zugprüfungen	52
8.5.3 Scherprüfungen	53
8.6 Begriffe und Definitionen	54
8.7 Abkürzungen	55
9 SPEZIFISCHE ASPEKTE DER LEISTUNG	56
9.1 Allgemein	56
9.2 Auswirkung von F-BT-Bolzen auf die Ermüdungsfestigkeit des Ausgangsmaterials	56
10 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Programm	58
10.1 Ausrüstung zur Oberflächenvorbereitung	58
10.2 Ausrüstung für Bolzenschweißung	58
10.3 Montageausrüstung	59
10.4 Bolzen	59
10.5 Stützplatte	60
10.6 Prüfmittel	60
11 Referenzen	61

VORWORT

VORWORT

Wir bei Hilti investieren gezielt in Technologie, um die Produktivität des Bauwesens zu unterstützen und weiter zu steigern. Das Hilti Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) bietet Kunden ein vollständiges Akku-System mit integrierten Prozesskontrollen, um qualitativ hochwertige Bolzenschweißungen konsistent und sicher zu montieren.

Die Ziele dieses technischen Handbuchs sind:

- Einführung des CSF-Systems und der CSF-Technologie
- Anleitung zur Sicherstellung der Qualität der Oberflächenvorbereitung
- Anleitung zur Sicherstellung der Qualität der Bolzenschweißung
- Pflichtenhefte und Lastdaten für die F-BT-Bolzen
- Bereitstellung von Anleitungen und Ressourcen für die Implementierung von CSF auf Baustellen

Dieses technische Handbuch behandelt das Bolzenschweißen von Metallmaterialien, die statischer Belastung ausgesetzt sind. Es enthält Anforderungen und Empfehlungen in Bezug auf die Bolzenschweißung, einschließlich Vorbereitung, Montage, Produktspezifikation, Spezifikation und Qualifizierung von Schweißverfahren, Prozesskontrolle und Qualifizierungstests von Bedienern.

Dieses Handbuch enthält Anleitungen für projektspezifische Konstruktion, Qualifizierung und Montage in Übereinstimmung mit den folgenden Schweißnormen, aber CSF ist nicht ausschließlich auf die Verwendung mit diesen Normen beschränkt:

- EN ISO 14555 [5]
- AWS D1.6/D1.6M [14]

Die in diesem technischen Handbuch behandelten Ausgangsmaterialien sind die folgenden genormten Materialien:

- 1.1 und 1.2 gemäß CEN ISO/TR 15608 [8]
- ASTM A36 und ASTM A752 Güte 50 gemäß AWS B2.1 [12]

Ausgangsmaterialien, die nicht nach der oben genannten Norm identifiziert wurden, können verwendet werden, vorausgesetzt, dass eine der folgenden Anforderungen erfüllt ist:

- Prüfung der Ausgangsmaterialien, um die Einhaltung der oben genannten Stahlgüte zu bestimmen.
- Vergleich der Prüfzeugnisse für Ausgangsmaterial, um die Einhaltung der genannten Stahlgüte zu bestimmen.

Dieses technische Handbuch ist für den Einsatz in allen Bereichen der Metallbearbeitungsindustrie bestimmt.

1 EINLEITUNG

Ingenieure, Hersteller, Auftragnehmer und eine Reihe anderer Fachleute verwenden Bolzenschweißung, um Bolzen an Stahl unterschiedlicher Materialien und Dicken zu befestigen.

Das Schweißverfahren mit dem Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) ist als Lichtbogentechnik (DA) mit Abschirmgas (Schweißverfahren 783 nach EN ISO 14555) klassifiziert. Die Lichtbogentechnik verwendet eine Schweißstromversorgung, um einen Lichtbogen entlang einen Stromkreis zu erzeugen, der zwischen dem Bolzen und dem Ausgangsmaterial erzeugt wird. Der Lichtbogen bewegt sich zwischen den beiden Materialien über einen Luftspalt und erzeugt eine intensive, konzentrierte Wärme, die zum Schmelzen der Basis des Bolzens und eines kleinen Bereichs des Ausgangsmaterials verwendet wird. Sobald die Materialien ausreichend geschmolzen sind, wird der Bolzen in den geschmolzenen Bereich getaucht und in Position gehalten, während sich die Metalle verfestigen, um die Schweißverbindung zu bilden.

Zeitsteuerung, Spannung, Strom, Tauchen und andere Aspekte des Schweißprozesses werden vollständig durch das CSF-System gesteuert, wobei die Stromversorgung automatisch ausgeschaltet wird und die Notwendigkeit einer Feinabstimmung durch einen Bediener entfällt.

Vorteile des Akku-Bolzenschweißgeräts (CSF):

- Kompaktes und tragbares System ohne externe Stromquelle
- Einstellbares Freihandgerät und vollautomatischer Schweißprozess
- Einheitliches und funkenfreies Verfahren
- Leichtes und praktisches Abschirmgas
- Leicht erlernbares Schweißverfahren
- Kein Klemmring erforderlich

Schweißvorschriften und -normen behandeln alle Aspekte der Konstruktion und Herstellung von geschweißten Komponenten, einschließlich Schweißverfahrens-Qualifizierung, Prüfmethode, Prozesskontrolle und Bedienerqualifizierungen.

Daher ist es wichtig, die Anforderungen der relevanten Schweißvorschriften und -normen zu verstehen, um sicherzustellen, dass das Bolzenschweißen effektiv und sicher durchgeführt wird. Dieses technische Handbuch enthält Anleitungen zu diesen Normen.

2 ANWENDUNGSINFORMATIONEN

Der Zweck des Akku-Bolzenschweißgeräts (CSF) ist das Schweißen von Bolzen an Werkstücke aus Baustahl. Moderne Befestigungstechnik wird im Schiffbau, in On- und Offshore-Strukturen, in der modernen Bauindustrie und im Hochbau weltweit immer wichtiger. Unter anderem wird das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) in den folgenden Anwendungsgruppen eingesetzt:

- Multidisziplinäre Unterstützung
- Geschweißte Halterung für Kabelrinnen
- Modulare Halterung für Kabelrinnen
- Individuelle Halterung
- Geschweißte Halterung für Rohrrinnen
- Modulare Halterung für Rohre
- Abgehängte Decke
- Befestigung von Ausrüstung
- Befestigung im Schiffbau

2.1 Anwendungsgebiete

Repräsentative Dienste innerhalb der Anwendungsgruppen sind Rohre, Leitungsnetze, Steuerungsdienste, instrumentelle Dienste und Telekommunikationsdienste. Typische Schiffbaubefestigungen sind falsche Deckenbefestigungs-, Ausstattungs- und Inspektionsgitter. Abbildung 2.1-1 zeigt verschiedene Anwendungsbeispiele.

Anwendungsgebiete		
Multidisziplinäre Unterstützung	Geschweißte Halterung für Kabelrinnen	Modulare Halterung für Kabelrinnen
Individuelle Halterung	Geschweißte Halterung für Rohrrinnen	Modulare Halterung für Rohre
Abgehängte Decken	Befestigungen im Schiffbau	Befestigungen von Ausrüstung

Abbildung 2.1-1: Anwendungsgebiete

3 AKKU-BOLZENSCHWEISSGERÄT (CSF) – TECHNOLOGIE

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Technologie von Akku-Bolzenschweißgeräten.

3.1 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Ausrüstung

In diesem Abschnitt erhalten Sie einen Überblick über die Ausrüstung von Akku-Bolzenschweißgeräten (CSF). Sie ist wie folgt unterteilt:

- Ausrüstung zur Oberflächenvorbereitung
- Ausrüstung für Bolzenschweißung
- Montageausrüstung
- Testeinrichtung

Ein korrektes Funktionieren der Akku-Bolzenschweißgeräte (CSF) muss vom Hersteller sichergestellt werden. Während der Produktion muss in festen Abständen eine Funktionsprüfung durchgeführt werden. Kabel, Verbindungselemente, mechanische Führungen und Vorrichtungen sowie Bolzenhalter müssen regelmäßig überprüft und ausgetauscht werden, wenn übermäßiger Verschleiß oder Beschädigungen aufgetreten sind.

Ausrüstung zur Oberflächenvorbereitung



Akku-Bohrschrauber: SF 8M-A22

- Es wird empfohlen, den Bohrer mit der anderen Hand an der Rückseite des Bohrers zu halten.



Akku-Schlagbohrschrauber: SF 6H-22

- Es wird empfohlen, den Bohrer mit der anderen Hand an der Rückseite des Bohrers zu halten.



Oberflächengerät FX 3-ST d14

- Schwarzer Stahl mit Walzzunder
- Verschweißbarer Haftvermittler mit maximaler Beschichtungsdicke: 25 µm



Oberflächengerät FX 3-ST d20

- Nicht verschweißbarer Haftvermittler
- Feuerverzinkte Beschichtung
- Mehrfachbeschichtung
- Maximale Beschichtungsdicke: 1000 µm

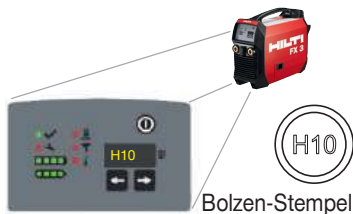
Abbildung 3.1-1: Ausrüstung zur Oberflächenvorbereitung

Ausrüstung für Bolzenschweißung



Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit FX 3-A

- Akkubetrieben
- Vollautomatisch
- Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit mit One-Touch-Bedienfeld
- Basierend auf dem gewählten Schweißcode H1, H2, H3 oder H10 werden alle Schweißparameter eingestellt



One-Touch-Bedienfeld

- Elektrische und mechanische Prozessparameter werden basierend auf dem ausgewählten H-Code voreingestellt
- Der erforderliche H-Code ist oben auf jedem Bolzen eingeprägt



Gasduse FX 3-GC zur Verwendung in Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit

- Abschirmgas (SG): ISO 14175 – M21 – ArC-18:
 - 82 % Ar (CAS 7440-37-1)
 - 18 % CO₂ (CAS 124-38-9)



Hand-Bolzenschweißgerät FX 3-HT

- Alle Bolzen funktionieren mit demselben Handgerät
- Der Bolzenhalter wird geändert, um den Bolzendurchmesser einzustellen
- Automatische Einstellung auf Bolzenlänge



Bolzenhalter

- X-SH F3 M6-1/4"



Bolzenhalter

- X-SH F3 M8-5/16"

Abbildung 3.1-2: Ausrüstung für Bolzenschweißgerät – Teil I

Ausrüstung für Bolzenschweißung



- Bolzenhalter
- X-SH F3 M10-3/8"



- Bolzenhalter
- X-SH F3 M12-1/4"



- Stützbein X-SL F3
- Stützbein für senkrecht Schweißen



- Ladegerät C 53
- Aufladen der Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit
 - Schnellladetaste verfügbar



- Erdungskabel X-GC F3
- Schließen des Stromkreises



- Magnetische Erdungsklemme X-MC F3
- Schließen des Stromkreises



- Werkzeug zum Auswechseln des Bolzenhalters X-SHT F3
- Muss zum Austausch des Bolzenhalters verwendet werden

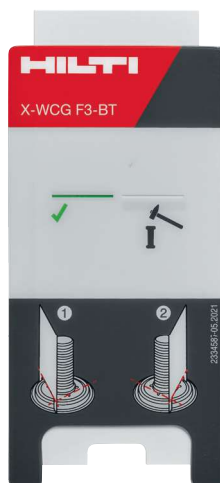
Abbildung 3.1-3: Ausrüstung für Bolzenschweißgerät – Teil II

Montageausrüstung



Setwerkzeug für Dichtscheibe X-WST F3-BT

- Setwerkzeug mit unterschiedlichen Adaptoren kann für metrische (M6, M8, M10, M12) und zöllige (3/8", 1/2") Bolzen verwendet werden
 - M6: grün
 - M8: gelb
 - M10/ 3/8": rot
 - M12/ 1/2": blau



Prüflehre X-WCG F3-BT

Abbildung 3.1-4: Montageausrüstung

Stützplatte



Stützplatten sind optional erhältlich, um die Lastverteilung für F-BT-MR SN-Bolzen mit Dichtscheiben zu unterstützen. Die Platte wird an der Basis des Bolzens um die Unterlegscheibe herum installiert, um eine ebene Oberfläche für das befestigte Material zu schaffen. Dies hilft, Biegemoment-Effekte auf das Basis- oder Ausgangsmaterial zu übertragen.

Abbildung 3.1-5: Stützplatte

Mess- und Prüfgeräte



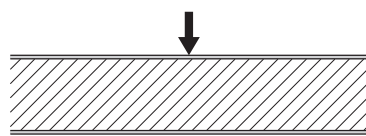
Das beschriebene Produkt ist ein spezifisches System zum Testen von Bolzen. Es besteht aus einer mechanischen Buchse, die durch eine hydraulische Lastzelle verläuft und die auf den Bolzen ausgeübte Last direkt misst.

Abbildung 3.1-6: Mess- und Prüfgeräte

3.2 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Oberflächenvorbereitung

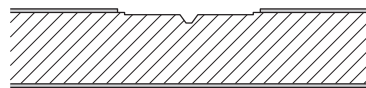
Die Oberflächenvorbereitung vor dem Verbinden ist ein obligatorischer Schritt, um die Integrität der Schweißfuge zu gewährleisten. Es muss sichergestellt werden, dass die Oberfläche des Ausgangsmaterials sauber, frei von Ablagerungen und Beschichtungen, trocken und frei von organischen Materialien ist. Das Vorbereitungsverfahren für Oberflächen reinigt nicht nur den Stahl, sondern bietet auch ein geeignetes Oberflächenprofil, um akzeptable Schweißergebnisse zu erzielen. Um eine zuverlässige Schweißleistung über verschiedene Beschichtungen und Stahloberflächen hinweg zu gewährleisten, muss die Schweißoberfläche mit den empfohlenen Hilti-Oberflächengeräte vorbereitet werden. Dieser Abschnitt enthält die Schritte zur Oberflächenvorbereitung, die Auswahl der Oberflächengeräte und die Richtlinien zur Oberflächenprüfung für verschiedene Ausgangsmaterial-Beschichtungstypen.

Oberflächenbearbeitung



Bolzenposition markieren

- Verwenden Sie eine mittlere Lochzange, um die Bolzenposition zu markieren



Oberfläche vorbereiten

- Beschichtetes Ausgangsmaterial: Beschichtung entfernen
- Unbeschichtetes Ausgangsmaterial: Rost, Schmutz, Verunreinigungen entfernen
- Bohrgerät SF 8M-A22 oder SF6(H)-22 verwenden
- Passen Sie den Akku-Schraubenzieher an die richtige Geschwindigkeit an
- Gang gemäß Gebrauchsanweisung (IFU) / Bedienungsanleitung (OI) auswählen:
 - SF 8M-A22: Gang 3 (1.250 U/min)
 - SF 6H-22: Gang 2 (2.000 U/min)
- Setzen Sie das empfohlene Oberflächengerät ein, das dem Ausgangsmaterial entspricht, basierend auf Abbildung 3.1-2 unten
- Fehlender Schritt – Oberfläche gemäß Gebrauchsanweisung vorbereiten

Abbildung 3.2-1: Oberflächenbearbeitung

Abbildung 3.2-2 zeigt die Empfehlungen für die Oberflächengeräte für verschiedene Ausgangsmaterialien, Beschichtungsarten und Dicken mit einer Zuordnung zu den entsprechenden Bolzen.

Empfehlungen für Oberflächengerät			
Oberflächengerät	FX 3-ST d14	FX 3-ST d20	FX 3-ST d20
Beschichtung des Ausgangsmaterials	Typ I	Typ II	Typ II
	Schweißbarer Haftvermittler Schwarzer Stahl mit Walzzunder	Nicht verschweißbarer Haftvermittler Feuerverzinkte Beschichtung Duplex-Beschichtung Mehrfachbeschichtung	Nicht verschweißbarer Haftvermittler Feuerverzinkte Beschichtung Duplex-Beschichtung Mehrfachbeschichtung
Beschichtungsdicke des Ausgangsmaterials	$t_c \leq 25 \mu\text{m}$	$t_c \leq 1000 \mu\text{m}$	$t_c \leq 1000 \mu\text{m}$
Art des Bolzens	F-BT-MR	F-BT-MR	F-BT-MR SN

Abbildung 3.2-2: Empfehlungen für Oberflächengerät

Der gereinigte Schweißbereich muss auf eine angemessene Oberflächenvorbereitung überprüft werden. Die empfohlene Tiefe der Oberflächenvorbereitung ist in Abbildung 3.2-3 angegeben.

Empfehlung zur Oberflächenvorbereitung

Ausgangsmaterial Beschichtung Typ I		Bezeichnung	Durchmesser der vorbereiteten Oberfläche	Empfohlene Tiefe der Oberflächenvorbereitung	
			d_p	x	
		Metrische Größe			
		FX 3-ST d14	14 mm	0,2 mm	
		Zöllige Größe			
		FX 3-ST d14	0,551"	0,008"	
Ausgangsmaterial Beschichtung Typ II		Bezeichnung	Durchmesser der vorbereiteten Oberfläche	Höhe des glänzenden Rings	
			d_p	x	
		Metrische Größe			
		FX 3-ST d20	20 mm	0,2 mm	
		Zöllige Größe			
		FX 3-ST d20	0,787"	0,008"	

Abbildung 3.2-3: Empfehlung zur Oberflächenvorbereitung

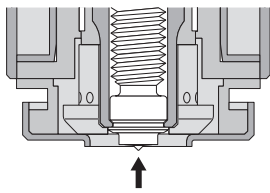
Die Oberflächentiefe ist 0,2 mm niedriger als der glänzende Ring. Die vorbereitete Oberfläche muss glänzend poliert aussehen. Die Inspektion ist im Einzelnen in folgenden technischen Unterlagen vorgesehen: Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10] und Gebrauchsanweisung (IFU).

3.3 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Schweißprozess

CSF ist eine Lichtbogentechnik (783), bei der ein Bolzen durch Erwärmen beider Teile mit einem Bogen auf ein Stahl-Ausgangsmaterial geschweißt wird. Sie wird mit Abschirmgas vorgenommen.

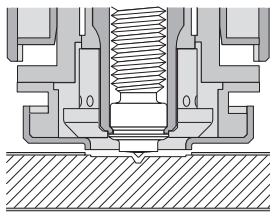
Bolzenschweißung

- Einfache und ergonomische Bedienung.
- Vollständig computergesteuerte und automatisierte Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit.
- Die Möglichkeit, den Bolzenhalter zu wechseln, ermöglicht die Verwendung eines einzigen Handgeräts für verschiedene Bolzengrößen.



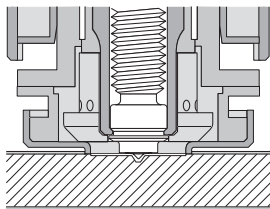
Bolzenschweißgerät vorbereiten

- H-Code des Bolzens identifizieren
- Stellen Sie das Gerät ein, indem Sie den Schweißcode (H-Code) auswählen
- Drücken Sie den Bolzen in die Gerätevorderseite, bis er deutlich einrastet

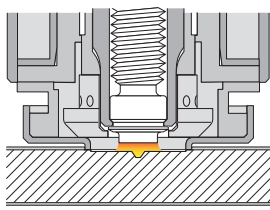


Bolzen positionieren

- Positionieren Sie die Bolzenspitze über der Mitte der vorbereiteten Oberfläche

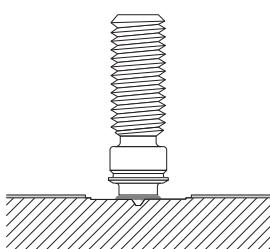
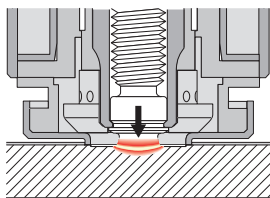


Handgerät auf Untergrundmaterial pressen



Verfahren des Bolzenschweißgeräts beginnen

- Gerät auslösen
- Schweißvorgang wird automatisch gestartet
- Bolzen wird automatisch angehoben
- Lichtbogen wird automatisch entzündet
- Lichtbogen schmilzt Bolzenbasis und Ausgangsmaterial
- Bolzen wird automatisch in das geschmolzene Material eingetaucht
- Lichtbogen wird gelöscht und Metall kühlt ab



Bolzen überprüfen

- Gerät entfernen
- Schweißfuge überprüfen

Abbildung 3.3-1: CSF-Schweißvorgang

3.4 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Schweißparameter

Die grundlegenden Parameter zur Beschreibung des Verfahrens des Akku-Bolzenschweißgeräts (CSF) lauten wie folgt:

- Polarität
- Schweißstrom
- Zeitaufwand für das Schweißen
- Vorsprung
- Anheben
- Schweißschutz

Polarität gibt die Stromflussrichtung zwischen dem Bolzen und dem Ausgangsmaterial im externen Stromkreis an. Gleichstrom (DC) fließt in eine Richtung, was zu einer konstanten Gleichstrompolarität führt. Im Schweißkreislauf ist der Bolzen negativ und das Ausgangsmaterial positiv, was zu einem Strom von Elektronen vom Bolzen zum Ausgangsmaterial führt. Schweißstrom und Schweißzeit werden über den Schweißcode (H-Code) am FX 3-A Gerät gesteuert und entsprechen dem Stehbolzendurchmesser. Die Schweißenergie ist während des gesamten Verfahrens für das Akku-Bolzenschweißgerät für jeden Schweißcode konstant. Weitere Informationen zur Energieregulierung finden Sie in Abschnitt 3.5. Das Verfahren wird durch ein Abschirmgassystem geschützt, das in Abschnitt 3.7 näher beschrieben wird.

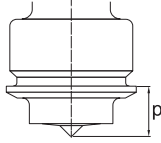
Basisparameter des CSF-Schweißverfahrens

Bezeichnung	H-Code	Schweißstrom	Zeitaufwand für das Schweißen	Vorsprung	Anheben	Schweißschutz
Metrisch						
F-BT-MR M6 x L (6)	H2	250 bis 280 A	150 bis 180 ms	4,2 bis 4,6 mm	2,3 bis 2,8 mm	Abschirmgas und Lichtbogenkontrolle mit Magnetfeld
F-BT-MR M8 x L (8)	H3		245 bis 285 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR M10 x L (10)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR M12 x L (10)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR M6 x L SN (4)	H1	250 bis 280 A	80 bis 110 ms	4,2 bis 4,6 mm	2,3 bis 2,8 mm	Abschirmgas und Lichtbogenkontrolle mit Magnetfeld
F-BT-MR M8 x L SN (4)	H1		80 bis 110 ms	4,2 bis 4,6 mm		
F-BT-MR M6 x L SN (6)	H2		150 bis 180 ms	4,2 bis 4,6 mm		
F-BT-MR M8 x L SN (8)	H3		245 bis 285 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR M10 x L SN (10)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR M10 x L SN (10)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		
Zöllig						
F-BT-MR 3/8 x L SN (5/32)	H1	250 bis 280 A	80 bis 110 ms	4,2 bis 4,6 mm	2,3 bis 2,8 mm	Abschirmgas und Lichtbogenkontrolle mit Magnetfeld
F-BT-MR 3/8 x L (3/8)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR 1/2 x L (3/8)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		
F-BT-MR 3/8 x L SN (3/8)	H10	250 bis 280 A	390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm	2,3 bis 2,8 mm	Abschirmgas und Lichtbogenkontrolle mit Magnetfeld
F-BT-MR 1/2 x L SN (3/8)	H10		390 bis 440 ms	4,4 bis 4,8 mm		

Tabelle 3.4-1: Grundlegende Parameter

Der Hub ist der Abstand zwischen der Bolzenspitze und dem Ausgangsmaterial innerhalb des Bolzenschweißgerät-Verfahrens.

Vorsprung



Vorsprung p

- Abstand zwischen der Bolzenspitze und der Schnittstelle des Bolzenhalters

Abbildung 3.4-1: Vorsprung

3.5 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Energieregulierung

Die FX 3-A-Energiequelle liefert durch den Schweißprozess konsistente Energie, um die entsprechende Energie in die Materialien zu liefern. Dies wird erreicht, indem Strom und Spannung reguliert werden. Nachfolgend finden Sie ein Beispiel für die Energieregulierung durch Einstellung der Leistung über Spannung und Strom.

Wenn eine Widerstandsänderung auftritt, reagiert die Energiequelle automatisch, indem sie den Strom und die Spannung entsprechend anpasst und somit die gelieferte Leistung reguliert.

Leistungsregelung im Zeitverlauf für Schweißverfahren

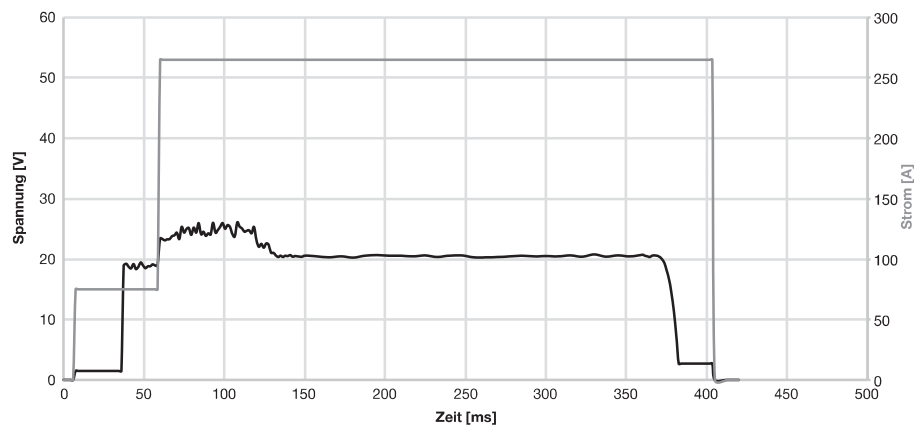
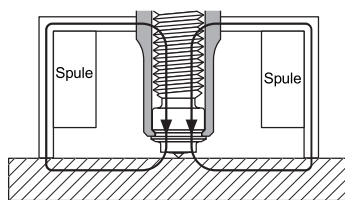


Abbildung 3.5-1: Leistungsregelung im Zeitverlauf für Schweißverfahren

3.6 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Magnetlichtbogen-Steuerung

Das Bolzenschweißen (CSF) ist eine Lichtbogentechnik (DA), bei der der Lichtbogen durch ein Magnetfeld gesteuert wird. Während des Bolzenschweißens (CSF) wird ein Magnetfeld um den Lichtbogen herum erzeugt. Beim Bolzenschweißen können magnetische Blaseffekte durch unregelmäßige Stromverteilung im Ausgangsmaterial die Schweißqualität beeinträchtigen. Zur Minimierung und Kontrolle magnetischer Blaseffekte bietet das CSF-System eine Lichtbogenkontrolle durch die Verwendung eines Magnetfeldes, für weitere Details siehe Abbildung 3.6-1.

Lichtbogenkontrolle durch Magnetfeld



Das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) verfügt über eine integrierte Lichtbogensteuerung durch ein Magnetfeld, das den Lichtbogen leitet und formt. Das Magnetfeld wird um den Bogen herum erzeugt, um ihn präzise zu positionieren, zu schwingen und zu stabilisieren. Dadurch wirkt das Magnetfeld dem Lichtbogen entgegen.

Abbildung 3.6-1: Lichtbogenkontrolle durch Magnetfeld

3.7 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Schweißschutz

Der Schweißschutz wird durch ein Abschirmgassystem gewährleistet. Die Hauptmerkmale des Abschirmgassystems sind das Gas selbst, die Gasflussverteilung und der Verteilerring.

Abschirmgas

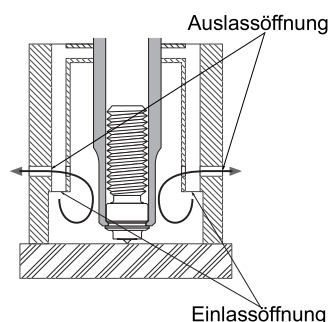
M21-ArC-18
gemäß EN ISO 14175 [4]

Das Abschirmgas enthält eine Zusammensetzung von 18 % Kohlendioxid in Argon. Das Produkt ist gemäß EN ISO 14175 genormt. M21-ArC-18 ist in der Gruppe M21 integriert. Argon ist ein Edelgas mit geringer Reaktivität, das dazu beiträgt, den Schweißprozess vor der Reaktion mit der umgebenden Atmosphäre zu schützen.

Tabelle 3.6-1: Abschirmgas

Der Gasdurchfluss beträgt 3 L/min. Abbildung 3.7-1 zeigt die Gasflussverteilung.

Verteilung des Gasflusses

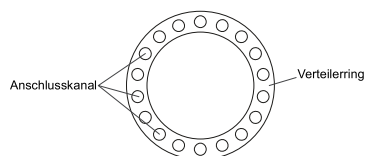


Der Gasfluss ist konstant und fließt wie im Diagramm links dargestellt. Er deckt die Schweißzone über das gesamte Schweißverfahren ab. Die lichtbogenförmige Gasströmungscharakteristik verhindert Oxidation durch die Vermeidung von Gasturbulenzen.

Abbildung 3.7-1: Verteilung des Gasflusses

Abbildung 3.7-2 zeigt den Verteilerring.

Verteilerring

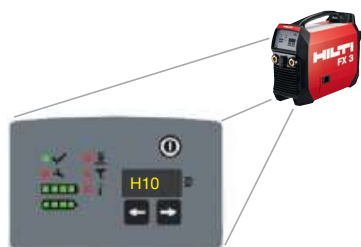


Der Verteilerring dient als Gasdiffusor, um eine gleichmäßige Gasverteilung über das mit dem Ausgangsmaterial verbundene Bolzenelement zu gewährleisten. Er ist für einen niedrigeren Druck ausgelegt, sodass die Abschirmung mit der in der Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit (CSF) FX 3-A implementierten Gasdose FX 3-GC erreicht werden kann.

Abbildung 3.7-2: Verteilerring

3.8 Aktiver Fusionsindikator (AFI)

Aktiver Fusionsindikator (AFI)

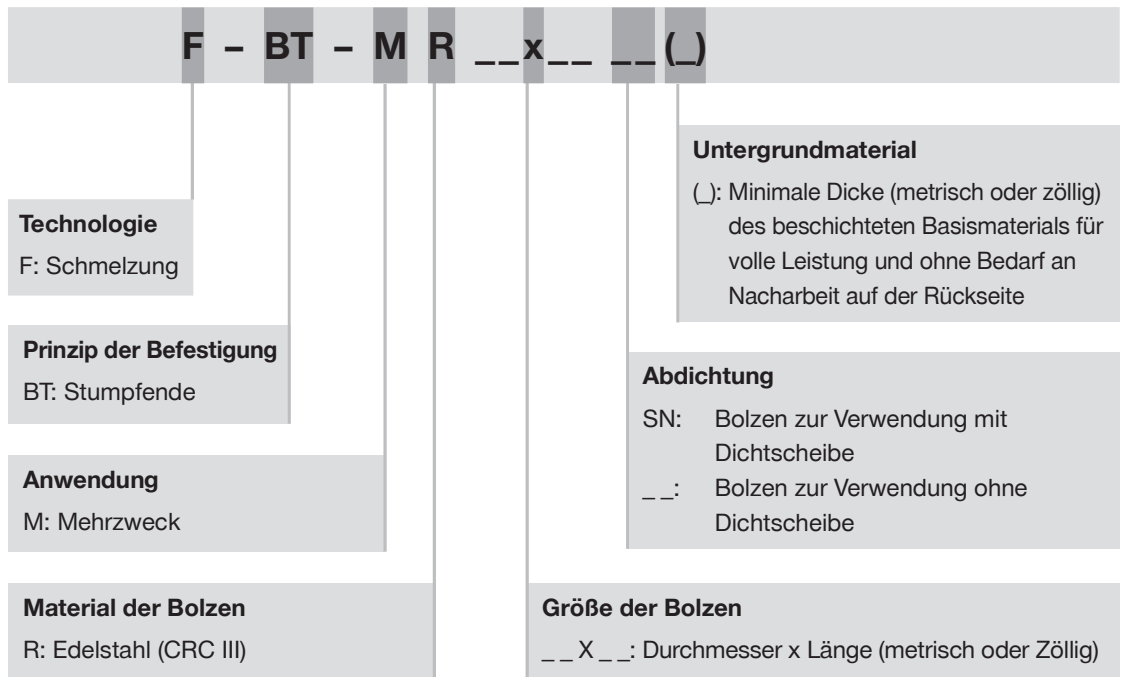


Das Hilti-FX-3 Gerät verfügt über eine integrierte Verfahrenskontrolle, die hilft, Fehler vor, während oder nach dem Schweißvorgang zu erkennen. Ein Fehler wird durch einen F-Code auf der Anzeige des Geräts angezeigt.

Abbildung 3.8-1: Aktiver Fusionsindikator (AFI)

4 F-BT BOLZENBESCHREIBUNG

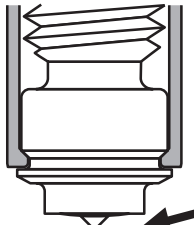
4.1 Bolzenbezeichnung



4.2 Prinzipien der Bolzen-Konstruktion

Die Bolzen-Konstruktion umfasst eine Zentrier- und Zündspitze sowie einen Schnittstellenhalter, um eine korrekte Bolzenpositionierung und eine korrekte Bolzenschweißung zu gewährleisten.

Zentrier- und Zündspitze

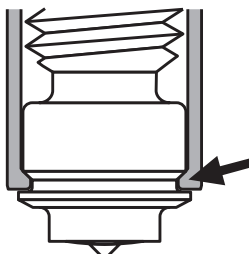


- Zentrierspitze für Positionierung erforderlich
- Zündspitze für Lichtbogenschlag erforderlich

Abbildung 4.2-1: Zentrier- und Zündspitze

Das Bolzenzufuhrsystem besteht hauptsächlich aus einer speziellen Bolzenhalter-Schnittstelle als Teil des Handgeräts. Diese Schnittstelle stellt die mechanische und elektrische Verriegelung sicher. Die Bolzenverbindung an der Bolzenvorderseite ermöglicht die Verwendung für verschiedene Bolzenlängen mit derselben Bolzenhalter-Schnittstelle. Abbildung 4.2-2 zeigt die Schnittstelle des Bolzenhalters als Teil des Bolzenzufuhrsystems.

Schnittstelle des Bolzenhalters

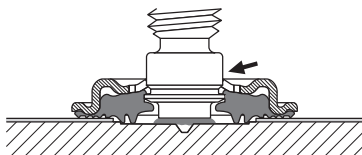


- Bietet mechanische und elektrische Verriegelung
- Vorderer Anschluss ermöglicht die Verwendung verschiedener Bolzenlängen
- Schnittstelle im Handgerät integriert

Abbildung 4.2-2: Schnittstelle des Bolzenhalters

Die Dichtscheibe schützt das Ausgangsmaterial vor Korrosion. Die Dichtscheibe hält den Bolzen an der Schnittstelle der Dichtscheibe.

Schnittstelle der Dichtscheibe



- Bietet eine Klemmsperre zwischen Bolzen und Dichtscheibe

Abbildung 4.2-3: Schnittstelle der Dichtscheibe

4.3 Empfehlung für Bolzen

Bolzen mit Dichtscheibe zur Befestigung auf beschichtetem Material	Bolzen ohne Dichtscheibe zur Befestigung auf beschichtetem und unbeschichtetem Material
F-BT-MR SN	F-BT-MR
Metrische Größen: M6, M8, M10, M12	Metrische Größen: M6, M8, M10, M12
Zöllige Größen: 3/8"	Zöllige Größen: 3/8", 1/2"
Abdichtung durch Unterlegscheibe	Abdichtung durch Lackierung

Abbildung 4.3-1: Empfehlung für Bolzen

Edelstahlbolzen F-BT-MR SN mit Dichtscheibe für dünnes Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial	Beschichtetes Material, reduzierte Ausgangsmaterial-Dicke $T_{II} = 4 \text{ mm}$		
Modellskizze			
L Gewindelänge	25 mm	25 mm	1"
Bezeichnung	F-BT-MR M6x25 SN (4)	F-BT-MR M8x25 SN (4)	F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)

Abbildung 4.3-2: Edelstahlbolzen F-BT-MR SN mit Dichtscheibe für dünnes Ausgangsmaterial

Edelstahlbolzen F-BT-MR SN mit Dichtscheibe

Ausgangsmaterial	Beschichtetes Material, Standard-Ausgangsmaterial-Dicke T_{II}				
Modellskizze					
L Gewindelänge	25 mm	25 mm	25 und 50 mm	1, 1-1/2, 2 und 4"	25 und 50 mm
Bezeichnung	F-BT-MR M6x25 SN (6)	F-BT-MR M8x25 SN (8)	F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10)	F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1-1/2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10)

Abbildung 4.3-3: Edelstahlbolzen F-BT-MR SN mit Dichtscheibe

Edelstahlbolzen F-BT-MR ohne Dichtscheibe

Ausgangsmaterial	Beschichtetes und unbeschichtetes Material, Standard-Ausgangsmaterial-Dicke T_{II}					
Modellskizze						
L Gewindelänge	25 mm	25 mm	25 und 50 mm	1, 1-1/2, 2 und 4"	25 und 50 mm	1-1/2 und 2"
Bezeichnung	F-BT-MR M6x25 (6)	F-BT-MR M8x25 (8)	F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x50 (10)	F-BT-MR 3/8x1 (3/8) F-BT-MR 3/8x1-1/2 (3/8) F-BT-MR 3/8x2 (3/8) F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M12x50 (10)	F-BT-MR 1/2x1-1/2 (3/8) F-BT-MR 1/2x2 (3/8)

Abbildung 4.3-4: Edelstahlbolzen F-BT-MR ohne Dichtscheibe

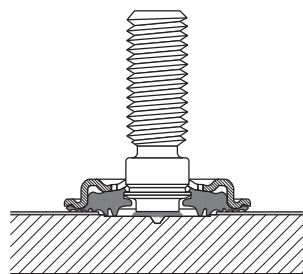
4.4 Korrosionsbeständigkeit und Langlebigkeit durch Abdichtung

Die Korrosionsbeständigkeit und Langlebigkeit in stark korrosiven Umgebungen muss bei der Konstruktion berücksichtigt werden. Die richtige Montage der Dichtscheibe ist die beste Methode, um Korrosion zu vermeiden. Um eine zuverlässige Verbindung zwischen Bolzen und Dichtscheibe zu gewährleisten, wurde eine Dichtscheiben-Schnittstelle entwickelt.

Korrosionsbeständigkeit ist definiert als die Fähigkeit, das Substrat vor Korrosion zu schützen. Die folgenden Methoden oder Behandlungen werden angewendet, um Korrosion zu widerstehen:

- Abdichtung durch Dichtscheibe
- Abdichtung durch Lackierung

Abdichtung durch Dichtscheibe



Die Dichtscheibe schützt das Untergrundmaterial und den Schweißbereich vor Korrosion. Sie besteht aus einem Chloropren-Kautschuk, der mit einer speziell geformten Edelstahl-Unterlegscheibe verbunden ist.

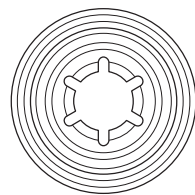
Die Dichtscheibe schafft eine robuste und langlebige Dichtungslösung für Bolzen.

Temperaturbereich im Betrieb	-40 °C bis 60 °C
------------------------------	------------------

Wasserdichtigkeit der Dichtscheibe	56d Salzsprühtest gemäß EN ISO 9227
------------------------------------	-------------------------------------

Dichtscheibe resistent gegen	UV, Salzwasser, Wasserozon, Öle usw.
------------------------------	--------------------------------------

Basierend auf umfassenden Korrosions- und Langlebigkeitstests, die im Labor durchgeführt wurden, kann eine Mindestlebensdauer von 20 Jahren angenommen werden.



Unterlegscheiben-Kappe

- Rostfreier Edelstahl
- Metallischer Träger für das Elastomermaterial
- Klemmt Elastomer gegen den Bolzen
- Gewährleistet die korrekte Positionierung der Dichtscheibe
- Druckfest



Dichtmaterial

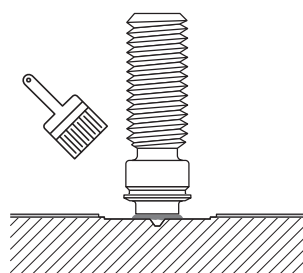
- Chloropren-Kautschuk (CR)



- Weitere Informationen finden Sie in der Gebrauchsanweisung (IFU).

Abbildung 4.4-1: Abdichtung durch Dichtscheibe

Abdichtung durch Lackierung



- Lackierung ist eine Alternative zur Verwendung von Dichtscheiben.
- Korrosionsbeständigkeit und Langlebigkeit durch Lackierung sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.
- Abdichtung durch Lackierung durch Hersteller

Abbildung 4.4-2: Abdichtung durch Lackierung

4.5 Anforderungen an den Korrosionsschutz

Um die jeweiligen Anforderungen an den Korrosionsschutz zu erfüllen, muss vorher der erwartete Korrosionsexpositions-Grad für den Befestigungspunkt überprüft werden. Beispielsweise ist die Korrosionsexposition in Umgebungen mit Meerwasser viel höher als in anderen Bereichen. Abbildung 4.5-1 zeigt eine Auswahl an Bolzen für unterschiedliche Umgebungsbedingungen.

Sowohl die F-BT-MR SN- als auch die F-BT-MR-Befestigungselemente bestehen aus 1,4571 (A5, 316Ti) Edelstahl, einem Material der Korrosionsbeständigkeits-Klasse 3 (CRC III), das ein Maß an Korrosionsschutz für die Befestigungselemente bietet. Aufgrund der einzigartigen Montage mit Oberflächenvorbereitung und Schweißen ist es wichtig, zusätzliche Dichtungsverfahren zum Korrosionsschutz der vorbereiteten Oberflächen- und Schweißbereiche bereitzustellen.

Abbildung 4.5-1 zeigt eine Auswahl an Bolzen und ihre entsprechenden Abdichtungsmethoden für unterschiedliche Umgebungsbedingungen.

Umgebungsbedingung	Befestigtes Teil	Bolzen mit Dichtscheibe zur Befestigung auf beschichtetem Material	Bolzen ohne Dichtscheibe zur Befestigung auf unbeschichtetem Material
		Abdichtung durch Unterlegscheibe	Abdichtung durch Lackierung
		F-BT-MR SN	F-BT-MR
Trockener Innenbereich	zinkbeschichteter Stahl, lackierter Stahl, Aluminium, Edelstahl	■	■
Innenbereich mit vorübergehender Kondensation		■	■
Außenbereich mit niedriger Schadstoffkonzentration		■	■
Außenbereich mit moderater Schadstoffkonzentration 1-10 km		■	■
Küstengebiete 0-1km		■	■
Außenbereich mit hoher industrieller Schadstoffkonzentration		■	■

■ Empfohlene Lösung zum Korrosionsschutz bei Montage gemäß Gebrauchsanweisung.

■ Kann zum Korrosionsschutz mit entsprechender Beschichtung und Abdichtung der Schweißzone geeignet sein. Von anderen bereitgestellter Lack.

• Weitere Informationen finden Sie im folgenden technischen Dokument: Hilti Korrosionsschutzhandbuch.

Abbildung 4.5-1: Auswahl an Bolzen für unterschiedliche Umgebungsbedingungen

4.6 Strukturelle Lastarten

Lastrichtungstypen können in fünf Gruppen eingeteilt werden: Zuglast, Druckbelastung, Querkraft, Biegemoment und Lastinteraktion. Diese Lastarten sind in Abbildung 4.6.1 dargestellt.

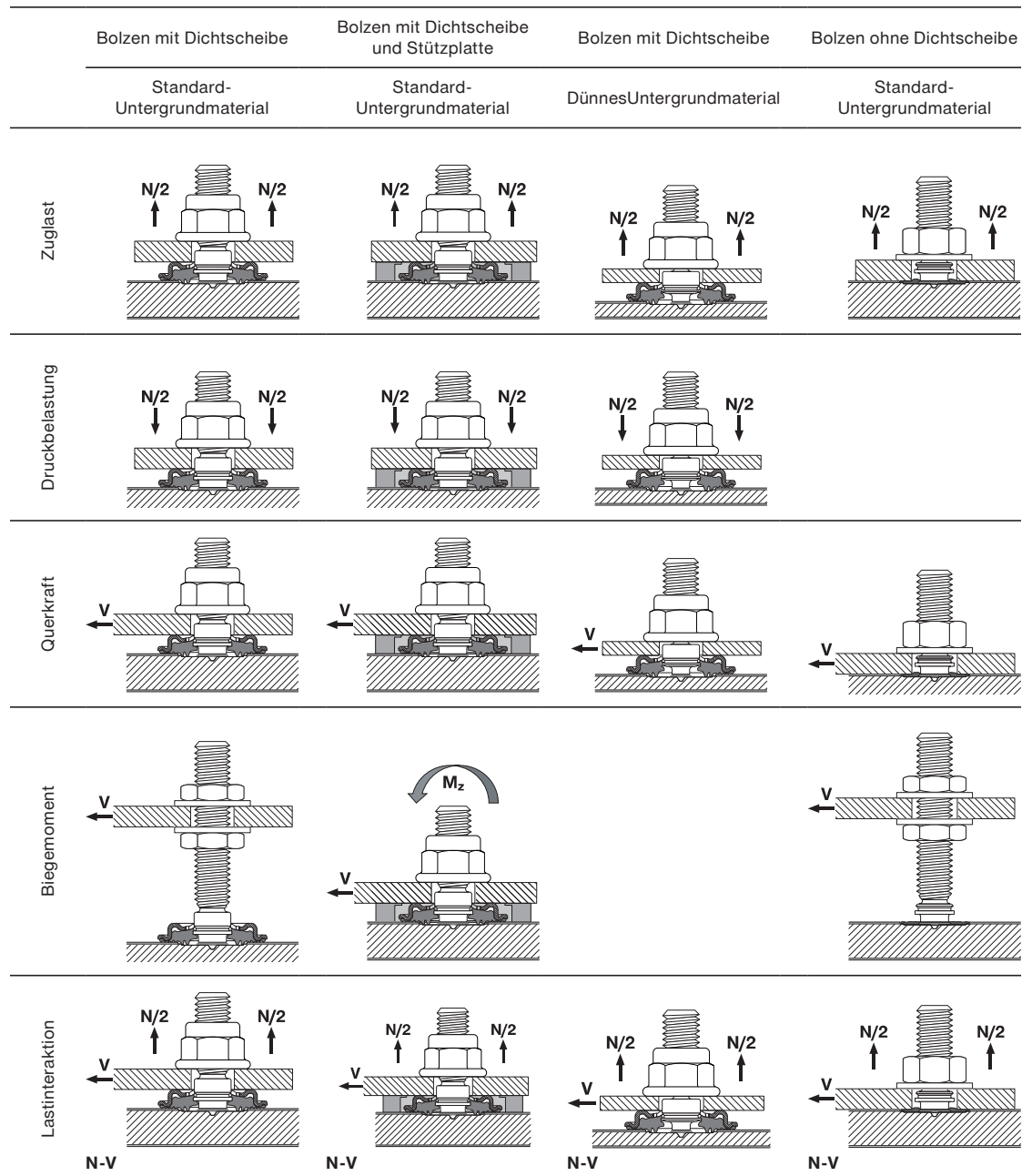


Abbildung 4.6-1: Lastrichtungs-Typen

5 TECHNISCHE DATEN FÜR F-BT-MR SN

5.1 Spezifikation der Bolzen

Abmessungen der Bolzen

	L	Gewindelänge					
	L ₁	Nominelle Bolzenlänge					
d ₁	Nenndurchmesser, Gewindedurchmesser						
d ₂	Durchmesser der Schweißfläche						
d _{h1}	Durchmesser der Dichtscheiben-Schnittstelle						
d _{h2}	Durchmesser der Bolzenhalter-Schnittstelle						
d _n	Durchmesser des Halsbereichs des Bolzens						

Bezeichnung	L	L ₁	d ₁	d ₂	d _{h1}	d _{h2}	d _n
-------------	---	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------

Metrische Größe

F-BT-MR M6x25 SN (4)	25 mm	34 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4 mm
F-BT-MR M8x25 SN (4)	25 mm	34 mm	M8	5 mm	8,6 mm	9,2 mm	4 mm
F-BT-MR M6x25 SN (6)	25 mm	34 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4,4 mm
F-BT-MR M8x25 SN (8)	25 mm	34 mm	M8	6 mm	8,6 mm	9,2 mm	6 mm
F-BT-MR M10x25 SN (10)	25 mm	34 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x50 SN (10)	50 mm	59 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x25 SN (10)	25 mm	34 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x50 SN (10)	50 mm	59 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm

Zöllige Größe

F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	1"	34 mm / 1,323"	3/8"	5 mm / 0,197"	10,6 mm / 0,417"	11,2 mm / 0,441"	4 mm / 0,157"
F-BT-MR 3 / 8x1 SN (3/8)	1"	34 mm / 1,323"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	11,2 mm / 0,441"	6,8 mm / 0,268"
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	1 1/2"	47 mm / 1,838"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	11,2 mm / 0,441"	6,8 mm / 0,268"
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	2"	59 mm / 2,339"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	11,2 mm / 0,441"	6,8 mm / 0,268"
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	4"	107 mm / 4,213"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	11,2 mm / 0,441"	6,8 mm / 0,268"

Tabelle 5.1-1: Abmessungen der Bolzen

Materialspezifikation des Bolzens und Materialeigenschaften für Teile aus Edelstahl

Bezeichnung	Element	Material	Stahlgüte	Norm	Korrosionsbeständigkeit	Norm für Korrosionsbeständigkeit
F-BT-MR SN	Bolzen	Rostfreier Edelstahl	1.4571 (A5)	EN 10088-3	CRC III	EN 1993-1-4
			316Ti	ASTM A240/A276	-	-

Tabelle 5.1-2: Materialspezifikation des Bolzens und Materialeigenschaften für Teile aus Edelstahl

Abmessungen der Dichtscheibe

	Außendurchmesser der Dichtscheibe D	Innendurchmesser der Dichtscheibe d	Kompatibilität	
			Bolzen	Dichtscheiben-Setzwerkzeug/ Adaptergröße
	Metrische Größe			
	31,5 mm	6,1 mm	F-BT-MR M6xL SN	X-WST F3-BT (M6-1/4")
	31,5 mm	7,4 mm	F-BT-MR M8xL SN	X-WST F3-BT (M8-5/16")
	31,5 mm	9,2 mm	F-BT-MR M10xL SN	X-WST F3-BT (M10-3/8")
	35,1 mm	12,2 mm	F-BT-MR M12xL SN	X-WST F3-BT (M12-1/2")
Zöllige Größe				
31,5 mm / 1,24"	9,2 mm / 0,362"	F-BT-MR 3/8"xL SN	X-WST F3-BT (M10-3/8")	

Abbildung 5.1-3: Abmessungen der Dichtscheibe

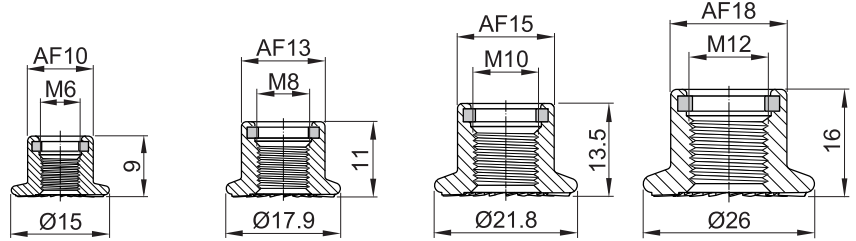
Spezifikation und Materialeigenschaften der Dichtscheibe

Bezeichnung	Element	Material	Stahlgüte	Norm	Korrosionsbeständigkeit	Norm für Korrosionsbeständigkeit
Dichtring	Metallkappe	Rostfreier Edelstahl	1.4404 (A4)	EN 10088-2	CRC III	EN 1993-1-4
		Rostfreier Edelstahl	316L	ASTM A240	-	-
Dichtring	Elastomer-Abdichtung	Chloropren-Kautschuk (CR)				

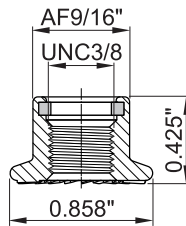
Tabelle 5.1-4: Spezifikation und Materialeigenschaften der Dichtscheibe

Abmessungen der Flansch-Stoppmutter

Metrische Größe



Zöllige Größe



i • F-BT-MR SN darf nur mit der mitgelieferten Flansch-Stoppmutter verwendet werden.

Abbildung 5.1-5: Abmessungen der Flansch-Stoppmutter

Abmessungen der Stützplatte

	Bezeichnung	Länge l	Breite w	Dicke t
	FX 3-SP S	100 mm	44 mm	5,5 mm
FX 3-SP L	100 mm	47 mm	5,5 mm	

Abbildung 5.1-6: Abmessungen der Stützplatte

Werkstoffspezifikation der Stützplatte

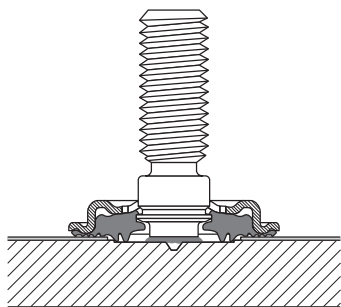
Bezeichnung	Element	Material
FX 3-SP S	Stützplatte	PA66-GF50
FX 3-SP L	Stützplatte	PA66-GF50

Tabelle 5.1-7: Werkstoffspezifikation der Stützplatte

5.2 Anwendungsempfehlung

5.2.1 Anwendungsbereich

Vorgesehener Verwendungszweck



- Zur Mehrfachbefestigung von nicht-strukturellen Bauteilen
- Zur Befestigung auf beschichtetem unlegiertem Kohlenstoffstahl für den Einsatz in Meeresatmosphären
- Bedingungen während der Montage:
 - zu verschweißende Oberfläche muss trocken und frei von Kondensation gehalten werden
 - Temperatur des Bolzens und des Untergrundmaterials: $> 0\text{ °C}$ (32 °F)
- Betriebstemperaturen -40 °C bis 60 °C (-40 °F bis 140 °F)
- Korrosionsbeständigkeit CRC III nach EN 1993-1-4
- Wasserdichtigkeit validiert durch 56 Tage Salzsprühtest nach EN ISO 9227.
- Basierend auf umfassenden Korrosions- und Langlebigkeits-Tests, die im Labor durchgeführt wurden, kann eine Mindestlebensdauer von 20 Jahren angenommen werden.

Abbildung 5.2.1-1: Vorgesehener Verwendungszweck

5.2.2 Befestigtes Material

Eigenschaften des befestigten Materials

Bezeichnung	Dicke des befestigten Materials		Bohrungstoleranz	
	$t_{l, \min}$	$t_{l, \max}$	$d_{f, \min}$	$d_{f, \max}$
Metrische Größe				
F-BT-MR M6x25 SN (4)	3,5 mm	10 mm	8 mm	9,5 mm
F-BT-MR M8x25 SN (4)		10 mm	9,5 mm	12 mm
F-BT-MR M6x25 SN (6)		10 mm	8 mm	9,5 mm
F-BT-MR M8x25 SN (8)		10 mm	9,5 mm	12 mm
F-BT-MR M10x25 SN (10)		10 mm	12 mm	15 mm
F-BT-MR M10x50 SN (10)		20 mm	12 mm	15 mm
F-BT-MR M12x25 SN (10)		10 mm	15 mm	18,5 mm
F-BT-MR M12x50 SN (10)		20 mm	15 mm	18,5 mm
Zöllige Größe				
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	1/8" / 3,5 mm	10 mm / 3/8"	0,472" / 12 mm	0,571" / 14,5 mm
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)		10 mm / 3/8"		
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)		20 mm / 3/4"		
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)		20 mm / 3/4"		
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)		20 mm / 3/4"		



• Mindest-Festmaterialdicke $t_{l, \min}$ kann durch die Verwendung von mehreren Schichten erreicht werden.

Tabelle 5.2.2-2: Eigenschaften des befestigten Materials

5.2.3 Ausgangsmaterial

Spezifikation des Ausgangsmaterials Subgruppe 1.1, 1.2 gemäß CEN ISO/TR 15608

Standard- / Anwendungsbereich	Stahlgüte
EN 10025-2	S235JR +N (oder +AR) bis S355K2 +N (oder +AR)
EN 10025-3	S275N /NL bis S355N /NL
ASTM	ASTM A36, ASTM 572 Grad 50
Schiffbaustahl	A, B, D, E, AH 32, DH 32, AH 36, DH 36, EH 36
Kohlenstoffäquivalent-Wert: CEV ≤ 0,45	$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Tabelle 5.2.3-1 Spezifikation des Ausgangsmaterials

Eigenschaften des Ausgangsmaterials

	$t_{l,min}$	$t_{l,max}$
Metrische Größe		
F-BT-MR M6xL SN (4)	4 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)		
F-BT-MR M6xL SN (6)	6 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL SN (8)	8 mm	30 mm
F-BT-MR M10xL SN (10)	10 mm	30 mm
F-BT-MR M12xL SN (10)		
Zöllige Größe		
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	4 mm / 5/32"	30 mm / 1 1/8"
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	10 mm / 3/8"	30 mm / 1 1/8"

Tabelle 5.2.3-2: Eigenschaften des Ausgangsmaterials

Form des Ausgangsmaterials

Zulässige Formen des Ausgangsmaterials	Flachstahl, gebogener Stahl mit $R \geq 600$ mm
--	---

Tabelle 5.2.3-3: Form des Ausgangsmaterials

Positionierung der Bolzen im Ausgangsmaterial

Bezeichnung	Abstand zwischen Bolzen s_{\min}	Randabstand c_{\min}
Metrische Größe		
F-BT-MR M6xL SN (4)	35 mm	38 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)		
F-BT-MR M6xL SN (6)		
F-BT-MR M8xL SN (8)		
F-BT-MR M10xL SN (10)		
F-BT-MR M12xL SN (10)		
Zöllige Größe		
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	35 mm / 1 3/8"	38 mm / 1 1/2"
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)		

Tabelle 5.2.3-4: Positionierung der Bolzen im Ausgangsmaterial

5.3 Leistungsdaten

Bei der Entwicklung von Stahlkonstruktionen oder -behältern werden Sicherheitsfaktoren angewendet, um die Unsicherheit bei den angewandten Lasten zu berücksichtigen, eine Sicherheitsmarge gegen Ausfälle zu bieten und Verformungen innerhalb akzeptabler Grenzen zu halten. Die meisten Konstruktionen basieren auf der Teilfactormethode oder dem Arbeitslastkonzept.

Daher konzentriert sich dieser Abschnitt auf die Darstellung der Konstruktionsbeständigkeit (Teilfactormethode) und der empfohlenen Lasten (Arbeitslastkonzept).

Konstruktionsbeständigkeit unter Zuglast, Querkraft und Biegemoment nach Teilfactormethode

Bezeichnung	Dicke des Ausgangsmaterials t_{II}	Zuglast N_{Rd}	Druckbelastung N_{Rd}	Querkraft V_{Rd}	Biegemoment M_{Rd}
Metrische Größe					
F-BT-MR M6xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	2,5 kN	11,2 kN	1,4 kN	n. a.
F-BT-MR M8xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	2,5 kN	11,2 kN	1,4 kN	
F-BT-MR M6xL SN (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	4,3 kN	11,2 kN	1,9 kN	
F-BT-MR M8xL SN (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	6,3 kN	11,2 kN	2,8 kN	
F-BT-MR M10xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	11,2 kN	5 kN	28 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	11,2 kN	5 kN	28 Nm
Zöllige Größe					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	$5/32" \leq t_{II} < 1 1/8" / 4 \leq t_{II} < 30$ mm	2,5 kN 560 lb	2520 lb / 11,2 kN	1,4 kN 315 lb	20,6 lb-ft / 28 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8" / 10 \leq t_{II} < 30$ mm	2520 lb / 11,2 kN	2520 lb / 11,2 kN	1125 lb / 5 kN	20,6 lb-ft / 28 Nm

Tabelle 5.3-1: Konstruktionsbeständigkeit unter Zugbelastung, Querkraft und Biegemoment nach Teilfactormethode

Empfohlene Zuglast, Querkraft und Biegemoment basierend auf Arbeitslastkonzept

Bezeichnung	Dicke des Ausgangsmaterials t_{II}	Zuglast N_{rec}	Druckbelastung N_{rec}	Querkraft V_{rec}	Biegemoment $M_{rec,z}$
Metrische Größe					
F-BT-MR M6xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	1,8 kN	8,0 kN	1,0 kN	n. a.
F-BT-MR M8xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	1,8 kN	8,0 kN	1,0 kN	
F-BT-MR M6xL SN (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	3,1 kN	8,0 kN	1,4 kN	
F-BT-MR M8xL SN (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	4,5 kN	8,0 kN	2,0 kN	
F-BT-MR M10xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	8,0 kN	3,6 kN	20 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	8,0 kN	3,6 kN	20 Nm
Zöllige Größe					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	$5/32'' \leq t_{II} < 1\ 1/8''$ / $4 \leq t_{II} < 30$ mm	1,8 kN / 405 lb	8,0 kN / 1800 lb	1,0 kN / 225 lb	14,7 lb-ft / 20 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	$3/8'' \leq t_{II} < 1\ 1/8''$ / $10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN / 1800 lb	8,0 kN / 1800 lb	3,6 kN / 810 lb	14,7 lb-ft / 20 Nm

Tabelle 5.3-2: Empfohlene Zuglast, Querkraft und Biegemoment basierend auf Arbeitslastkonzept

Gruppenbefestigungen

Das Gruppenverhalten wird durch die Bolzenduktilität und den tatsächlichen Abstand beeinflusst. Um eine ungünstige Position der Bolzen in Reihen oder rechteckigen Platten abzudecken, gilt folgende Regel:

	Bolzen in Reihen: <ul style="list-style-type: none"> Ein Bolzen einer Reihe von n (hier: n = 4) Bolzen wird für die gesamte Querkraft der Reihe berücksichtigt.
	Bolzen in rechteckigen Platten: <ul style="list-style-type: none"> Rechteckige Platte mit 4 Bolzen in der Ecke und Einbringung der Querkraft in der Mitte der Platte. Für die gesamte Querkraft der Gruppe werden zwei Bolzen einer Gruppe von vier Bolzen berücksichtigt.

Abbildung 5.3-3: Gruppenbefestigungen

Biegemoment zur Befestigung des Mehrlast-Schienensystems (MT)

Mehrzweck-Schienensystem (MT)	MT-B-T MT-B-T OC	MT-B-02 MT-B-02-OC	MT-B-02B MT-B-02B OC	MT-BR-40 MT-BR-40 OC
	2-Loch-Grundplatte			Kragarm
Mehrlast-Schienenbreite	42 mm	83 mm	100 mm	60 mm
Stützplatte	FX 3-SP S	FX 3-SP S	FX 3-SP S	FX 3-SP S
Bolzen	F-BT-MR M10xL SN (10)	F-BT-MR M10xL SN (10)	F-BT-MR M10xL SN (10)	F-BT-MR M10xL SN (10)
Konstruktions-Biegemoment $M_{z, Rd}$	52,8 Nm	232,8 Nm	357,6 Nm	790,0 Nm
Empfohlenes Biegemoment $M_{z, rec}$	37,7 Nm	166,3 Nm	255,4 Nm	565,0 Nm

- Die 2-Loch-Grundplatte und der Kragarm sind für die Verwendung mit der Stützplatte vorgesehen.
- Für die Konstruktion des Bolzens gilt lineare N-V- M_z -Interaktion (wobei M_z auf die Verwendung der 2-Loch-Grundplatte verweist).
- In der kommenden Version dieses Handbuchs werden die Konstruktion und die empfohlenen Biegemomente für generische Fälle von 2-Loch-Basisplatten, unterschiedliche Bolzengrößen, Plattenbreite und -dicke veröffentlicht.

Abbildung 5.3-4: Biegemoment zur Befestigung des Mehrlast-Schienensystems (MT)

Abbildung 5.3-5 zeigt ein Montagebeispiel für die 2-Loch-Grundplatte.

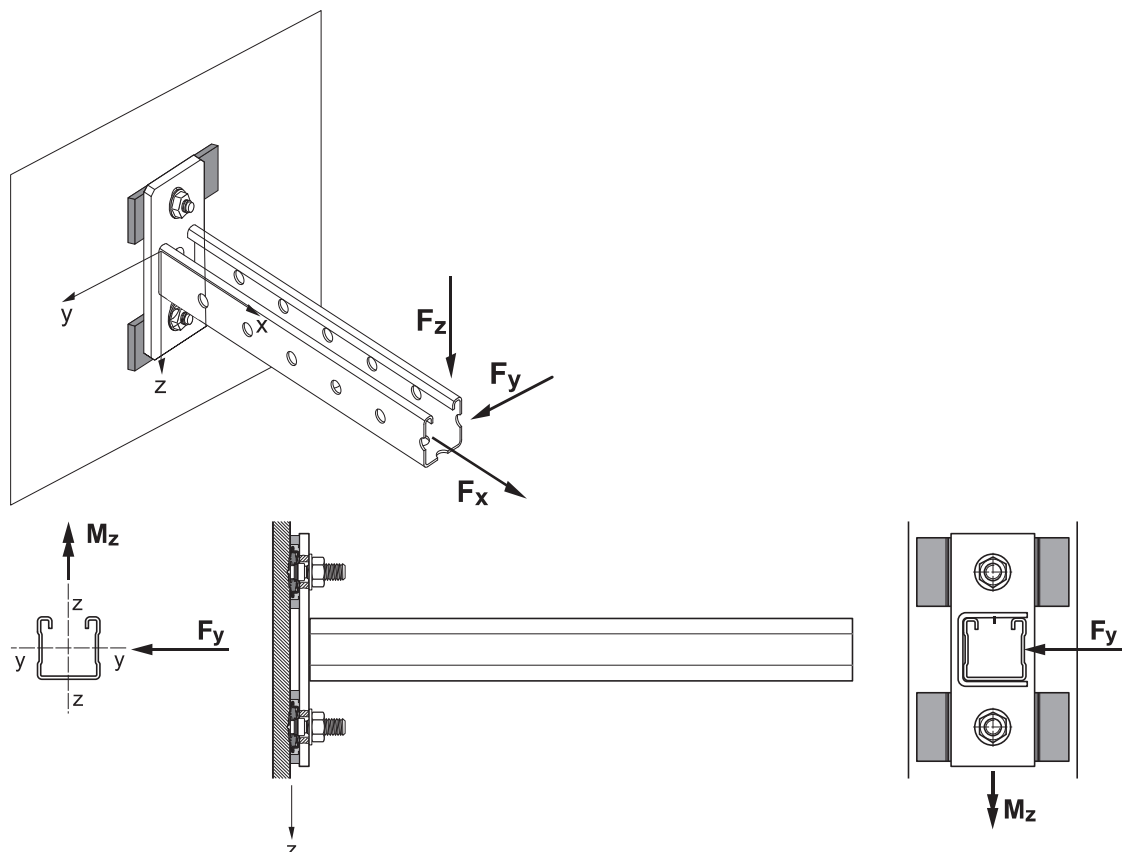


Abbildung 5.3-5: Montagebeispiel für 2-Loch-Grundplatte

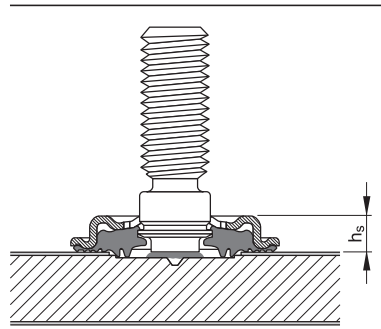
5.4 Montageempfehlungen

5.4.1 Bolzenmontage

Die folgenden Richtlinien enthalten die Spezifikationen für die CSF-Bolzenmontage. Typischerweise erfolgt die Montage in Übereinstimmung mit einem Schweißcode/einer Norm wie EN ISO 14555 oder AWS D1.6, die zusätzliche Anforderungen an die Montage stellen. Weitere Informationen zu Verfahren gemäß EN ISO 14555 finden Sie in Abschnitt 8.

5.4.2 Montageprüfung der Dichtscheibe

Prüfung der Dichtscheibe



Die Höhe zwischen der Unterlegscheibe h_s und der Beschichtungsoberfläche muss mit dem Unterlegscheiben-Prüfmesser X-WCG F3-BT überprüft werden.



- Weitere Einzelheiten entnehmen Sie bitte dem folgenden technischen Dokument: Gebrauchsanweisung (IFU).

Abbildung 5.4.2-1: Prüfung der Dichtscheibe

5.4.3 Montagedrehmoment

Montagedrehmoment

Bezeichnung	Drehmoment T_{inst}	Zu verwendender Muttertyp	Anziehwerkzeug
Metrische Größe			
F-BT-MR M8xL SN (4)	6 Nm	Flansch-Stoppmutter	Anzugsgeräte mit Drehmoment-Kontrollfunktion
F-BT-MR M8xL SN (4)	6 Nm	Flansch-Stoppmutter	
F-BT-MR M6xL SN (6)	8 Nm	Flansch-Stoppmutter	
F-BT-MR M8xL SN (8)	20 Nm	Flansch-Stoppmutter	
F-BT-MR M10xL SN (10)	30 Nm	Flansch-Stoppmutter	
F-BT-MR M12xL SN (10)	30 Nm	Flansch-Stoppmutter	
Zöllige Größe			
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	4,4 lb-ft/6 Nm	Flansch-Stoppmutter	Anziehwerkzeug mit Drehmoment-Kontrollfunktion
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	22,1 lb-ft/30 Nm	Flansch-Stoppmutter	



- F-BT-MR SN darf nur mit der mitgelieferten Flansch-Stoppmutter verwendet werden.
- Weitere Informationen finden Sie in der Gebrauchsanweisung (IFU).
- Ein angetriebenes Anzugsgerät darf nicht verwendet werden.

Tabelle 5.4.3-1: Montagedrehmoment

6 TECHNISCHE DATEN FÜR F-BT-MR

6.1 Spezifikation der Bolzen

Abmessungen der Bolzen

	L L ₁ d ₁ d ₂ d _{h1} d _{h2} d _n			Gewindelänge Nominelle Bolzenlänge Nenndurchmesser, Gewindedurchmesser Durchmesser der Schweißfläche Durchmesser der Bolzenfläche Durchmesser der Bolzenhalter-Schnittstelle Durchmesser des Halsbereichs des Bolzens			
	Bezeichnung	L	L ₁	d ₁	d ₂	d _{h1}	d _{h2}

Metrische Größe

F-BT-MR M6x25 (6)	25 mm	30 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4,4 mm
F-BT-MR M8x25 (8)	25 mm	30 mm	M8	6 mm	8,6 mm	9,2 mm	6 mm
F-BT-MR M10x25 (10)	25 mm	30 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x50 (10)	50 mm	55 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x25 (10)	25 mm	30 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x50 (10)	50 mm	55 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm

Zöllige Größe

F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	1"	31 mm / 1,220"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)	1 1/2"	43 mm / 1,693"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8"x2 (3/8)	2"	56 mm / 2,205"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8"x4 (3/8)	4"	107 mm / 4,213"	3/8"	7,2 mm / 0,283"	10,6 mm / 0,417"	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)	1 1/2"	43 mm / 1,693"	1/2"	7,2 mm / 0,283"	13,4 mm / 0,528"	0,441"/ 14 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	2"	56 mm / 2,205"	1/2"	7,2 mm / 0,283"	13,4 mm / 0,528"	0,441"/ 14 mm	0,268"/ 6,8 mm

Tabelle 6.1-1 Abmessungen der Bolzen

Materialspezifikation der Bolzen

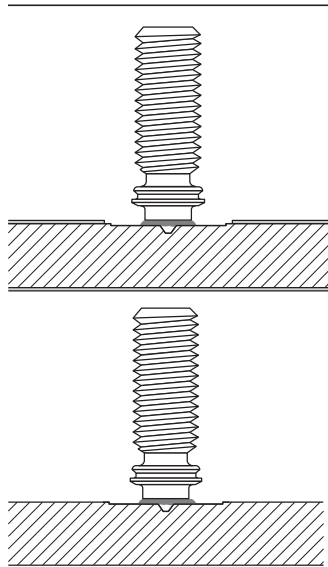
Bezeichnung	Element	Material	Stahlgüte	Norm	Korrosionsbeständigkeit	Norm für Korrosionsbeständigkeit
F-BT-MR	Bolzen	Rostfreier Edelstahl	1.4571 (A5)	EN 10088-3	CRC III	EN 1993-1-4
			316Ti	ASTM A240/A276	-	-

Tabelle 6.1-2 Materialspezifikation der Bolzen

6.2 Anwendungsempfehlung

6.2.1 Anwendungsbereich

Vorgesehener Verwendungszweck



- Zur Mehrfachbefestigung von nicht-strukturellen Bauteilen
- Zur Befestigung auf beschichtetem und unbeschichtetem unlegiertem Kohlenstoffstahl für den Einsatz in Meeresatmosphären
- Bedingungen während der Montage:
 - Die zu verschweißende Oberfläche muss trocken und frei von Kondensation gehalten werden
 - Temperatur des Bolzens und des Untergrundmaterials: $> 0\text{ °C}$ (32 °F)
- Betriebstemperaturen -40 °C bis 60 °C (-40 °F bis 140 °F)

Abbildung 6.2.1-1 Verwendungszweck

6.2.2 Befestigtes Material

Eigenschaften des befestigten Materials

Bezeichnung	Dicke des befestigten Materials		Bohrungstoleranz	
	$t_{l, \min}$	$t_{l, \max}$	$d_{f, \min}$	$d_{f, \max}$
Metrische Größe				
F-BT-MR M6x25 (6)	4,5 mm	10 mm	8,5 mm	10 mm
F-BT-MR M8x25 (8)		10 mm	10 mm	12,5 mm
F-BT-MR M10x25 (10)		10 mm	12,5 mm	15,5 mm
F-BT-MR M10x50 (10)		20 mm	12,5 mm	15,5 mm
F-BT-MR M10x25 (10)		10 mm	15,5 mm	19 mm
F-BT-MR M12x50 (10)		20 mm	15,5 mm	19 mm
Zöllige Größe				
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	4,5 mm / 3/16"	10 mm / 3/8"	0,492"/ 12,5 mm	0,591"/ 15 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)		20 mm / 3/4"		
F-BT-MR 3/8x2 (3/8)		20 mm / 3/4"		
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)		20 mm / 3/4"		
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)		20 mm / 3/4"	0,591"/ 15 mm	0,768"/ 19,5 mm
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)		20 mm / 3/4"		



- Dicke des befestigten Materials $t_{l, \min}$ kann durch die Verwendung von mehreren Schichten erreicht werden.

Tabelle 6.2.2-1: Eigenschaften des befestigten Materials

6.2.3 Ausgangsmaterial

Spezifikation des Ausgangsmaterials: Subgruppe 1.1, 1.2 gemäß CEN ISO/TR 15608

Standard- / Anwendungsbereich	Stahlgüte
EN 10025-2	S235JR +N (oder +AR) bis S355K2 +N (oder +AR)
EN 10025-3	S275N /NL bis S355N /NL
ASTM	ASTM A36, ASTM 572 Grad 50
Schiffbaustahl	A, B, D, E, AH 32, DH 32, AH 36, DH 36, EH 36
Kohlenstoffäquivalent-Wert: CEV ≤ 0,45	$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Tabelle 6.2.3-1: Spezifikation des Ausgangsmaterials

Eigenschaften des Ausgangsmaterials

Bezeichnung	Dicke des Ausgangsmaterials			
	t _{II, min}	t _{II, max}	t _{II, min}	t _{II, max}
	(für unbeschichteten Ausgangsstahl)		(für beschichteten Ausgangsstahl)	
Metrische Größe				
F-BT-MR M6xL (6)	2 mm	30 mm	6 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL (8)	2 mm	30 mm	8 mm	30 mm
F-BT-MR M10xL (10)	2 mm	30 mm	10 mm	30 mm
F-BT-MR M12xL (10)	2 mm	30 mm	10 mm	30 mm
Zöllige Größe				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	2 mm / 0,0787"	30 mm / 1 1/8"	10 mm / 3/8"	30 mm / 1 1/8"
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	2 mm / 0,0787"	30 mm / 1 1/8"	10 mm / 3/8"	30 mm / 1 1/8"

Tabelle 6.2.3-2: Eigenschaften des Ausgangsmaterials

Form des Ausgangsmaterials

Zulässige Formen des Ausgangsmaterials	Flachstahl, gebogener Stahl mit R ≥ 600 mm
--	--

Tabelle 6.2.3-3: Form des Ausgangsmaterials

Positionierung der Bolzen im Ausgangsmaterial

Bezeichnung	Abstand zwischen Bolzen s _{min}	Randabstand c _{min}
Metrische Größe		
F-BT-MR M6xL (6)	35 mm	38 mm
F-BT-MR M8xL (8)		
F-BT-MR M10xL (10)		
F-BT-MR M12xL (10)		
Zöllige Größe		
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	35 mm / 1 3/8"	38 mm / 1 1/2"
F-BT-MR 1/2xL (3/8)		

Tabelle 6.2.3-4: Positionierung der Bolzen im Ausgangsmaterial

6.3 Leistungsdaten

Bei der Entwicklung von Stahlkonstruktionen oder -behältern werden Sicherheitsfaktoren angewendet, um die Unsicherheit bei den Gebrauchslasten zu berücksichtigen, eine Sicherheitsmarge gegen Ausfälle zu bieten und Verformungen innerhalb akzeptabler Grenzen zu halten. Die meisten Konstruktionen basieren auf der Teilfactormethode oder dem Arbeitslastkonzept.

Daher konzentriert sich dieser Abschnitt auf die Darstellung der Konstruktionsbeständigkeit (Teilfactormethode) und der empfohlenen Lasten (Arbeitslastkonzept).

Konstruktionsbeständigkeit unter Zugbelastung, Querkraft und Biegemoment nach Teilfactormethode

Bezeichnung	Dicke des Ausgangsmaterials t_{II}	Zuglast N_{Rd}	Querkraft V_{Rd}	Biegemoment M_{Rd}
Metrische Größe				
F-BT-MR M6xL (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	4,3 kN	2,5 kN	n. a.
F-BT-MR M8xL (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	6,3 kN	3,6 kN	
F-BT-MR M10xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	6,3 kN	28 Nm
F-BT-MR M12xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	6,3 kN	28 Nm
Zöllige Größe				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$3/8'' \leq t_{II} < 1 1/8''$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2520 lb/ 11,2 kN	1415 lb/ 6,3 kN	20,6 lb-ft/ 28 Nm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	$3/8'' \leq t_{II} < 1 1/8''$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2520 lb/ 11,2 kN	1415 lb/ 6,3 kN	20,6 lb-ft/ 28 Nm

Tabelle 6.3-1: Konstruktionsbeständigkeit unter Zugbelastung, Querkraft und Biegemoment nach Teilfactormethode

Empfohlene Zuglast, Querkraft und Biegemoment basierend auf Arbeitslastkonzept

Bezeichnung	Dicke des Ausgangsmaterials t_{II}	Zuglast N_{rec}	Querkraft V_{rec}	Biegemoment M_{rec}
Metrische Größe				
F-BT-MR M6xL (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	3,1 kN	1,8 kN	n. a.
F-BT-MR M8xL (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	4,5 kN	2,6 kN	
F-BT-MR M10xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	4,5 kN	20 Nm
F-BT-MR M12xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	4,5 kN	20 Nm
Zöllige Größe				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$3/8'' \leq t_{II} < 1 1/8''$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN/ 1800 lb	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 lb-ft/ 20 Nm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	$3/8'' \leq t_{II} < 1 1/8''$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN/ 1800 lb	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 lb-ft/ 20 Nm

Tabelle 6.3-2: Empfohlene Zuglast, Querkraft und Biegemoment basierend auf Arbeitslastkonzept

Gruppenbefestigungen

Das Gruppenverhalten wird durch die Duktilität der Bolzen und den tatsächlichen Abstand beeinflusst. Um eine ungünstige Position der Bolzen in Reihen oder rechteckigen Platten abzudecken, gilt folgende Regel:

	<p>Bolzen in Reihen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ein Bolzen einer Reihe von n (hier: n = 4) Bolzen wird für die gesamte Querkraft der Reihe berücksichtigt.
	<p>Bolzen in rechteckigen Platten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rechteckige Platte mit 4 Bolzen in der Ecke und Einbringung der Querkraft in der Mitte der Platte. Für die gesamte Querkraft der Gruppe werden zwei Bolzen einer Gruppe von vier Bolzen berücksichtigt.

i Anmerkung zur Konstruktion und den empfohlenen Scherwerten: Das Gruppenverhalten wird durch die Duktilität der Bolzen sowie die tatsächlichen Abstände beeinflusst.

Abbildung 6.3-3: Gruppenbefestigungen

Lastreduzierungs-Faktor für dünnes Ausgangsmaterial

Bezeichnung	Dicke des dünnen Ausgangsmaterials t_{II}	Lastreduzierungs-Faktor für		
		Zuglast	Querkraft	Biegung
Metrische Größe				
F-BT-MR M6xL (6)	$2 \leq t_{II} < 4$ mm	$\alpha = (t_{II} + 4)/8$		n. a.
F-BT-MR M8xL (8)	$2 \leq t_{II} < 4$ mm	$\alpha = (t_{II} + 1)/5$		
F-BT-MR M10xL (10)	$2 \leq t_{II} < 6$ mm	$\alpha = (t_{II} + 1,5)/7,5$		
F-BT-MR M12xL (10)	$2 \leq t_{II} < 6$ mm			
Zöllige Größe				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$0,0787" \leq t_{II} < 0,236"$	$\alpha = (t_{II} + 0,059)/0,295$		

i Für metrische Größen t_{II} in mm und für zöllische Größen in Zoll.
 Beim Schweißen auf die minimal definierten Dicken des Ausgangsmaterials ist der Hals des Bolzens der schwächste Punkt und bestimmt somit die Ausfalllast.
 Beim Schweißen auf dünnerem Ausgangsmaterial ist jedoch das Ausgangsmaterial anstelle des Halses der schwächste Punkt. Daher werden die Lastwerte reduziert.
 Folglich muss beim Schweißen auf dünnem Ausgangsmaterial ein Lastreduzierungs-Faktor bei der Berechnung der Konstruktions- oder empfohlenen Lastwerte berücksichtigt werden.

Beispiel:

- $N_{rec, rot}$ = Reduzierte empfohlene Last
- α = Lastreduzierungs-Faktor
- N_{rec} = Empfohlene Last (bei definierter Ausgangsmaterialdicke)

Aus Testdaten, die als diskrete Ausgangsmaterial-Dicken erstellt wurden, wurde die Formel für den α -Lastreduzierungs-Faktor für jeden der Bolzentypen abgeleitet.

Abbildung 6.3-4: Lastreduzierungs-Faktor für dünnes Ausgangsmaterial

6.4 Montageempfehlungen

6.4.1 Bolzenmontage

Die folgenden Richtlinien enthalten die Spezifikationen für die CSF-Bolzenmontage. Normalerweise erfolgt die Montage gemäß einem Schweißcode/einer Schweißnorm wie EN ISO 14555 oder AWS D1.6, der bzw. die zusätzliche Anforderungen an die Montage stellen. Weitere Informationen zu Verfahren gemäß EN ISO 14555 finden Sie in Abschnitt 8.

6.4.2 Montagedrehmoment

Montagedrehmoment mit Flansch-Stoppmutter

Bezeichnung	Drehmoment T_{inst}	Empfohlener Muttertyp	Anziehwerkzeug
Metrische Größe			
F-BT-MR M6xL (6)	8 Nm	Flansch-Stoppmutter gemäß EN 1663	Anziehwerkzeug mit Drehmoment-Kontrollfunktion
F-BT-MR M8xL (8)	20 Nm		
F-BT-MR M10xL (10)	30 Nm		
F-BT-MR M12xL (10)	30 Nm		
Zöllige Größe			
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	22 lb-ft/30 Nm	Flansch-Sicherungsmutter mit Sicherungszähnen gemäß ASME B 18.16.4	Anziehwerkzeug mit Drehmoment-Kontrollfunktion
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	22 lb-ft/30 Nm		



- Weitere Informationen finden Sie in der Gebrauchsanweisung (IFU).
- Ein angetriebenes Anziehwerkzeug darf nicht verwendet werden.

Tabelle 6.4.2-1: Montagedrehmoment mit Flansch-Stoppmutter

Montagedrehmoment mit feuerverzinkter (HDG) Mutter

Bezeichnung	Drehmoment T_{inst}	Möglicher Muttertyp	Anziehwerkzeug
Metrische Größe			
F-BT-MR M6xL (6)	8 Nm	HDG-Mutter	Anziehwerkzeug mit Drehmoment-Kontrollfunktion
F-BT-MR M8xL (8)	20 Nm		
F-BT-MR M10xL (10)	27 Nm		
F-BT-MR M12xL (10)	27 Nm		
Zöllige Größe			
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	27 Nm 20 lbft	HDG-Mutter	Anziehwerkzeug mit Drehmoment-Kontrollfunktion
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	27 Nm 20 lbft		



- Weitere Informationen finden Sie in der Gebrauchsanweisung (IFU).
- Ein angetriebenes Anziehwerkzeug darf nicht verwendet werden.

Tabelle 6.4.2-2: Montagedrehmoment mit feuerverzinkter (HDG) Mutter

7 BEMESSUNGSKONZEPT

7.1 Teilfaktor-Methode

EN 1993-1-1: legt die Verwendung der Teilsicherheitsfaktoren fest, die für die Konstruktion verwendet werden sollen. Die Methode des Teilsicherheitsfaktors ist eine Konstruktionsmethode, bei der Sicherheitsfaktoren auf Last- und Materialwiderstände angewendet werden.

Belastungstyp: Quasistatische Belastung

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d = \gamma_F \cdot S_k \leq R_d = R_k / \gamma_{M, F-BT}$$

wobei gilt:

S_d = Auf den Bolzen wirkende Auslegungslasten (N_{Sd} , V_{Sd} oder M_{Sd})

S_k = Auf den Bolzen wirkende charakteristische Belastungen (N_{Sk} , V_{Sk} oder M_{Sk})

γ_F = Teilsicherheitsfaktor für Maßnahmen

R_d = Auslegungswiderstand des Bolzens (N_{Rd} , V_{Rd} oder M_{Rd})

R_k = Charakteristischer Widerstand des Bolzens (N_{Rk} , V_{Rk} oder M_{Rk})

$\gamma_{M, F-BT}$ = Teilsicherheitsfaktor des Widerstands

$$\gamma_F = 1,40$$

$$\gamma_{M, F-BT} = 2,00$$

7.2 Arbeitslastkonzept

Das Arbeitslastkonzept ist eine Konstruktionsmethode, bei der die Gebrauchslast verwendet wird. Die Sicherheit in der Konstruktion kann mit einem globalen Sicherheitsfaktor für die Last und das Material beschrieben werden.

Belastungstyp: Quasistatische Belastung

$$S_k \leq R_{rec}$$

$$R_{rec} = R_k / \gamma_{tot} = R_k / (\gamma_{M, F-BT} \cdot \gamma_F) = R_k / (2,0 \cdot 1,4) = R_k / 2,8$$

wobei gilt:

S_k = Auf den Bolzen wirkende charakteristische Belastungen (N_{Sk} , V_{Sk} oder M_{Sk})

γ_{tot} = gesamter (globaler) Sicherheitsfaktor

R_{rec} = Empfohlene Lasten (N_{rec} , V_{rec} oder M_{rec})

R_k = Charakteristischer Widerstand (N_{Rk} , V_{Rk} oder M_{Rk})

$\gamma_{M, F-BT}$ = Teilsicherheitsfaktor des Widerstands

$$\gamma_F = 1,40$$

$$\gamma_{M, F-BT} = 2,00$$

7.3 Lastinteraktion

Die Tabellen 7.3-1 und 7.3-2 enthalten Interaktionsgleichungen, bei denen Bolzen gleichzeitig mit Zug, Scherung und/oder Biegemomenten beaufschlagt werden.

Lastkombination	Lastinteraktion
Scherung – Zug	$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1,2$ mit $\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1,0$ und $\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1,0$
Scherung – Biegemoment	$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1,0$
Zug – Biegemoment	$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1,0$
Scherung – Zug – Biegemoment	$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1,0$

Tabelle 7.3-1: Lastinteraktion für Konstruktionslasten

Lastkombination	Lastinteraktion
Scherung – Zug	$\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} + \frac{N_{Sk}}{N_{rec}} \leq 1,2$ mit $\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} \leq 1,0$ und $\frac{N_{Sk}}{N_{rec}} \leq 1,0$
Scherung – Biegemoment	$\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} + \frac{M_{Sk}}{M_{rec}} \leq 1,0$
Zug – Biegemoment	$\frac{N_{Sk}}{N_{rec}} + \frac{M_{Sk}}{M_{rec}} \leq 1,0$
Scherung – Zug – Biegemoment	$\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} + \frac{N_{Sk}}{N_{rec}} + \frac{M_{Sk}}{M_{rec}} \leq 1,0$

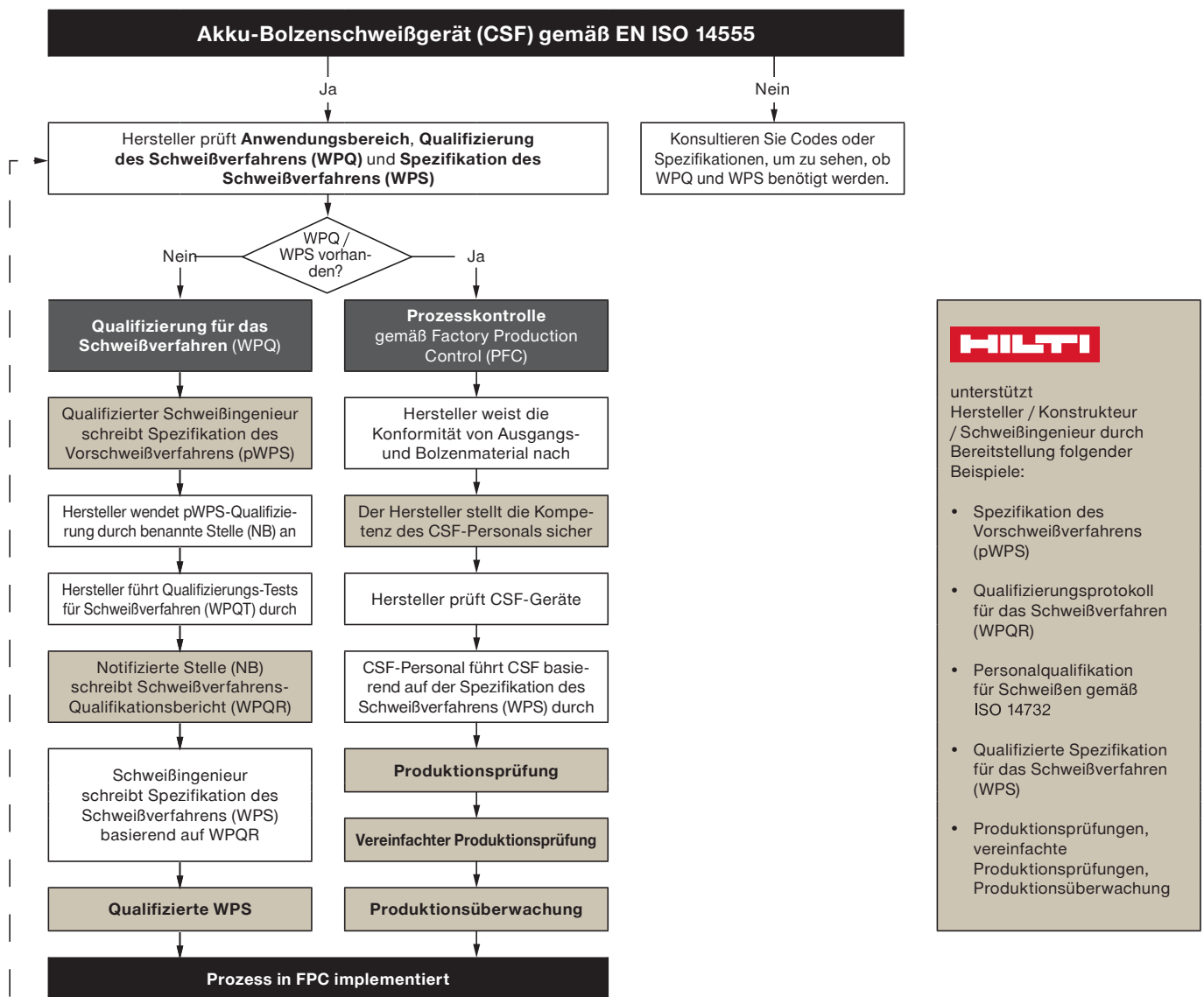
Tabelle 7.3-2: Lastinteraktion für empfohlene Lasten

8 AKKU-BOLZENSCHWEISSGERÄT (CSF) GEMÄSS EN ISO 14555

Der Zweck dieses Abschnitts ist es, den Hersteller bei der Schweißverfahrens-Qualifizierung (WPQ) und der Schweißverfahrens-Spezifikation (WPS) sowie bei der Prozesskontrolle innerhalb der Werks-Produktionskontrolle (FPC) gemäß EN ISO 14555 [5] zu unterstützen.

Zulässiger Anwendungsbereich

- CSF kann in allen Bereichen der Metallbearbeitung eingesetzt werden
- Strukturen, die einer spezifizierten statischen Belastung ausgesetzt sind
- Standard-Qualitätsanforderungen gemäß ISO 3834-3
- Anwendungstemperatur im Betrieb: $-40\text{ °C} \leq T \leq 60\text{ °C}$



WPQ und Prozesskontrolle müssen von der benannten Stelle (NB) genehmigt werden.

Abbildung 8-1: Implementierung des Akku-Bolzenschweißgerät-Verfahrens (CSF) in FPC

8.1 Qualifizierung für das Schweißverfahren (WPQ)

Typischerweise führt die Qualifizierung des Schweißverfahrens zu qualifizierten Spezifikationen des Schweißverfahrens (WPS). WPQ ist erforderlich, wenn es der Code oder die Spezifikation erfordert. Die Methode sollte zwischen den Vertragsparteien vereinbart werden. Die folgenden Qualifizierungsmethoden sind zulässig, aber die Anforderungen an die Spezifikation oder den Anwendungscode können die Wahl der Methode einschränken:

- Qualifizierung durch Schweißverfahrenstest
- Qualifizierung durch Vorserientests

8.1.1 Spezifikation des Vorschweißverfahrens (pWPS)

Die Spezifikation des Vorschweißverfahrens enthält die erforderlichen Variablen des zu qualifizierenden Schweißverfahrens, einschließlich der folgenden Informationen:

- Identifikation des Herstellers
- Identifikation der pWPS
- Schweißvorgang
- Umgebungsbedingungen
- Oberflächenbearbeitung
- Bedingungen in Bezug auf das Ausgangsmaterial
- Bedingungen im Zusammenhang mit dem Bolzenmaterial
- Bedingungen bezüglich Schweißpositionen

Bei einigen Anwendungen kann es notwendig sein, die Liste zu ergänzen oder zu einschränken.

Preliminary Welding Procedure Specification (pWPS) No. pWPS_F-BT-MR SN (EU) Version: 03/2022-11-04	
Stud welding fastener type designation	F-BT-MR SN
Studs	F-BT-MR M6x25 SN (8), F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M8x25 SN (8), F-BT-MR M8x25 SN (4) F-BT-MR M10x25 SN (10), F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M12x25 SN (10), F-BT-MR M12x50 SN (10) F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)
Base material	
Base material specification	Subgroups 1.1 and 1.2 according to CEN ISO/TR 15608, CEV ≤ 0.45 %
Base material shape	Flat steel
Base material coating	Non-weldable primer HDG coating Duplex coating Multi-layer coating
Visualization	
Maximum coating thickness	1000 µm
Surface tool	FX 3-ST d20
Surface preparation method	Surface preparation with appropriate tool. Prepared surface shall be free of any visible dirt, rust and coating. Surface to be welded shall be maintained dry and free from condensation. Maximum time permitted between surface preparation and welding: 2 hours Consideration of: F-BT Visual Examination Catalogue, 2022-10-28, OTR/5724 148/01
Magnetic clamp and base clamp positioning	PA, PE, PC: Minimum distance to stud welding position s_{min} = 100 mm PC: Clamp positioning below stud welding position
Positioning in base material	
Edge distance	c_{min} = 40 mm
Spacing between studs	s_{min} = 35 mm
Stud material	
Material number	1.4571
EN material designation	X6CrNiMoTi17-12-2
AISI/SAE	316Ti
UNS	S 31635

Preliminary Welding Procedure Specification (pWPS) No. pWPS_F-BT-MR SN (EU) Version: 03/2022-11-04					
Stud welding equipment					
Cordless stud fusion unit	FX 3-A				
Cordless stud fusion hand tool	FX 3-HT				
Stud holder	X-SH F3 M6-1/4", X-SH F3 M8-5/16", X-SH F3 M10-3/8", X-SH F3 M12-1/2"				
Stud welding technology	Drawn-arc welding with shielding gas (783) Welding current, welding time, lift and protrusion are automatically adjusted. Gas can FX 3-CC, Shielding gas (SG) according to ISO 14175: M21-Arc-18 Gas flow rate: 3 l/min Preheat base material: 0°C				
Stud designation	Stud holder	Weld Code	Welding position	Base material Thickness	Recommended surface tool for base material coating
		ISO 8947		t_{min} t_{max}	Non-weldable primer HDG coating Duplex coating Multi-layer coating
Metric and imperial sizes					
F-BT-MR M6x25 SN (8)	X-SH F3 M6-1/4	H1		4 mm 30 mm	
F-BT-MR M8x25 SN (8)	X-SH F3 M8-5/16	H1		4 mm 30 mm	
F-BT-MR M6x25 SN (6)	X-SH F3 M6-1/4	H2		6 mm 30 mm	
F-BT-MR M8x25 SN (8)	X-SH F3 M8-5/16	H2		8 mm 30 mm	
F-BT-MR M10x25 SN (10)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR M12x25 SN (10)	X-SH F3 M12-1/2	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR M12x25 SN (10)	X-SH F3 M12-1/2	H10	PA, PE, PC	10 mm 30 mm	FX 3-ST d20
F-BT-MR M12x50 SN (10)	X-SH F3 M12-1/2	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	X-SH F3 M10-3/8	H1		4 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
Stud welding examination					
Observation of Hilti F-BT Visual Examination Catalogue, 2022-10-28, OTR/5724 148/01					
Stud welding parameters					
Weld Code	Welding current [A]	Welding time [ms]	Protrusion [mm]	Lift [mm]	Remarks
H10	250 - 280	390 - 440	4.40 - 4.80	2.30 - 2.80	with magnet field
H3	250 - 280	245 - 285	4.40 - 4.80	2.30 - 2.80	with magnet field
H2	250 - 280	150 - 190	4.20 - 4.60	2.30 - 2.80	with magnet field
H1	250 - 280	80 - 110	4.20 - 4.60	2.30 - 2.80	with magnet field

Abbildung 8.1.1-1 Beispiel einer Spezifikation des Vorschweißverfahrens (pWPS)

Hilti stellt einen vollständigen Satz von pWPS-Beispielen bereit, die als Grundlage für den Schweißingenieur dienen können, um eine pWPS zu schreiben.


8.1.2 Qualifizierungstest für das Schweißverfahren (WPQT)

Wenn eine Schweißverfahrens-Qualifizierung erforderlich ist, müssen Tests durchgeführt werden. Tests sollten zwischen den Vertragsparteien vereinbart werden.

Tests zur Schweißverfahrens-Qualifizierung nach EN ISO 14555

Testtyp	Testkategorie	Testobjekt	Testakzeptanz-Kriterien
Visuelle Untersuchung	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Oberflächenuntersuchung	10 Bolzen	Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10]
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Untersuchung des Bolzens		
	Aktiver Fusionsindikator (AFI) – Untersuchung des Bolzens		
Physische Überprüfung	Zerstörerische Prüfung (DT) – Biegeprüfung	10 Bolzen	gemäß Abschnitt 8.4.1
	oder		
	Zerstörerische Prüfung (DT) – Zugprüfung	5 Bolzen	gemäß Abschnitt 8.4.2
Erneutes Testen	Wenn ein Test die Anforderungen nicht erfüllt, können zwei ähnliche Tests durchgeführt werden. Wenn mehr als ein Test oder einer der beiden Ersatztests die Akzeptanzkriterien nicht erfüllt, ist der Test fehlgeschlagen.		

Tabelle 8.1.2-1: Qualifizierungstest für das Schweißverfahren

-  WPQTs müssen auf beschichtetem Material durchgeführt werden, wenn beschichtetes Material der Anwendungsfall ist.
- Aufgrund der Bolzengeometrie wird für F-BT-MR M12 und F-BT-MR M12 SN ein Zugtest empfohlen.

8.1.3 Qualifizierungsprotokoll für das Schweißverfahren (WPQR)

Das WPQR ist ein formell ausgestelltes Dokument, das Einzelheiten zum Schweißverfahren und Testergebnissen enthält und von einer benannten Stelle (Notified Body, NB) geschrieben und unterzeichnet wird. Der Bericht ist erforderlich, um eine pWPS in eine WPS zu ändern. Hilti unterstützt den Hersteller durch die Bereitstellung eines vollständigen Satzes von WPQR-Beispielen (siehe Abschnitt 8.5).

8.1.4 Qualifizierte Spezifikation für das Schweißverfahren (WPS)

Die Spezifikation für das Schweißverfahren (WPS) ist eine qualifizierte pWPS, die den Bereich für alle relevanten Parameter festlegt und die Qualifizierungsanforderungen auf Basis von Schweißqualifizierungs-Tests erfüllt.

Hilti bietet Beispiele für qualifizierte WPS gemäß EN ISO 14555: CSF-WPS F-BT-MR (EU), Version: 01/2022-11-02 [11].

8.1.5 Bedingungen in Bezug auf das Ausgangsmaterial

Für das zu verwendende Ausgangsmaterial muss ein Konformitätsnachweis vorliegen. Fehlt der Konformitätsnachweis, muss das Ausgangsmaterial vor dem Schweißen zusätzlichen Materialprüfungen unterzogen werden. Hierzu ist die Verfügbarkeit von ausreichendem Ausgangsmaterial aus derselben Schmelze wie bei der Prüfung zu gewährleisten.

Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) deckt die Materialgruppen 1.1 oder 1.2 gemäß ISO/TR 15608 [8] ab. Weitere Informationen finden Sie in Tabelle 8.1.5-1.

Bedingungen für Ausgangsmaterial

Materialgruppen gemäß	Qualifizierungstest für das Schweißverfahren, durchgeführt mit	Qualifizierungstest für das Schweißverfahren deckt ab
ISO/TR 15608 [8]	1.1	1.1
	1.2	1.1 und 1.2

Tabelle 8.1.5-1: Bedingungen für Ausgangsmaterial

Tabelle 9.1.5-2 zeigt die empfohlenen Mindest-Materialdicken, die im Rahmen von Schweißverfahrens-Tests von Hilti untersucht wurden.

Empfohlene Mindestdicke des Ausgangsmaterials

Schweißvorgang	Bezeichnung	Bezeichnung der Ausgangsmaterial-Dicke ohne rückseitige Beschichtungsschäden
Bolzenschweißung mit Lichtbogentechnik mit Abschirmgas (783)	F-BT-MR M6x25 SN (4)	4 mm
	F-BT-MR M8x25 SN (4)	4 mm
	F-BT-MR M6x25 SN (6) F-BT-MR M6x25 (6)	6 mm
	F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M8x25 (8)	8 mm
	F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x50 (10) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M12x50 (10)	10 mm
	F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	4 mm / 5/32"
	F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1 (3/8) F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8) F-BT-MR 3/8x2 (3/8) F-BT-MR 3/8x4 (3/8) F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8) F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	10 mm / 3/8"

Tabelle 8.1.5-2: Empfohlene Mindestdicke des Ausgangsmaterials

8.1.6 Bedingungen im Zusammenhang mit dem Bolzenmaterial

Für das Bolzenmaterial wird der Konformitätsnachweis auf Anfrage von Hilti bereitgestellt.

Ein einzelner Schweißverfahrens-Test kann viele verschiedene Bolzenbezeichnungen abdecken, aber der Qualifizierungstest für das Schweißverfahren muss diejenigen mit unterschiedlichen Schweißquerschnitten berücksichtigen. Somit decken zwei Schweißverfahrens-Tests mit zwei Bolzentypen mit zwei unterschiedlichen Schweißquerschnitten alle Bolzenbezeichnungen mit einem Schweißquerschnitt im Bereich der beiden geprüften Bolzentypen ab.

8.1.7 Bedingungen bezüglich Schweißpositionen

Das Verfahren des Akku-Bolzenschweißgeräts (CSF), einschließlich der Oberflächenvorbereitung und des Akku-Bolzenschweißgeräts (CSF) selbst, kann in den folgenden Ausrichtungen durchgeführt werden:

- Flache Position
- Horizontale Position
- Überkopf-Position

Tabelle 8.1.7-1: gibt einen Überblick über Schweiß- und Prüfpositionen.

Schweiß- und Prüfpositionen gemäß EN ISO 6947 [2]		
Schweißpositionen	Flache Position	PA
	Horizontale Position	Stk
	Überkopf-Position	PE
Prüfpositionen	Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • PC deckt PE und PA ab, nicht umgekehrt • PE deckt PA ab, aber nicht umgekehrt

Tabelle 8.1.7-1: Schweiß- und Prüfpositionen

„Schweißpositionen“ bezeichnet die Ausrichtung des Schweißteils und des Geräts und bezieht sich auf die tatsächliche Schweißposition auf der Baustelle.

„Prüfposition“ bezeichnet die Schweißposition, die für die Schweißverfahrens-Qualifizierung und Bedienerqualifizierung verwendet wird.

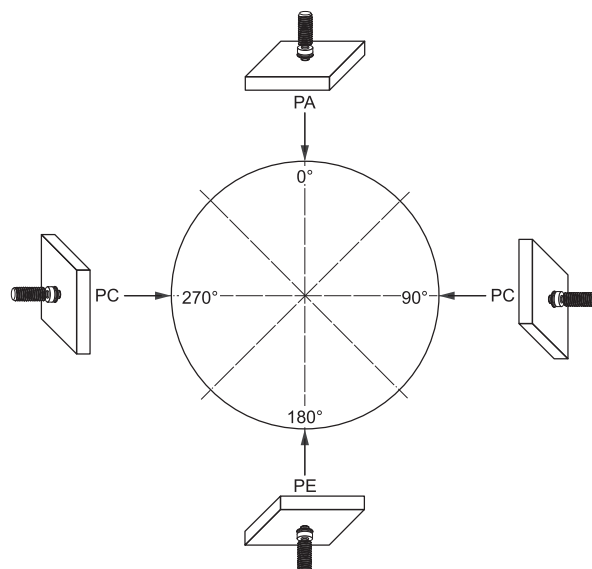


Abbildung 8.1.7-1: Schweiß- und Prüfpositionen

8.2 Prozesskontrolle

Für die Qualitätssicherung sind je nach Anwendungsgebiet verschiedene Qualitätsanforderungen zu erfüllen. Tabelle 8.2-1 gibt einen Überblick über Prozesskontroll-Tests.

Anwendungsgebiet	Prozesskontroll-Test
Prozesskontrolle gemäß EN ISO 14555	Produktionsprüfung
	Vereinfachte Produktionsprüfung
	Produktionsüberwachung

Tabelle 8.2-1: Prozesskontrolle

Diese Prüfungen können mit tatsächlichen Produktionsstücken oder mit Prüfobjekten durchgeführt werden. Prüfobjekte müssen den Produktionsbedingungen entsprechen. Reparierte Bolzen müssen auf derselben Ebene wie ursprünglich angegeben erneut überprüft werden. Die visuelle Untersuchung und die physische Überprüfung innerhalb der Prozesskontrolle umfassen zerstörungsfreie Prüfungen (NDT) und zerstörerische Prüfungen (DT). Die Prüfkategorie und Anzahl der Prüfobjekte, die in den folgenden Abschnitten angegeben sind, müssen innerhalb der Prozesskontrolle verwendet werden, sofern nicht anders angegeben.

8.2.1 Produktionsprüfung

Die Produktionsprüfung ist vor dem Schweißen und/oder nach einer bestimmten Anzahl an Schweißnähten an einer Konstruktion oder Gruppe ähnlicher Konstruktionen durch den Hersteller durchzuführen. Diese Anzahl ist der jeweiligen Anwendungsnorm bzw. der Spezifikation zu entnehmen. Der Produktionsprüfung ist auf den verwendeten Bolzendurchmesser, das Bolzenmaterial und das Ausgangsmaterial beschränkt. Es sind mindestens 10 Bolzen zu verschweißen. Für Nachprüfungszwecke sollten zusätzliche Bolzen unter den gleichen Bedingungen geschweißt werden. Tabelle 9.2.1-1 zeigt Untersuchungen und Tests, die durchgeführt werden müssen, sofern nicht anders angegeben.

Testtyp	Testkategorie	Testobjekt	Testakzeptanz-Kriterien
Visuelle Untersuchung	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Oberflächenuntersuchung	10 Bolzen	siehe Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10]
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Untersuchung des Bolzens		
	Aktiver Fusionsindikator (AFI) – Untersuchung des Bolzens		
Physische Überprüfung	Zerstörerische Prüfung (DT) – Biegeprüfung	5 Bolzen	gemäß Abschnitt 8.4.1
	oder		
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Zugprüfung mit HAT 28-FX	5 Bolzen	gemäß Abschnitt 8.4.3
Erneutes Testen	Wenn ein Test die Anforderungen nicht erfüllt, können zwei ähnliche Tests durchgeführt werden. Wenn mehr als ein Test oder einer der beiden Ersatztests die Akzeptanzkriterien nicht erfüllt, ist der Test fehlgeschlagen. Es müssen Korrekturmaßnahmen ergriffen werden. Der Test muss wiederholt werden.		
Aufzeichnung	Die Ergebnisse müssen dokumentiert werden.		

Tabelle 8.2.1-1: Produktionsprüfung

8.2.2 Vereinfachte Produktionsprüfung

Vereinfachte Produktionsprüfungen sind vom Hersteller vor jedem Schichtbeginn durchzuführen. Zusätzliche Tests können angegeben werden.

Testtyp	Testkategorie	Testobjekt	Testakzeptanz-Kriterien
Visuelle Untersuchung	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Oberflächenuntersuchung	3 Bolzen	siehe Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10]
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Untersuchung des Bolzens		
	Aktiver Fusionsindikator (AFI) – Untersuchung des Bolzens		
Physische Überprüfung	Zerstörerische Prüfung (DT) – Biegeprüfung	3 Bolzen	gemäß Abschnitt 8.4.1
	oder		
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Zugprüfung mit HAT 28-FX	3 Bolzen	gemäß Abschnitt 8.4.3
Erneutes Testen	Wenn ein Test die Anforderungen nicht erfüllt, können zwei ähnliche Tests durchgeführt werden. Wenn mehr als ein Test oder einer der beiden Ersatztests die Akzeptanzkriterien nicht erfüllt, ist der Test fehlgeschlagen. Es müssen Korrekturmaßnahmen ergriffen werden. Der Test muss wiederholt werden.		
Aufzeichnung	Die Ergebnisse müssen dokumentiert werden.		

Tabelle 8.2.2-1: Vereinfachter Produktionsprüfung

8.2.3 Produktionsüberwachung

Die Produktionsüberwachung muss vom Hersteller durchgeführt werden. Im Allgemeinen ist eine visuelle Untersuchung für die Produktionsüberwachung ausreichend. Wenn die visuelle Untersuchung fehlschlägt, kann zusätzlich eine physische Überprüfung durchgeführt werden.

Testtyp	Testkategorie	Testobjekt	Testakzeptanz-Kriterien
Visuelle Untersuchung	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Oberflächenuntersuchung	alle	siehe Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10]
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Untersuchung des Bolzens		
	Aktiver Fusionsindikator (AFI) – Untersuchung des Bolzens		
Physische Überprüfung	Zerstörerische Prüfung (DT) – Biegeprüfung	fehlgeschlagene visuelle Untersuchung	gemäß Abschnitt 8.4.1
	oder		
	Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Zugprüfung mit HAT 28-FX	fehlgeschlagene visuelle Untersuchung	gemäß Abschnitt 8.4.3
Erneutes Testen	Wenn die physische Überprüfung die Akzeptanzkriterien nicht erfüllt, ist der Test fehlgeschlagen. Es müssen Korrekturmaßnahmen ergriffen werden, siehe EN ISO 14555 [5], Abschnitt 14.7.		
Aufzeichnung	Die Ergebnisse müssen dokumentiert werden.		

Tabelle 8.2.3-1: Produktionsüberwachung

8.3 Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) – Personal

Grundsätzliche Anforderungen an den Hersteller sollen sicherstellen, dass alle relevanten Normen und Spezifikationen, die das Personal für das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) während der Herstellungssequenz erfüllen muss, vorhanden und in Ordnung sind. Das Personal für das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) kann in Inspektions- und Bedienpersonal unterteilt werden. Das Personal für das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) muss gemäß den relevanten Normen (EN ISO 14731 [6], EN ISO 14732 [7]) qualifiziert sein.

8.3.1 Inspektionspersonal

Wenn eine Inspektion durch eine Anwendungsnorm oder eine Spezifikation erforderlich ist, muss das Inspektionspersonal die folgenden Aspekte überprüfen: technische Prüfung und Inspektionsbericht. Die Durchführung von technischen Berichten und Inspektionsberichten kann durch qualifiziertes Inspektionspersonal erfolgen.

8.3.2 Technische Prüfung

Die folgenden Aspekte müssen typischerweise vor, während oder nach dem Verfahren des Akku-Bolzenschweißgeräts (CSF) berücksichtigt werden:

- Prüfung der Ausrüstung
- Genehmigung der Spezifikationen des Ausgangsmaterials und der Eigenschaften des Ausgangsmaterials
- Identifizieren der Bolzenposition, einschließlich Zugänglichkeit, Zugänglichkeit für die Inspektion und für zerstörungsfreie Tests
- Nominieren von Lastbedingungen
- Analyse relevanter Umgebungsbedingungen, z. B. Bedingungen mit sehr niedriger Umgebungstemperatur
- Schaffung von Schutz vor ungünstigen Umweltbedingungen
- Untersuchen von Qualitätsanforderungen und Akzeptanzkriterien
- Definition des Ansatzes für die Schweißverfahrens-Qualifizierung gemäß den Anforderungen der benannten Stelle (NB)
- Definition von Qualitäts-Kontrollmaßnahmen in Übereinstimmung mit den Anforderungen der benannten Stelle (NB)
- Bereitstellen des Inspektionsberichts, falls vertraglich vereinbart
- Sicherstellen der Bedienerqualifikation gemäß den Anforderungen der benannten Stelle (NB)
- Umgang mit Nichtkonformität(en)
- Definieren von Reparaturarbeiten und Änderungen

8.3.3 Prüfprotokoll

Wenn ein Prüfprotokoll vertraglich vereinbart ist, kann es erforderlich sein, zu zeigen, dass die Oberflächenvorbereitung und die Bolzen in bestimmten Stufen überprüft wurden und dass alle Akzeptanzkriterien erfüllt sind. Die Form eines Prüfprotokolls kann variieren. Die Entscheidung obliegt dem Hersteller.

8.3.4 Bedienpersonal

Die Bedienerqualifizierung für das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) kann innerhalb der Schweißverfahrens-Qualifizierung, der Prozesskontrolle oder als separater Test erfolgen. Das Bedienpersonal für das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) muss in der Lage sein, die Spezifikationen des Schweißverfahrens (WPSs) zu verstehen, über angemessene Kenntnisse für den Betrieb der Ausrüstung verfügen und die Schweißung korrekt durchführen können. Die Prüfung muss mindestens Folgendes umfassen:

Testkategorien für die Qualifikation des Bedienpersonals

Funktionskenntnisse (normativ) nach EN ISO 14732, Anhang A	Grundkenntnisse über Geräte
	grundlegende Beurteilung von Unvollkommenheiten
	Durchführung der Oberflächenvorbereitung und Bolzenschweißung
Schweißtechnik (informativ) nach EN ISO 14732, Anhang B	

Tabelle 8.3.4-1: Testkategorien für die Qualifikation des Bedienpersonals

Im Rahmen der Schulung des Bedienpersonals für das Akku-Bolzenschweißgerät (CSF) wurde von Hilti ein Beispiel für theoretische Tests gegeben, das als Richtlinie für die Hersteller innerhalb der Bedienerqualifizierung dienen kann. Die Prüfung muss den festgelegten Akzeptanzkriterien entsprechen.

8.4 Details zur visuellen Untersuchung und physischen Überprüfung

Die visuelle Untersuchung ist im separaten Dokument Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10] beschrieben. Der Prüfungskatalog wird über die Hilti-Dokumentnummer OTR 5724148 aktuelle Revision 01, herausgegeben am 28. Oktober 2022, identifiziert.

Einzelheiten zur physischen Überprüfung finden Sie in Abschnitt 8.4.1 bis 8.4.3. Die Tests müssen entsprechend der Anwendung ausgewählt werden. In bestimmten Anwendungen können zusätzliche Tests durch Anwendungsnormen oder Spezifikationen erforderlich sein.

8.4.1 Zerstörerische Prüfung (DT) – Biegeprüfung

Art des Bolzens: F-BT-MR SN	Art des Bolzens: F-BT-MR	Bezeichnung
		<ul style="list-style-type: none"> • Biegevorrichtung FX 3-SP S verwenden oder • Positionieren Sie die Biegevorrichtung über dem Hals am Gewindeabschnitt • Die Biegevorrichtung muss so positioniert sein, dass sie die Drehung des Halsabschnitts ermöglicht

Abbildung 8.4.1-1: Biegevorrichtung

Testbeschreibung	Akzeptanzkriterien
	<ul style="list-style-type: none"> • Biegen Sie den Bolzen in einem Winkel von $\alpha \geq 60^\circ$ gemäß EN ISO 14555 • Test ist bestanden, wenn nach dem Biegen keine Risse in der Schweißnaht gefunden werden

Abbildung 8.4.1-2: Biegeprüfung

8.4.2 Zerstörerische Prüfung (DT) – Zugprüfung

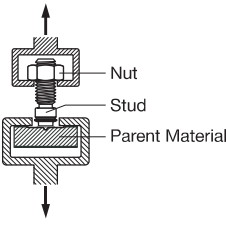

Testbeschreibung		Akzeptanzkriterien
	<ul style="list-style-type: none"> • Geschweißten Bolzen bis zum Bruch ziehen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bruchstellen im Schweißbereich bzw. im Halsbereich sind zulässig, wenn die nominale Bolzenmaterial-Zugfestigkeit N_{min} erreicht ist: <ul style="list-style-type: none"> M6, M8, 3/8 (H1): $N_{min} = 7,5 \text{ kN}$ M6 (H2): $N_{min} = 9,1 \text{ kN}$ M8 (H3): $N_{min} = 17,0 \text{ kN}$ M10, M12, 3/8, 1/2 (H10): $N_{min} = 21,8 \text{ kN}$ • Unebenheiten in der Bruchfläche müssen gemäß EN ISO 14555 [5], 12.1 und 12.4 weniger als 10 % der Schweißfläche betragen

Abbildung 8.4.2-1: Zerstörerischer Zugtest

 • N_{min} wird als Produkt der Querschnittshals-Fläche des Stehbolzens und der minimalen angegebenen Bolzenmaterial-Dicke von 600 N/mm² berechnet.

8.4.3 Zerstörungsfreie Prüfung (NDT) – Zugprüfung (HAT 28-FX)


Testbeschreibung		Akzeptanzkriterien
	<ul style="list-style-type: none"> • Den geschweißten Bolzen ziehen, bis die zugfeste Prüflast erreicht ist 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Fraktur, bis die Prüflast erreicht ist: <ul style="list-style-type: none"> M6, M8, 3/8 (H1): 1350 lb / 6 kN M6 (H2): 1225 lb / 9 kN M8 (H3): 3820 lb / 17 kN M10, M12, 3/8, 1/2 (H10): 4950 lb / 22 kN • Siehe Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung [10], Tabelle 6 für weitere Details

Abbildung 8.4.3-1: Zerstörungsfreier Zugtest

8.5 Technische Berichte

8.5.1 WPQR, Makrountersuchungen und Härtemessungen

Testbedingungen

- Ausgangsmaterial: S355 gemäß EN 10025-2
- Schweißposition: Horizontale Position (PC)

Bezeichnung	H-Code	Qualifizierungsprotokoll für das Schweißverfahren (WPQR)	Makrountersuchungen	Härtemessungen	Behörde
F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M8x25 SN (4) F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	H1	L22/0869_01	L22/0869_02	L22/0869_3	gbd Lab GmbH, Österreich
F-BT-MR M6x25 SN (6)	H2	L22/0868_01	L22/0868_02	L22/0868_3	
F-BT-MR M8x25 SN (8)	H3	L22/0867_01	L22/0867_02	L22/0867_3	
F-BT-MR M10xL SN (10) F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	H10	L22/1282_01	L22/1282_02		
F-BT-MR M12xL SN (10)	H10	L22/1281_01	L22/1281_02		
F-BT-MR M6x25 (6)	H2	L22/0873_01			
F-BT-MR M8x25 (8)	H3	L22/0872_01			
F-BT-MR M10xL (10) F-BT-MR 3/8xL (3/8)	H10	L22/1284_01	L22/1284_02		
F-BT-MR M12xL (10) F-BT-MR 1/2xL (3/8)	H10	L22/1283	L22/1282_02		

8.5.2 Zugprüfungen

Testbedingungen

- Ausfallart (alle Tests): Bruch des Bolzenhalses

Bezeichnung	Berichts-Nr.	Behörde
F-BT-MR M6x25 (6) F-BT-MR M8x25 (8) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M6x25 SN (8) F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	L22/0862_01	gbd Lab GmbH, Österreich
F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10)	L22/0862_02	

8.5.3 Schertests

Testbedingungen

- Ausfallart (alle Tests): Bruch der Schweißnaht

Bezeichnung	Berichts-Nr.	Behörde
F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M6x25 SN (6) F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M6x25 (6) F-BT-MR M8x25 (8) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x25 (10)	L22/0862_03a	gbd Lab GmbH, Österreich

8.6 Begriffe und Definitionen

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

Abmessungen

d_1	Nenn Durchmesser, Gewindedurchmesser
d_2	Durchmesser der Schweißfläche
d_{h1}	Durchmesser Dichtscheiben-Schnittstelle / Durchmesser Bolzenfläche
d_{h2}	Durchmesser der Bolzenhalter-Schnittstelle
d_n	Durchmesser des Halsbereichs des Bolzens
L	Gewindelänge
L_1	Nominelle Bolzenlänge

Entfernungen und Abstände

c	Randabstand
c_{min}	minimal zulässiger Randabstand
s	Entfernung
s_{min}	minimal zulässige Mindestentfernung

Befestigtes Material und Ausgangsmaterial

d_f	Durchmesser der Durchgangsbohrung im Anbauteil
t_I	Dicke des befestigten Materials
t_{II}	Dicke des Ausgangsmaterials
t_c	Schichtdicke des Ausgangsmaterials

Kräfte

F	Belastung im Allgemeinen
N	Zug-/Schubkraft
V	Scherkraft
M	Moment

T Anzugsdrehmoment

T_{inst} Montage-Anzugsmoment

Grundlegende Schweißparameter

E	Energie, angegeben in Joule (J)
I	Stromstärke, angegeben in Ampere (A)
U	Ladespannung, angegeben in Volt (V)

Bewertung

α	Lastreduzierungs-Faktor
----------	-------------------------

8.7 Abkürzungen

CEV	Kohlenstoffäquivalent-Wert
EN	Europäische DE-Normalisierung
FPC	Werkseigene Produktionskontrolle
HAZ	Von Wärme betroffene Zone
ISO	Internationale Organisation für Standardisierung
NB	Benannte Stelle
pWPS	Spezifikation des Vorschweißverfahrens
WPQR	Qualifizierungsprotokoll für das Schweißverfahren
WPQT	Qualifizierungstest für das Schweißverfahren
WPS	Spezifikation des Schweißverfahrens

9 SPEZIFISCHE ASPEKTE DER LEISTUNG

9.1 Allgemein

Die Leistung der F-BT-Bolzen wurde durch umfassende experimentelle Untersuchungen bestimmt, die während der gesamten Entwicklung des Systems durchgeführt wurden. Diese internen Prüfungen wurden durch Testprogramme ergänzt, die von akkreditierten externen Laboren durchgeführt wurden. Abschnitt 8.5 bietet eine Übersicht über die jeweiligen Prüfberichte.

Falls Hintergrundinformationen im Zusammenhang mit der Leistung der Bolzen oder der Anwendung selbst angefordert oder für die Produktspezifikation benötigt werden, erkundigen Sie sich bitte bei Hilti.

Solche Informationen können Aspekte betreffen wie:

- Robustheit der F-BT-Bolzen, um dynamischer Belastung zu widerstehen.
- Interaktionsverhalten mit Scheren-Zug.
- Details zur Langlebigkeit.
- Auswirkung der Schweißrichtung auf die Leistung.
- Überlegungen zur F-BT-Schweißhärte.

9.2 Auswirkung von F-BT-Bolzen auf die Ermüdungsfestigkeit des Ausgangsmaterials

Die Auswirkung geschweißter Scherbolzen auf die Ermüdungsfestigkeit des Basisbaustahls ist mit der Detailkategorie (DC) 80 gemäß Eurocode EN 1993-1-9:2005 [15] gegeben. Hilti hat bereits eine Reihe von Ermüdungstests durchgeführt – mit Flachstahlkupons, an die F-BT-Bolzen geschweißt wurden – zur expliziten Validierung von DC 80 zur Berücksichtigung der Wirkung von F-BF-Bolzen. Die relevanten Prüfparameter sind in Tabelle 9.2-1 zusammengefasst.

Name der Serie	Stahlgüte	Dicke t [mm]	Spannungsverhältnis R [-]	Montagezustand	Anzahl der Prüfobjekte
355-15-03-w	S355J2+N	15	0,3	Korrekte Schweißung	10
355-15-05-w			0,5		8
355-15-01-w			0,1		4

Tabelle 9.2-1: Umfang des anfänglichen Ermüdungstest-Programms von Kupons mit F-BT-Bolzen

Beobachtungen und nächste Schritte:

- Die F-BT-Testergebnisse überschreiten deutlich die DC 80 ($m = 3$), was bestätigt, dass DC 80 gemäß dem Eurocode für Baustahl mit geschweißten F-BT-Bolzen konservativ angewendet werden kann.
- Die ersten Daten legen ferner nahe, dass möglicherweise eine höhere Kategorie als DC 80 ($m = 3$) zur Berücksichtigung der Wirkung der F-BT-Bolzen angewendet werden kann. Dieses vorteilhafte Verhalten wird durch kleinere von Wärme betroffene Zonen – bei Anwendung der CSF-Schweißparameter – im Ausgangsmaterial im Vergleich zu vollgeschweißten Kopfbolzen mit einem typischen Durchmesser von 19 oder 22 mm erklärt.
- Die Daten zeigen auch, dass die aktuelle Kategorie DC 100 ($m = 5$) für die X-BT-Befestigungselemente mit den F-BT-Bolzen erfüllt ist. Zwei Rundlaufabweichungen wurden bei Belastungsbereichen von etwa $\Delta\sigma = 150 - 170 \text{ N/mm}^2$ beobachtet. Diese Rundlaufabweichungen zeigen eine ausreichende Spanne in Richtung der konstanten Amplitudenermüdungs-Schwelle von $\Delta\sigma = 83,2 \text{ N/mm}^2$ für DC 100 ($m = 5$) an.
- Um eine Detailkategorie größer DC 80 ($m = 3$) zu etablieren, sind zusätzliche Ermüdungstests notwendig, um die vorhandenen Ergebnisse zu unterstützen. Die wichtigsten Parameter dieses bevorstehenden Testprogramms sind Variationen der Stahlgüte und der Untergrundmaterialdicke.

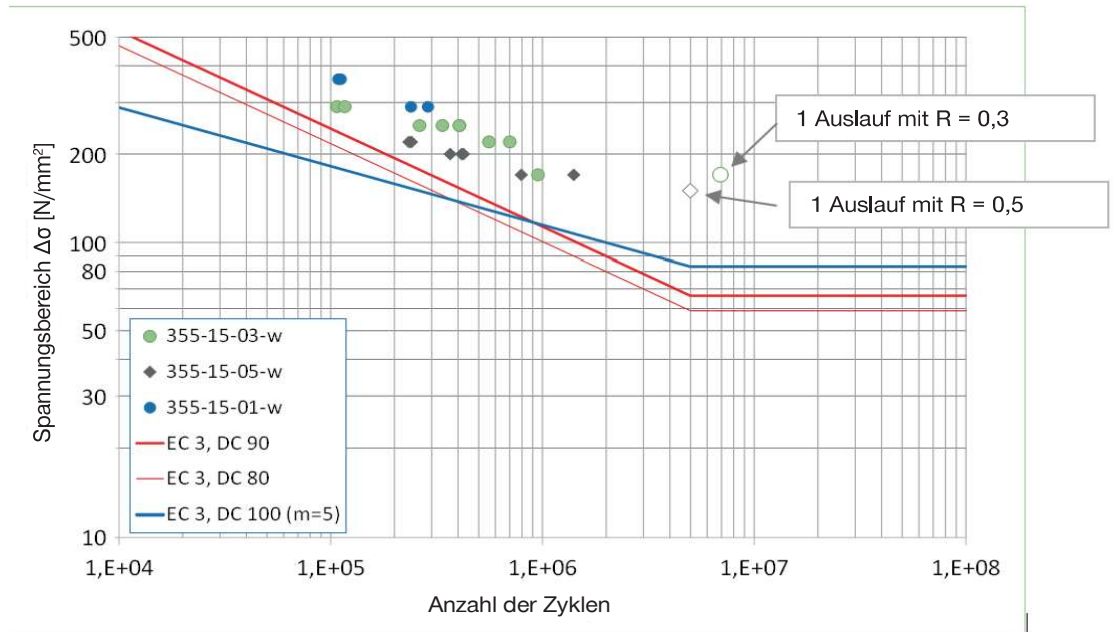


Abbildung 9.2-1: Erste Ermüdungstest-Ergebnisse von Ausgangsstahl mit F-BT-Gewindebolzen

10 AKKU-BOLZENSCHWEISSGERÄT (CSF) – PROGRAMM

10.1 Ausrüstung zur Oberflächenvorbereitung

Artikel-Nr. und Beschreibung des Bolzenschweißgeräts

Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
SF 8M-A22	Lokaler Artikel: 2061288, 2061305, 2123924	Akku-Bohrschrauber
SF 6H-22	2254917	Akku-Schlagbohrschrauber
FX 3-ST d14	2270514	Oberflächenwerkzeug für unbeschichtetes Ausgangsmaterial oder schweißbare Haftvermittler auf Ausgangsmaterial
FX 3-ST d20	2270512	Oberflächenwerkzeug für beschichtetes Ausgangsmaterial

10.2 Ausrüstung für Bolzenschweißung

Artikel-Nr. und Beschreibung des Bolzenschweißgeräts

Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
FX 3-BC	2257272	Basisklemme
C 53	Lokaler Artikel: 2270518, 2270519, 2270520, 2270521, 2270522, 2270524, 2270525	CSF-Ladegerät
FX 3-HT	Lokaler Artikel: 2280108, 2270527, 2270528, 2270529, 2270526	Akku-Bolzenschweißgerät für Handbetrieb
FX 3-A	Lokaler Artikel: 2331460, 2270477, 2270478, 2270479, 2270510, 2270511	Akku-Bolzenschweißgerät-Einheit
FX 3-GC	2241926	Gasdose
X-SR F3	2331667	Abschirmring für Handgerät
X-SL F3	2331668	Stützbein für Handgerät
X-GC F3	2257272	FX Erdungskabel
X-MC F3	2259030	Magnetische Erdungsklemme
X-SH F3 M6 – 1/4"	2257273	Bolzenhalter
X-SH F3 M8 – 5/16"	2257274	
X-SH F3 M10 – 3/8"	2257275	
X-SH F3 M12 – 1/2"	2257271	
X-SH F3-MIX	2294502	Bolzenhalter-Mix
X-SHT F3	2293828	Werkzeug zum Auswechseln des Bolzenhalters



• Lokale Artikel: Basierend auf der Marktregulierung wäre ein einziger Artikel aus der Liste verfügbar.

10.3 Montageausrüstung

Art.-Nr. und Beschreibung der Montagegeräte		
Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
X-WST F3-BT	2278582	SCF Setzwerkzeug für Unterlegscheiben und Adapter für metrische (M6, M8, M10, M12) und zöllige (3/8", 1/2") Bolzen
X-WCG F3-BT	2331669	Prüfgerät für Unterlegscheiben

10.4 Bolzen

Art.-Nr. und Beschreibung der F-BT-MR-Bolzen ohne Dichtscheibe		
Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
Metrische Größen		
F-BT-MR M6x25 (6)	2293866	Zur Befestigung an Standard-Ausgangsmaterialdicke
F-BT-MR M8x25 (8)	2293867	
F-BT-MR M10x25 (10)	2293868	
F-BT-MR M10x50 (10)	2293869	
F-BT-MR M10x25 (10)	2293870	
F-BT-MR M12x50 (10)	2293871	
Zöllige Größen		
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	2293890	Zur Befestigung an Standard-Ausgangsmaterialdicke
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)	2293891	
F-BT-MR 3/8x2 (3/8)	2293892	
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	2293893	
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)	2293895	
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	2293896	

Art.-Nr. und Beschreibung der F-BT-MR SN-Bolzen mit Dichtscheibe

Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
Metrische Größen		
F-BT-MR M6x25 SN (4)	2346394	Zur Befestigung an dünnem Ausgangsmaterial
F-BT-MR M8x25 SN (4)	2293865	
F-BT-MR M6x25 SN (6)	2293829	Zur Befestigung an Standard-Ausgangsmaterialdicke
F-BT-MR M8x25 SN (8)	2293860	
F-BT-MR M10x25 SN (10)	2293861	
F-BT-MR M10x50 SN (10)	2293862	
F-BT-MR M12x25 SN (10)	2293863	
F-BT-MR M12x50 SN (10)	2293864	
Zöllige Größen		
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	2293887	Zur Befestigung an dünnem Ausgangsmaterial
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	2293880	Zur Befestigung an Standard-Ausgangsmaterialdicke
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	2293881	
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	2293882	
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	2293883	

10.5 Stützplatte

Art.-Nr. und Beschreibung der Stützplatte

Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
FX 3-SP S	2360102	CSF-Stützplatte für M6, M8, M10

10.6 Prüfmittel

Artikel-Nr. und Beschreibung der Prüfmittel

Bezeichnung	Artikelnr.	Bezeichnung
X-BB F3	2401712	Biegestange
HAT 28 M-Kit	355338	Dübelprüfgerät

11 REFERENZEN

- [1] EN ISO 3834-4: Qualitätsanforderungen an das Schmelzschiessen von metallischen Werkstoffen – Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen, 2021.
- [2] EN ISO 6947: Schweiß- und verwandte Prozesse – Schweißpositionen, 2011.
- [3] EN ISO 13918/A1: Schweißen – Bolzen und Keramikhülsen für Bolzenschweißung mit Lichtbogentechnik, CEN/TC 121 – Schweißen, 2021.
- [4] EN ISO 14175: Schweiß-Verbrauchsmaterialien – Gase und Gasgemische für das Schmelzschiessen und verwandte Prozesse, 2018.
- [5] EN ISO 14555: Schweißen – Bolzenschweißung mit Lichtbogentechnik von metallischen Materialien, 2007.
- [6] EN ISO 14731: Schweißkoordination, Aufgaben und Verantwortlichkeiten, 2019.
- [7] EN ISO 14732: Schweißpersonal – Qualifikationsprüfung von Schweißoperatoren und Schweißstellern für mechanisiertes und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen, 2013.
- [8] CEN ISO/TR 15608: Schweißen – Richtlinien für ein Gruppierungssystem für metallische Materialien.
- [9] EN 10204: Metallisch – Produkte – Arten von Inspektionsdokumenten, 2004.
- [10] Hilti F-BT Katalog zur visuellen Untersuchung, OTR 5724148/01, 28. Oktober 2022.
- [11] Hilti, Spezifikation für Schweißverfahren: CSF-WPS F-BT-MR (EU), Version: 01/2022-11-02
- [12] AWS B2.1: Spezifikation für Schweißverfahren und Leistungsqualifizierung, 2005
- [13] AWS D1.1/D1.1M: Strukturschweißcode – Stahl, 2020.
- [14] AWS D1.6/D1.6M: Strukturschweißcode – Edelstahl, 2017.
- [15] EN 1993-1-9: 2005: Eurocode 3: Konstruktion von Stahlstrukturen – Teil 1–9: Ermüdung, Europäischer Standard, Mai 2005.



Hilti Corporation
9494 Schaan, Liechtenstein
Tel. +423-234 2965

www.facebook.com/hiltigroup
www.hilti.group