

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum: 12.11.2021 Geschäftszeichen:
I 88-1.14.4-63/21

**Nummer:
Z-14.4-591**

Geltungsdauer
vom: **4. November 2021**
bis: **4. November 2026**

Antragsteller:
**Howmet Fastening Systems -
Industrial Fastener Division
Unit C & D**
7 Stafford Park
TELFORD, SHROPSHIRE TF3 3BQ
GROSSBRITANNIEN

Gegenstand dieses Bescheides:
Schließringbolzen ohne Abrisstiel

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich
zugelassen/ genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst zwölf Seiten und acht Anlagen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt die allgemeine
bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Nr. 14.4-591 vom 26. November 2019.

Der Gegenstand ist erstmals am 4. November 2016 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Regelungsgegenstand und Anwendungsbereich

Zulassungsgegenstand sind Schließringbolzensysteme, bestehend aus Schließringbolzen ohne Abrissteil, der Festigkeitsklasse 10.9 und dazugehörigen Schließringen.

1.2 Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich

Genehmigungsgegenstand sind vorgespannte Verbindungen im Stahlbau mit Schließringbolzensystemen. Das Aufbringen der Vorspannung erfolgt durch spezielle Setzgeräte des Herstellers (siehe Anlage 1).

Schließringbolzensysteme sind für Verbindungen geeignet, bei denen Stoßbelastungen oder erhebliche Schwingungsbeanspruchung nach DIN EN 1090-2¹, Abschnitt 5.6.8 auftreten.

Dieser Bescheid regelt die mit den Schließringbolzensystemen hergestellten Verbindungen sowohl für statische und quasi-statische sowie für ermüdungsrelevante Beanspruchungen im Temperaturbereich von -60 °C bis +80 °C.

Die zu verbindenden Bauteile sind nicht Gegenstand dieses Bescheides, sie müssen jedoch aus Baustahl, feuerverzinktem Baustahl, spritzverzinktem Baustahl oder beschichtetem Baustahl bestehen.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Abmessungen

Die Hauptabmessungen der Schließringbolzen und der Schließringe entsprechen den Angaben in Anlagen 2 bis 4. Weitere Angaben zu den Abmessungen sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

2.1.2 Werkstoffe

Die Schließringbolzen bestehen aus Stahl der Festigkeitsklasse 10.9.

Weitere Angaben zu den Werkstoffen, die zur Herstellung der Schließringbolzensysteme verwendet werden, sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

2.2 Herstellung und Kennzeichnung der Bauteile

2.2.1 Herstellung

Die Herstellung der Bauteile erfolgt nach den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Verfahren.

2.2.2 Kennzeichnung

Die Verpackung der Schließringbolzensysteme oder der Lieferschein muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

Die Schließringbolzen und die Schließringe sind vertieft oder erhöht mit dem Herstellerzeichen des Herstellers des Schließringbolzensystems zu kennzeichnen. Bei den Schließringbolzen ist zusätzlich auf dem Kopf die Festigkeitsklasse 10.9 anzugeben.

¹ DIN EN 1090-2:2018-09 Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Schließringbolzensysteme mit den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikates und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Bauprodukte eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikates zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Seilsysteme (Anschlageinrichtungen) den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

- Die im Abschnitt 2.1.1 geforderten Abmessungen sind für jeden Nenndurchmesser regelmäßig zu überprüfen. Der Nachweis der im Abschnitt 2.1.2 geforderten Werkstoffeigenschaften ist durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204² zu erbringen. Die Übereinstimmung der Angaben im Abnahmeprüfzeugnis 3.1 mit den Anforderungen in Abschnitt 2.1 ist zu überprüfen.
- Die Dicke der aufgetragenen Beschichtung ist sowohl an den Schließringbolzen als auch an den Schließringen regelmäßig zu überprüfen und die gemessenen Werte sind mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Anforderungen zu vergleichen.
- Die in Anlage 4 angegebenen Vorspannkraften sind je Charge stichprobenartig für jeden Nenndurchmesser an gesetzten Schließringbolzensystemen nach den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Anweisungen zu überprüfen.
- Durch Sichtprüfungen ist die ordnungsgemäße Ausführung sämtlicher Schließringbolzen und Schließringe zu prüfen.

Für Umfang, Art und Häufigkeit der werkseigenen Produktionskontrolle sind die im Prüfplan beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Anforderungen maßgebend.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,

- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und soweit zutreffend Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik, der anerkannten Stelle und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, dürfen nicht verwendet werden und sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen sind. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Schließringbolzensysteme durchzuführen und es sind stichprobenartige Prüfungen der im Abschnitt 2.1 geforderten Eigenschaften und Zusammensetzung sowie der in Anlage 8 angegebenen Vorspannkkräfte nach den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Anweisungen durchzuführen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle. Die statistische Auswertung der bei der Fremdüberwachung gemessenen Werte der Vorspannkkräfte muss erweisen, dass die Anforderungen jeweils erfüllt werden. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

3.1.1 Allgemeines

Die Klemmlängenbereiche (Anlage 5 bis 7) sind zu beachten. Bei vorgespannten Verbindungen der Kategorie B und C nach DIN EN 1993-1-8³ ist das Beipacken von Scheiben nach DIN EN 14399-5⁴ oder DIN EN 14399-6⁵ nur unter dem Schließring und nur nach erfolgter Verfahrensprüfung nach Abschnitt 3.2.1 zulässig.

Bei Kategorie A und D Verbindungen nach DIN EN 1993-1-8³ dürfen, nach DIN EN 1090-2¹ Abschnitt 8.2.4. zum Anpassen (maximal eines Klemmlängenbereiches) Scheiben verwendet werden.

Die Rillen der Schließringbolzen dürfen sich bei allen Beanspruchungsarten in der Scherfuge befinden.

Eine dynamische Beanspruchung quer zur Schließringbolzenachse ist nur bei gleitfest vorgespannten (GV) Verbindungen Kategorie B und C nach DIN EN 1993-1-8³ zulässig.

3	DIN EN 1993-1-8:2010-12	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
4	DIN EN 14399-5:2015-04	Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubenverbindungen im Metallbau Teil 5: Flache Scheiben
5	DIN EN 14399-6:2015-04	Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubenverbindungen im Metallbau Teil 5: Flache Scheiben mit Fase

Bei Verwendung der maximalen Vorlochdurchmesser nach Tabelle 3 und nach Anlagen 2 bis 4 zu dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist von Verbindungen mit normalem Lochspiel gemäß DIN EN 1993-1-8³, Abschnitte 3.9.1 und 3.9.2 auszugehen.

Hinweis: Beim Schließringbolzensystem wird die Vorspannung durch den Umformprozess des Schließringes beim Setzprozess auf die Verbindung aufgebracht und kann nicht, wie beim Anziehen von HV Schrauben, beeinflusst werden. Ein Nachspannen eines ordnungsgemäß gesetzten Schließringbolzensystems ist nicht möglich und auch nicht erforderlich.

Das Setzen des Schließringbolzensystems darf nur mit den vom Hersteller freigegebenen Setzwerkzeugen erfolgen. Die Verwendung anderer als die Systemkomponenten bei Schließringen und Schließringbolzen ist nicht zulässig.

3.1.2 Korrosionsschutz und Umgebungsbedingungen

Die Schließringbolzen und die Schließringe sind durch die Beschichtungssysteme gegen Korrosion geschützt. Tabelle 1 enthält Angaben zu den Mindestschichtdicken der Systeme und die maximalen Korrosivitätskategorien für atmosphärische Umgebungsbedingungen nach DIN EN ISO 12944-2⁶, in denen die Schließringbolzen und die Schließringe eingesetzt werden dürfen.

Die Korrosivitätskategorie erfasst nur bauaufsichtliche Anforderungen, nicht jedoch die dekorative Beständigkeit (z. B. unerwünschte Verfärbungen als Folge eines geringfügigen Korrosionsangriffs).

In jedem Einzelfall ist zu prüfen, welche Korrosionsbelastung für das jeweilige Bauwerk oder Bauteil zu erwarten ist.

Tabelle 1 - Maximale Korrosivitätskategorie in Abhängigkeit vom Beschichtungssystem

Schließringbolzen		Schließring		max. Korrosivitätskategorie nach DIN EN ISO 12944-2 ⁶
Beschichtungssystem	Mindestschichtdicke [µm]	Beschichtungssystem	Mindestschichtdicke [µm]	
J45	15	J46	15	C4 mittel
J57	16	J58	14	C5 niedrig
G2	50	BLX	13	C2 mittel
J68	34	J46	15	C5 mittel
DL	10	BL2X	15	C3 niedrig
J68	34	J58	14	C4 mittel
NP	5	BL	5	C1
G	12	BL	5	C1

Angaben zu diesen und weiteren verwendbaren Beschichtungssystemen sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

Beschädigungen des Korrosionsschutzes, z.B. durch Transport oder Montage sind geeignet zu reparieren.

⁶ DIN EN ISO 12944-2:2018-04 Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

3.2 Bemessung

3.2.1 Allgemeines

Für die Bemessung der mit den Schließringbolzensystemen hergestellten Verbindungen gelten die Technischen Baubestimmungen, insbesondere die in DIN EN 1993-1-8³ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1993-1-8/NA⁷ angegebenen Regeln für HV Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9, sofern im Folgenden nichts anderes angegeben ist.

Die Verwendung von Schließringbolzensystemen in übergroßen Löchern und Langlöchern ist nur mit Verfahrensprüfung zulässig, bei der die Gültigkeit der k_s – Werte nach DIN EN 1993-1-8³, Abschnitte 3.9.1 nachgewiesen wurde. Der Schließring muss dabei am Bund eben bleiben (der Bund darf sich nicht in das übergroße Loch oder Langloch einformen).

3.2.2 Scherverbindungen

3.2.2.1 Kategorie A (Scher-/Lochleibungsverbindungen)

Der Bemessungswert der Abscherkraft beträgt $F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{M2}$

$F_{v,Rk}$ nach Tabelle 10 in Anlage 8 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung

$\gamma_{M2} = 1,25$

Es ist zu prüfen, ob sich der glattschaftige Teil des Bolzens oder die Bolzenrillen in der Scherfuge befinden.

3.2.2.2 Kategorie B und C (gleitfeste Verbindungen)

Der Bemessungswert der Vorspannkraft beträgt $F_{p,Cd} = F_{p,C,SRB} / \gamma_{M7}$

$F_{p,C,SRB}$ nach Tabelle 10 in Anlage 8 dieses Bescheides

$\gamma_{M7} = 1,1$

- bei Kategorie B Verbindungen $F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3,ser}} \cdot F_{p,Cd}$

- bei Kategorie C Verbindungen $F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,Cd}$

$\gamma_{M3} = 1,25$ nach Tabelle 2.1 in Abschnitt 2.2 der DIN EN 1993-1-8³

3.2.3 Zugverbindungen

3.2.3.1 Kategorie D (nicht vorgespannt)

Der Bemessungswert der Zugtragfähigkeit beträgt $F_{t,Rd} = F_{t,Rk} / \gamma_{M2}$

$F_{t,Rk}$ nach Tabelle 10 in Anlage 8 dieses Bescheides

$\gamma_{M2} = 1,25$

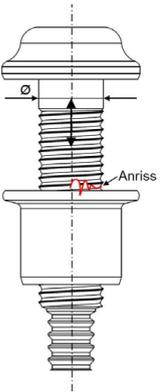
3.2.3.2 Kategorie E (vorgespannt)

Die charakteristische Vorspannkraft $F_{p,C,SRB}$ und die charakteristische Zugtragfähigkeit $F_{t,Rk}$ sind Tabelle 10 in Anlage 8 zu entnehmen.

Für den Ermüdungsfestigkeitsnachweis gilt DIN EN 1993-1-9⁸ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang. Dabei gilt abweichend von DIN EN 1993-1-9⁸ für die Zuordnung der Kerbfallkategorie Tabelle 2.

⁷ DIN EN 1993-1-8/NA:2020-11 Nationaler Anhang Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
⁸ DIN EN 1993-1-9:2010-12 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-9: Ermüdung

Tabelle 2 - Empfehlung Bezugswert der Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_c$

Kerbfall	Konstruktionsdetail	Beschreibung	Anforderungen
71		Vorgespannte Bobtail Schließringbolzen der Festigkeitsklasse 10.9 und dazugehörige Schließringe nach diesem Bescheid für die Nenndurchmesser M12 bis M 36 mit Ausnahme der Beschichtungen G2 und J 68.	$\Delta\sigma$ ist am Kernquerschnitt A_{d3} des Schließringbolzens nach Tabelle 10 der Anlage 8 zu ermitteln. Biegung und Zug infolge von Abstützkräften sowie weitere Biegebeanspruchungen (z. B. sekundäre Biegespannungen) sind zu berücksichtigen. Die reduzierte Spannungsschwingbreite darf hierbei berücksichtigt werden.
63		Vorgespannte Bobtail Schließringbolzen der Festigkeitsklasse 10.9 und dazugehörige Schließringe nach diesem Bescheid für die Nenndurchmesser M12 bis M 36 für die Beschichtungen G2 und J 68.	

3.2.4 Kombinierte Scher- und Zugbeanspruchung

3.2.4.1 Kombination von Scher-/Lochleibungsverbindung (Kategorie A) und nicht vorgespannter Zugverbindung (Kategorie D)

Bei kombinierter Beanspruchung durch die Bemessungswerte der einwirkenden Querkräfte $F_{v,Ed}$ und Zugkräfte $F_{t,Ed}$ ist folgender Interaktionsnachweis zu führen:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

3.2.4.2 Kombination von gleitfester Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit oder im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie B oder Kategorie C) und vorgespannter Zugverbindung (Kategorie E)

Wenn eine gleitfeste Verbindung zusätzlich zur einwirkenden Abscherkraft $F_{v,Ed}$ oder $F_{v,Ed,ser}$ durch eine einwirkende Zugkraft $F_{t,Ed}$ oder $F_{t,Ed,ser}$ beansprucht wird, ist der Gleitwiderstand je Schließringbolzen wie folgt anzunehmen:

– bei Kategorie B Verbindungen
$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu (F_{p,C,SRB} - 0,8 \cdot F_{t,Ed,ser})}{Y_{M3,ser}}$$

– bei Kategorie C Verbindungen
$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu (F_{p,C,SRB} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{Y_{M3}}$$

$k_s = 1,0$ bei Einhaltung der max. Vorlochdurchmesser nach Tabelle 3.

3.2.5 Zusätzliche Regeln beim Ermüdungsnachweis

3.2.5.1 Ringflanschverbindungen

Bei Ringflanschverbindungen nach Abschnitt 12.1 der Richtlinie für Windenergieanlagen⁹ sowie nach Abschnitt 9.3.3 der DIN 18088-3¹⁰ dürfen beim Ermüdungssicherheitsnachweis der Verbindung mit den Schließringbolzensystemen höchstens 90 % der Vorspannkraft $F_{p,C,SRB}$ nach Tabelle 10 in Anlage 8 dieses Bescheides in Ansatz gebracht werden.

Beim Ermüdungssicherheitsnachweis der Flanschverbindung darf die Ermüdungsbeanspruchung der Schließringbolzen unter Berücksichtigung der Druckvorspannung der Flansche mit Hilfe des trilinearen Modells (siehe Abbildung 1) nach SCHMIDT/NEUPER ermittelt werden, wenn die in der DIN 18088-3¹⁰ beschriebenen Toleranzen eingehalten sind. Die zur Beschreibung der Schließringbolzenkraftfunktion notwendigen Steifigkeits- bzw. Nachgiebigkeitsverhältnisse von Bolzen δ_{SRB} und Bauteil δ_P sind mit Hilfe des DVS-EFB-Merkblatts 3435-2¹¹ in Anlehnung an die VDI 2230 – Blatt 1¹² zu ermitteln.

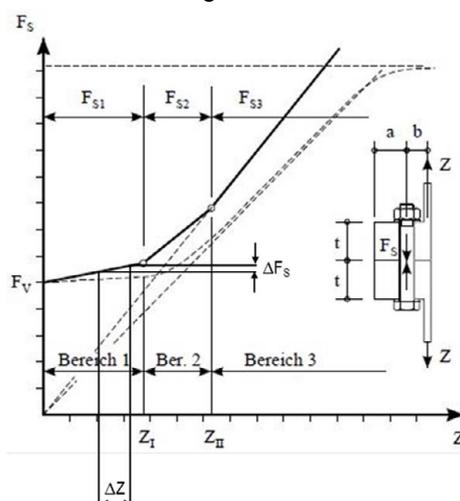


Abbildung 1 - Schraubenkraftfunktion vorgespannter Ringflanschverbindungen nach Schmidt/Neuper

Wird ein vereinfachtes Berechnungsmodell verwendet, das nur Schließringbolzen-normalkräfte liefert, so ist der Nachweis gegen Kerbfallklasse 40* ($\Delta\sigma_c = 45 \text{ N/mm}^2$) zu führen, (siehe Abbildung 2).

Schließringbolzen mit der Beschichtung G2 (Feuerverzinkung) und J68 (Sherard-Verzinkung) müssen bei exzentrischer Belastung in eine Kerbfallklasse niedriger eingestuft werden. Abweichend von DIN EN 1993-1-9⁸ darf kein Schwellenwert der Ermüdungsfestigkeit für Lastspielzahlen $N > 10^7$ bzw. 10^8 angesetzt werden.

9	Richtlinie WEA:2015-03	Richtlinie Windenergieanlagen, Deutsches Institut für Bautechnik Berlin
10	DIN EN 18088-3:2019-01	Tragstrukturen für Windenergieanlagen und Plattformen – Teil 3: Stahlbauten
11	DVS-EFB-Merkblatt 3435-2	Schließringbolzensysteme – Berechnung von Verbindungen nach Eurocode 3 und VDI 2230 Blatt 1
12	VDI 2230 - Blatt 1	Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen – Zylindrische Einschraubverbindungen

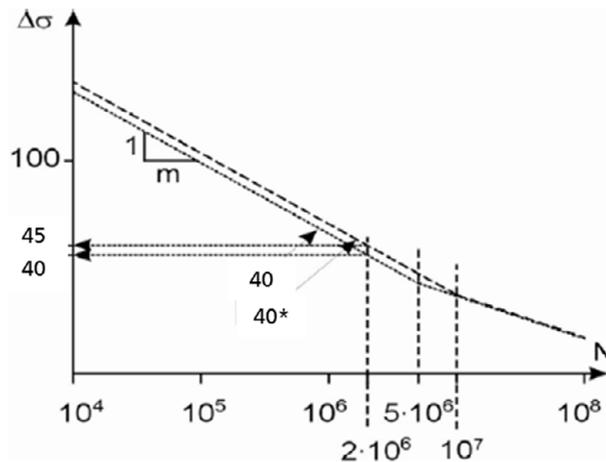


Abbildung 2 - Kerbfallklassen für Schließringbolzen

Wird mit Hilfe der FEM ein Berechnungsmodell verwendet, welches neben den Schließringbolzennormalkräften auch Schließringbolzenbiegemomente liefert, so ist der Ermüdungsfestigkeitsnachweis gegen die empfohlenen Kerbfallkategorien in Tabelle 2 dieses Bescheides zu führen.

Bei der Ermittlung der Schließringbolzenkraftfunktion mit FEM sind die bei der Ausführung tolerierten Flanschklaffungen als Imperfektionen zu berücksichtigen.

Die Regelungen nach Abs. 6.7 aus IEC 61400-6¹³ sind sinngemäß auf Verbindungen mit Schließringbolzen in Ringflanschen zu übertragen.

3.2.5.2 Scherverbindungen

Anstelle der Regelvorspannkraft für scherbeanspruchte Schraubverbindungen nach DIN 18088-3¹⁰ sind für scherbeanspruchte Schließringbolzenverbindungen die Werte der Tabelle 10 in Anlage 8 dieses Bescheides zu verwenden.

Die Regelungen nach Abs. 6.8 aus IEC 61400-6¹³ sind sinngemäß auf gleitfeste Verbindungen mit Schließringbolzen zu übertragen.

3.3 Bestimmungen für die Ausführung

Es gilt DIN EN 1090-2¹, sofern im Folgenden nichts anderes angegeben ist.

Die Montage der Schließringbolzensysteme erfolgt ausschließlich nach Angaben des Herstellers mit den dafür vorgesehenen Setzgeräten. Der Hersteller übergibt die Montageanweisung an die ausführende Firma.

Der Einbau der Schließringbolzensysteme darf nur von Firmen vorgenommen werden, die die dazu erforderliche Erfahrung haben, es sei denn, es erfolgt eine Einweisung des Montagepersonals durch Fachkräfte, die auf diesem Gebiet Erfahrungen besitzen.

Die zu verbindenden Bauteile müssen unmittelbar aufeinanderliegen. Die Schließringbolzen sind rechtwinklig zur Bauteiloberfläche zu setzen. Auf der Schließringseite darf die Bauteiloberfläche maximal 3° vom rechten Winkel zur Schließringbolzenachse abweichen.

Beim Einbau der Schließringbolzensysteme ist darauf zu achten, dass ein Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnis von $1 \leq l_k/d \leq 10$ zur Sicherstellung der Regelvorspannkraft $F_{p,c,SRB}$ einzuhalten ist.

Der Setzprozess der Schließringbolzen kann unterbrochen werden, d. h. mehrstufig erfolgen. Es ist sicherzustellen, dass sowohl zum Zeitpunkt der Unterbrechung des Setzprozesses als auch zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme des Setzprozesses der Fügespalt geschlossen sein muss. Ein Nachsetzen bereits vollständig umgeformter Schließringbolzen ist nicht zulässig. Mehrfach voll umgeformte Schließringbolzen sind auszutauschen.

Die Löcher in den zu verbindenden Bauteilen müssen eine zwängungsfreie Montage der Schließringbolzen ermöglichen. Dabei sind die maximalen Vorlochdurchmesser nach Tabelle 3 und entsprechend der Angaben in den Anlagen 2 bis 4 einzuhalten.

Tabelle 3 - Vorlochdurchmesser

Nenn- durchmesser	max. Vorloch- durchmesser [mm]
M12	13,5
M14	15,5
M16	17,5
M20	22,0
22,2 (7/8")	23,8
M24	26,5
25,4 (1")	28,6
M27	29,5
M30	33,0
M36	39,5

Alle gesetzten Schließringbolzensysteme sind von der ausführenden Firma durch Sichtprüfung auf ordnungsgemäßen Sitz zu überprüfen. Die Schließringbolzensysteme sind dann richtig gesetzt, wenn mindestens eine Warze am Flansch der Schließringe durch das Setzgerät verformt wurde.

Bei Schließringbolzen, die fertigungsbedingt ohne Warzen hergestellt wurden, ist die Kontrolle des Setzprozesses nach der Montageanweisung des Herstellers der Schließringbolzen mit Hilfe einer Ringlehre vorzunehmen (Anlage 1).

Zusätzlich sind Prüfungen mit Ringlehren entsprechend den Vorgaben in der Montageanweisung des Herstellers der Schließringbolzensysteme an folgenden Arbeitsproben durchzuführen:

- Bei Arbeitsbeginn beim ersten Setzvorgang und bei Arbeitsende beim letzten Setzvorgang für jedes verwendete Setzgerät.
- Bei Wechsel des Setzgerätes oder Änderungen am Setzgerät (Austausch von Teilen, Änderung der Einstellungen).
- Bei Wechsel des Bedienpersonals.

Als Arbeitsproben dürfen gesetzte Schließringbolzensysteme verwendet werden. Erfüllen gesetzte Schließringbolzensysteme nicht die Prüfkriterien (verformte Warze, Ringlehrenprüfung), darf das Setzen der Schließringbolzensysteme erst fortgesetzt werden, wenn die Ursache für das nicht ordnungsgemäße Setzen beseitigt ist. Zusätzlich sind bereits gesetzte Schließringe mit der Ringlehre zu überprüfen, bis sichergestellt ist, dass alle nicht ordnungsgemäß gesetzten Schließringe ermittelt sind. Nicht ordnungsgemäß gesetzte Schließringbolzensysteme sind komplett auszutauschen. Die Arbeitsproben sowie deren Ergebnis (Sichtprüfung) sind durch die ausführende Firma schriftlich zu bestätigen.

Die bauausführende Firma hat zur Bestätigung der Übereinstimmung der Schließringbolzensysteme mit der von diesem Bescheid erfassten Bauartgenehmigung eine Übereinstimmungs-erklärung gemäß § 16 a Abs.5 in Verbindung mit §21 Abs. 2 MBO abzugeben.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

Die Schließringbolzensysteme sind bezüglich der Vorspannung bei ordnungsgemäß ausgeführten Verbindungen (z. B. unmittelbares Aufeinanderliegen der Bauteile, keine unzulässigen Beschichtungen / Beschichtungsdicken) mechanisch wartungsfrei. Schließringbolzensysteme, die ggf. nicht ordnungsgemäß sitzen, sind auszutauschen.

Ermüdungsrelevant beanspruchte Schließringbolzensysteme, bei denen tragsicherheitsrelevante Teile (Schließrillen) durch Korrosion betroffen sind, sind auszutauschen.

Vor dem Setzen einer neuen Schließringbolzenverbindung ist die Bauteiloberfläche restlos von Korrosionsspuren zu reinigen.

Sind sichtbare Teile von Schließringbolzensystemen (Bolzenkopf, Bolzenzugteil oder Schließring) an die optische Anforderungen bestehen von Korrosion (Kantenrost) betroffen, so sind diese mit geeigneten Rostschutzmitteln nach Herstelleranweisung nachzubessern. Die Begutachtungszeiträume von Schließringbolzensystemen sind vom Anwender festzulegen.

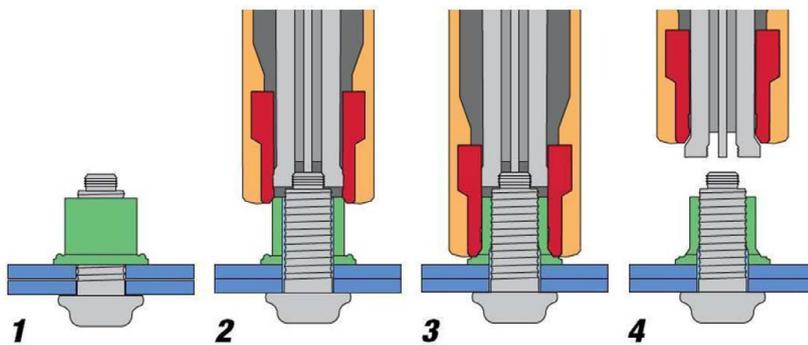
Dr.-Ing. Ronald Schwuchow
Referatsleiter

Beglaubigt

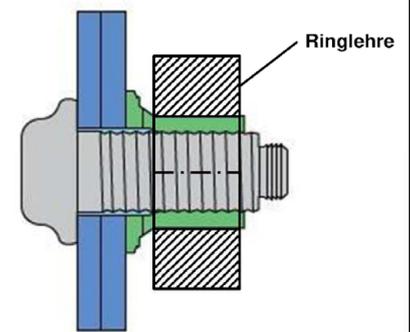


Beispiele für Schließringbolzen, Schließringe und Setzgerät

Beispiel Ringlehre



Darstellung des Setzprozesses (schematisch)



Lehrenprüfung (schematisch)

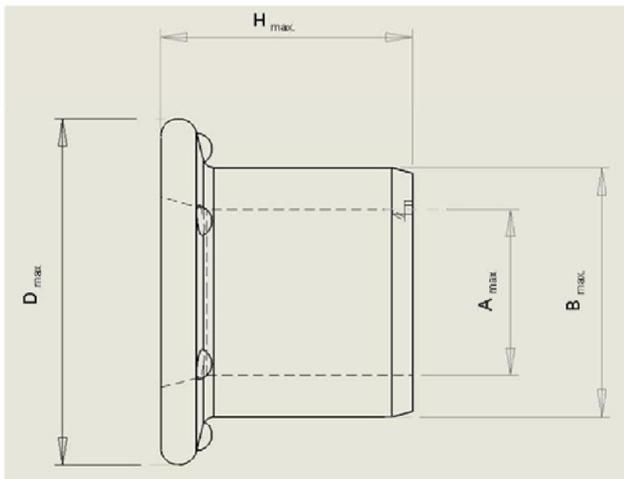
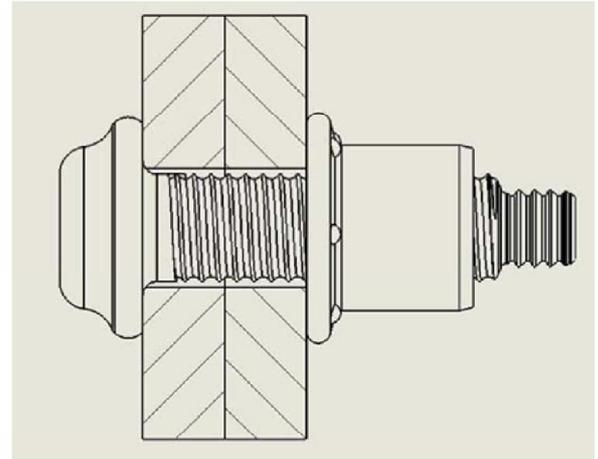
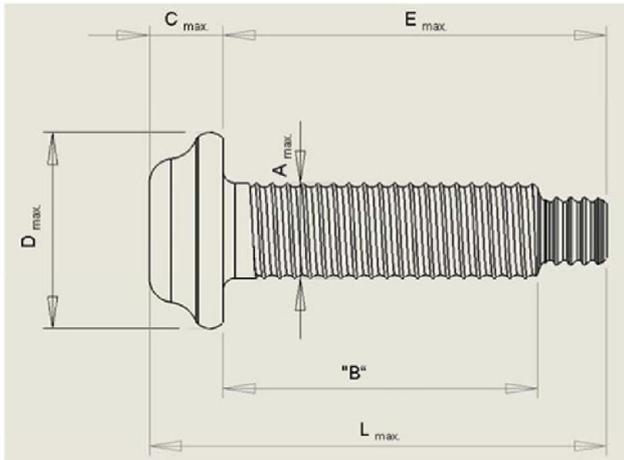
Prinzipieller Ablauf des Setzprozesses:

1. Schließringbolzen durch das Durchgangsloch stecken und den Schließring mit dem Flansch in Richtung Bauteil im Uhrzeigersinn auf den Bolzen drehen.
2. Das Setzwerkzeug am verjüngten Ende des Bolzens ansetzen und den Auslöser am Werkzeug drücken. Die Klemmbacken im Werkzeugzugkopf erfassen den geriffelten Teil des Bolzens und schließen den Fügspalt durch Ziehen am Bolzen.
3. Durch weiteres Halten des Werkzeugauslösers im gedrückten Zustand bewirkt der Greifmechanismus bei Erreichen des erforderlichen Anpressdruckes, dass sich der Zugkopf über den Schließring zieht und diesen in die Schließrillen des Bolzens einformt.
4. Der Zugkopf des Werkzeuges fährt nach dem Umformen automatisch zurück und löst das Werkzeug vom verformten Schließring. Danach wird der Auslöser am Werkzeug losgelassen.
5. Der Setzprozess ist mit der Deformierung von mindestens einer der sechs Warzen auf dem Flansch des umgeformten Schließringes abgeschlossen. Bei Schließringen, die fertigungsbedingt ohne Warzen geliefert wurden, ist zur Kontrolle des Setzprozesses eine Lehrenprüfung mit einer Ringlehre nach der Montageanweisung des Herstellers der Schließringbolzensysteme durchzuführen.

Schließringbolzen ohne Abrisstteil

Beispiele für Schließringbolzen, Schließringe, Setzgerät und Ringlehre
Schematische Darstellung des Setzprozesses und der Lehrenprüfung
Beschreibung des Setzprozesses

Anlage 1



Schließringbolzen metrische Abmessungen

Tabelle 4 Hauptabmessungen der metrischen Schließringbolzen M12 bis M20

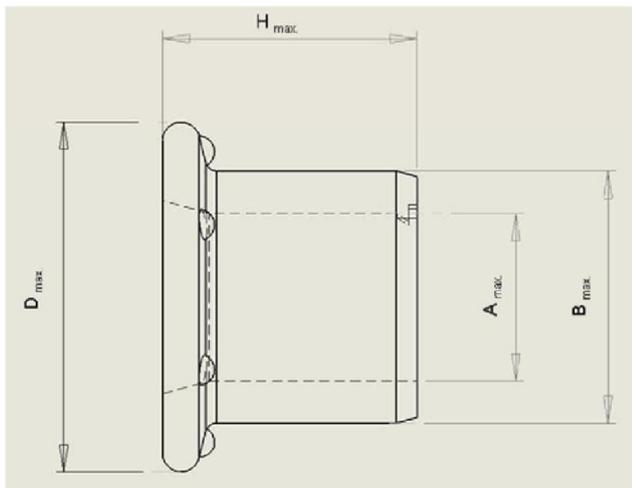
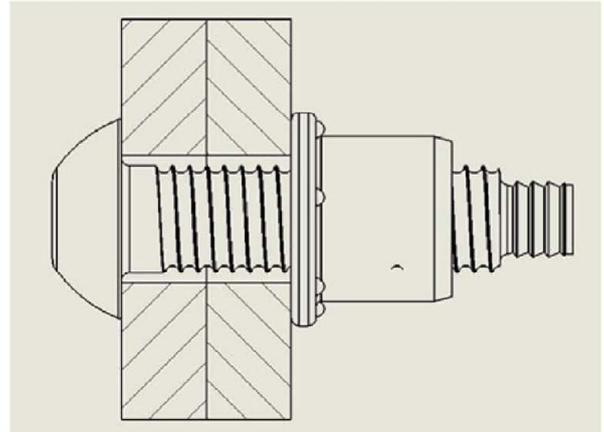
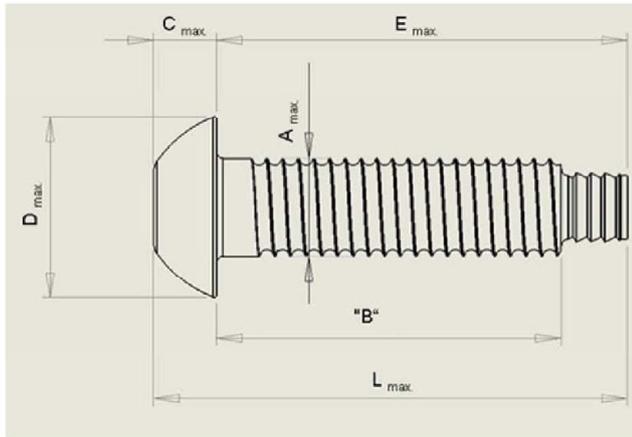
Schließringbolzen								Schließring			
Nenn Ø [mm]	Vorloch Ø max. [mm]	A _{max} [mm]	"B" _{max} ¹⁾ [mm]	C _{max} [mm]	D _{max} [mm]	E _{max} ¹⁾ [mm]	L _{max} ¹⁾ [mm]	A _{max} [mm]	B _{max} [mm]	D _{max} [mm]	H _{max} [mm]
12	13,5	12,0	45,2	9,6	25,4	56,1	65,7	12,3	18,5	25,4	17,7
14	15,5	14,0	47,9	11,5	30,0	59,8	71,3	14,4	21,5	29,6	21,0
16	17,5	16,0	51,1	12,2	33,8	63,0	75,2	16,4	24,5	33,8	23,7
20	22,0	20,0	56,9	16,0	42,4	71,7	87,7	20,5	30,6	42,1	29,6

¹⁾ diese Werte gelten beispielhaft für eine Klemmlänge

Schließringbolzen ohne Abrissteil

Hauptabmessungen metrische Schließringbolzen Durchmesser M12 bis M20

Anlage 2



Schließringbolzen zöllige Abmessungen

Tabelle 5 Hauptabmessungen der zölligen Schließringbolzen

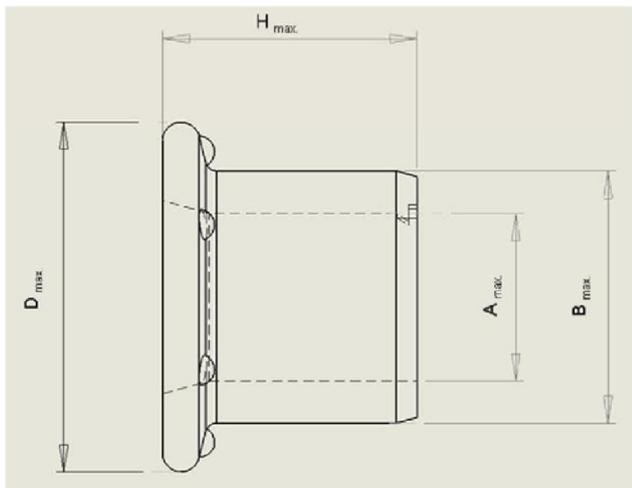
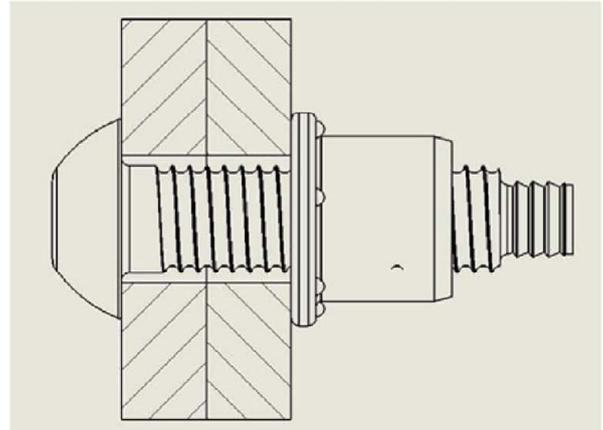
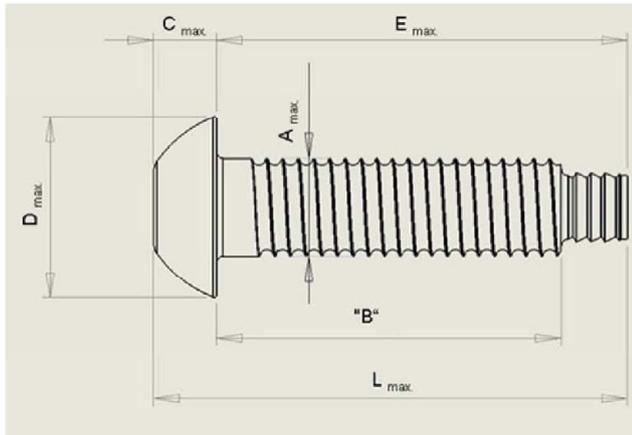
Schließringbolzen								Schließring			
Nenn Ø [mm]	Vorloch Ø max. [mm]	A _{max} [mm]	"B" _{max} ¹⁾ [mm]	C _{max} [mm]	D _{max} [mm]	E _{max} ¹⁾ [mm]	L _{max} ¹⁾ [mm]	A _{max} [mm]	B _{max} [mm]	D _{max} [mm]	H _{max} [mm]
22,2 (7/8")	23,8	22,3	66,9	14,86	42,3	83,4	98,26	22,9	34,2	47,4	33,0
25,4 (1")	28,6	25,4	72,1	16,5	50,8	90,9	107,4	26,2	39,1	51,1	37,9

¹⁾ diese Werte gelten beispielhaft für eine Klemmlänge

Schließringbolzen ohne Abrissteil

Hauptabmessungen zöllige Schließringbolzen

Anlage 3



Schließringbolzen für metrische Abmessungen mit Halbrundkopf

Tabelle 6 Hauptabmessungen der metrischen Schließringbolzen mit Halbrundkopf

Schließringbolzen								Schließring			
Nenn Ø	Vorloch Ø max. [mm]	A _{max} [mm]	"B" _{max} ¹⁾ [mm]	C _{max} [mm]	D _{max} [mm]	E _{max} ¹⁾ [mm]	L _{max} ¹⁾ [mm]	A _{max} [mm]	B _{max} [mm]	D _{max} [mm]	H _{max} [mm]
M24	26,5	24,0	91,3	15,8	45,4	110,1	125,9	24,5	37,0	42,6	36,2
M27	29,5	27,0	98,2	17,9	51,0	118,7	136,6	28,0	42,0	48,0	41,0
M30	33,0	30,0	113,0	20,1	57,6	136,5	156,6	31,0	46,5	53,0	45,5
M36	39,5	36,0	141,4	24,0	67,0	171,4	195,4	37,0	55,5	63,5	54,0

1) diese Werte gelten beispielhaft für eine Klemmlänge

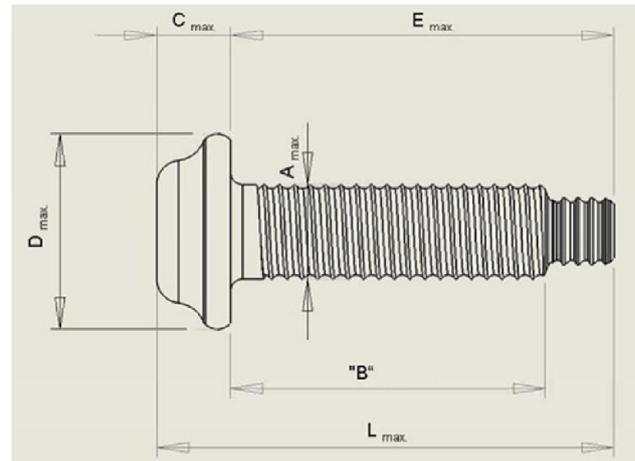
Schließringbolzen ohne Abrissteil

Hauptabmessungen metrische Schließringbolzen mit Halbrundkopf

Anlage 4

Tabelle 7 Klemmlängenbereiche in Abhängigkeit von der Schließringbolzenlänge

Klemmlängenbereich [mm]	Länge "B" nach Anlage 2			
	M12	M14	M16	M20
5 - 15	34,2	37,1	/	/
10 - 20	39,2	42,1	45,1	50,9
15 - 25	44,2	47,1	50,1	55,9
20 - 30	49,2	52,1	55,1	60,9
25 - 35	54,2	57,1	60,1	65,9
30 - 40	59,2	62,1	65,1	70,9
35 - 45	64,2	67,1	70,1	75,9
40 - 50	69,2	72,1	75,1	80,9
45 - 55	74,2	77,1	80,1	85,9
50 - 60	79,2	82,1	85,1	90,9
55 - 65	84,2	87,1	90,1	95,9
60 - 70	89,2	92,1	95,1	100,9
65 - 75	94,2	97,1	100,1	105,9
70 - 80	99,2	102,1	105,1	110,9
75 - 85	104,2	107,1	110,1	115,9
80 - 90	109,2	112,1	115,1	120,9
85 - 95	114,2	117,1	120,1	125,9
90 - 100	119,2	122,1	125,1	130,9
95 - 105	124,2	127,1	130,1	135,9
100 - 110	129,2	132,1	135,1	140,9
105 - 115	134,2	137,1	140,1	145,9
110 - 120	139,2	142,1	145,1	150,9
115 - 125	144,2	147,1	150,1	155,9
120 - 130	/	152,1	155,1	160,9
125 - 135	/	157,1	160,1	165,9
130 - 140	/	162,1	165,1	170,9
135 - 145	/	167,1	170,1	175,9
140 - 150	/	/	175,1	180,9
145 - 155	/	/	180,1	185,9
150 - 160	/	/	185,1	190,9
155 - 165	/	/	190,1	195,9
160 - 170	/	/	/	200,9
165 - 175	/	/	/	205,9
170 - 180	/	/	/	210,9
175 - 185	/	/	/	215,9
180 - 190	/	/	/	220,9
185 - 195	/	/	/	225,9
190 - 200	/	/	/	230,9
195 - 205	/	/	/	235,9



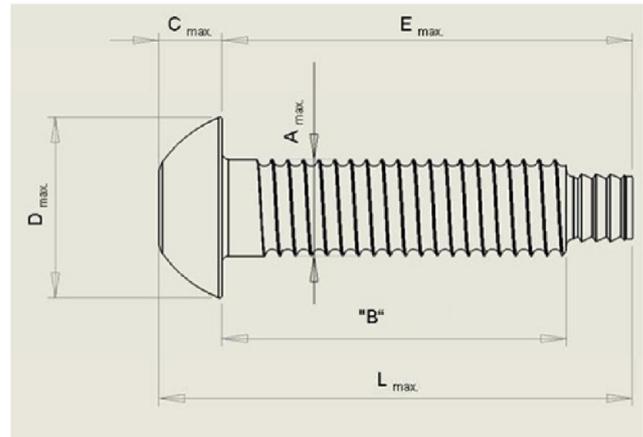
Schließringbolzen ohne Abrissteil

Klemmlängenbereiche in Abhängigkeit von der Schließringbolzenlänge
Metrische Bolzen M12 bis M20

Anlage 5

Tabelle 8 Klemmlängenbereiche in Abhängigkeit von der Schließringbolzenlänge

Klemmlängenbereich [mm]	Länge "B" nach Anlage 3	
	Ø 22,2 (7/8")	Ø 25,4 (1")
19,1 - 28,5	64,9	70,1
25,4 - 34,8	71,3	76,5
31,8 - 41,2	77,6	82,8
38,1 - 47,5	84,0	89,2
44,5 - 53,9	90,3	95,5
50,8 - 60,2	96,7	101,9
57,2 - 66,6	103,0	108,2
63,5 - 72,9	109,4	114,6
69,9 - 79,3	115,7	120,9
76,2 - 85,6	122,1	127,3
82,6 - 92,0	128,4	133,6
88,9 - 98,3	134,8	140,0
95,3 - 104,7	141,1	146,3
101,6 - 111,0	147,5	152,7
108,0 - 117,4	153,8	159,0
114,3 - 123,7	160,2	165,4
120,7 - 130,1	166,5	171,7
127,0 - 136,4	172,5	178,1
133,4 - 142,8	179,2	184,4
139,7 - 149,1	185,6	190,8
146,1 - 155,5	191,9	197,1
152,4 - 161,8	198,3	203,5
158,8 - 168,2	204,6	209,8
165,1 - 174,5	211,0	216,2
171,5 - 180,9	217,3	222,5
177,8 - 187,2	223,7	228,9
184,2 - 193,6	230,0	235,2
190,5 - 199,9	236,4	241,6
196,6 - 206,3	242,7	247,9
203,2 - 212,6	249,1	254,3
209,6 - 219,0	255,4	260,6
215,9 - 225,3	261,8	267,0
222,3 - 231,7		273,3
228,6 - 238,0		279,7
235,0 - 244,4		286,0
241,3 - 250,7		292,4
247,7 - 257,1		298,7
254,0 - 263,4		305,1



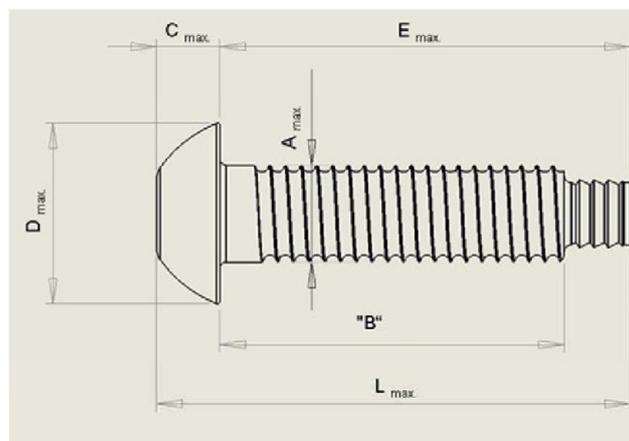
Schließringbolzen ohne Abrissteil

Klemmlängenbereiche in Abhängigkeit von der Schließringbolzenlänge
Zöllige Bolzen

Anlage 6

Tabelle 9 Klemmlängenbereiche in Abhängigkeit von der Schließringbolzenlänge

M24		M27		M30		M36	
Klemmlängenbereich [mm]	Länge "B" nach Anlage 4	Klemmlängenbereich [mm]	Länge "B" nach Anlage 4	Klemmlängenbereich [mm]	Länge "B" nach Anlage 4	Klemmlängenbereich [mm]	Länge "B" nach Anlage 4
10 - 30	69,3	10 - 30	75,2	20 - 40	90	20 - 50	108,4
20 - 40	79,3	20 - 40	85,2	30 - 50	100	35 - 65	123,4
30 - 50	89,3	30 - 50	95,2	40 - 60	110	50 - 80	138,4
40 - 60	99,3	40 - 60	105,2	50 - 70	120	65 - 95	153,4
50 - 70	109,3	50 - 70	115,2	60 - 80	130	80 - 110	168,4
60 - 80	119,3	60 - 80	125,2	70 - 90	140	95 - 125	183,4
70 - 90	129,3	70 - 90	135,2	80 - 100	150	110 - 140	198,4
80 - 100	139,3	80 - 100	145,2	90 - 110	160	125 - 155	213,4
90 - 110	149,3	90 - 110	155,2	100 - 120	170	140 - 170	228,4
100 - 120	159,3	100 - 120	165,2	110 - 130	180	155 - 185	243,4
110 - 130	169,3	110 - 130	175,2	120 - 140	190	170 - 200	258,4
120 - 140	179,3	120 - 140	185,2	130 - 150	200	185 - 215	273,4
130 - 150	189,3	130 - 150	195,2	140 - 160	210	200 - 230	288,4
140 - 160	199,3	140 - 160	205,2	150 - 170	220	215 - 245	303,4
150 - 170	209,3	150 - 170	215,2	160 - 180	230	230 - 260	318,4
160 - 180	219,3	160 - 180	225,2	170 - 190	240	245 - 275	333,4
170 - 190	229,3	170 - 190	235,2	180 - 200	250	260 - 290	348,4
180 - 200	239,3	180 - 200	245,2	190 - 210	260	275 - 305	363,4
190 - 210	249,3	190 - 210	255,2	200 - 220	270	290 - 320	378,4
200 - 220	259,3	200 - 220	265,2	210 - 230	280	305 - 335	393,4
210 - 230	269,3	210 - 230	275,2	220 - 240	290	320 - 350	408,4
220 - 240	279,3	220 - 240	285,2	230 - 250	300	335 - 365	423,4
230 - 250	289,3	230 - 250	295,2	240 - 260	310	350 - 380	438,4
		240 - 260	305,2	250 - 270	320		
		250 - 270	315,2	260 - 280	330		
		260 - 280	325,2	270 - 290	340		
				280 - 300	350		
				290 - 310	360		



Schließringbolzen ohne Abrissteil

Klemmlängenbereiche in Abhängigkeit von der Schließringbolzenlänge
Bolzen M24, M27, M30 und M36

Anlage 7

Tabelle 10 Mechanische Werte der Schließringbolzensysteme

Nenn Durchmesser	$F_{v,Rk}$ [kN]		$F_{t,Rk}$ [kN]	$F_{p,C,SRB}$ [kN]	A_{d3} [mm ²]
	Bolzenrillen in der Scherfuge	Bolzenschaft in der Scherfuge			
M12	48,4	62,2	87,7 (83,3)	64,7	92,5
M14	66,1	84,7	120,0 (114,0)	88,3	126,1
M16	86,4	110,6	163,0 (154,9)	114,5	163,5
M20	135,4	172,8	255,0 (242,3)	179,3	256,2
Ø 22,2 mm (7/8")	167,2	212,9	308,3 (292,9)	218,0	320,5
M24	190,7	248,8	367,0 (348,7)	242,0	356,3
Ø 25,4 mm (1")	220,6	278,7	404,3 (384,1)	293,1	418,7
M27	242,2	314,9	477,0 (453,2)	315,0	452,4
M30	297,0	388,8	583,0 (553,9)	387,0	564,1
M36	422,5	559,8	850,0 (807,5)	561,0	814,3

$F_{v,Rk}$ Charakteristische Abschertragfähigkeit
 $F_{t,Rk}$ Charakteristische Zugtragfähigkeit / für G2 gelten Werte in ()
 $F_{p,C,SRB}$ Vorspannkraft der Schließringbolzensysteme
 A_{d3} Kernquerschnitt

Schließringbolzen ohne Abrisstheil

Mechanische Werte der Schließringbolzensysteme

Anlage 8