



Verkaufsdokumentation

# Schraubenver- bindungen **HV**

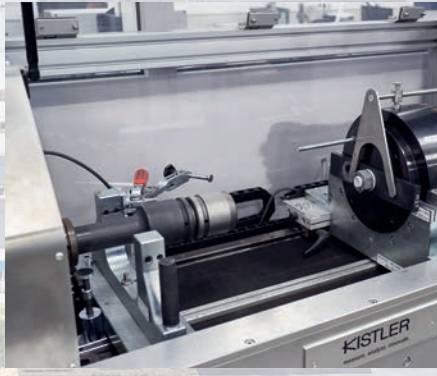
Hochfeste vorspannbare Garnituren für  
Schraubverbindungen im Metallbau nach EN  
14399-1:2015

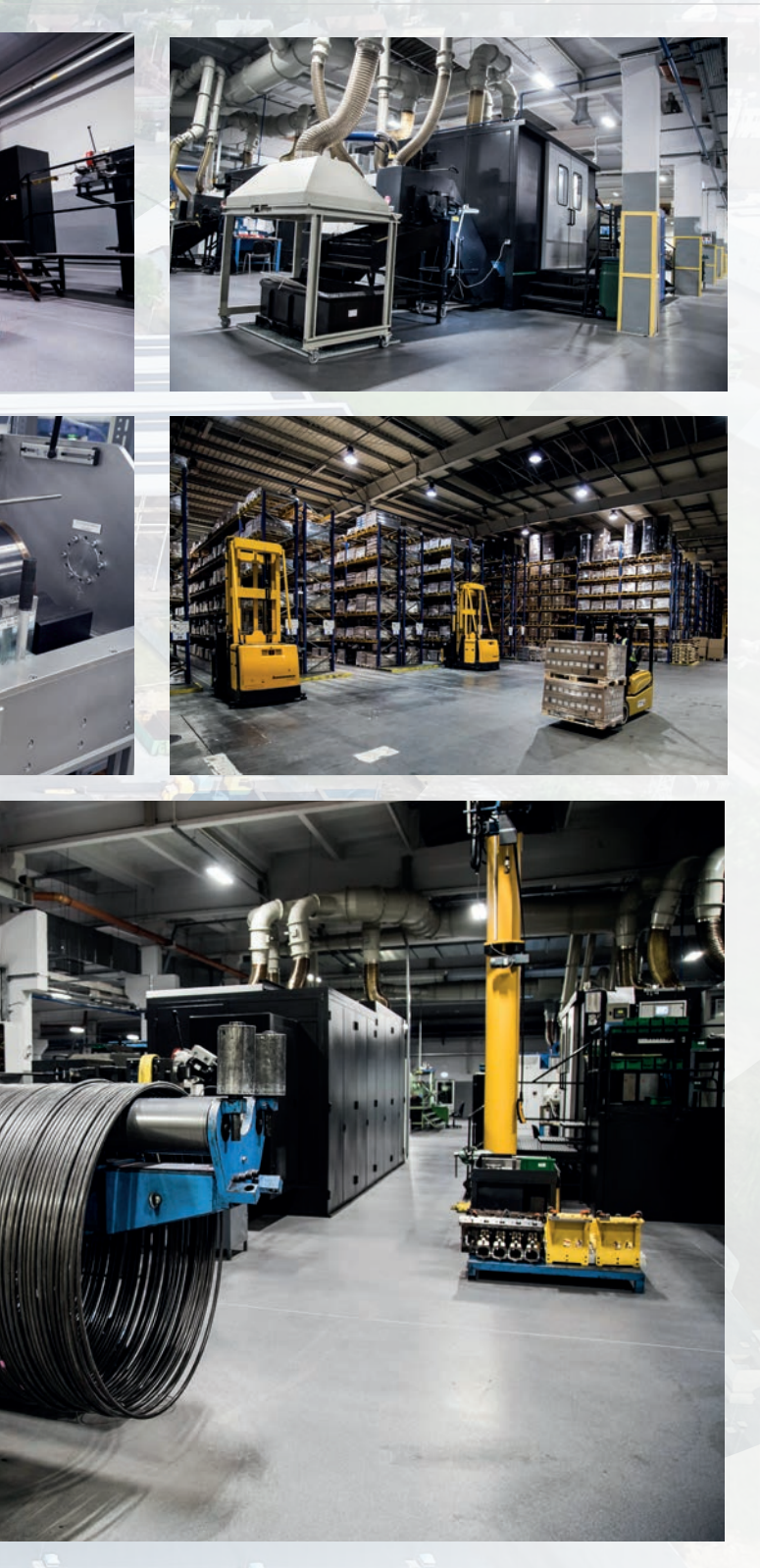
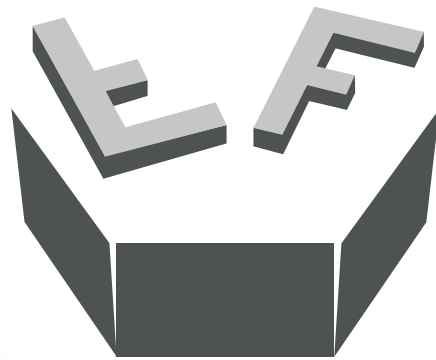
## SB-BAUSÄTZE

Garnituren für nicht vorgespannte Schraubverbindungen  
im Metallbau nach EN 15048:2007

**RAWLPLUG®**

Koelner Łańcucka Fabryka Śrub





Praxis, Spitzentechnologie und 60 Jahre Erfahrung - das sind die drei Faktoren, die die Rawlplug Koelner Łańcucka Fabryka Śrub zu einem der führenden Hersteller von Verbindungselementen in Europa machen. Die Geschichte des Unternehmens, die bis 1957 zurückreicht, ist ein unschätzbare Wert, der in Kombination mit modernster Technologie und den besten Spezialisten die hier hergestellten Verbindungselemente heute durch höchste Qualität, Zuverlässigkeit und Innovation auszeichnet und die Anforderungen der Kunden aus Branchen erfüllt, in denen Sicherheit und Schutz die Grundlage bilden.

Koelner Łańcucka Fabryka Śrub gehört zur RAWLPLUG-Gruppe, die eine Reihe von Produktionsstätten und Vertriebsgesellschaften auf allen Kontinenten umfasst. Die mit LF Zeichen geschützte Lösungen werden in vielen Branchen und bei den größten und renommiertesten Investitionen auf der ganzen Welt eingesetzt, was ein Beweis für das höchste Niveau ihrer Qualität und Benutzerfreundlichkeit ist.

Unsere Mission ist es, unseren Kunden Produkte anzubieten, denen sie vertrauen können. Deshalb setzen wir konsequent Produkt- und Prozessinnovationen um. Durch die systematische Rekonstruktion und Modernisierung unseres Maschinenparks und unserer technologischen Prozesse sind wir zu einer der modernsten Produktionsstätten unserer Kategorie mit hochqualifiziertem Ingenieur- und Technikpersonal geworden. Um die höchsten Produktionsstandards einzuhalten, führen wir die meisten Prozesse vor Ort durch, was uns Unabhängigkeit und gegenüber den Kunden Vertrauen gibt. Wir verfügen über eigene, moderne Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Das Team unserer Labore besteht aus Laboratorien für Chemie, Länge und Winkel, Metallographie, Forschung und Simulation sowie Bauwesen. Wir verfügen über ein Qualitätsmanagementsystem, das durch Zertifizierungen und Zulassungen, sowie eine eigene Abteilung für Qualitätskontrolle belegt wird. Im Weiteren wird ein strenger und genauer Inspektionsprozess regelmäßig durchgeführt. Die Bestätigung unserer Bemühungen ist das vom Unternehmen eingeführte Qualitätsmanagementsystem, das auf Modellen gemäß **IATF 16949:2016, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 und ISO 45001:2018** basiert. Es ist die Grundlage für die Aufrechterhaltung des höchsten Qualitätsniveaus von Produkten und Dienstleistungen, die Minimierung der Auswirkungen auf die natürliche Umwelt sowie die Aufrechterhaltung der Arbeitssicherheit.

Seit vielen Jahren bauen wir unser Produktportfolio auf der Basis von Produkten aus dem mittleren und oberen Segment auf. Neben Standardprodukten (wie Schweißschrauben, Zahnflanschschrauben, Schrauben mit gewalzter Unterlegscheibe oder Zolloschrauben) fertigen wir auch hochspezialisierte Spezialbefestigungen, die bis zu 70% der werkseigenen Produktion ausmachen und nach den Zeichnungen und Spezifikationen unserer Kunden gefertigt werden. Die Spezialprodukte werden in vielen Branchen eingesetzt. Eine davon ist die Automobilindustrie, wo höchste Qualität und einwandfreie, präzise Verarbeitung zählen. Es kann mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Schrauben mit dem LF Zeichen ihren Teil zum reibungslosen Betrieb von Fahrzeugen führender europäischer und internationaler Automobilhersteller beitragen, was die beste Bestätigung für ihre höchste Qualität ist. Rawlplug Koelner Łańcucka Fabryka Śrub ist auch zertifizierter Hersteller von hochfesten HV-Sets nach der harmonisierten Norm EN 14399:2015 und der Richtlinie CPR Nr. 305/2011.

Neben technischen Fragen spiegeln unsere Unternehmenswerte unsere Denkweise wieder und bestimmen unser gesamtes Handeln. Täglich sind wir leidenschaftlich für Exzellenz, offen für Veränderungen und bereit, neue Herausforderungen anzunehmen. Wir sind ständig auf der Suche nach neuen, noch besseren Lösungen und setzen die reiche Tradition von Koelner Łańcucka Fabryka Śrub und der Rawlplug Gruppe fort, zu der wir gehören - einem renommierten Hersteller von Verbindungselementen mit einer 100-jährigen Geschichte. Wir setzen auf Teamarbeit und motivieren unsere Mitarbeiter zur Zusammenarbeit, denn wir sind überzeugt, dass ihr Wissen und ihre Kompetenzen einer der Schlüssel zu unserem Erfolg sind. Wir haben auch in die hohe Arbeitsqualität und Kreativität unserer Spezialisten investiert. Unser sehr gut ausgebildetes Team konnte immer wieder im Rahmen der Produktentwicklung Innovationen einbringen, die dann in den täglichen Ablauf in den Prozess eingeflossen sind.

Als Experte in der Befestigungsindustrie nehmen wir unsere Position sehr ernst. Die Bedürfnisse, Anforderungen und Erwartungen unserer Kunden, sowohl nach innen als auch nach außen, stehen im Vordergrund, dank derer wir - und dank unseres partnerschaftlichen Ansatzes - langfristige und für beide Seiten zufriedenstellende Beziehungen zu ihnen aufbauen. Wir sind stolz darauf, die Geschichte der Kettengewindetriebe-Fabrik fortzusetzen - dieses wertvolle Erbe ist für uns eine Herausforderung, Inspiration und Antriebskraft, um ständig nach noch besseren, sichereren und zuverlässigeren Innovationen zu suchen. Innovationen, denen Sie vertrauen können.

**RAWLPLUG®**

**Deklaracja Właściwości Użytkowych**  
DoP-2018/06/04/CPR/HV10.9

1. Niepowtarzalny kod identyfikacyjny typu wyrobu:  
Zestawy śrubowe wysokiej wytrzymałości do połączeń sprężanych wg PN-EN 14399-1: 2015, HV, kl. 10.9

2. Zamierzone zastosowanie lub zastosowania:  
Zestawy śrubowe wysokiej wytrzymałości do połączeń sprężanych wg PN-EN 14399-1: 2015

3. Producent:  
KOELNER RAWLPLUG IP Sp. z o.o. Oddział w Łańcuckiej  
Ul. Podzwirzyńiec 41, 37-100 Łańcut, PL. www.klfs.pl

4. System (-y) oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych:  
System 2+

5. Norma zharmonizowana:  
PN-EN 14399-1: 2015

Jednostka notyfikowana  
Notyfikowana jednostka certyfikująca Nr 0045 dokonała kontroli wstępnej/Zakładowej Kontroli Produkcji zakładu produkującego oraz kontroluje zakład produkcyjny i prowadzi ciągły nadzór i ocenę zakładowej kontroli produkcji oraz wydala certyfikaty zgodności z zakładowej kontroli produkcji.

6. Deklarowane właściwości użytkowe:

Podstawowe właściwości	Wykonanie	Norma zharmonizowana
Typ	HV	
Klasa własności	10.9/10	
Kasa dokładności	A	EN 14399-1: 2015
Kategoria K, współczynnik k	K1-0;10;0,23;0,16	
	K2: 0,10;0,23;0,16	

Właściwości użytkowe określonego powyżej wyrobu są zgodne z zestawem deklarowanych właściwości użytkowych. Niniejsza deklaracja właściwości użytkowych wydana zostaje zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 305/2011 na wyłączną odpowiedzialność producenta określonego powyżej.

W imieniu producenta podpisali: Mirosław Osetek

Łańcut, dnia 31.12.2018 *Mirosław Osetek*

**TUV NORD**

**CERTIFICATE**  
OF CONFORMITY OF THE FACTORY PRODUCTION CONTROL  
0045-CPR-1145/2

In compliance with Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and the Council of March 2011 (the Construction products Regulation - CPR), this certificate applies to the construction product

**High-strength structural bolting assemblies for preloading**

placed on the market under the name or trade mark of

KOELNER RAWLPLUG IP Sp. z o.o.  
ul. Kwizdyńska 6  
PL-61-416 Wrocław

and produced in the manufacturing plant(s)

KOELNER RAWLPLUG IP Sp. z o.o.  
ul. Podzwirzyńiec 41  
PL-37-100 Łańcut

This certificate attests that all provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance described in Annex ZA of the standard

**EN 14399-1:2015**

under system 2+ are applied and that the

**factory production control is assessed to be in conformity with the applicable requirements.**

The manufacturer is responsible for the usability of the CE-marked structural products acc. to the product standard and the Declaration of Performance (DoP).

This certificate was first issued in 2018-08-10 and will remain valid until 2023-08-10 as long as neither the harmonised standard, the construction product, the AVCP methods nor the manufacturing conditions in the plant are modified significantly, unless suspended or withdrawn by the notified body.

Hamburg, 2019-02-28  
Validty endorsement  
valid until 2023-08-10

Revision  
Rev.: 1

TUV NORD Systems GmbH & Co. KG  
Grabe Bahnhofsstr. 21  
D-22623 Hamburg  
Germany  
www.tuv-nord.com

File: 1328W012519  
SAP: 811875048  
Tel: +49-430-40-8557-2368  
e-mail: tech@kzcertum@tuv-nord.de  
fax: 49-430-40-8557-2369

**TUV NORD**  
0045  
DAKORD System

*Koelner*  
Hoffmann  
Certification Body

Accredited Body D-ZE 11074-03-00  
Notified Body, ID number 0045

**DAKKS**  
Notified Body  
D-ZE 11074-03-00

# INHALTSVERZEICHNIS

## I LISTE DER ANWENDBAREN NORMEN 9

## II ERFÜGBARKEIT VON HV-PRODUKTEN 10

Produktrückverfolgbarkeit - HV-Sets	11
Technischer Support durch den Hersteller	12

## III VORSPANNBARE SCHRAUBENVERBINDUNGEN - ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN 13

3.1	Allgemein	13
3.2	Auswahl der Schraubenlänge	13
3.3	Anforderungen an hochfeste Schrauben in Kl. 10.9 (nach EN 14399-4:2015)	15
3.3.1	Allgemeine Anforderungen	15
3.3.2	Material	15
3.3.3	Mechanische und physikalische Eigenschaften	16
3.3.4	Schraubenabmessungen	17
3.3.5	Markierung	20
3.4	Anforderungen an Muttern EN 14399-4:2015	21
3.4.1	Allgemeine Anforderungen	21
3.4.2	Material	21
3.4.3	Mechanische und physikalische Eigenschaften	21
3.4.4	Abmessungen der Muttern	22
3.4.5	Mutternkennzeichnung	22
3.5	Anforderungen an Unterlegscheiben EN 14399-6:2015	23
3.5.1	Allgemeine Anforderungen	23
3.5.2	Material	23
3.5.3	Mechanische und physikalische Eigenschaften	23
3.5.4	Abmessungen der Unterlegscheibe	24
3.5.5	Anforderungen an den herstellungsprozess	24
3.5.6	Markierung	24

## IV ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN 25

4.1	Schraubensets	25
4.2	Kontaktflächen	26
4.3	Drehmomentschlüssel	26
4.4	Berechnung der Montagemethoden	26
4.5	Kombiniertes Montageverfahren - K1	28
4.5.1	Allgemeine Richtlinien für die kombinierte Montage - Klasse K1	28
4.5.2	Etikett der Klasse K1	28
4.5.3	Parameter der Klasse K1	28
4.6	Drehmomentgesteuertes Montageverfahren - K2	29
4.6.1	Allgemeine Richtlinien für die drehmomentgesteuerte Montage - Klasse K2	29
4.6.2	Etikett der Klasse K2	29
4.6.3	Parameter der Klasse K2	29
4.7	Überprüfung der gespannten Schraubverbindungen	30
4.7.1	Kontrolle von Reibungsflächen	30
4.7.2	Vorspannprüfung	30
4.7.3	Kontrolle während und nach der Spannung	30

## V VERBINDUNGSKLASSIFIZIERUNG – EN 1993-1-8 33

## VI SB-BAUSÄTZE EN 15048 34

6.1	Verfügbarkeit von SB-Schraubensets nach EN 15048	36
6.1.1	Packlist	37
6.1.2	Produktgewicht	38
6.2	Technische anforderungen für sb-bausätzen EN 15048	40
6.2.1	Anforderungen an schrauben in kl. 8.8U (zgodnie z EN 15048)	40
6.2.2	Anforderungen an Muttern (nach EN 15048)	43
6.2.3	Prüfung der Baugruppe nach EN 15048:2007	45
6.3	Das etikett des sb-sets, das gemäss den anforderungen von en 15048:2007 festgelegt wurde	46
6.4	Allgemeine bestimmungen für die montage von schraubverbindungen in 8.8 Klasse	47
6.5	Allgemeine richtlinien für die drehmomentgesteuerte montage	47
6.5.1	Erster anziehschritt	48
6.5.2	Zweiter anziehschritt	48
6.6	Bedingungen für die selbsthemmung des gewindes - selbsthemmung	48

# HV HOCHFESTE VORSPANNBARE GARNITUREN FÜR SCHRAUBVERBINDUNGEN

Das Set besteht aus:

- Schrauben und Muttern nach EN 14399-4
- zwei Unterlegscheiben nach EN 14399-6

## MERKMALE UND VORTEILE

Festigkeitsklasse 10.9  
(Wärmebehandlung nach den Anforderungen der Automobilindustrie CQI-9)

Geeignet für vorspannbare Schraubenverbindungen nach DIN EN 1090-2

Die Klasse K : K1,  
 $0,10 \leq k \leq 0,16$   
Die Klasse K : K2  
 $0,10 \leq km \leq 0,23; V_k \leq 0,06$

Feuerverzinkt (Zusatzverfahren nach den Anforderungen des Deutschen Schraubenverbandes e.V.)

Definierter und spezifizierter Anziehungsfaktor

Hohe Dauerfestigkeit durch fehlendes Delta-Ferritmaterial

## VERBINDUNGEN

### Scherverbindungen

Kategorie A  
Scher-/ Lochleibungs - verbindung

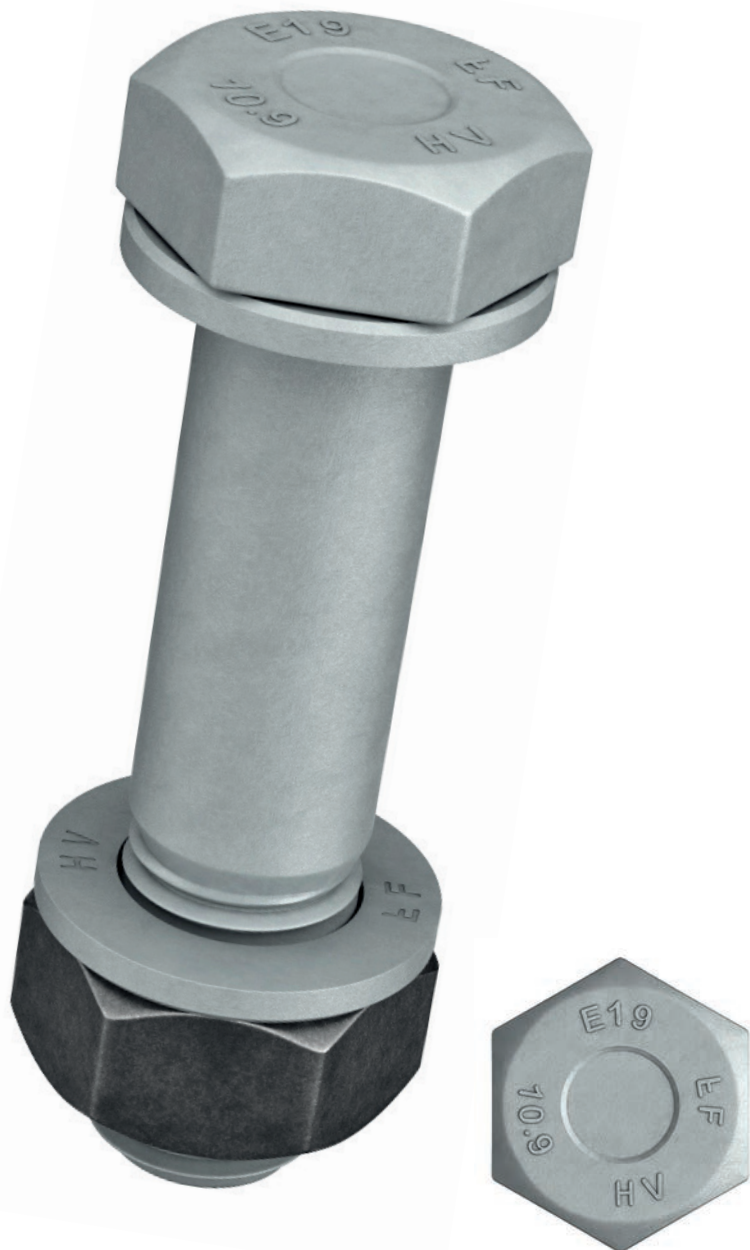
Kategorie B  
Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Kategorie C  
Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit

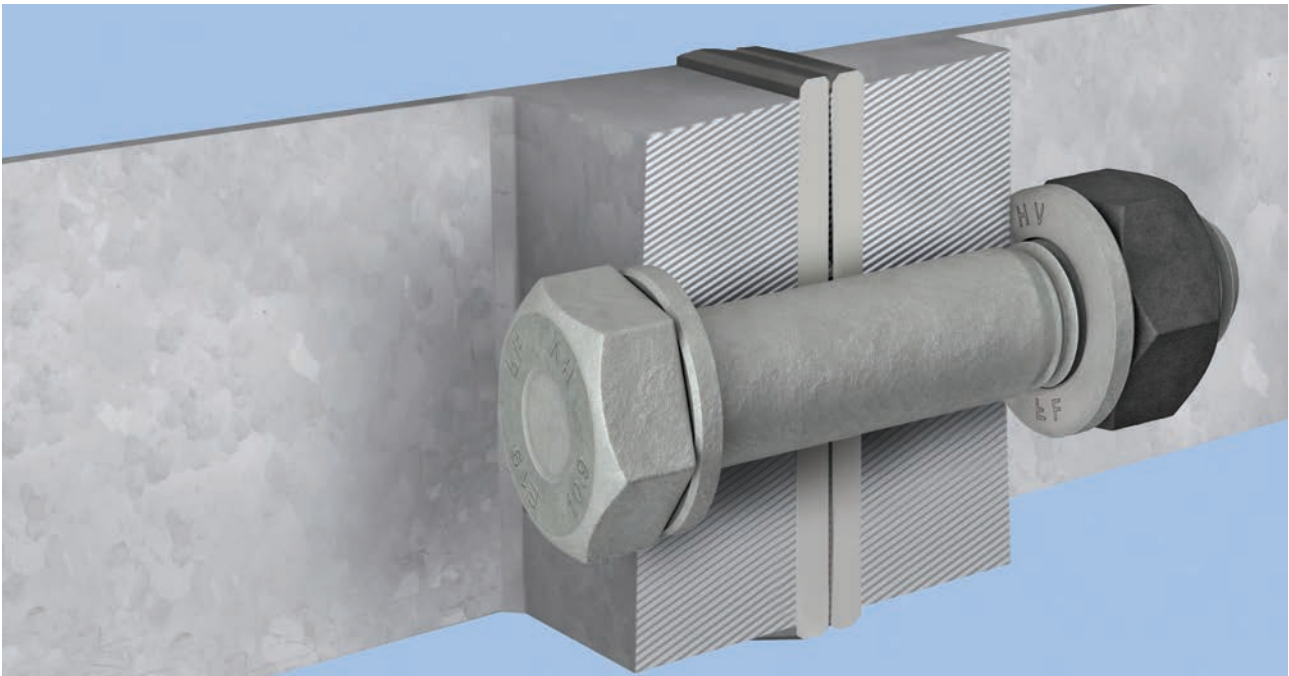
### Spannverbindungen

Kategorie D  
Nicht vorgespannt

Kategorie E  
Vorgespannt



Vollständige Rückverfolgbarkeit des Produkts



Die HV-Schraubensets ermöglichen eine zuverlässige, schnelle und einfache Verbindung von Stahlkonstruktionen. Die Hauptvorteile sind die Einfachheit der Verbindung und die sichere langfristige Nutzung der Konstruktion.

## ANWENDUNGEN

Halle

Brücken

Einkaufszentren

Dachkonstruktionen

Innenskelett von  
weitgespannten Gebäuden

Mehrstöckige Parkhäuser

Windkraftanlagen

Industrieanlagen





CANENG  
INDUSTRIAL SYSTEMS

CANENG  
INDUSTRIAL SYSTEMS

PR 3

**HV1** LISTE DER NORMEN

## LISTE DER ANWENDBAREN NORMEN

Nummer der Norm	Ausgabejahr*	Vollständiger Name
EN 14399-1	2015	Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 14399-2	2015	Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen, Teil 2: Prüfung der Eignung zum Vorspannen
EN 14399-4	2015	Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen, Teil 4: System HV - Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern
EN 14399-6	2015	Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen, Teil 6: Flache Scheiben mit Fase
EN 1090-2	2018	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken, Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken
ISO 898-1		Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl
ISO 898-2		Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen - Regelgewinde und Feingewinde
ISO 898-3		Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 3: Flache Scheiben mit festgelegten Festigkeitsklassen
ISO 9001		Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen
IATF 16949	2016	Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme in der Automobilindustrie
DIN 50602		Metallographic Test Methods: Microscopic Examination of Special Steels using Standard Diagrams to Assess the Content of Non-Metallic Inclusions
ISO 148-1		Metallische Werkstoffe - Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy - Teil 1: Prüfverfahren
ISO 6157-3		Verbindungslemente; Oberflächenfehler - Teil 3: Schrauben für spezielle Anforderungen
ISO 6157-2		Verbindungslemente; Oberflächenfehler - Teil 2: Muttern
ISO 10684		Verbindungslemente - Feuerverzinkung
EN 1993-1-8		Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
EN ISO 6789		Schraubwerkzeuge - Handbetätigte Drehmoment-Schraubwerkzeuge - Anforderungen und Prüfverfahren für die Typprüfung und Annahmeprüfung
EN 10204	2004	Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen
ISO 2859-5		Sampling procedures for inspection by attributes - Part 5: System of sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection
EN 15048-1	2007	Garnituren für nicht vorgespannte Schraubverbindungen im Metallbau - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 15048-2	2007	Garnituren für nicht vorgespannte Schraubverbindungen im Metallbau - Teil 2: Gebrauchstauglichkeit
ISO 4014		Sechskantschrauben mit Schaft - Produktklassen A und B
ISO 4017		Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf - Produktklassen A und B
ISO 4032		Sechskantmuttern (Typ 1) - Produktklassen A und B

\* Für diejenigen Normen, für die kein Ausstellungsdatum angegeben ist, gilt die neueste Ausgabe.

**HV2** VERFÜGBARKEIT VON HV-PRODUKTEN

## VERFÜGBARKEIT VON HV-PRODUKTEN

HV-Sets sind ab Lager im Bereich M12 bis M36 gemäß der folgenden Tabelle erhältlich. Es ist erforderlich, die Verfügbarkeit der Ware im Angebot zu bestätigen. Weitere Abmessungen auf Anfrage.

Größe	12	16	20	22	24	27	30	36
30								
35								
40								
45								
50								
55								
60								
65								
70								
75								
80								
85								
90								
95								
100								
105								
110								
115								
120								
125								
130								
140								
145								
150								
155								
160								
165								
170								
175								
180								
185								
190								
195								
200								
210								
220								
230								
240								
250								
260								

Standardbereich
  Zusätzliche Reichweite über den Standard hinaus



**HV2** VERFÜGBARKEIT  
VON HV-PRODUKTEN

Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben sind separat verpackt. Alternative Verpackungen sind auf Anfrage erhältlich.

Tab. 1. Stückzahlen in Verpackungen - Schrauben.

Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)
12x30	100	12500	16x195	25	1275	22x170	10	850	27x165	10	320
12x35	100	10000	16x200	25	1275	22x175	10	850	27x170	10	320
12x40	100	10000	16x210	25	1275	22x180	10	850	27x175	10	320
12x45	100	10000	16x220	25	1275	22x185	10	850	27x180	10	320
12x50	100	7500	20x40	25	2500	22x190	10	850	27x185	10	320
12x55	100	7500	20x45	25	2500	22x195	10	850	27x190	10	320
12x60	50	7500	20x50	25	2500	22x200	10	850	27x195	10	320
12x65	50	6250	20x55	25	2500	22x210	10	850	27x200	10	320
12x70	50	6250	20x60	25	2500	22x220	10	850	27x210	10	320
12x75	50	6250	20x65	25	2500	22x230	10	850	27x220	10	320
12x80	50	6250	20x70	25	2500	22x240	10	850	27x230	10	320
12x85	50	6250	20x75	25	2125	24x50	25	1700	27x240	10	320
12x90	50	6250	20x80	25	2125	24x55	25	1700	30x70	10	850
12x95	50	6250	20x85	25	2125	24x60	25	1700	30x75	10	850
12x100	50	5000	20x90	25	2125	24x65	25	1700	30x80	10	850
12x105	50	5000	20x95	25	1700	24x70	25	1275	30x85	10	850
12x110	50	5000	20x100	25	1700	24x75	25	1275	30x90	10	680
12x115	50	5000	20x105	25	1700	24x80	25	1275	30x95	10	680
12x120	50	5000	20x110	25	1700	24x85	25	1275	30x100	10	680
12x125	50	5000	20x115	25	1700	24x90	25	1275	30x105	10	680
12x130	50	5000	20x120	25	1700	24x95	25	1200	30x110	10	680
12x135	50	5000	20x125	25	1275	24x100	25	1200	30x115	10	680
12x140	50	5000	20x130	25	1275	24x105	25	1200	30x120	10	680
12x145	50	5000	20x135	25	1275	24x110	25	1200	30x125	10	510
12x150	50	5000	20x140	25	1275	24x115	20	960	30x130	10	510
12x155	50	5000	20x145	25	1275	24x120	20	960	30x135	10	510
12x160	25	5000	20x150	25	1275	24x125	20	960	30x140	10	510
12x165	25	5000	20x155	25	1275	24x130	20	960	30x145	10	510
12x170	25	5000	20x160	20	640	24x135	20	960	30x150	10	510
12x175	25	5000	20x165	20	640	24x140	20	960	30x155	10	510
12x180	25	5000	20x170	20	640	24x145	20	640	30x160	10	510
12x185	25	5000	20x175	20	640	24x150	20	640	30x165	5	375
12x190	25	5000	20x180	20	640	24x155	20	640	30x170	5	375
12x195	25	5000	20x185	20	640	24x160	20	640	30x175	5	375
12x200	25	5000	20x190	20	640	24x165	20	640	30x180	5	375
16x35	50	5000	20x195	20	640	24x170	10	850	30x185	5	255
16x40	50	5000	20x200	20	640	24x175	10	850	30x190	5	255
16x45	50	5000	20x210	20	640	24x180	10	850	30x195	5	255
16x50	50	5000	20x220	20	640	24x185	10	850	30x200	5	255
16x55	50	5000	20x230	20	640	24x190	10	850	30x210	5	255
16x60	50	3750	20x240	20	640	24x195	10	850	30x220	5	160
16x65	50	3750	20x250	20	640	24x200	10	850	30x230	5	160
16x70	50	3400	20x260	20	640	24x210	10	850	30x240	5	160
16x75	50	3400	22x50	25	1700	24x220	10	850	30x85	5	340
16x80	25	3125	22x55	25	1700	24x230	10	850	36x90	5	340
16x85	25	3125	22x60	25	1700	24x240	10	850	36x95	5	340
16x90	25	3125	22x65	25	1700	27x60	25	850	36x100	5	340
16x95	25	3125	22x70	25	1275	27x65	25	850	36x105	5	340
16x100	25	2500	22x75	25	1275	27x70	25	850	36x110	5	340
16x105	25	2500	22x80	25	1275	27x75	25	850	36x115	5	340
16x110	25	2500	22x85	25	1275	27x80	25	800	36x120	5	340
16x115	25	2500	22x90	25	1275	27x85	25	800	36x125	5	340
16x120	25	2500	22x95	25	1200	27x90	25	800	36x130	5	340
16x125	25	2500	22x100	25	1200	27x95	25	800	36x135	5	340
16x130	25	2500	22x105	25	1200	27x100	25	800	36x140	5	340
16x135	25	2500	22x110	25	1200	27x105	25	800	36x145	5	340
16x140	25	2500	22x115	25	1200	27x110	25	800	36x150	5	340
16x145	25	1275	22x120	20	960	27x115	25	800	36x155	5	340
16x150	25	1275	22x125	20	960	27x120	20	640	36x160	5	340
16x155	25	1275	22x130	20	960	27x125	20	640	36x165	5	340
16x160	25	1275	22x135	20	960	27x130	20	640	36x170	5	255
16x165	25	1275	22x140	20	960	27x135	20	640	36x175	5	255
16x170	25	1275	22x145	20	960	27x140	20	640	36x180	5	255
16x175	25	1275	22x150	20	960	27x145	20	640	36x185	5	255
16x180	25	1275	22x155	20	960	27x150	20	640	36x190	5	160
16x185	25	1275	22x160	20	960	27x155	10	320	36x195	5	160
16x190	25	1275	22x165	20	960	27x160	10	320	36x200	5	160

## HV2 VERFÜGBARKEIT VON HV-PRODUKTEN

Tab. 2. Stückzahlen in Verpackungen - Unterlegscheiben und Muttern.

Muttern				Unterlegscheiben			
Index	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Index	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)
EN 14399-4 (HV) -M12 -10Z HDG+MoS2	M12	200	20000	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M12	13	200	44800
EN 14399-4 (HV) -M16 -10Z HDG+MoS2	M16	100	10000	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M16	17	200	44800
EN 14399-4 (HV) -M20 -10Z HDG+MoS2	M20	100	7500	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M20	21	200	20000
EN 14399-4 (HV) -M22 -10Z HDG+MoS2	M22	50	5100	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M22	23	200	20000
EN 14399-4 (HV) -M24 -10Z HDG+MoS2	M24	50	3750	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M24	25	200	20000
EN 14399-4 (HV) -M27 -10Z HDG+MoS2	M27	50	2550	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M27	28	100	7500
EN 14399-4 (HV) -M30 -10Z HDG+MoS2	M30	50	2550	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M30	31	100	7500
EN 14399-4 (HV) -M36 -10Z HDG+MoS2	M36	25	1275	EN 14399-6 (HV)-300HV HDG -M36	37	50	6250

### PRODUKTRÜCKVERFOLGBARKEIT - HV-SETS

Das an unsere Bedürfnisse angepasste ERP-System ermöglicht eine 100%ige Identifikation des Produkts während der Produktion.

Das Produkt erhält eine eindeutige Identifikationsnummer und eine Leitzahl. Darüber hinaus wird bei HV-Schrauben das Feld „Markierung“ verwendet, um die am Schraubenkopf gepresste Chargennummern zu erfassen.

Wir können auch leicht die Stahlqualität und die Schmelznummer identifizieren, die in der Produktion verwendet werden. Dies ist eine wichtige Information, denn die Schmelznummer verbirgt die genauen Werte der chemischen Zusammensetzung, so dass der Wärmebehandlungsprozess einwandfrei durchgeführt werden kann. Einer der wichtigsten Prozesse für mechanische Eigenschaften bei der gesamten Produktion von HV-Schrauben.

Das ERP-System für eine bestimmte Produktionscharge enthält Informationen über einzelne Vorgänge, den Status und das Datum ihres Beginns und Abschlusses. Dadurch wird die Produktion kontinuierlich überwacht.

Die Komponenten des HV-Sets haben auch eine originale Leitzahl, um eine vollständige Rückverfolgbarkeit und einen einfachen Zugriff auf detaillierte Testergebnisse zu gewährleisten.

### TECHNISCHER SUPPORT DURCH DEN HERSTELLER

Der Hersteller bietet technischen Support an. Beratung und Support per E-Mail:

**Kontaktdetails:**

support.klfs@rawplug.com

Als Hersteller verfügen wir über alle adäquaten Testmöglichkeiten in Labor und QS.



# VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN - ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

## 3.1 ALLGEMEIN

- a) Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen müssen den Anforderungen der EN 14399-1:2015, EN 14399-2:2015, EN 14399-4:2015, EN 1090-2:2018 entsprechen. Die Konformitätsprüfungen werden nach den Richtlinien der oben genannten Normen durchgeführt.
- b) Der gesamte Schraubensatz sollte von einem Hersteller geliefert werden.
- c) Alle Schraubensätze müssen das CE-Zeichen tragen, das auf den Etiketten anzubringen ist.
- d) Der Hersteller von HV-Schraubverbindungen muss eine Kopie der Konformitätsbescheinigung zu den einschlägigen Normen aufbewahren und vorlegen und bestätigen, dass die werkseigene Produktionskontrolle durch ein Audit eines Dritten genehmigt wurde.
- e) Die Komponenten eines Schraubensatzes sollten vollständig identifizierbar sein.
- f) Dokumente, die die Qualität des Sets bestätigen, sollten vom Hersteller aufbewahrt und auf Wunsch des Empfängers innerhalb von zwei Werktagen zugestellt werden.
- g) Für die Schraubenklasse -K2 sind die charakteristischen Parameter bei der Eignungsprüfung von vorspannbaren Verbindungen nach der Norm EN 14399-2:2015 und nach den Werten der Norm EN 14399-4:2015 zu bestimmen.
- h) Edelstahlschrauben dürfen, sofern nicht anders angegeben, nicht in vorspannbaren Verbindungen verwendet werden.

## 3.2 AUSWAHL DER SCHRAUBENLÄNGE

Die Länge der Schraube wird entsprechend der Klemmlänge  $\Sigma t$  der gefügten Teile gewählt.

Der Konstrukteur sollte die Länge der Schraube unter Berücksichtigung der Verwendung von zwei Unterlegscheiben ( $2 \times h$ ) (siehe Tab. 3) und die Gesamtdicke aller angeschlossenen Trägerplatten und -stützen ( $t_{s2}$ ) wählen. Wir wissen, welches Schraubensortiment wir benötigen und kennen den Wert des Parameters  $\Sigma t$ , mit Hilfe von Tab. 4 bestimmen wir die Länge der HV-Schraube.

$$\Sigma l = t_{s2} + (2 \times h) \quad (1)$$

### Beispiel:

Wir verwenden die Schraube M20, und die Dicke der drei verbundenen Elemente ist sequentiell: 32, 32, 30 [mm]. Wenn wir uns Tabelle 3 ansehen, wissen wir, dass beide Unterlegscheiben 8 [mm] dick sind. Mit Hilfe der Formel erhalten wir:

$$\Sigma l = (32 + 32 + 30) + 8 = 102 \text{ [mm]} \quad (2)$$

Für die Größe M 20 mit einer Klemmlänge  $\Sigma t$  von 102 [mm] muss eine Schraubenlänge von 125 [mm] (M20 x 125) verwendet werden.

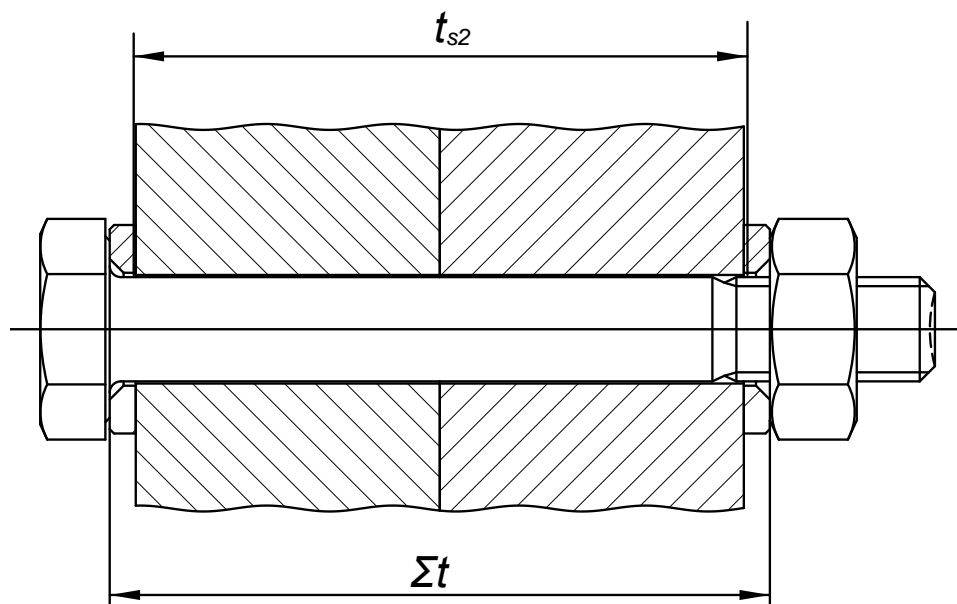


Abb. 1 Klemmlänge  $\Sigma t$  der zu verbindenden Teile.

Tab. 3. Dicke (mm) von zwei Unterlegscheiben pro Sortiment

Sortiment	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Dicke ( $2 \times h$ )	6	8	8	8	8	10	10	12

**HV3** VORSPANNBARE  
SCHRAUBVERBINDUNGEN

Tab. 4. Bereich der Klemmlänge Σt.

Schraubenlänge [mm]	Bereich der Klemmlänge Σt [mm]							
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
30	11 - 16							
35	16 - 21	12 - 17						
40	21 - 26	17 - 22	13 - 18					
45	26 - 31	22 - 27	18 - 23					
50	31 - 36	27 - 32	23 - 28	22 - 27	19 - 24			
55	36 - 41	32 - 37	28 - 33	27 - 32	24 - 29			
60	41 - 46	37 - 42	33 - 38	32 - 37	29 - 34	26 - 31		
65	46 - 51	42 - 47	38 - 43	37 - 42	34 - 39	31 - 36		
70	51 - 56	47 - 52	43 - 48	42 - 47	39 - 44	36 - 41	34 - 39	
75	56 - 61	52 - 57	48 - 53	47 - 52	44 - 49	41 - 46	39 - 44	
80	61 - 66	57 - 62	53 - 58	52 - 57	49 - 54	46 - 51	44 - 49	
85	66 - 71	62 - 67	58 - 63	57 - 62	54 - 59	51 - 56	49 - 54	43 - 48
90	71 - 76	67 - 72	63 - 68	62 - 67	59 - 64	56 - 61	54 - 59	48 - 53
95	76 - 81	72 - 77	68 - 73	67 - 72	64 - 69	61 - 66	59 - 64	53 - 58
100	81 - 86	77 - 82	73 - 78	72 - 77	69 - 74	66 - 71	64 - 69	58 - 63
105	86 - 91	82 - 87	78 - 83	77 - 82	74 - 79	71 - 76	69 - 74	63 - 68
110	91 - 96	87 - 92	83 - 88	82 - 87	79 - 84	76 - 81	74 - 79	68 - 73
115	96 - 101	92 - 97	88 - 93	87 - 92	84 - 89	81 - 86	79 - 84	73 - 78
120	101 - 106	97 - 102	93 - 98	92 - 97	89 - 94	86 - 91	84 - 89	78 - 83
125	106 - 111	102 - 107	98 - 103	97 - 102	94 - 99	91 - 96	89 - 94	83 - 88
130	111 - 116	107 - 112	103 - 108	102 - 107	99 - 104	96 - 101	94 - 99	88 - 93
135	116 - 121	112 - 117	108 - 113	107 - 112	104 - 109	101 - 106	99 - 104	93 - 98
140	121 - 126	117 - 122	113 - 118	112 - 117	109 - 114	106 - 111	104 - 109	98 - 103
145	126 - 131	122 - 127	118 - 123	117 - 122	114 - 119	111 - 116	109 - 114	103 - 108
150	131 - 136	127 - 132	123 - 128	122 - 127	119 - 124	116 - 121	114 - 119	108 - 113
155	136 - 141	132 - 137	128 - 133	127 - 132	124 - 129	121 - 126	119 - 124	113 - 118
160	141 - 146	137 - 142	133 - 138	132 - 137	129 - 134	126 - 131	124 - 129	118 - 123
165	146 - 151	142 - 147	138 - 143	137 - 142	134 - 139	131 - 136	129 - 134	123 - 128
170	151 - 156	147 - 152	143 - 148	142 - 147	139 - 144	136 - 141	134 - 139	128 - 133
175	156 - 161	152 - 157	148 - 153	147 - 152	144 - 149	141 - 146	139 - 144	133 - 138
180	161 - 166	157 - 162	153 - 158	152 - 157	149 - 154	146 - 151	144 - 149	138 - 143
185	166 - 171	162 - 167	158 - 163	157 - 162	154 - 159	151 - 156	149 - 154	143 - 148
190	171 - 176	167 - 172	163 - 168	162 - 167	159 - 164	156 - 161	154 - 159	148 - 153
195	176 - 181	172 - 177	168 - 173	167 - 172	164 - 169	161 - 166	159 - 164	153 - 158
200	181 - 186	177 - 182	173 - 178	172 - 177	169 - 174	166 - 171	164 - 169	158 - 163
210		187 - 192	183 - 188	182 - 187	179 - 184	176 - 181	174 - 179	
220		197 - 202	193 - 198	192 - 197	189 - 194	186 - 191	184 - 189	
230			203 - 208	202 - 207	199 - 204	196 - 201	194 - 199	
240			213 - 218	212 - 217	209 - 214	206 - 211	204 - 209	
250			223 - 228					
260			233 - 238					

Der Schlüssel

Im Auftrag vom Kunden produziert

im Bereich der Norm EN 14399-4: 2015

3.3 ANFORDERUNGEN AN HOCHFESTE SCHRAUBEN IN KL. 10.9 (NACH PN-EN 14399-4:2015) ✓

3.3.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN ✓

Tab. 5. Anforderungen an Schrauben und Normen, auf die nach EN 14399-4:2015 verwiesen wird.

Material	Stahl	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	EN 14399-1 i EN 14399-2	
<b>Gewinde</b>	Toleranz	6g <sup>a</sup>
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Mechanische Festigkeitsklasse	10.9
	Europäische Norm	EN ISO 898-1
<b>Schlagfestigkeit</b>	Wert	$K_{v, min} = 27 \text{ J w temperaturze } -20^{\circ}\text{C}$
	Probe <sup>b</sup>	ISO 148
	Prüfung	EN 10045-1
<b>Toleranzen</b>	Produktklasse	C mit Ausnahme von: Abmessungen c und r. Längentoleranz $\geq 155 \text{ mm}$ : $+IT 17$ $-\frac{3}{2}IT 17$
	Europäische Norm	EN ISO 4759-1
<b>Oberflächenbehandlung<sup>c</sup></b>	Normal	Nach dem Prozess <sup>d</sup>
	Tauchfeuernverzinkt	EN ISO 10684
	Sonstige	Nach Absprache <sup>e</sup>
<b>Oberflächen-diskontinuitäten</b>	Einschränkungen bei Oberflächendiskontinuitäten sind in der EN 26157-1 festgelegt	
<b>Abnahme</b>	Für das Abnahmeverfahren siehe EN ISO 3269	

<sup>a</sup> Die angegebene Toleranzklasse gilt für Abmessungen vor der Tauchfeuernverzinkung. Nach der Eintauchmethode verzinkte Schrauben sind für die Verwendung mit übergroßen Gewindemuttern vorgesehen.

<sup>b</sup> Die Position der Charpy V-Kerbe im Schraubenprüfkörper ist in EN ISO 898-1 festzulegen.

<sup>c</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Auswahl des geeigneten Oberflächenbehandlungsverfahrens (z.B. Reinigen und Beschichten) die Gefahr der Wasserstoffversprödung bei Schrauben der mechanischen Eigenschaftsklasse 10.9 zu berücksichtigen ist, siehe entsprechende Normen für die Beschichtungsanwendung.

<sup>d</sup> „nach dem Prozess“ bezeichnet eine normale Oberflächenbehandlung durch den Hersteller und eine leichte Ölbeschichtung.

<sup>e</sup> Der Kunde und der Hersteller können sich auf andere Beschichtungen einigen, wenn sie die mechanischen oder Leistungsmerkmale nicht beeinträchtigen. Beschichtungen aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.

3.3.2 MATERIAL ✓

Tab. 6. Chemische Zusammensetzung von Stahl für die Herstellung von Schrauben nach ISO 898-1:2013.

Festigkeitsklasse	Material und Wärmebehandlung	Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung (Gussanalyse, %) <sup>a</sup>					Anlasstemperatur °C min.
		C		P	S	B <sup>b</sup>	
		Min.	Max.	Max.	Max.	Max.	
10.9 <sup>d</sup>	Vergüteter Kohlenstoffstahl mit Zusatzstoffen (z.B. Bor oder Mn oder Cr), oder	0,20 <sup>c</sup>	0,55	0,015	0,015	0,003	425
	Vergüteter Kohlenstoffstahl oder	0,25	0,55	0,015	0,015		
	Vergüteter legierter Stahle <sup>e</sup>	0,20	0,55	0,015	0,015		

<sup>a</sup> Im Streitfall gilt die Analyse des Produkts.

<sup>b</sup> Borgehalt kann 0,005 % erreichen, vorausgesetzt, dass das ineffektive Bor durch Zugabe von Titan und/oder Aluminium kontrolliert wird.

<sup>c</sup> Für gewöhnlichen Kohlenstoff-Bor-Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt unter 0,25 % (Gussanalyse) sollte der Mangengehalt mindestens 0,6 % für Festigkeitsklasse 8.8 und 0,7 % für 9.8 und 10.9 betragen.

<sup>d</sup> Für Werkstoffe mit diesen Eigenschaftsklassen sollte eine ausreichende Härtebarkeit vorhanden sein, um ein Gefüge mit ca. 90% Martensit im Kern des Gewindeabschnitts für das Verbindungselement im „gehärteten“ Zustand vor dem Anlassen zu schaffen.

<sup>e</sup> Dieser legierte Stahl sollte mindestens eines der folgenden Elemente in der angegebenen Mindestmenge enthalten: Chrom 0,30 %, Nickel 0,30 %, Molybdän 0,20 %, Vanadium 0,10 %. Werden Elemente in Kombinationen von zwei, drei oder vier bestimmt und haben einen niedrigeren Legierungsgehalt als die vorstehend genannten. Grenzwerte, so beträgt die Verwendungsgrenze für die Bestimmung der Stahlsorte 70 % der Summe der vorstehend für zwei, drei oder vier Elemente angegebenen Einzelgrenzwerte.

# HV3 VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

### 3.3.3 MECHANISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

HV-Schrauben müssen den Anforderungen der EN 14399-4:2015 entsprechen.

Tab. 7. Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben nach EN ISO 898-1:2013.

Nr	Mechanische oder physikalische Eigenschaften		Wert
1	Zugfestigkeit, $R_m$ , MPa	nom. <sup>a</sup>	1000
		min.	1040
2	Untere Elastizitätsgrenze, $R_{eL}^b$ , MPa	nom. <sup>a</sup>	—
		min.	—
3	Spannung bei 0,2% überproportionaler Dehnung, $R_{p0,2}$ , MPa	nom. <sup>a</sup>	900
		min.	940
4	Spannung bei unverhältnismäßiger Dehnung 0,0048 $d$ für Verbindungselemente in voller Größe, $R_{pf}$ , MPa	nom. <sup>a</sup>	-
		min.	
5	Spannung unter Beweislast, $S_p^c$ , MPa	nom.	830
	Festigkeitsverhältnis	$S_{p,nom}/R_{eL min}$ oder $S_{p,nom}/R_{p0,2 min}$ oder $S_{p,nom}/R_{pf min}$	0,88
6	Prozentuale Bruchdehnung für bearbeitete Prüfkörper, $A$ , %	min.	9
7	Prozentuale Reduzierung der Oberfläche nach dem Bruch für behandelte Prüfkörper, $Z$ , %	min.	48
8	Dehnung nach Bruch für Verbindungselemente in Originalgröße, $A_f$ (siehe auch Anhang C in ISO 898-1:2013)	min.	—
9	Solidität des Kopfes		Keine Risse
10	Vickers-Härte HV $F \geq 98$ N	min.	320
		max.	380
11	Brinellhärteklasse, HBW $F = 30 D^2$	min.	316
		max.	375
12	Rockwell-Härte, HRB	min.	—
		max.	—
	Rockwell-Härte, HRC	min.	32
		max.	39
13	Oberflächenhärte, HV 0,3	max.	390
14	Keine Aufkohlung, HV 0,3	max.	d
15	Höhe der nicht entkohlten Gewindezone, $E$ , mm	min.	$\frac{2}{3} H_1$
	Komplette Entkohlungstiefe im Gewinde, $G$ , mm	max.	0,015
16	Reduzierung der Härte nach dem Nachanlassen, HV	max.	20
17	Zerstörungsdrehmoment, $M_B$ , N.m	min.	gemäß der Norm ISO 898-7
18	Schlagfestigkeit, $K_V^{e,f,j}$	min.	27
19	Oberflächenintegrität nach		ISO 6157-1 / ISO 6157-3 <sup>g</sup>

<sup>a</sup> Bemessungswerte werden nur für die Zwecke des Kennzeichnungssystems für Festigkeitsklassen angegeben. Siehe Abschnitt 5 der ISO 898-1:2013.

<sup>b</sup> In Fällen, in denen die untere Fließgrenze von  $R_{eL}$  bestimmt werden kann, ist es zulässig, die Spannung bei 0,2% überproportionaler Dehnung  $R_{p0,2}$  zu messen.

<sup>c</sup> Die Nachweislasten sind in den Tabellen 5 und 7 angegeben der ISO 898-1:2013.

<sup>d</sup> Die Oberflächenhärte darf nicht mehr als 30 Vickers über der gemessenen Kernhärte des Verbindungselements liegen, wenn sowohl die Oberflächenhärte als auch die Kernhärte mit HV 0,3 bestimmt werden.

<sup>e</sup> Dies gilt für  $d \geq 16$  mm.

<sup>f</sup> Der Wert für KV wird getestet.

<sup>g</sup> Anstelle von ISO 6157-1 kann ISO 6157-3 angewendet werden, basierend auf einer Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Käufer.

# HV3 VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

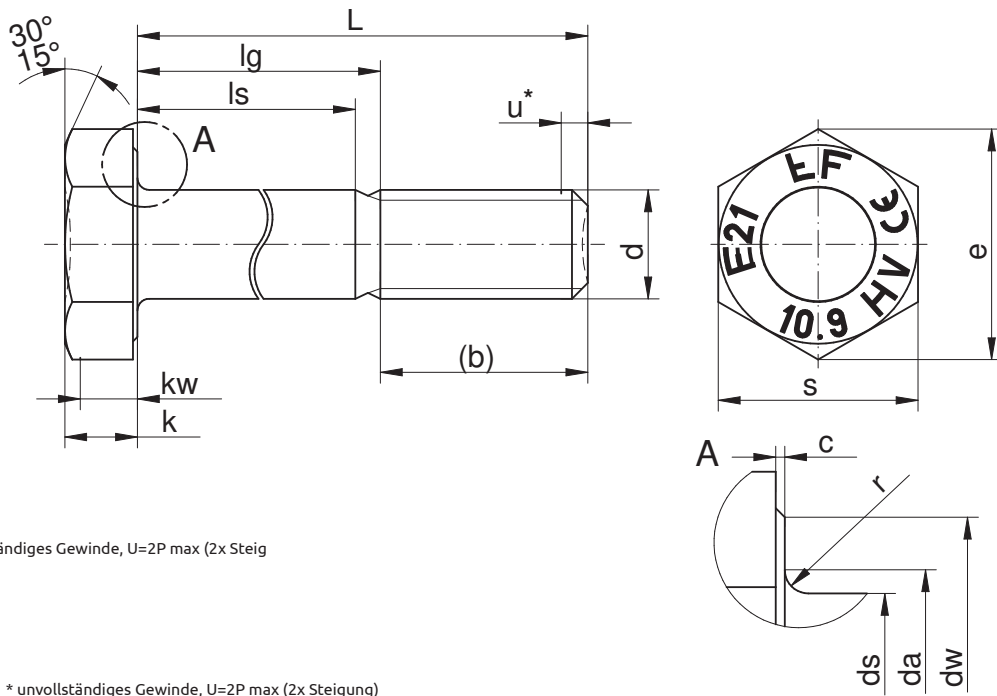
Tab. 8. Lasten - Norm ISO EN ISO 898-1:2013 metrisches Gewinde.

Gewinde <sup>a</sup>	d		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
Aktiver Nennquerschnitt	A <sub>s,nom</sub> <sup>b</sup>	mm <sup>2</sup>	84,3	157	245	303	353	459	561	694	817
			Mindestbruchkraft, F <sub>m min</sub> (A <sub>s,nom</sub> x R <sub>m, min</sub> ), N								
			87 700	163 000	255 000	315 000	367 000	477 000	583 000	722 000	850 000
			Prüflast, F <sub>p</sub> (A <sub>s,nom</sub> x S <sub>p,nom</sub> ), N								
			70 000	130 000	203 000	252 000	293 000	381 000	466 000	576 000	678 000

<sup>a</sup> In den Fällen, in denen in der Gewindebezeichnung keine Gewindesteigung angegeben ist, wird eine normale Steigung angegeben.  
<sup>b</sup> Zur Berechnung von A<sub>s,nom</sub>, siehe 9.1.6.1 ISO 898-1:2013

### 3.3.4 SCHRAUBENABMESSUNGEN

Schraubengeometrie nach EN 14399-4:2015



\* unvollständiges Gewinde, U=2P max (2x Steig)

\* unvollständiges Gewinde, U=2P max (2x Steigung)

Abb. 2. Schraube nach EN 14399-4:2015.

Tab. 9. Schraubenabmessungen nach EN 14399-4:2015.

Gewinde (d)	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
<b>Steigung</b>	1,75	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0
<b>b (ref.)</b>	23	28	33	34	39	41	44	52
<b>c</b>	min	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	max	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>da max</b>	15,2	19,2	24,0	26,0	28,0	32,0	35,0	41,0
<b>ds</b>	nom.	12	16	20	22	24	27	30
	min	11,30	15,30	19,16	21,16	23,16	26,16	29,16
	max	12,70	16,70	20,84	22,84	24,84	27,84	30,84
<b>dw min</b>	20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6	55,9
<b>e min</b>	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
<b>k</b>	nom.	8	10	13	14	15	17	19
	min	7,55	9,25	12,10	13,10	14,10	16,10	17,95
	max	8,45	10,75	13,90	14,90	15,90	17,90	20,05
<b>kw min</b>	5,28	6,47	8,47	9,17	9,87	11,27	12,56	15,36
<b>r min</b>	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
<b>s</b>	max = nom.	22	27	32	36	41	46	50
	min	21,16	26,16	31,00	35,00	40,00	45,00	49,00

**HV3** VORSPANNBARE  
SCHRAUBVERBINDUNGEN

Tab. 10. Abmessungen ls min und lg max der Schrauben nach EN 14399-4:2015.

L		ls & lg															
Lnom	ToL L	M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30		M36	
		ls min	lg max	ls min	lg max	ls min	lg max	ls min	lg max	ls min	lg max	ls min	lg max	ls min	lg max	ls min	lg max
30	±1,25	2,5	7														
35	±1,25	6,75	12	2,5	7												
40	±1,25	11,75	17	6	12	2,5	7										
45	±1,25	16,75	22	11	17	4,5	12	3,5	11								
50	±1,25	21,75	27	16	22	9,5	17	8,5	16	2,5	11						
55	±1,5	26,75	32	21	27	14,5	22	13,5	21	7	16						
60	±1,5	31,75	37	26	32	19,5	27	18,5	26	12	21	10	19				
65	±1,5	36,75	42	31	37	24,5	32	23,5	31	17	26	15	24				
70	±1,5	41,75	47	36	42	29,5	37	28,5	36	22	31	20	29	15,5	26		
75	±1,5	46,75	52	41	47	34,5	42	33,5	41	27	36	25	34	20,5	31		
80	±1,5	51,75	57	46	52	39,5	47	38,5	46	32	41	30	39	25,5	36		
85	±1,75	56,75	62	51	57	44,5	52	43,5	51	37	46	35	44	30,5	41	21	33
90	±1,75	61,75	67	56	62	49,5	57	48,5	56	42	51	40	49	35,5	46	26	38
95	±1,75	66,75	72	61	67	54,5	62	53,5	61	47	56	45	54	40,5	51	31	43
100	±1,75	71,75	77	66	72	59,5	67	58,5	66	52	61	50	59	45,5	56	36	48
105	±1,75	76,75	82	71	77	64,5	72	63,5	71	57	66	55	64	50,5	61	41	53
110	±1,75	81,75	87	76	82	69,5	77	68,5	76	62	71	60	69	55,5	66	46	58
115	±1,75	86,75	92	81	87	74,5	82	73,5	81	67	76	65	74	60,5	71	51	63
120	±1,75	91,75	97	86	92	79,5	87	78,5	86	72	81	70	79	65,5	76	56	68
125	±2,0	96,75	102	91	97	84,5	92	83,5	91	77	86	75	84	70,5	81	61	73
130	±2,0	101,75	107	96	102	89,5	97	88,5	96	82	91	80	89	75,5	86	66	78
135	±2,0	106,75	112	101	107	94,5	102	93,5	101	87	96	85	94	80,5	91	71	83
140	±2,0	111,75	117	106	112	99,5	107	98,5	106	92	101	90	99	85,5	96	76	88
145	±2,0	116,75	122	111	117	104,5	112	103,5	111	97	106	95	104	90,5	101	81	93
150	±2,0	121,75	127	116	122	109,5	117	108,5	116	102	111	100	109	95,5	106	86	98
155	+4,0/-2,0	126,75	132	121	127	114,5	122	113,5	121	107	116	105	114	100,5	111	91	103
160	+4,0/-2,0	131,75	137	126	132	119,5	127	118,5	126	112	121	110	119	105,5	116	96	108
165	+4,0/-2,0	136,75	142	131	137	124,5	132	123,5	131	117	126	115	124	110,5	121	101	113
170	+4,0/-2,0	141,75	147	136	142	129,5	137	128,5	136	122	131	120	129	115,5	126	106	118
175	+4,0/-2,0	146,75	152	141	147	134,5	142	133,5	141	127	136	125	134	120,5	131	111	123
180	+4,0/-2,0	151,75	157	146	152	139,5	147	138,5	146	132	141	130	139	125,5	136	116	128
185	+4,6/-2,3	156,75	162	151	157	144,5	152	143,5	151	137	146	135	144	130,5	141	121	133
190	+4,6/-2,3	161,75	167	156	162	149,5	157	148,5	156	142	151	140	149	135,5	146	126	138
195	+4,6/-2,3	166,75	172	161	167	154,5	162	153,5	161	147	156	145	154	140,5	151	131	143
200	+4,6/-2,3	171,75	177	166	172	159,5	167	158,5	166	152	161	150	159	147,5	156	136	148
210	+4,6/-2,3			171	177	164,5	172	163,5	171	157	166	160	169	161,5	166		
220	+5,2/-2,9			176	182	169,5	177	168,5	176	162	171	170	179	175,5	176		
230	+5,2/-2,9					174,5	182	173,5	181	167	176	180	189	189,5	186		
240	+5,2/-2,9					179,5	187	178,5	186	172	181	190	199	203,5	196		
250	+5,8/-3,4					184,5	192										
260	+5,8/-3,4					189,5	197										

**HV3** VORSPANNBARE  
SCHRAUBVERBINDUNGEN

Tab. 11. Schraubengewicht nach EN 14399-4:2015.

Sortiment / Länge	Schraubengewicht [g/szt]							
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
30	47,72							
35	52,15	95,28						
40	56,58	103,15	171,71					
45	61,01	111,03	184,02	237,80				
50	65,44	118,90	196,32	252,69	319,53			
55	69,87	126,78	208,62	267,58	337,24			
60	74,30	134,65	220,93	282,47	354,96	478,73		
65	78,73	142,53	233,23	297,36	372,68	501,15		
70	83,15	150,40	245,54	312,24	390,40	523,58	650,77	
75	87,58	158,28	257,84	327,13	408,12	546,00	690,64	
80	92,01	166,15	270,14	342,02	425,83	568,42	718,32	
85	96,44	174,03	282,45	356,91	443,55	590,85	746,01	1164,05
90	100,87	181,90	294,75	371,80	461,27	613,27	773,69	1203,92
95	105,30	189,78	307,06	386,68	478,99	635,70	801,37	1243,78
100	109,73	197,65	319,36	401,57	496,71	658,12	829,06	1283,65
105	114,16	205,53	331,66	416,46	514,42	680,54	856,74	1323,51
110	118,59	213,40	343,97	431,35	532,14	702,97	884,43	1363,38
115	123,02	221,28	356,27	446,24	549,86	725,39	912,11	1403,24
120	127,44	229,15	368,58	461,12	567,58	747,82	939,79	1443,11
125	131,87	237,03	380,88	476,01	585,30	770,24	967,48	1482,97
130	136,30	244,90	393,18	490,90	603,01	792,66	995,16	1522,84
135	140,73	252,78	405,49	505,79	620,73	815,09	1022,85	1562,70
140	145,16	260,65	417,79	520,68	638,45	837,51	1050,53	1602,57
145	149,59	268,53	430,10	535,56	656,17	859,94	1078,21	1642,43
150	154,02	276,40	442,40	550,45	673,89	882,36	1105,90	1682,30
155	158,45	284,28	454,70	565,34	691,60	904,78	1133,58	1722,16
160	162,88	292,15	467,01	580,23	709,32	927,21	1161,27	1762,03
165	167,31	300,03	479,31	595,12	727,04	949,63	1188,95	1801,89
170	171,73	307,90	491,61	610,00	744,76	972,06	1216,63	1841,76
175	176,16	315,78	503,92	624,89	762,48	994,48	1244,32	1881,62
180	180,59	323,65	516,22	639,78	780,19	1016,90	1272,00	1921,49
185	185,02	331,53	528,53	654,67	797,91	1039,33	1299,69	1961,35
190	189,45	339,40	540,83	669,56	815,63	1061,75	1327,37	2001,22
195	193,88	347,28	553,13	684,44	833,35	1084,18	1355,05	2041,08
200	198,31	355,15	565,44	699,33	851,07	1106,60	1382,74	2080,95
210		370,90	590,05	729,11	886,50	1151,45	1438,11	
220		386,65	614,65	758,88	921,94	1196,30	1493,47	
230			639,26	788,66	957,37	1241,14	1548,84	
240			663,87	818,44	992,81	1285,99	1604,21	
250			688,48					
260			713,09					

Die Gewindetoleranz muss dem 6g-Test vor der Feuerverzinkung entsprechen. Nach dem Auftragen der Beschichtung muss die Schraube mit einer Mutter mit einer Toleranz von 6AZ überprüft werden.

# HV3 VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

### 3.3.4.1 FEUERVERZINKUNG

Der Prozess sollte nach ISO 10684 mit zusätzlichen Anforderungen und Richtlinien nach DAST 022 und DSV GAV-Leitfaden für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben durchgeführt werden.

Aufgrund der Gefahr der Wasserstoffversprödung und Spannungsrissbildung der Verbindungselemente sind zusätzliche Prozessanforderungen zu erfüllen. Bei Verwendung von Salzsäure als Verdauungsmedium sollten vor dem Prozess Inhibitoren eingesetzt werden und die Verweilzeit auf maximal 15 Minuten begrenzt werden. Die Hochtemperaturbeschichtung 530-560 °C ist nur bis zu einem maximalen Durchmesser von M24 zulässig.

Vor dem Auftragen der Beschichtung sollten mehrere Stücke stichprobenartig auf Risse überprüft werden. Die Allergieprüfung von Schrauben auf Wasserstoffversprödung ist im Zusammenhang mit dem Prozess nach ISO 15330 durchzuführen.

Die Feuerverzinkung bietet einen effizienten und dauerhaften Korrosionsschutz auch in aggressiver Atmosphäre. Je nach Schwere der ungünstigen Bedingungen garantiert eine Zinkschicht mit einer Dicke von 50 bis 70 µm eine dauerhafte Verbindung mit dem Grundwerkstoff die volle Funktionsfähigkeit der Schraubverbindung über viele Jahre.

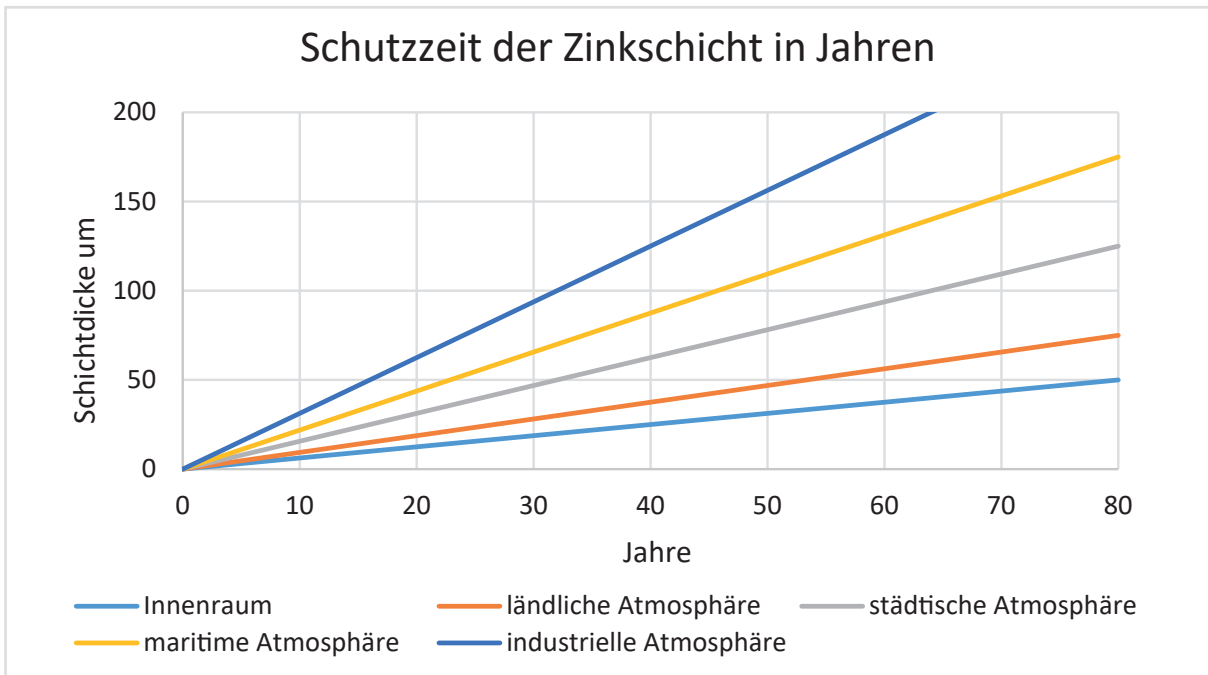


Abb. 3. Schutzzeit der Zinkschicht in Jahren

### 3.3.5 MARKIERUNG

Schrauben sollten gemäß EN 14399-4:2015 und EN 1090-2:2018 gekennzeichnet werden, um eine vollständige Identifizierung auch nach der Montage zu gewährleisten. Die am Abb. 4 sichtbare Schraubenmarkierung besteht aus der mechanischen Festigkeitsklasse, dem Herstellerkennzeichen, dem HV-Zeichen und der Chargenidentifikationsnummer (z.B. Monat und Baujahr). Die Markierung muss sich auf der Oberseite des Kopfes befinden, eine konkave oder konvexe Kennzeichnung ist zulässig.

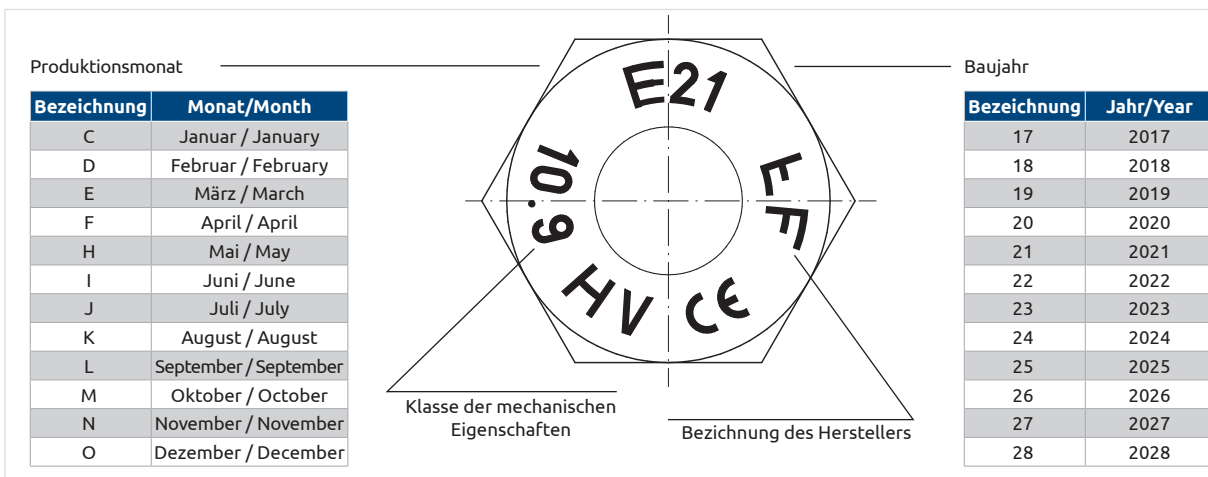


Abb.4. Schraubenmarkierung nach EN 14399-4:2015 zur vollständigen Chargenidentifikation.

**HV3** VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

**3.4 ANFORDERUNGEN AN MUTTERN EN 14399-4:2015** ✓

**3.4.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN** ✓

Tab. 12. Anforderungen an Muttern und Normen gemäß EN 14399-4:2015.

Material	Stahl	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	EN 14399-1 und EN 14399-2	
<b>Gewinde</b>	Toleranz	6H oder 6AZ
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2, ISO 965-5
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Mechanische Festigkeitsklasse	10
	Europäische Norm	EN ISO 898-2
<b>Toleranzen</b>	Produktklasse	B
	Europäische Norm	EN ISO 4759-1
<b>Oberflächenbehandlung</b>	Normal	Nach dem Prozess <sup>a</sup>
	Tauchfeuerverzinkt	EN ISO 10684
	Sonstige	Nach Absprache <sup>b</sup>
<b>Oberflächendiskontinuitäten</b>	Einschränkungen bei Oberflächendiskontinuitäten EN 26157-1.	
<b>Abnahme</b>	Für das Abnahmeverfahren siehe EN ISO 3269.	

<sup>a</sup> „Nach dem Prozess“ bezeichnet eine normale Oberflächenbehandlung durch den Hersteller und eine leichte Ölbeschichtung.  
<sup>b</sup> Der Kunde und der Hersteller können sich auf andere Beschichtungen einigen, wenn sie die mechanischen oder Leistungsmerkmale nicht beeinträchtigen. Beschichtungen aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.

**3.4.2 MATERIAL** ✓

Die chemische Zusammensetzung des verwendeten Materials muss der ISO 898-2 entsprechen.

Tab. 13. Chemische Zusammensetzung von Stahl für die Herstellung von Muttern nach ISO 898-2:2022.

Festigkeitsklasse	Material und Wärmebehandlung der Muttern	Chemische Zusammensetzung (% mas.) <sup>a</sup>					Anlass-temperatur
		C		Mn	P	S	
		min.	max.	min.	max.	max.	°C min.
10	Kohlenstoffstahl, QT <sup>c</sup>	0,15	0,58	0,45	0,048	0,058	380

QT = Muttern gehärtet und angelassen.  
<sup>a</sup> Im Streitfall gilt die Produktanalyse.  
<sup>b</sup> Legierungselemente dürfen zugesetzt werden, sofern die in Abschnitt 8 gem. ISO 898-2:2022 erfüllt werden.  
<sup>c</sup> Bei Mutterwerkstoffen, die abgeschreckt und angelassen werden (QT), muss eine ausreichende Härtebarkeit vorhanden sein, um ein homogenes Gefüge zu gewährleisten bestehend aus ca. 90 % Martensit in den Muttern. Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Temperatur der Austenit Umwandlung überschritten wurde und eine ausreichende Dauer erreicht ist, um eine angemessene Umwandlung in Martensit in der gesamten Mutter beim Abschrecken zu erreichen und um gleichmäßige mechanische Eigenschaften zu gewährleisten.

**3.4.3 MECHANISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN** ✓

Die Mutter muss der EN 14399-4:2015 und ISO 898-2:2022 für die Klasse 10 entsprechen.

Tab. 14. Härteeigenschaften von Standard-Gewindemuttern ISO 898-2:2022.

Gewinde	Festigkeitsklasse 10					
	Vickershärte, HV		Brinellhärte, HB		Rockwell-Härte, HR	
	min	max	min	max	min	max
M5 ≤ D ≤ M39	272	353	268	349	26,5	36,9

Tab. 15. Prüflastwerte für Muttern mit Standardgewinde.

Gewinde	D	Belastung <sup>a</sup> , kN								
		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
<b>Gewindesteigung</b>	<b>P</b>	<b>1,75</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>
<b>Festigkeitsklasse</b>	<b>10</b>	88 500	164 900	259 700	321 200	374 200	486 500	594 700	735 600	866 000

<sup>a</sup> Bei der Verwendung von Flachmutter ist zu beachten, dass die Bruchkraft geringer ist als die Prüfkraft einer Mutter mit voller Tragfähigkeit (siehe Anhang B der ISO 898-2:2022).

# HV3 VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 3.4.4 ABMESSUNGEN DER MUTTERN

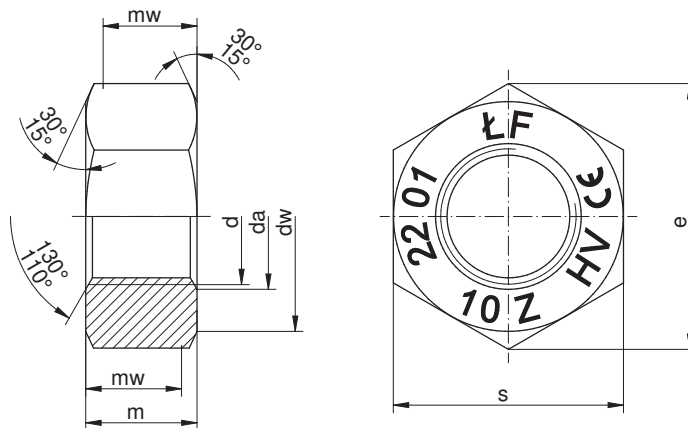


Abb. 5. Mutter nach EN 14399-4:2015.

Tab. 16. Mutterabmessungen nach EN 14399-4:2015.

Gewinde (d)		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Steigung		1,75	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0
da	max	13,0	17,3	21,6	23,7	25,9	29,1	32,4	38,9
	min	12	16	20	22	24	27	30	36
dw min		20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6	55,9
e min		23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
m	nom. = max	10	13	16	18	20	22	24	29
	min	9,64	12,30	14,90	16,90	18,70	20,70	22,70	27,70
mw min		7,71	9,84	11,92	13,52	14,96	16,56	18,16	22,16
s	nom. = max	22	27	32	36	41	46	50	60
	min	21,16	26,16	31,00	35,00	40,00	45,00	49,00	58,80

Tab. 17. Muttergewicht nach EN 14399-4:2015.

Gewicht - Muttern (g/szt)								
Sortiment	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Gewicht [g]	24,76	45,45	75,4	109,12	164,04	225,14	286,01	497,63

## 3.4.5 MUTTERKENNZEICHNUNG

Muttern sollten gemäß EN 14399-4:2015 und EN 1090-2:2018 gekennzeichnet werden, um eine vollständige Identifizierung auch nach der Montage zu gewährleisten. Die in Abbildung 6 dargestellte Kennzeichnung der Mutter besteht aus der mechanischen Festigkeitsklasse, dem Herstellerkennzeichen, der HV-Kennzeichnung und der Chargennummer (z.B. Monat und Jahr). Die Markierung muss sich auf der Oberseite des Kopfes befinden, eine konkave oder konvexe Kennzeichnung ist zulässig.

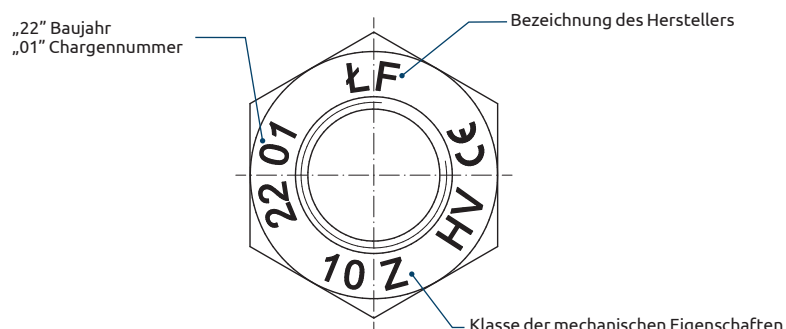


Abb. 6. Mutterkennzeichnung nach EN 14399-4:2015 zur vollständigen Chargenidentifikation.

# HV3 VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 3.5 ANFORDERUNGEN AN UNTERLEGSCHLEIBEN EN 14399-6:2015

### 3.5.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Tab. 18. Anforderungen und Normen, auf die nach EN 14399-6:2015 verwiesen wird.

Material	Stahl	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	EN 14399-1 und EN 14399-2	
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Härte	300 HV bis 370 HV
<b>Toleranzen</b>	Toleranzklasse	A
	Europäische Norm	EN ISO 4759-3
<b>Oberflächenbehandlung<sup>a</sup></b>	Standard	Nach dem Prozess <sup>b</sup>
	Feuerverzinkt	EN ISO 10684
	Sonstige	Nach Absprache <sup>c</sup>
<b>Qualität der Verarbeitung</b>	Die Teile müssen gleichmäßig und frei von Unregelmäßigkeiten oder schädlichen Fehlern sein. Die Scheiben dürfen keinen vorstehenden Grat aufweisen.	
<b>Abnahme</b>	Für das Abnahmeverfahren siehe EN ISO 3269	
<sup>a</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Auswahl des geeigneten Oberflächenbehandlungsverfahrens (z.B. Reinigen und Auftragen der Beschichtung) die Gefahr der Wasserstoffversprödung berücksichtigt werden muss, siehe einschlägige Normen für die Beschichtungsanwendung. <sup>b</sup> ‚Verarbeitungsprozess‘ bedeutet eine normale Oberflächenbehandlung durch den Hersteller und leichte Ölbeschichtung. <sup>c</sup> Der Kunde kann mit dem Hersteller andere Beschichtungen vereinbaren, wenn sie die mechanischen oder Leistungsmerkmale nicht beeinträchtigen. Beschichtungen aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.		

### 3.5.2 MATERIAL

Die chemische Zusammensetzung der Unterlegscheibe muss der ISO 898-3:2018 entsprechen

Tab.19. Chemische Zusammensetzung von Stahl für die Herstellung von Unterlegscheiben nach ISO 898-3:2018.

Eigenschafts-klasse	Material und Prozess		Chemische Zusammensetzung (Gew.-%) <sup>a,b,c</sup>					Minimale Anlasstemperatur <sup>b,c</sup> °C
	Material	Prozess	C		P	S	B <sup>d</sup>	
			min.	max.	max.	max.	max.	
300HV <sup>e</sup>	Kohlenstoffstahl <sup>f</sup>	Härten und Anlassen	0,17	0,80	0,035	0,035	0,003	425
	Stahllegierungen <sup>g</sup>		0,14	1,30	0,035	0,035	0,003	425
<sup>a</sup> Im Streitfall gilt die Produktanalyse. <sup>b</sup> Für Schutzscheiben siehe ISO 10644 oder ISO 10673. Die chemische Zusammensetzung und die minimale Anlasstemperatur sind zwischen dem Käufer und dem Lieferanten zum Zeitpunkt der Auftragserteilung zu vereinbaren. <sup>c</sup> Für spezielle Anwendungen (z.B. Unterlegscheiben für Feuerverzinkung) sind die chemische Zusammensetzung und die minimale Anlasstemperatur zwischen dem Käufer und dem Lieferanten bei der Bestellung zu vereinbaren. <sup>d</sup> Der Borgehalt sollte maximal 0,003% betragen, kann aber bis zu 0,005% betragen, vorausgesetzt, die Borkonzentration wird durch Titan und/oder Aluminium ergänzt. <sup>e</sup> Es muss eine ausreichende Härtebarkeit vorhanden sein, um ein Gefüge aus ca. 90% Martensit im Kernbereich im „gehärteten“ Zustand vor dem Anlassen herzustellen. <sup>f</sup> Kohlenstoffstahl kann Zusatzstoffe wie Chrom, Mangan, Nickel usw. enthalten, die dem Stahl zugesetzt werden können. <sup>g</sup> Legierter Stahl enthält mindestens eines der folgenden Elemente in der angegebenen Mindestmenge: Chrom 0,30%, Mangan 0,20%, Nickel 0,30%, Vanadium 0,10%, Molybdän 0,08% und Bor 0,0008%. Werden bei Fusionen Elemente festgelegt, so beträgt der Grenzwert für die Bestimmung der Stahlsorte 70 % der Summe der einzelnen vorstehend für die betreffenden Elemente festgelegten Mindestwerte.								

### 3.5.3 MECHANISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Die mechanischen Eigenschaften der Unterlegscheibe sollten den Anforderungen der EN 14399-6:2015 und ISO 898-3:2018 entsprechen.

Tab. 20. Zusammenfassung der Eigenschaftsklassen von flachen Unterlegscheiben (z.B. normale Unterlegscheiben) mit der Eigenschaftsklassen von Schrauben, Bolzen, Gewindebolzen und Muttern nach ISO 898-3: 2018.

Gewindebolzen gemäß der Norm ISO 898-1 und ISO 898-2		Eigenschaftsklassen für flache Unterlegscheiben
Eigenschaftsklassen		300HV <sup>a</sup>
Schrauben, Bolzen, Gewindebolzen	Normale und hohe Muttern	
9.8, 10.9	10	RC
RC = Empfohlener Anschluss		
<sup>a</sup> Nur die Eigenschaftsklassen 200HV und 300HV sind für Sicherungsscheiben in Schrauben nach ISO 10644 oder ISO 10674 genormt.		

# HV3 VORSPANNBARE SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 3.5.4 ABMESSUNGEN DER UNTERLEGSCHIBE

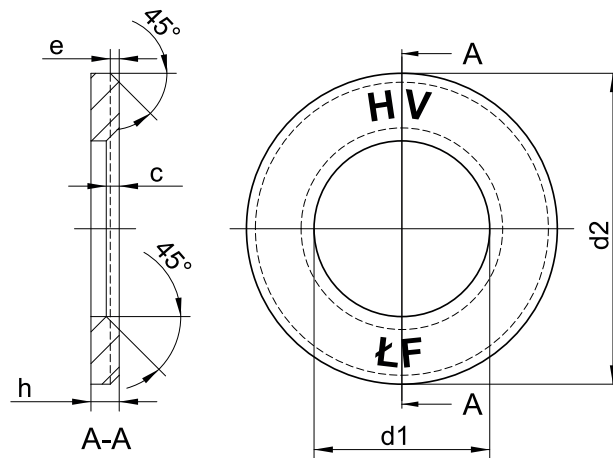


Abb. 7. Unterlegscheibe nach EN 14399-6:2015.

Tab. 21. Abmessungen der Unterlegscheibe nach EN 14399-6:2015.

Gewindenenddurchmesser der verbundenen Schrauben		12	16	20	22	24	27	30	36
d1	min	13	17	21	23	25	28	31	37
	max	13,27	17,27	21,33	23,33	25,33	28,52	31,62	37,62
d2	min	23,48	29,48	36,38	38,38	43,38	49,00	54,80	64,80
	max	24	30	37	39	44	50	56	66
h	nom.	3	4	4	4	4	5	5	6
	min	2,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,4	4,4	5,4
	max	3,3	4,3	4,3	4,3	4,3	5,6	5,6	6,6
e	nom. = min	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,25
	max	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,50
c	min	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5
	max	1,9	1,9	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0

Die Geometrie der Mutter sollte der Norm EN 14399-6:2015 entsprechen, d.h. sie sollte auf einer Seite einen Schnitt aufweisen.

Tab. 22. Gewicht der Unterlegscheiben nach EN 14399-6:2015.

Gefaste Unterlegscheiben								
Sortiment	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Gewicht [g/szt.]	6,79	13,9	20,82	22,29	29,95	48,2	61,72	102,92

## 3.5.5 ANFORDERUNGEN AN DEN HERSTELLUNGSPROZESS

Der Herstellungsprozess muss sicherstellen, dass die Anforderungen an die Unterlegscheibe nach ISO 898-3 erfüllt werden.

## 3.5.6 MARKIERUNG

Die Unterlegscheiben sind gemäß EN 14399-6:2015 zu kennzeichnen. Die am Abb. 8 sichtbare Kennzeichnung der Unterlegscheibe besteht aus dem Identifikationszeichen des Bausatzherstellers und dem HV-Zeichen. Die Stempelung ist an der Seite ohne Fase anzubringen

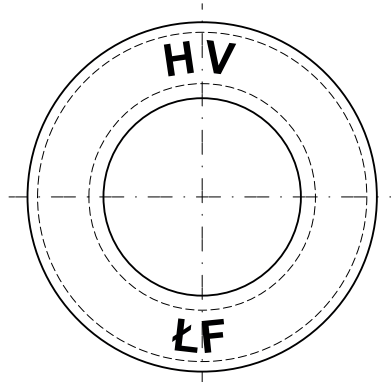


Abb. 8. Kennzeichnung der Unterlegscheibe nach EN 14399-6:2015 zur vollständigen Chargenidentifikation.

## HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

# ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

### 4.1 SCHRAUBENSETS ▼

- a) Verwenden Sie für die Montage eine Schraube, Mutter und Unterlegscheibe eines einzigen Herstellers.
- b) HV-Sets für die K-Klasse K2 sollten nur in Kombination mit den geprüften Muttern verwendet werden.
- c) Für Schrauben der Klasse 10.9 ist die Verwendung von Unterlegscheiben unter dem Kopf und unter der Mutter erforderlich.

**VORSICHT - Ein Schraubensatz, der mit dem minimalen Kompressionsgrad angezogen und dann abgeschraubt wurde, ist für den weiteren Gebrauch nicht geeignet und sollte verschrottet werden!**

- d) Das Anziehen erfolgt durch Drehen der Mutter, es sei denn, es gibt keinen ausreichenden Zugang, dann erfordert das Anziehen durch Drehen der Schraube die Rücksprache mit dem Lieferanten und die Vorbereitung von Spezialsätzen.

**VORSICHT - Eine zusätzliche Schmierung der Setskomponenten ist nicht zulässig! Verursacht eine Änderung des K-Indexes.**

- e) Sowohl im ersten als auch im letzten Zyklus sind die nachfolgenden Schrauben von der starrsten Kontaktzone bis zur am wenigsten starren Kontaktzone anzuziehen, wie in Abb. 9. Es kann mehr als ein Anziehzyklus erforderlich sein, um eine gleichmäßige Spannung zu erreichen.
- f) Montieren Sie die Muttern so, dass ihre Kennzeichnung nach der Montage sichtbar ist.
- g) Bei Spannverbindungen muss der vorstehende Teil des Gewindes, gemessen von der Stirnseite der Mutter bis zum Ende des Dorns, eine Länge von mindestens einer Gewindesteigung aufweisen.
- h) Die Unterlegscheiben nach EN 14399-6 müssen mit einer Fase am Schraubenkopf montiert werden.
- i) **Das Anziehen nach einigen Tagen ist bei Verwendung der kontrollierten Drehmomentmethode (aktuelle Richtlinien EN 1090-2:2018) nicht möglich**
- j) Bei dicken Beschichtungen ist die Spezifikation möglicher Mittel zum Ausgleich eines unbeabsichtigten Druckkraftabfalls festzulegen.

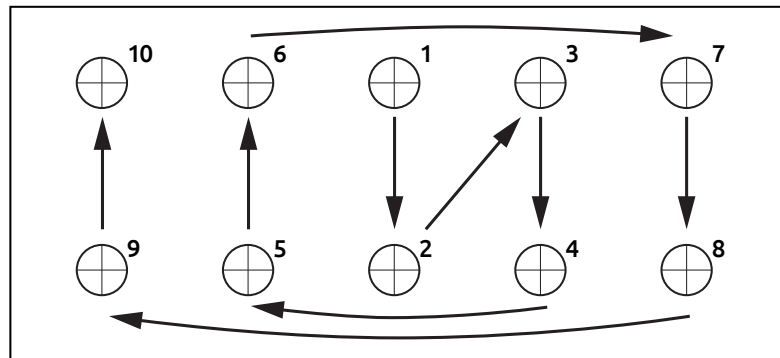


Abb 9. Beispiel für die Anzugsreihenfolge der Schrauben in der Verbindung.

- k) Bei Verbindungen mit doppelseitigen Kappen (Abb. 10) darf der D-Wert 1[mm] nicht überschritten werden. Wenn Stahldichtungsplatten vorgesehen sind, um sicherzustellen, dass die oben genannte Grenze nicht überschritten wird, darf ihre Dicke nicht weniger als 1[mm] betragen. Unter Bedingungen, bei denen die Gefahr von Spaltkorrosion besteht, ist eine engere Kontaktsituation erforderlich. Die Dicke der Stahlbleche sollte so gewählt werden, dass die Anzahl der Abstandhalter drei nicht überschreitet.

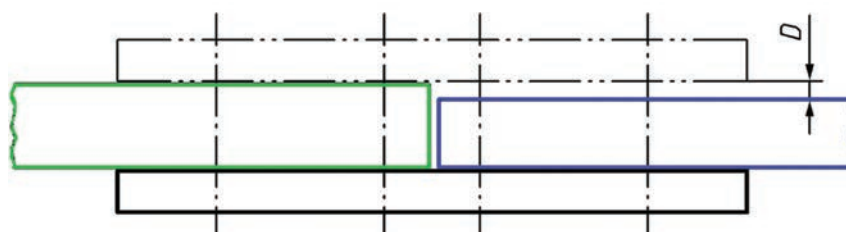


Abb 10. Differenz in der Bauteildicke in Kombination mit doppelseitigen Überlagerungen.

# HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 4.2 KONTAKTFLÄCHEN

- a) Die Kontaktflächen sollten frei von Verunreinigungen wie Öl, Schmutz oder Farbe sein. Die Grate, die Haftung der Klebeflächen verhindern könnten, sollten entfernt werden.
- b) Unbeschichtete Oberflächen sollten frei von Rost und anderen losen Materialien sein. Achten Sie darauf, dass raue Kontaktflächen nicht beschädigt werden.
- c) Zur Anpassung der Einspannlänge kann eine zusätzliche Blechscheibe (nicht dünner als 4 mm) oder maximal 3 Standard-Unterlegscheiben mit einer maximalen Gesamtdicke von 12 mm verwendet werden.

Bei gespannten Verbindungen darf nur eine Unterlegscheibe auf der Seite des Gewindeteils (für Klasse K2) und ggf. eine zusätzliche Unterlegscheibe aus Blech oder eine Standardscheibe auf der Seite des aufgeschraubten Teils (Schraube) mittels eines kontrollierten Anzugsdrehmoments (für Klasse K2) verwendet werden.

**ACHTUNG!** Die Verwendung zusätzlicher Unterlegscheiben kann die Scherebene zum Gewindeteil der Schraube verschieben. In solchen Fällen ist es notwendig, die Tragfähigkeit zu überprüfen.

## 4.3 DREHMOMENTSCHLÜSSEL

- a) Um die angegebene Druckkraft zu erreichen, verwenden Sie Drehmomentschlüssel, die eine genaue Einstellung des erforderlichen Anzugsdrehmoments ermöglichen, das auf dem Etikett der erhaltenen Schrauben für die Druckverbindungen angegeben ist.
- b) Es können handgehaltene oder mechanisch betätigte Tasten verwendet werden. Für die erste Stufe des Schraubenanziehens können Schlagschrauber verwendet werden.  
Die Verwendung eines Schlagschraubers wird nicht empfohlen, da es schwierig ist, die Anforderung von ±4% Genauigkeit zu erfüllen.
- c) Die Drehmomentschlüssel müssen entweder eine Entkopplung mit dem eingestellten Drehmoment ermöglichen oder eine eindeutige Drehmomentanzeige aufweisen. In beiden Fällen darf die Fehlertoleranz von ± 0,1 Mv nicht überschritten werden.
- d) Drehmomentschlüssel, die in allen Phasen des Drehmomentkontrollverfahrens und zur Prüfung verwendet werden, sind sorgfältig zu kalibrieren und müssen eine Genauigkeit von ± 4 % gemäß EN ISO 6789 aufweisen. Die Schlüssel werden gemäß EN ISO 6789 unter Kontrolle gehalten, wobei die pneumatischen Schlüssel bei jeder Änderung der Schlauchlänge überprüft werden.
- e) Die Schlüssel sollten nach jedem Vorfall, der während der Nutzung aufgetreten ist, d.h. bei erheblichen Stößen, Stürzen, Überlastungen usw. oder bei Fehlfunktionen überprüft werden.
- f) Wenn die Inspektion zu einem Austausch der Schraube führt, überprüfen Sie die Genauigkeit des Drehmomentschlüssels.

## 4.4 MONTAGEMETHODEN

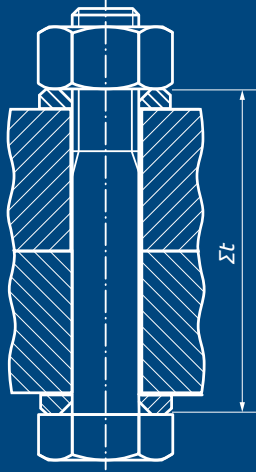
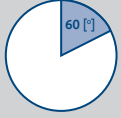
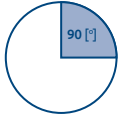
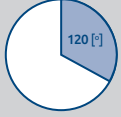
Tab. 23. Montagethoden und Berechnungsbeispiele.

Spannkraft $F_{p,c} = 0,7 * f_{ub} * A_s$		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
$A_s$	mm <sup>2</sup>	84,3	157	245	303	353	459	561	817
$F_{p,c}$	kN	59	110	172	212	247	321	393	572

K1-Verfahren nach EN 1090-2		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
$M_{r,1} = 0,125 * d * F_{p,c} ; 0,10 \leq k \leq 0,16$									
Erste Anziehstufe									
$0,75 M_{r,1}$	Nm	70	170	320	440	560	820	1100	2000

\* Die Werte wurden gerundet, um die Einstellung des Drehmomentschlüssels unter Baubedingungen zu erleichtern.

# HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

Zweite Anziehstufe				
Klemmlänge $\Sigma t$ der zu verbindenden Teile (einschließlich aller Unterlegscheiben); d - Nenndurchmesser der Schraube		Zusätzlicher Drehwinkel/Drehteil für die zweite Anziehstufe		
	$\Sigma t < 2d$	Winkel [°]	60	
		Umdrehungsteil [-]	1/6	
	$2d \leq \Sigma t \leq 6d$	Winkel [°]	90	
		Umdrehungsteil [-]	1/4	
	$6d \leq \Sigma t \leq 10d$	Winkel [°]	120	
		Umdrehungsteil [-]	1/3	

Drehmomentverfahren - K2 nach EN 1090-2	
Daten für diese Montagemethode werden für die Lieferung individuell ermittelt. Die Montageschritte und -parameter finden Sie auf unserem Etikett.	
$M_{r,2} = k_m * d * F_{p,C}, 0,10 \leq k_m \leq 0,23; V_k \leq 0,06$	
Erste Anziehstufe	$0,75 * M_{r,2}$ [Nm]
Zweite Anziehstufe	$1,1 * M_{r,2}$ [Nm]

Modifiziertes drehmomentverfahren nach DAST – Richtlinie 024 / DIN EN 1993-1-8/NA									
$F_{p,C}^* = 0,7 * f_{yb} * A_s; 0,10 \leq k \leq 0,16$									
		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
$F_{p,C}^*$	kN	50	100	160	190	220	290	350	510
Erste Anziehstufe									
$0,75 * M_A$	Nm	75	190	340	490	600	940	1240	2100
Zweite Anziehstufe									
$M_A$	Nm	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Bei Verbindungen der Kategorien B, C und E, deren Grenzzustand vom Wert der Vorspannkraft $F_{p,C} = 0,7 * f_{ub} * A_s$ abhängt, wird empfohlen, die K1-Schrauben der Klasse k nach der kombinierten Methode gemäß EN 1090-2: 2018 festzuziehen. In anderen Fällen kann der reduzierte Wert der Vorspannkraft $F_{p,C}^* = 0,7 * f_{yb} * A_s$ und ein modifiziertes Drehmomentverfahren eingesetzt werden.									

Berechnungsbeispiele	
K1-Verfahren	
Beispiel für die Berechnung einer kombinierten Methode. Für eine Schraube M20 x100 mit einem k-Faktor von 0,12	
Zweite Anziehstufe	Aus der Tabelle des ersten Schrittes auswählen: <b>320 [Nm]</b>
Zweite Anziehstufe	Bei einer Schraube M20 x100 beträgt der Wert $\Sigma t$ is 73-78 [mm] aus Tab. 4.
Zweite Anziehstufe	$73/20 = 3,65$ i $78/20 = 3,9$ also $2d \leq \Sigma t \leq 6d$
Zweite Anziehstufe	Der zusätzliche Winkel in zweiter Anziehstufe beträgt <b>90 [°]</b>

# HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

## K2-Verfahren

Beim K2-Verfahren ist der bei der Eignungsprüfung der Verbindung nach EN 14399;2015 zu bestimmende Wert  $k_m$  zu ermitteln. Das Ergebnis  $k_m$  muss innerhalb des Bereichs  $0,10 \leq k_m \leq 0,23$  liegen und die Abweichung des Koeffizienten  $k_m$  muss kleiner oder gleich 0,06 ( $V_k \leq 0,06$ ) sein. Dann den Wert berechnen  $M_{r,2}$ .

Beispiel für die Berechnung eines kontrollierten Drehmomentverfahrens.  
Für Schraube M20 x100 mit einem Faktor von  $k_m$  0,123 i  $V_k$  0,048.

	$M_{r,2} = 0,123 * 20 * 172 = 422$ [Nm]
Erste Anziehstufe	$0,75 * M_{r,2} = 316$ [Nm]
Zweite Anziehstufe	$1,1 * M_{r,2} = 464$ [Nm]

## 4.5 KOMBINIERTES MONTAGEVERFAHREN - K1

### 4.5.1 ALLGEMEINE RICHTLINIEN FÜR DIE KOMBINIERTE MONTAGE - KLASSE K1

Die folgenden Anforderungen müssen vor der Montage erfüllt sein:

- Abschnitt 4.1 beachten
- Einen Drehmomentschlüssel mit einem geeigneten Arbeitsbereich verwenden, wobei der Schlüssel manuell oder mechanisch sein kann.
- Die Montage muss mit einem kontinuierlichen und ruhigen Drehmoment durchgeführt werden. Die Montage der Schraube darf erst unterbrochen werden, wenn der gewünschte Wert auf dem Schlüssel erreicht ist.
- Zwei Anziehstufen durchführen.
- Das auf dem Etikett angegebene Drehmoment und der Drehwinkel werden vom Hersteller übernommen.

### 4.5.2 ETIKETT DER KLASSE K1

Das am Abb. 11 sichtbare Musteretikett für die Klasse K1 enthält Informationen:

- Set-Sortiment (z.B. M12)
- Anforderungen der Klasse K1
- Parameterwerte der Klasse K1
- Werte der Anziehstufen

### 4.5.3 PARAMETER DER KLASSE K1

$F_v$  – Wert der Schraubenspannkraft [kN]

#### Erste Anziehstufe

- Der Schlüssel sollte auf den in der folgenden Tabelle angegebenen Drehmomentwert eingestellt werden „Stufe 1“ auf dem Etikett (z.B. ein Beispiel eines Etiketts Abb. 11 ist 70[Nm]).
- Der erste Anzug muss für alle Schrauben in einer Verbindung vor Beginn des zweiten Anzuges durchgeführt werden.

#### Zweite Anziehstufe

- Nach der ersten Anziehstufe die Gewindestellung der Schraube bestimmen. Zur Kennzeichnung kann Kreide oder Farbe verwendet werden. Dies ermöglicht es Ihnen, die Drehung der Mutter nach der zweiten Stufe leicht zu beurteilen.
- Der Schlüssel sollte auf den Wert des Drehwinkels eingestellt werden, der in „Stufe 2“ auf dem Etikett angegeben ist (z.B. ein Beispiel des Etiketts Abb 11 ist 90 [°]).
- Die zweite Anziehstufe muss für alle Schrauben in einer Verbindung durchgeführt werden.



Abb 11. Beispielbild eines Etiketts für eine Schraube nach Klasse K1.

# HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 4.6 DREHMOMENTGESTEUERTES MONTAGEVERFAHREN - K2

### 4.6.1 ALLGEMEINE RICHTLINIEN FÜR DIE DREHMOMENTGESTEUERTE MONTAGE - KLASSE K2

Die folgenden Anforderungen müssen vor der Montage erfüllt sein:

- Abschnitt 4.1 beachten.
- Einen Drehmomentschlüssel mit einem geeigneten Arbeitsbereich verwenden, wobei der Schlüssel manuell oder mechanisch sein kann.
- Die Verwendung eines Schlagschraubers wird für die erste Stufe nicht empfohlen, da eine Genauigkeit von  $\pm 4\%$  erforderlich ist.
- Die Montage muss mit einem kontinuierlichen und ruhigen Drehmoment durchgeführt werden. Die Montage der Schraube darf erst unterbrochen werden, wenn der gewünschte Wert auf dem Schlüssel erreicht ist.
- Zwei Anziehstufen durchführen.
- Das auf dem Etikett angegebene Drehmoment wird vom Hersteller übernommen.

### 4.6.2 ETIKETT DER KLASSE K2

Das am Abb. 12 sichtbare Musteretikett für die Klasse K2 enthält Informationen:

- Set-Sortiment (z.B. M16)
- Anforderungen der Klasse K2
- Parameterwerte der Klasse K2
- Werte der Anziehstufen
- Hinweis zum Set

### 4.6.3 PARAMETER DER KLASSE K2

$F_v$  – Wert der Schraubenspannkraft [kN]

$k_m$  – Durchschnittswert des Koeffizienten K

$V_k$  – Variationsindex

#### Erste Anziehstufe

- Der Schlüssel sollte auf den Wert des Drehmomentes eingestellt werden, der in „Stufe 1“ auf dem Etikett angegeben ist (z.B. ein Beispiel des Etiketts Abb. 12 ist 165 [Nm]).
- Der erste Anzug muss für alle Schrauben in einer Verbindung vor Beginn des zweiten Anzuges durchgeführt werden.

#### Zweite Anziehstufe

- Der Schlüssel sollte auf den Wert des Drehmomentes eingestellt werden, der in „Stufe 2“ auf dem Etikett angegeben ist (z.B. ein Beispiel des Etiketts Abb. 12 ist 245 [Nm]).
- Die zweite Anziehstufe muss für alle Schrauben in einer Verbindung durchgeführt werden.

k-class K2		$0,10 \leq k_m \leq 0,23$	$V_k \leq 0,06$
<b>Parameters/ Parameter/ Parametry</b>			
	$F_v$	<b>110 [kN]</b>	
	$k_m$	<b>0,126</b>	
	$V_k$	<b>0,050</b>	
<b>Step/ Schritt/ Etap</b>		<b>EN 1090-2</b>	
<b>Step 1</b>	$0,75 * M_{r,2}$	<b>165 [Nm]</b>	
<b>Step 2</b>	$1,1 * M_{r,2}$	<b>245 [Nm]</b>	

HV SET  
 HV GARNITUREN  
 ZESTAW HV

**M16**

HV set for K-class K2 can only be used with the checked nuts.  
 The use of additional greases and sealants is not permitted.  
 HV Garnituren für die K-class K2 können nur in Verbindung mit geprüften Muttern verwendet werden.  
 Die Verwendung von zusätzlichen Schmiermittel und Versiegelungen ist nicht zulässig.  
 Zestawy HV dla K-class K2 mogą być stosowane tylko w komplecie z przebadanymi nakrętkami.  
 Stosowanie dodatkowych lubrykantów i smarów niedozwolone.

Abb 12. Beispielbild eines zusätzlichen Etiketts für einen Schraubensatz nach Klasse K2.

# HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 4.7 ÜBERPRÜFUNG DER VORGESPANNTEN SCHRAUBVERBINDUNGEN

### 4.7.1 KONTROLLE VON REIBUNGSFLÄCHEN

- a) Alle Reibflächen werden unmittelbar vor der Montage visuell überprüft.
- b) Die Kriterien für die Oberflächenbewertung müssen den Anforderungen von Ziffer 4.1 entsprechen.

### 4.7.2 VORSPANNPRÜFUNG

- a) Alle vorgespannten Verbindungen werden vor der Spannung, nach dem Voranziehen der Schrauben und der lokalen Anpassung der Konstruktion visuell überprüft.
- b) Die Annahmekriterien müssen mit Ziffer 4.1 übereinstimmen.
- c) Bei EXC2-, EXC3- und EXC4-Designs muss der Spannvorang überprüft werden.
- d) Drehmomentschlüssel, die für die vorgespannten Verbindungen verwendet werden, sind auf die Einhaltung von Punkt 4.3 zu überprüfen und mit einem Kalibrierschein zu versehen.

### 4.7.3 KONTROLLE WÄHREND UND NACH DEM VORSPANNEN

#### 4.7.3.1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Für die Konstruktionen EXC2, EXC3 und EXC4 sind die folgenden Prüfungen während und nach dem Vorspannen durchzuführen:

- a) Die Auswahl der Prüfstellen erfolgt durch Stichproben unter Berücksichtigung der folgenden relevanten Variablen: Verbindungsart, Schraubengruppe, Anzahl, Schraubenart und -abmessungen, verwendete Ausrüstung und Bediener;
- b) Zu Prüfzwecken wird eine Gruppe von Schrauben als Schraubensätze in ähnlichen Verbindungen definiert, die in Bezug auf Ursprung, Abmessungen und Klasse homogen sind. Große Schraubengruppen können zu Prüfzwecken in Untergruppen unterteilt werden;
- c) Abhängig von der Montagemethode werden folgende Anzahl von Schraubensätzen in der Konstruktion überprüft
  - EXC2: 5 % in der zweiten Stufe des kontrollierten Drehmomentverfahrens oder in kombinierter Methode
  - EXC3 i EXC4:
    - % in der ersten Stufe; 10 % in der zweiten Stufe der kombinierten Methode,
    - 10% in der zweiten Stufe der Methode des kontrollierten Moments.
- d) Sofern in der Spezifikation nichts anderes bestimmt ist, ist die Prüfung an einer ausreichenden Anzahl von Schraubverbindungen nach der sequentiellen Methode (Abschnitt 4.7.3.2) durchzuführen, bis die Abnahme- oder Ablehnungskriterien für die Art der sequentiellen Prüfung (oder Prüfung aller Baugruppen) erfüllt sind. Die folgenden Sequenzarten werden verwendet:
  - EXC2 und EXC3: - Typ-A-Sequenz;
  - EXC4: - Typ-B-Sequenz;
- e) In dieser Phase des Anziehens wird die Verbindung visuell auf feste Kontakthaftung überprüft;
- f) Die abschließende Anzugskontrolle eines Schraubensatzes dient dazu, ein Lösen oder, falls vorgeschrieben, ein übermäßiges Anziehen der Schrauben zu erkennen;
- g) Eine Überprüfung des Voranziehens erfolgt nur, um sicherzustellen, dass die Schrauben nicht angezogen werden;
- h) Die Kriterien für die Definition von Nichtkonformitäts- und Korrekturanforderungen sind im Folgenden für jede Schraubenanziehmethode aufgeführt;
- i) Wenn die Prüfung eine Nichtkonformität ergibt, sollten alle Schraubensätze einer bestimmten Untergruppe von Schrauben überprüft und entsprechend angepasst werden. Wurden negative Kontrollergebnisse durch die Verwendung einer Typ-A-Sequenz erzielt, kann die Kontrolle durch die Verwendung einer Typ-B-Sequenz erweitert werden;
- j) Nach erfolgter Korrektur ist eine erneute Überprüfung durchzuführen;
- k) Wenn die Verbindungselemente nicht gemäß der vorgeschriebenen Anziehungsmethode verwendet wurden, ersetzen Sie die gesamte Schraubengruppe und bestätigen Sie diesen Austausch.

Tab. 24. Anzugsdrehmomentkontrolle nach EN 1090-2:2018.

Ausführungsklasse	Zu Beginn des Vorspannens	Nach dem Vorspannen
EXC2	Identifizierung der Lage einzelner Chargen von verschraubten Baugruppen	Steuerung der zweiten Anziehstufe
EXC3 und EXC4	Identifizierung der Position der einzelnen Chargen von verschraubten Baugruppen, - Überprüfung der Vorgehensweise beim Anziehen der Schrauben für jede Gruppe.	Steuerung der zweiten Anziehstufe

# HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

## 4.7.3.2 SEQUENTIELLE METHODE ZUR PRÜFUNG VON VERBINDUNGSELEMENTEN

Die fortlaufende Prüfung von Verbindungselementen ist nach den in ISO 2859-5 festgelegten Grundsätzen durchzuführen. Die Norm enthält Regeln für die progressive Analyse aufeinanderfolgender Kontrolltestergebnisse. Zur Überprüfung der Verbindungselemente wird ein grafisches Verfahren verwendet.

In Abb. 13 wurden zwei Inspektionsfälle beschrieben und die einzelnen Objekte der Hülle erläutert:

Schlüssel:	Beispiel:	
X - Anzahl der geprüften Verbindungselemente	<b>Gestrichelte Linie:</b> Die Verbindungselemente 2, 6 und 12 sind fehlerhaft. Die Steuerkurve, die die Hüllkurve der 12. Probe (R-Punkt) überschreitet, befand sich in der Ablehnungszone.	<b>Gepunktete Linie:</b> Die Verbindungselemente 4 und 8 sind fehlerhaft. Die Verbindungselemente 4 und 8 sind fehlerhaft. Die Kontrollen wurden fortgesetzt, bis die Steuerkurve mit dem vertikalen Abschnitt der Hülle in Test 16 (Punkt A) überquert und in der Annahmezone platziert wurde.
Y - Anzahl der defekten Verbindungselemente		
1 - Ausleitzone		
2 - Fortsetzungszone (keine Schlussfolgerungen)		
3 - Akzeptanzzone		

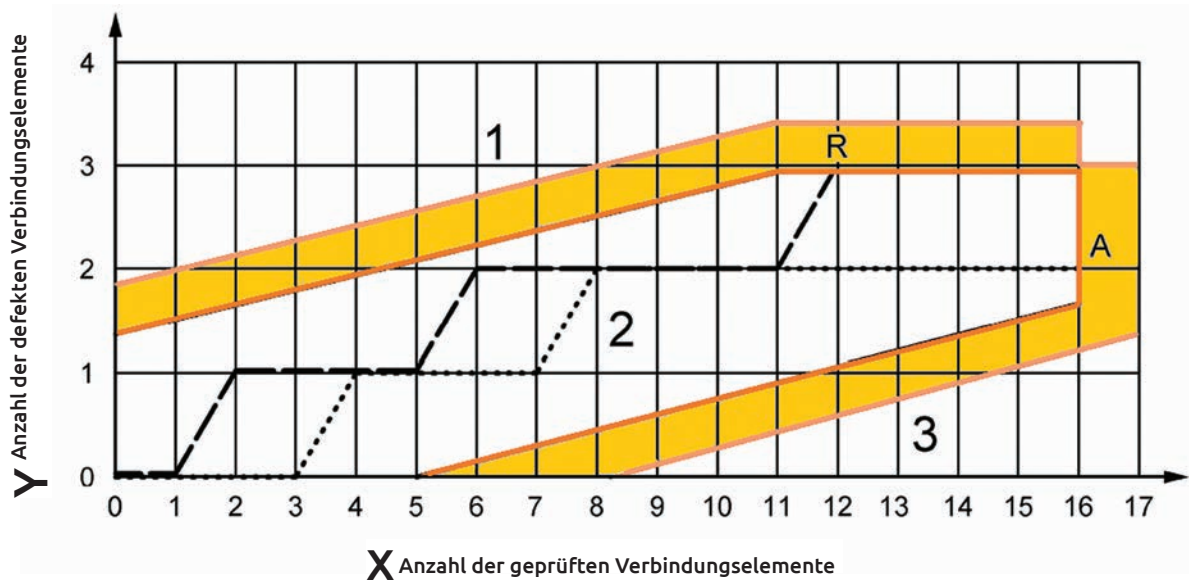


Abb. 13. Beispiel für die Hüllkurve in der sequentiellen Methode.

## HV4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN

### 4.7.3.3 VERFAHREN ZUM KONTROLLIERTEN ANZUGSDREHMOMENT ✓

Schraubensets werden geprüft nach Tab. 24 durch Drehen einer Mutter (oder eines Schraubenkopfes, falls bestimmt) mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel geprüft. Der Zweck dieser Prüfung ist es, zu überprüfen, ob das Drehmoment, das zur Einleitung der Vermarktung erforderlich ist, mindestens 1,05MA beträgt. Der Umsatz sollte sich strikt an den Mindestwert halten. Es gelten die folgenden Bedingungen:

- Der für die Prüfung verwendete Drehmomentschlüssel ist sorgfältig mit einer Genauigkeit von  $\pm 4\%$  zu kalibrieren;
- Die Inspektion sollte zwischen 12h und 72h nach Abschluss des Anziehens der Zielschraube in der Untergruppe durchgeführt werden.

**ACHTUNG!** Wenn die Schraubensets mit unterschiedlichen Losgrößen und Drehmomentwerten geprüft werden sollen, sollte der Standort jeder Charge bestimmt werden.

**ACHTUNG!** Wenn die Kontaktflächen mit Schutzbeschichtungen, insbesondere Farbe, versehen sind, kann die Spannkraft abnehmen, was es unmöglich macht, die Konstruktionskriterien zu erfüllen. In solchen Fällen kann es erforderlich sein, spezielle Kontrollverfahren anzuwenden, wie beispielsweise die Fortsetzung des Spannversuchs.

- Wenn die Inspektion zu einem Austausch der Schraube führt, überprüfen Sie die Genauigkeit des Drehmomentschlüssels.
- Eine Schraubenanordnung, bei der sich die Mutter nach Aufbringen des Prüfdrehmoments um mehr als  $15^\circ$  gedreht hat, gilt als nicht angezogen ( $< 100\%$ ) und muss mit  $100\%$  des erforderlichen Drehmoments angezogen werden.
- Wird die Baugruppe auf Überdrehmoment geprüft, müssen die angegebenen Anforderungen spezifiziert und erfüllt werden.

**ACHTUNG!** Werden bei der Prüfung die Anzugsdrehmomente überschritten, tauschen Sie die Sets gegen neue aus und verschrotten Sie die alten Sets.

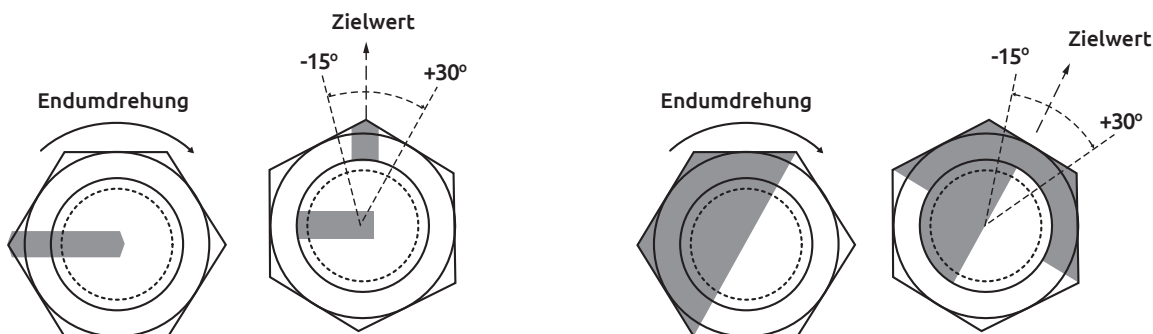


Abb. 14. Verfahren zum Markieren von Schrauben vor der zweiten Anziehstufe.

### 4.7.3.4 KOMBINIERTES VERFAHREN ✓

Bei EXC3- und EXC4-Konstruktionen ist die erste Stufe der gemeinsamen Prüfung durchzuführen, bevor die Sets gekennzeichnet werden. Anschließend wird das gleiche Drehmoment wie in erster Anziehstufe (1) aufgebracht. Schrauben, die sich nach Anwendung der Drehmomentprüfung um mehr als  $15^\circ$  drehen, gelten als unzureichend angezogen und sind entsprechend anzuziehen.

Liegt keine feste Verklebung der Teile in den Verbindungen vor, ist die Kalibrierung von Drehmomentschlüsseln unter Berücksichtigung der exemplarischen Belastungen zu überprüfen. Falls erforderlich, wiederholen Sie die erste Anziehstufe bereits mit den korrigierten Drehmomentwerten.

Vor Beginn der zweiten Stufe ist die Kennzeichnung aller Mütter und Gewinde visuell zu überprüfen. Fehlende Markierungen sind zu ergänzen.

Nach dem zweiten Schritt müssen die markierten Sets auf die folgenden Anforderungen überprüft werden:

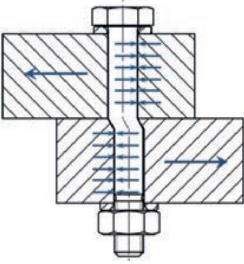
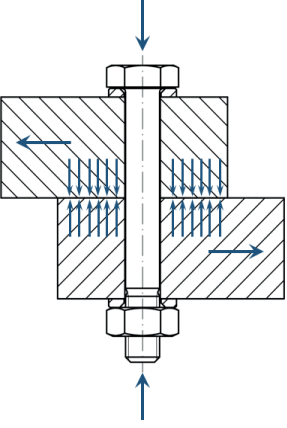
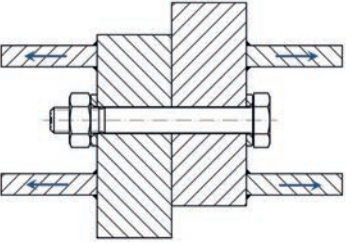
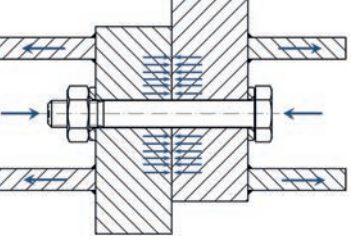
- Richtig, wenn der erhaltene Winkel mehr als  $15^\circ$  vom Sollwert entfernt ist,
- Der Schraubenset wird bei Bedarf durch einen neuen ersetzt:
  - Der erhaltene Drehwinkel ist größer als  $30^\circ$  vom Sollwert,
  - Die Schraube oder Mutter ist beschädigt.

**HV5** VERBINDUNGSKLASSIFIZIERUNG  
- EN 1993-1-8

Tab. 25. Klassifizierung von Verbindungselemente - PN-EN 1993-1-8.

Verbindungsklassifizierung		Zugverbindungen	
Schervverbindungen		D (Nicht vorgespannt)	E (Vorgespannt)
<b>A</b> (Scher-/ Lochleibungs- verbindung)	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$
<b>B</b> (Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit)	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq N_{net,Rd}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden.
<b>C</b> (Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand)	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden.

**Legende:**  
 $F_{v,Ed}$  – Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;  
 $F_{v,Rd}$  – Bemessungswert der Abschertragfähigkeit einer Schraube;  
 $F_{b,Rd}$  – Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit einer Schraube;  
 $F_{t,Ed,ser}$  – Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;  
 $F_{s,Rd,ser}$  – Bemessungswert des Gleitwiderstandes einer Schraube im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;  
 $F_{s,Rd}$  – Bemessungswert des Gleitwiderstandes einer Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;  
 $N_{net,Rd}$  – Kunststoffwiderstand des Netzabschnitts mit Schraubenlöchern;  
 $F_{t,Ed}$  – Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;  
 $F_{t,Rd}$  – Bemessungswert der Zugtragfähigkeit einer Schraube;  
 $B_{p,Rd}$  – Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes des Schraubenkopfes und der Schraubenmutter;

## FUNKTIONEN UND VORTEILE

Perfekte Auswahl der Gewindepassung ermöglicht eine effiziente Vormontage

Bereitstellung des Montageablaufs von SB-Schrauben des Herstellers zur Erhöhung der Selbsthemmung des Gewindes

Sicherstellung des Montageverfahrens von SB-Schrauben gemäß den Anforderungen der DAST - Richtlinie 024 / DIN EN 1993-1-8 / NA

Möglichkeit, Schrauben in Montageversuchen zu prüfen, den Reibwert und die Klemmkraft der Verbindung zu ermitteln

Jede Charge von Muttern wird gemäß der Norm EN 15048 getestet

Das ERP-System ermöglicht eine 100-prozentige Produktidentifikation und den Zugriff auf Testergebnisse

Besondere Anforderungen an Muttern – Maßhaltigkeit und Beschichtung

Ein lesbare Etikett des Produkts, das über die grundlegenden Parameter des Produkts und die für die Montage erforderlichen Werte informiert

Klasse der mechanischen Eigenschaften der SB-Schraube, bestätigt durch das CQI-9-Zertifikat

Gleichmäßige Feuerverzinkung für Korrosionsbeständigkeit

Kundenbetreuung durch ein Laborteam, Unterstützung beider Auswahl der Montagemethoden

Bausätze werden in einem Paket geliefert, Komfort bei der Montage

## VERBINDUNGEN

Scherverbindungen  
Kategorie A: Scher-/ Lochleibungs – verbindung

Zugverbindungen  
Kategorie D: nicht Vorgespannt

## GENEHMIGUNGEN UND BERICHTE

DoP-Nummer 2018/05/02-CPR / 8.8

Zertifikat Nr. 0045-CPR-1145/1

EN 1090-2 Konformitätszertifikat

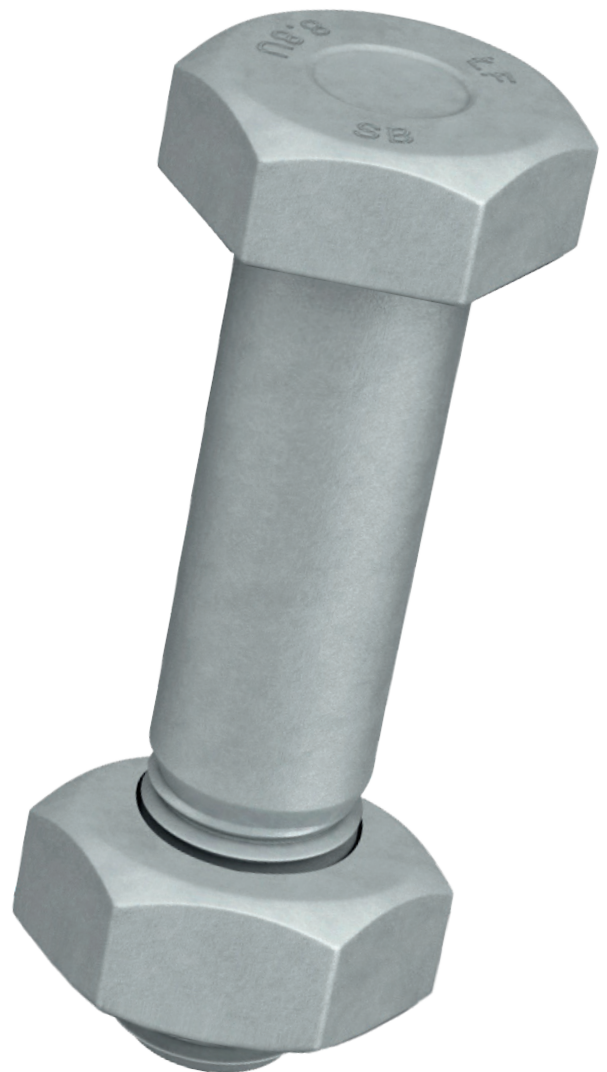
EN 15048 Konformitätszertifikat

IATF 16949 Konformitätszertifikat

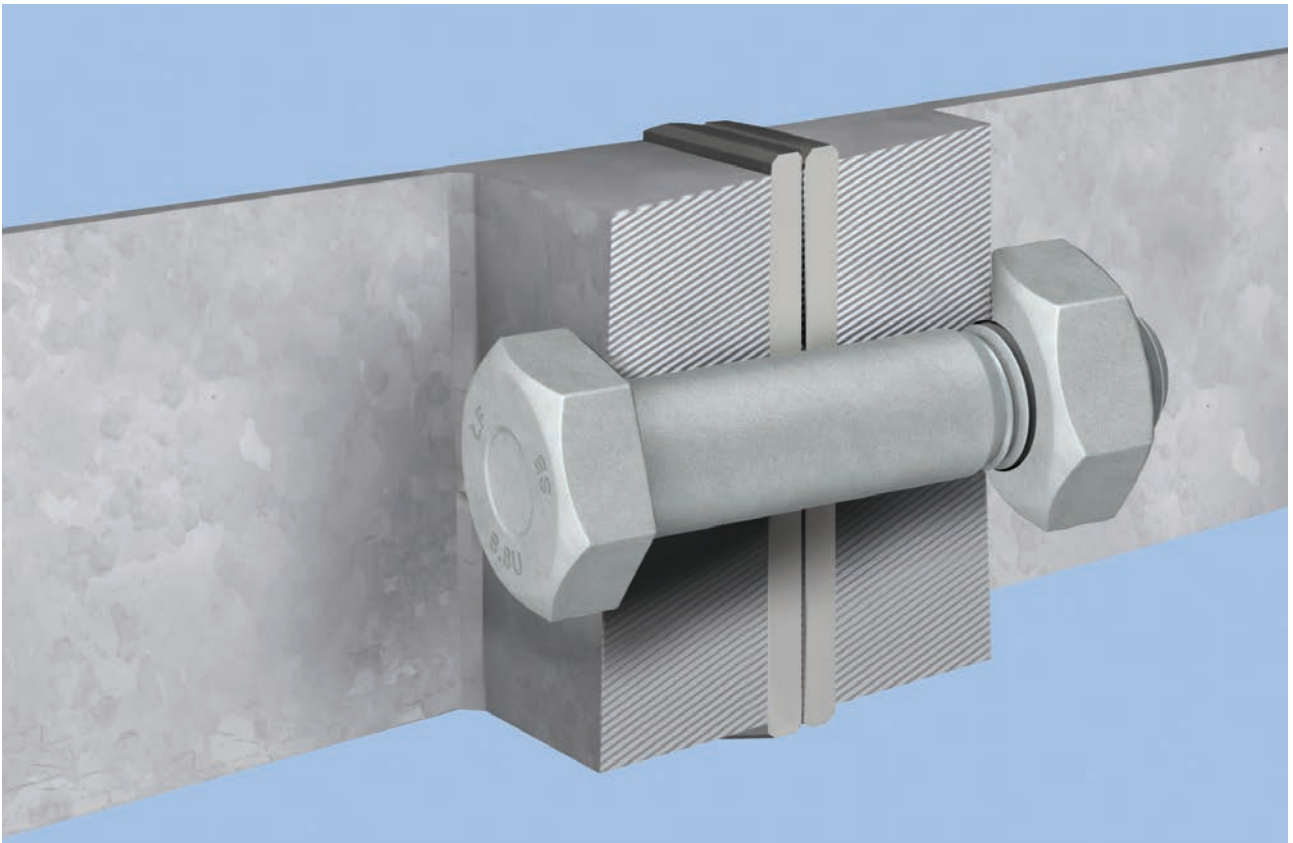
ISO 9001 Konformitätszertifikat

ISO 14001 Konformitätszertifikat

AD 2000 Konformitätszertifikat



Bedienungs-  
anleitung



## ANWENDUNGEN

Halle

Brücken

Einkaufszentren

Dachkonstruktionen

Innenskelett von weitgespannten  
Gebäuden

Mehrstöckige Parkhäuser

Windkraftanlagen

Industrieanlagen



# SB SB-BAUSÄTZE

## 6.1 VERFÜGBARKEIT VON SB-SCHRAUBENSSETS NACH EN 15048 ▼

SB-Sets sind ab Lager im Bereich von M10 - M30 gemäß der folgenden Tabelle erhältlich. Es ist erforderlich, die Verfügbarkeit der Ware bei der Angebotsabgabe zu bestätigen. Die Möglichkeit der Herstellung anderer Größen ist nach Anfrage zu prüfen.

Standard	4014	4017	4014	4017	4014	4017	4014	4017	4014	4017	4014	4017
$\frac{l}{d}$	M10		M12		M16		M20		M24		M30	
20												
25												
30												
35												
40												
45												
50												
55												
60												
65												
70												
75												
80												
85												
90												
95												
100												
105												
110												
115												
120												
125												
130												
135												
140												
145												
150												
155												
160												
165												
170												
175												
180												
185												
190												
195												
200												
205												
210												
215												
220												
225												
230												
235												
240												
245												
250												
255												
260												

6.1.1 **PACKLISTE** 

Tab. 26. Packliste der SB-Bausätzen - Schraube und Mutter (ISO 4014 und ISO 4032)

Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)
10x40	100	7500	12x195	25	1875	16x255	10	750	24x130	10	750
10x45	100	7500	12x200	25	1875	16x260	10	750	24x135	10	750
10x50	100	5100	12x205	25	1875	20x60	25	1270	24x140	10	750
10x55	100	5100	12x210	25	1875	20x65	25	1270	24x145	10	750
10x60	100	5100	12x215	25	1875	20x70	25	1270	24x150	10	750
10x65	100	5100	12x220	25	1875	20x75	25	1270	24x155	10	750
10x70	100	5100	12x225	25	1875	20x80	25	1270	24x160	10	750
10x75	100	5100	12x230	25	1875	20x85	25	1270	24x165	10	750
10x80	100	5100	12x235	25	1875	20x90	25	1270	24x170	10	750
10x85	100	5100	12x240	25	1875	20x95	25	1270	24x175	10	750
10x90	100	5100	12x245	25	1875	20x100	25	1270	24x180	10	750
10x95	100	5100	12x250	25	1875	20x105	25	1270	24x185	10	750
10x100	100	5100	12x255	25	1875	20x110	25	1270	24x190	10	750
10x105	50	3750	12x260	25	1875	20x115	25	1270	24x195	10	750
10x110	50	3750	16x55	50	2550	20x120	25	1270	24x200	10	750
10x115	50	3750	16x60	50	2550	20x125	25	1270	24x205	10	750
10x120	50	3750	16x65	25	1875	20x130	25	1270	24x210	10	750
10x125	50	3750	16x70	25	1875	20x135	25	1270	30x90	10	510
10x130	50	3750	16x75	25	1875	20x140	25	1270	30x95	10	510
10x135	50	3750	16x80	25	1875	20x145	25	1270	30x100	10	510
10x140	50	3750	16x85	25	1875	20x150	25	1270	30x105	10	510
10x145	50	3750	16x90	25	1875	20x155	10	750	30x110	10	510
10x150	50	3750	16x95	25	1875	20x160	10	750	30x115	10	510
10x155	50	3750	16x100	25	1875	20x165	10	750	30x120	10	510
10x160	50	3750	16x105	25	1875	20x170	10	750	30x125	10	510
12x50	100	5100	16x110	25	1875	20x175	10	750	30x130	10	510
12x55	100	5100	16x115	25	1875	20x180	10	750	30x135	10	510
12x60	100	5100	16x120	25	1875	20x185	10	750	30x140	10	510
12x65	50	3750	16x125	25	1875	20x190	10	750	30x145	10	510
12x70	50	3750	16x130	25	1875	20x195	10	750	30x150	10	510
12x75	50	3750	16x135	25	1875	20x200	10	750	30x155	10	510
12x80	50	3750	16x140	25	1875	20x205	10	750	30x160	10	510
12x85	50	3750	16x145	25	1875	20x210	10	750	30x165	10	510
12x90	50	3750	16x150	25	1875	20x215	10	750	30x170	10	510
12x95	50	3750	16x155	25	1875	20x220	10	750	30x175	10	510
12x100	50	3750	16x160	25	1875	20x225	10	750	30x180	10	510
12x105	50	3750	16x165	25	1875	20x230	10	750	30x185	10	510
12x110	50	3750	16x170	25	1875	20x235	10	750	30x190	10	510
12x115	50	3750	16x175	25	1875	20x240	10	750	30x195	10	510
12x120	50	3750	16x180	25	1275	20x245	10	750	30x200	10	510
12x125	50	3750	16x185	25	1275	20x250	10	750	30x205	10	510
12x130	50	3750	16x190	25	1275	20x255	10	750	30x210	10	510
12x135	50	3750	16x195	25	1275	20x260	10	750	30x215	10	510
12x140	50	3750	16x200	25	1275	24x75	25	1875	30x220	10	510
12x145	50	3750	16x205	10	750	24x80	25	1875	30x225	10	510
12x150	50	3750	16x210	10	750	24x85	10	750	30x230	10	510
12x155	25	1875	16x215	10	750	24x90	10	750	30x235	10	510
12x160	25	1875	16x220	10	750	24x95	10	750	30x240	10	510
12x165	25	1875	16x225	10	750	24x100	10	750			
12x170	25	1875	16x230	10	750	24x105	10	750			
12x175	25	1875	16x235	10	750	24x110	10	750			
12x180	25	1875	16x240	10	750	24x115	10	750			
12x185	25	1875	16x245	10	750	24x120	10	750			
12x190	25	1875	16x250	10	750	24x125	10	750			

**SB** SB-BAUSÄTZE

Tab. 27. Packliste der SB-Bausätzen - Schraube und Mutter (ISO 4017 und ISO 4032)

Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)	Größe	Karton (Stk.)	Palette (Stk.)
10x20	200	15000	12x65	50	3750	16x90	25	1875	24x55	25	1275
10x25	200	15000	12x70	50	3750	16x95	25	1875	24x60	25	1275
10x30	200	15000	12x75	50	3750	16x100	25	1875	24x65	25	1275
10x35	100	7500	12x80	50	3750	16x105	25	1875	24x70	25	1275
10x40	100	7500	12x85	50	3750	16x110	25	1875	24x75	25	1275
10x45	100	7500	12x90	50	3750	16x115	25	1875	24x80	25	1275
10x50	100	5100	12x95	50	3750	16x120	25	1875	24x85	10	1275
10x55	100	5100	12x100	50	3750	20x40	25	1875	24x90	10	1275
10x60	100	5100	12x105	50	2550	20x45	25	1875	24x95	10	1275
10x65	100	5100	12x110	50	2550	20x50	25	1875	24x100	10	1275
10x70	100	5100	12x115	50	2550	20x55	25	1875	24x105	10	1275
10x75	100	5100	12x120	50	2550	20x60	25	1875	24x110	10	1275
10x80	100	5100	16x25	50	3750	20x65	25	1875	24x115	10	1275
10x85	100	5100	16x30	50	3750	20x70	25	1275	24x120	10	1275
10x90	100	5100	16x35	50	3750	20x75	25	1275	30x50	10	510
10x95	100	5100	16x40	50	3750	20x80	25	1275	30x55	10	510
10x100	100	5100	16x45	50	3750	20x85	25	1275	30x60	10	510
12x25	100	5100	16x50	50	3750	20x90	25	1275	30x65	10	510
12x30	100	5100	16x55	50	3750	20x95	25	1275	30x70	10	510
12x35	100	5100	16x60	50	3750	20x100	25	1275	30x75	10	510
12x40	100	5100	16x65	25	1875	20x105	25	1275	30x80	10	510
12x45	100	5100	16x70	25	1875	20x110	25	1275	30x85	10	510
12x50	100	5100	16x75	25	1875	20x115	25	1275	30x90	10	510
12x55	100	5100	16x80	25	1875	20x120	25	1275	30x95	10	510
12x60	100	5100	16x85	25	1875	24x50	25	1275	30x100	10	510

6.1.2 **PRODUKTGEWICHT**

Tab. 28. Schrauben und Muttern Gewicht nach ISO 4014 und ISO 4032.

Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)
10x40	31.1	40.94	12x60	61.8	76.8	12x195	176.5	187	16x120	213	238.3
10x45	34.1	43.94	12x65	66.1	81.1	12x200	181	191.5	16x125	220	246.3
10x50	37.1	46.94	12x70	70.4	85.4	12x205	185.5	196	16x130	226	253.3
10x55	40	49.84	12x75	74.6	89.6	12x210	190	200.5	16x135	234	259.3
10x60	43	52.84	12x80	78.9	93.9	12x215	194.5	205	16x140	242	267.3
10x65	45.9	55.74	12x85	83.1	98.1	12x220	199	209.5	16x145	249.5	275.3
10x70	48.9	58.74	12x90	87.4	102.4	12x225	202.5	214	16x150	257	282.8
10x75	51.9	61.74	12x95	91.7	106.7	12x230	206	217.5	16x155	264.5	290.3
10x80	54.8	64.64	12x100	95.9	110.9	12x235	210.5	221	16x160	272	297.8
10x85	57.8	67.64	12x105	100.2	115.2	12x240	215	225.5	16x165	280	305.3
10x90	60.7	70.54	12x110	104.5	119.5	12x245	219.5	230	16x170	288	313.3
10x95	63.7	73.54	12x115	108.7	123.7	12x250	224	234.5	16x175	295.5	321.3
10x100	66.7	76.54	12x120	113	128	12x255	228.5	239	16x180	303	328.8
10x105	69.6	79.44	12x125	116.6	131.6	12x260	233	243.5	16x185	310.5	336.3
10x110	72.6	82.44	12x130	121	136	16x55	115	248	16x190	318	343.8
10x115	75.6	85.44	12x135	125.4	140.4	16x60	120.3	148.3	16x195	326	351.3
10x120	78.5	88.34	12x140	129.3	144.3	16x65	128	153.6	16x200	334	359.3
10x125	81.5	91.34	12x145	133.2	148.2	16x70	135.7	161.3	16x205	340	367.3
10x130	84.4	94.24	12x150	138	153	16x75	143.4	169	16x210	346	373.3
10x135	87.4	97.24	12x155	142	157	16x80	151	176.7	16x215	360	379.3
10x140	90.4	100.24	12x160	146	161	16x85	158.8	184.3	16x220	374	393.3
10x145	93.4	103.24	12x165	149.5	164.5	16x90	166.5	192.1	16x225	388	407.3
10x150	96.3	106.14	12x170	157	172	16x95	174.2	199.8	16x230	394	421.3
10x155	99.9	109.74	12x175	150.5	165.5	16x100	181.9	207.5	16x235	400	427.3
10x160	102.2	112.04	12x180	164	179	16x105	189.6	215.2	16x240	406	433.3
12x50	53.3	68.3	12x185	168	183	16x110	197.3	222.9	16x245	412	445.3
12x55	57.6	72.6	12x190	172	187	16x115	205	230.6	16x250	418	451.3

Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)
16x255	424	457.3	20x180	488	552.4	24x120	512	629	30x125	908.0	1142.0
16x260	430	463.3	20x185	500	564.4	24x125	529	646	30x130	920.0	1154.0
20x60	200	264.4	20x190	512	576.4	24x130	543	660	30x135	948.0	1182.0
20x65	212	276.4	20x195	524	588.4	24x135	560.5	677.5	30x140	975.0	1209.0
20x70	224	288.4	20x200	536	600.4	24x140	578	695	30x145	1003.0	1237.0
20x75	236	300.4	20x205	545.5	609.9	24x145	595.5	712.5	30x150	1030.0	1264.0
20x80	248	312.4	20x210	555	619.4	24x150	613	730	30x155	1058.0	1292.0
20x85	260	324.4	20x215	567	631.4	24x155	630.5	747.5	30x160	1085.0	1319.0
20x90	272	336.4	20x220	579	643.4	24x160	648	765	30x165	1113.0	1347.0
20x95	284	348.4	20x225	591	655.4	24x165	665.5	782.5	30x170	1140.0	1374.0
20x100	296	360.4	20x230	603	667.4	24x170	683	800	30x175	1170.0	1404.0
20x105	309	373.4	20x235	615	679.4	24x175	700.5	817.5	30x180	1200.0	1434.0
20x110	321	385.4	20x240	627	691.4	24x180	718	835	30x185	1225.0	1459.0
20x115	333	397.4	20x245	639	703.4	24x185	735	852	30x190	1250.0	1484.0
20x120	345	409.4	20x250	651	715.4	24x190	752	869	30x195	1280.0	1514.0
20x125	357	421.4	20x255	663	727.4	24x195	769.5	886.5	30x200	1310.0	1544.0
20x130	367	431.4	20x260	675	739.4	24x200	787	904	30x205	1137.0	1371.0
20x135	379	443.4	24x75	356	473	24x205	801	918	30x210	1365.0	1599.0
20x140	391	455.4	24x80	373	490	24x210	815	932	30x215	1393.0	1627.0
20x145	403	467.4	24x85	390	507	30x90	712.0	946.0	30x220	1420.0	1654.0
20x150	415	479.4	24x90	408	525	30x95	750.0	984.0	30x225	1448.0	1682.0
20x155	427	491.4	24x95	425	542	30x100	787.0	1021.0	30x230	1475.0	1709.0
20x160	439	503.4	24x100	443	560	30x105	805.0	1039.0	30x235	1503.0	1737.0
20x165	451	515.4	24x105	460	577	30x110	823.0	1057.0	30x240	1530.0	1764.0
20x170	463	527.4	24x110	477	594	30x115	852.0	1086.0			
20x175	475.5	539.9	24x115	495	612	30x120	880.0	1114.0			

Tab. 29. Schrauben und Muttern Gewicht nach ISO 4017 und ISO 4032.

Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)	Größe	Schrauben (g/st)	Bausätzen (g/st)
10x20	20.2	30.04	12x65	61.4	76.4	16x90	156	189.3	24x55	289	406
10x25	22.7	32.54	12x70	64.9	79.9	16x95	162	195.3	24x60	304	421
10x30	25.2	35.04	12x75	68.5	83.5	16x100	169	202.3	24x65	319	436
10x35	27.6	37.44	12x80	72	87	16x105	175.5	208.8	24x70	334	451
10x40	30	39.84	12x85	75.5	90.5	16x110	182	215.3	24x75	348	465
10x45	32.5	42.34	12x90	79	94	16x115	188.5	221.8	24x80	363	480
10x50	35	44.84	12x95	82.6	97.6	16x120	195	228.3	24x85	378	495
10x55	37.4	47.24	12x100	86.2	101.2	20x40	155	219.4	24x90	393	510
10x60	39.9	49.74	12x105	89.75	104.75	20x45	165	229.4	24x95	408	525
10x65	42.3	52.14	12x110	93.3	108.3	20x50	176	240.4	24x100	423	540
10x70	44.8	54.64	12x115	96.85	111.85	20x55	186	250.4	24x105	438	555
10x75	47.2	57.04	12x120	100.4	115.4	20x60	196	260.4	24x110	453	570
10x80	49.7	59.54	16x25	70.6	103.9	20x65	207	271.4	24x115	468	585
10x85	52.1	61.94	16x30	77.2	110.5	20x70	217	281.4	24x120	483	600
10x90	54.6	64.44	16x35	83.7	117	20x75	227	291.4	30x50	496.0	730.0
10x95	57	66.84	16x40	90.3	123.6	20x80	237	301.4	30x55	519.0	753.0
10x100	59.5	69.34	16x45	96.8	130.1	20x85	247	312.4	30x60	543.0	777.0
12x25	33	48	16x50	103	136.3	20x90	257	323.4	30x65	566.0	800.0
12x30	36.6	51.6	16x55	110	143.3	20x95	268	335.4	30x70	590.0	824.0
12x35	40.1	55.1	16x60	116	149.3	20x100	278	346.4	30x75	613.0	847.0
12x40	43.7	58.7	16x65	123	156.3	20x105	288.5	352.9	30x80	637.0	871.0
12x45	47.2	62.2	16x70	130	163.3	20x110	299	363.4	30x85	660.0	894.0
12x50	50.7	65.7	16x75	136	169.3	20x115	309	373.4	30x90	685.0	919.0
12x55	54.3	69.3	16x80	143	176.3	20x120	319	383.4	30x95	708.0	942.0
12x60	57.8	72.8	16x85	149	182.3	24x50	274	391	30x100	732.0	966.0

# SB SB-BAUSÄTZE

## 6.2 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN FÜR SB-BAUSÄTZEN

### 6.2.1 ANFORDERUNGEN AN SCHRAUBEN IN KL. 8.8U (NACH EN 15048)

#### 6.2.1.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Tab. 30. Anforderungen an Schrauben und Normen nach EN 15048-1:2007.

Material		Stahl
<b>Allgemeine Anforderungen</b>		EN 15048-1 und EN 15048-2
<b>Geometrie</b>		ISO 4014 und ISO 4017
<b>Gewinde</b>	Toleranz	6 az <sup>a</sup>
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Mechanische Festigkeitsklasse	8.8U
	Europäische Norm	EN ISO 898-1
<b>Schlagfestigkeit</b>	Wert	$K_{v, min} = 27 \text{ J bei } -20^{\circ}\text{C}$
	Prüfmuster <sup>b</sup>	ISO 148
	Prüfung	EN 10045-1
<b>Toleranzen</b>	Produktklasse	Cz mit Ausnahme von: Abmessungen c und r. Längentoleranz $\geq 155 \text{ mm}$ $+ IT17$ $- \frac{1}{2} IT 17$
	Europäische Norm	EN ISO 4759-1
<b>Oberflächenbehandlung</b>	Normal	Nach dem Prozess <sup>c</sup>
	Tauchfeuerverzinkt	EN ISO 10684
	Sonstige	Nach Absprache <sup>d</sup>
<b>Oberflächendiskontinuitäten</b>		Einschränkungen bei Oberflächendiskontinuitäten sind in der EN 26157-1 festgelegt
<b>Abnahme Für</b>		Für das Abnahmeverfahren siehe EN ISO 3269

<sup>a</sup> Die angegebene Toleranzklasse gilt für Abmessungen vor der Tauchfeuerverzinkung.  
<sup>b</sup> Die Position der Charpy V-Kerbe im Schraubenprüfkörper ist in EN ISO 898-1 festzulegen.  
<sup>c</sup> "nach dem Prozess" bezeichnet eine normale Oberflächenbehandlung durch den Hersteller und eine leichte Ölbeschichtung.  
<sup>d</sup> Der Kunde und der Hersteller können sich auf andere Beschichtungen einigen, wenn sie die mechanischen oder Leistungsmerkmale nicht beeinträchtigen. Beschichtungen aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.

#### 6.2.1.2 MATERIAL

Tab. 31. Chemische Zusammensetzung des Stahls für die Herstellung von Schrauben nach ISO 898-1:2013.

Festigkeits- -klasse	Material und Wärmebehandlung	Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung (Gussanalyse, %) <sup>a</sup>					Anlass- temperatur  °C min.
		C		P	S	B <sup>b</sup>	
		min.	max.	max.	max.	max.	
8.8 <sup>d</sup>	Vergüteter Kohlenstoffstahl mit Zusatzstoffen (z.B. Bor oder Mn oder Cr), oder	0,15 <sup>c</sup>	0,40	0,015	0,015	0,003	425
	Vergüteter Kohlenstoffstahl oder	0,25	0,55	0,015	0,015		
	Vergüteter legierter Stahl <sup>e</sup>	0,20	0,55	0,015	0,015		

<sup>a</sup> Im Streitfall gilt die Analyse des Produkts.  
<sup>b</sup> Borgehalt kann 0,005 % erreichen, vorausgesetzt, dass das ineffektive Bor durch Zugabe von Titan und/oder Aluminium kontrolliert wird.  
<sup>c</sup> Für gewöhnlichen Kohlenstoff-Bor-Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt unter 0,25 % (Gussanalyse) sollte der Mangangehalt mindestens 0,6 % für Festigkeitsklasse 8.8 und 0,7 % für 9.8 und 10.9 betragen  
<sup>d</sup> Für Werkstoffe mit diesen Eigenschaftsklassen sollte eine ausreichende Härtebarkeit vorhanden sein, um ein Gefüge mit ca. 90% Martensit im Kern des Gewindeabschnitts für das Verbindungselement im „gehärteten“ Zustand vor dem Anlassen zu schaffen.  
<sup>e</sup> Dieser legierte Stahl sollte mindestens eines der folgenden Elemente in der angegebenen Mindestmenge enthalten: Chrom 0,30 %, Nickel 0,30 %, Molybdän 0,20 %, Vanadium 0,10 %. Werden Elemente in Kombinationen von zwei, drei oder vier bestimmt und haben einen niedrigeren Legierungsgehalt als die vorstehend genannten Grenzwerte, so beträgt die Verwendungsgrenze für die Bestimmung der Stahlsorte 70 % der Summe der vorstehend für zwei, drei oder vier Elemente angegebenen Einzelgrenzwerte.

6.2.1.3 MECHANISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Tab. 32. Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben nach EN ISO 898-1:2013.

Nr	Mechanische oder physikalische Eigenschaften	Wert		
		d ≤ 16 mm <sup>a</sup>	d > 16 mm <sup>b</sup>	
1	Zugfestigkeit, $R_m$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	800	
		min.	800	830
2	Untere Elastizitätsgrenze, $R_{el}^d$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	—	—
		min.	—	—
3	Spannung bei 0,2% überproportionaler Dehnung, $R_{p0,2}^e$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	640	640
		min.	640	660
4	Spannung bei unverhältnismäßiger Dehnung 0,0048 d für Verbindungselemente in voller Größe, $R_{pf}$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	—	—
		min.	—	—
5	Spannung unter Beweislast, $S_p^e$ , MPa	nom.	580	600
	Festigkeitsverhältnis	$\frac{S_{p,nom}}{R_{el,min}}$ oder $\frac{S_{p,nom}}{R_{p0,2,min}}$ oder $\frac{S_{p,nom}}{R_{pf,min}}$	0,91	0,91
6	Prozentuale Bruchdehnung für bearbeitete Prüfkörper, $A$ , %	min.	12	12
7	Prozentuale Reduzierung der Oberfläche nach dem Bruch für behandelte Prüfkörper, $Z$ , %	min.	52	
8	Dehnung nach Bruch für Verbindungselemente in Originalgröße, $A_f$ (siehe auch Anhang C in ISO 898-1:2013)	min.	—	—
9	Solidität des Kopfes	Keine Risse		
10	Vickers-Härte HV $F \geq 98$ N	min.	250	255
		max.	330	335
11	Brinellhärteklasse, HBW $F = 30 D^2$	min.	245	250
		max.	316	331
12	Rockwell-Härte, HRB	min.	—	
		max.	—	
	Rockwell-Härte, HRC	min.	22	23
		max.	32	34
13	Oberflächenhärte, HV 0,3	max.	—	
14	Keine Aufkohlung, HV 0,3	max.	f	
15	Höhe der nicht entkohlten Gewindezone, $E$ , mm	min.	$\frac{1}{2} H_1$	
	Komplette Entkohlungstiefe im Gewinde, $G$ , mm	max.	0,015	
16	Reduzierung der Härte nach dem Nachanlassen, HV	max.	20	
17	Zerstörungsdrehmoment, $M_B$ , N.m	min.	gemäß der Norm ISO 898-7	
18	Schlagfestigkeit, $K_v^{g,h}$ , J	min.	27	27
19	Oberflächenintegrität nach	ISO 6157-1/ ISO 6157-3		

<sup>a</sup> Die Werte gelten nicht für Konstruktionsschrauben.

<sup>b</sup> Für Strukturschrauben  $d \geq M12$ .

<sup>c</sup> Bemessungswerte werden nur für die Zwecke des Kennzeichnungssystems für Festigkeitsklassen angegeben. Siehe Abschnitt 5 der ISO 898-1:2013.

<sup>d</sup> In Fällen, in denen die untere Fließgrenze von  $R_{eL}$  bestimmt werden kann, ist es zulässig, die Spannung bei 0,2% überproportionaler Dehnung  $R_{p0,2}$  zu messen.

<sup>e</sup> Die Nachweislasten sind in den Tabellen 5 und 7 angegeben (ISO 898-1:2013).

<sup>f</sup> Die Oberflächenhärte darf nicht mehr als 30 Vickers über der gemessenen Kernhärte des Verbindungselements liegen, wenn sowohl die Oberflächenhärte als auch die Kernhärte mit HV 0,3 bestimmt werden.

<sup>g</sup> Die Werte werden bei einer Prüftemperatur von -20°C bestimmt, siehe 9.14 ISO 898-1:2013.

<sup>h</sup> Dies gilt für  $d \geq 16$  mm.

<sup>i</sup> nstelle von ISO 6157-1 kann ISO 6157-3 angewendet werden, basierend auf einer Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Käufer.

6.2.1.4 SCHRAUBENABMESSUNGEN NACH ISO 4014

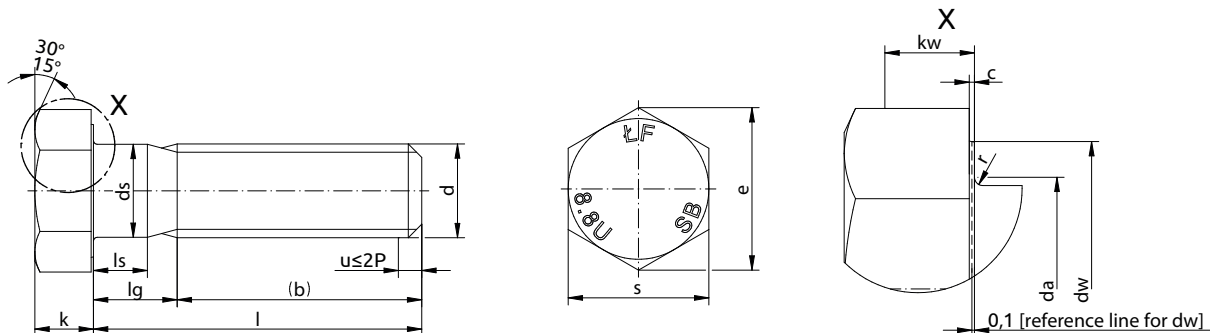


Abb. 15. Schraube nach ISO 4014.

Tab. 33. Schraubenabmessungen nach ISO 4014.

Gewind (d)		M10	M12	M16	M20	M24	M30	
<b>P</b> <sup>a</sup>		1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	
<b>b</b>	b	26	30	38	46	54	66	
	c	32	36	44	52	60	72	
	d	45	49	57	65	73	85	
<b>c</b>	max	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	
	min	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	
<b>da</b>	max	11,2	13,7	17,7	22,4	26,4	33,4	
<b>ds</b>	nom. = max	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	30,00	
	Produktklasse A	9,78	11,73	15,73	19,67	23,67	29,48	
<b>dw</b>	Produktklasse A min	14,63	16,63	22,49	28,19	33,61	42,75	
<b>e</b>	Produktklasse A min	17,77	20,03	26,75	33,53	39,98	50,85	
<b>k</b>	nom	6,4	7,5	10	12,5	15	18,7	
	Produktklasse A	min	6,580	7,680	10,180	12,715	15,215	19,12
		min	6,220	7,320	9,820	12,285	14,785	18,28
<b>kw</b> <sup>e</sup>	Produktklasse A min	4,35	5,12	6,87	8,60	10,35	12,8	
<b>r</b>	min	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	
<b>s</b>	nom. = max	16	18	24	30	36	46	
	Produktklasse A min	15,73	17,73	23,67	29,67	35,38	45	

<sup>a</sup> P ist die Gewindesteigung  
<sup>b</sup> Für  $l_{nom} \leq 125$  mm  
<sup>c</sup> Für  $125$  mm  $< l_{nom} \leq 200$  mm  
<sup>d</sup> Für  $l_{nom} > 200$  mm  
<sup>e</sup>  $k_{w,min} = 0,7 k_{min}$

6.2.1.5 SCHRAUBENABMESSUNGEN NACH ISO 4017

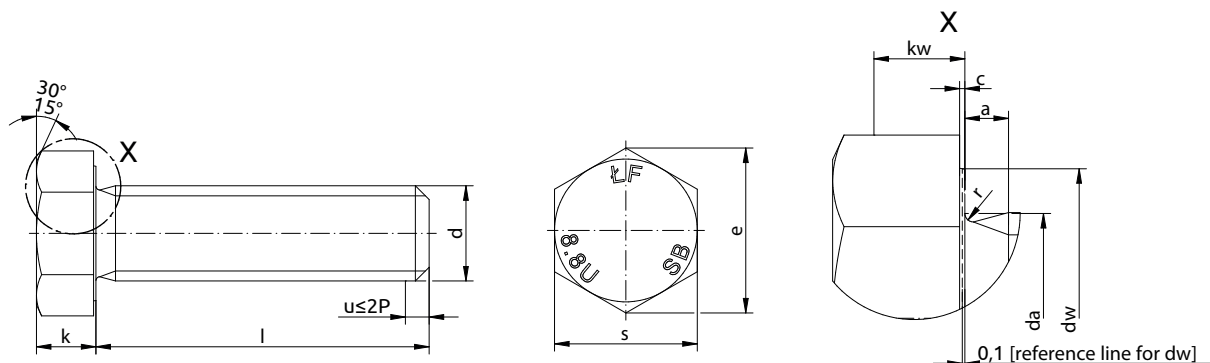


Abb. 16. Schraube nach ISO 4017.

Tab. 34. Schraubenabmessungen nach ISO 4014.

Gewinde (d)		M10	M12	M16	M20	M24	M30	
<b>P<sup>a</sup></b>		1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	
<b>a</b>	<b>max<sup>b</sup></b>	4,5	5,3	6	7,5	9	10,5	
	<b>min</b>	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	
<b>c</b>	<b>max</b>	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	
	<b>min</b>	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	
<b>da</b>		<b>max</b>	11,2	13,7	17,7	22,4	26,4	33,4
<b>dw</b>	<b>Produktklasse A</b>	<b>min</b>	14,63	16,63	22,49	28,19	33,61	42,75
<b>e</b>	<b>Produktklasse A</b>	<b>min</b>	17,77	20,03	26,75	33,53	39,98	50,85
<b>k</b>	<b>nom.</b>		6,4	7,5	10	12,5	15	18,7
	<b>Produktklasse A</b>	<b>max</b>	6,58	7,68	10,18	12,715	15,215	19,12
		<b>min</b>	6,22	7,32	9,82	12,285	14,785	18,28
<b>kw<sup>c</sup></b>		<b>min</b>	4,35	5,12	6,87	8,60	10,35	12,80
<b>r</b>		<b>min</b>	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1
<b>s</b>	<b>nom. = max</b>		16	18	24	30	36	46
	<b>Produktklasse A</b>	<b>min</b>	15,73	17,73	23,67	29,67	35,38	45,00

<sup>a</sup> P ist die Gewindesteigung  
<sup>b</sup> Parameterwerte a<sub>max</sub>, zгодne z ISO 3508, Normalreihe  
<sup>c</sup> k<sub>w,min</sub> = 0,7 k<sub>min</sub>

**6.2.1.6 KOPFSTEMPELUNG**

Schrauben sind nach EN 15048 zu kennzeichnen. Die am Abb. 17 sichtbare Markierung von Schrauben und Muttern besteht aus der Festigkeitsklasse, dem Herstellerkennzeichen und dem SB-Kennzeichen. Die Kopfstempelung muss sich auf der Oberseite des Kopfes befinden, eine konkave oder konvexe Kennzeichnung ist zulässig.

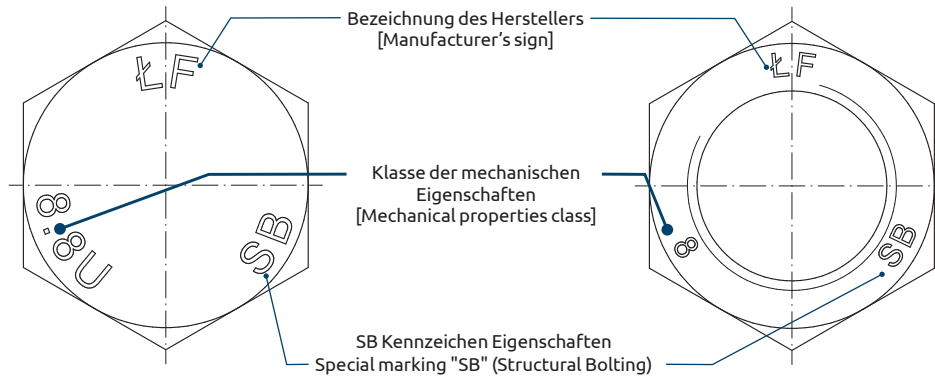


Abb. 17. Markierung von Schrauben und Muttern nach EN 15048.

**6.2.2 ANFORDERUNGEN AN MUTTERN (NACH EN 15048)**

**6.2.2.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNG**

Tab. 35. Anforderungen an Muttern und Normen gemäß EN 15048-1 und EN 15048-2.

Material		Stahl
Allgemeine Anforderungen		EN 15048-1 i EN 15048-2
Geometrie		ISO 4032
Gewinde	Toleranz	6H oder 6G
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2, ISO 965-5
Mechanische Eigenschaften	Mechanische	8
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2, ISO 965-5
Toleranzen	Produktklasse	B
	Europäische Norm	EN ISO 4759-1
Oberflächenbehandlung	Normal	Nach dem Prozess <sup>a</sup>
	Tauchfeuerverzinkt	EN ISO 10684
	Sonstige	Nach Absprache <sup>b</sup>
Oberflächendiskontinuitäten		Einschränkungen bei Oberflächendiskontinuitäten EN ISO 6157-2
Abnahme		Für das Abnahmeverfahren siehe EN ISO 3269

<sup>a</sup> "Nach dem Prozess" bezeichnet eine normale Oberflächenbehandlung durch den Hersteller und eine leichte Ölbeschichtung.  
<sup>b</sup> Der Kunde und der Hersteller können sich auf andere Beschichtungen einigen, wenn sie die mechanischen oder Leistungsmerkmale nicht beeinträchtigen. Beschichtungen aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.

6.2.2.2 MATERIAL ▼

Die chemische Zusammensetzung des verwendeten Materials muss der ISO 898-2 Norm entsprechen.

Tab. 36. Chemische Zusammensetzung des Stahls für die Herstellung von Muttern nach ISO 898-2:2022.

Festigkeitsklasse		Material und Wärmebehandlung der Muttern	Chemische Zusammensetzung (% mas.) <sup>a, b</sup>					Anlass-temperatur
			C		Mn	P	S	°C min.
			min	max	min	max	max	
8	Type 1 M5 ≤ D ≤ M16 <sup>c</sup>	NQT <sup>d</sup>	0,06	0,58	0,25	0,060	0,150	-
8	Type 1 M5 ≤ D ≤ M39	QT <sup>e</sup>	0,15	0,58	0,45	0,048	0,058	380

QT = Muttern gehärtet und angelassen.  
 NQT = Nicht abgeschreckt und angelassen  
<sup>a</sup> Im Streitfall gilt die Produktanalyse.  
<sup>b</sup> Legierungselemente dürfen zugesetzt werden, sofern die in Abschnitt 8 gem. ISO 898-2:2022 erfüllt werden.  
<sup>c</sup> Die Stahlstruktur von NQT-Muttern darf nicht aus einer abgeschreckten Mikrostruktur gemäß 7.4.1 ISO 898-2:2022 bestehen.  
<sup>d</sup> Diese Muttern können nach Ermessen des Herstellers vergütet werden, und in diesem Fall gelten alle Anforderungen für QT-Muttern.  
<sup>e</sup> Bei Mutterwerkstoffen, die abgeschreckt und angelassen werden (QT), muss eine ausreichende Härtebarkeit vorhanden sein, um ein homogenes Gefüge zu gewährleisten bestehend aus ca. 90 % Martensit in den Muttern. Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Temperatur der Austenit Umwandlung überschritten wurde und eine ausreichende Dauer erreicht ist, um eine angemessene Umwandlung in Martensit in der gesamten Mutter beim Abschrecken zu erreichen und um gleichmäßige mechanische Eigenschaften zu gewährleisten.

6.2.2.3 MECHANISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN ▼

Tab. 37. Härteeigenschaften von Standard-Gewindemuttern ISO 898-2:2022.

Gewinde	Festigkeitsklasse 8					
	Vickershärte, HV		Brinellhärte, HB		Rockwell-Härte, HRC	
	min	max	min	max	min	max
Style 1 M5 ≤ D ≤ M16 (NQT)	200	334	190	318	91,5 HRB	33,9 HRC
Style 1 M16 < D ≤ M39 (QT)	233	353	228	330	98,9 HRB	34,8 HRC
Style 1 M5 ≤ D ≤ M16 (QT)	200	334	195	330	92,7 HRB	34,8 HRC

Tab. 38. Prüflastwerte für Muttern mit Standardgewinde nach ISO 898-2:2022.

Gewinde	D	Belastung <sup>a</sup> , kN					
		M10	M12	M16	M20	M24	M30
Gewindesteigung	P	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
Festigkeitsklasse	8	50 500	74 200	138 200	225 400	324 800	552 600

<sup>a</sup> Bei der Verwendung von Flachmuttern ist zu beachten, dass die Bruchkraft geringer ist als die Prüfkraft einer Mutter mit voller Tragfähigkeit (siehe Anhang B der ISO 898-2:2022).

6.2.2.4 ABMESSUNGEN DER MUTTERN NACH ISO 4032

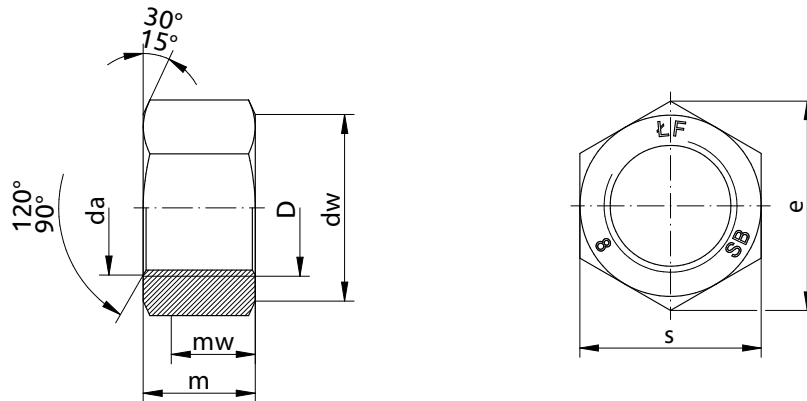


Abb. 18. Mutter nach ISO 4032.

Tab. 39. Mutterabmessungen nach ISO 4032.

Gewinde (d)		M10	M12	M16	M20	M24	M30
<i>P</i> <sup>a</sup>		1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
<i>c</i>	max	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80
	min	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20
<i>da</i>	max	10,8	13,0	17,3	21,6	25,9	32,40
	min	10,0	12,0	16,0	20,0	25,9	30,00
<i>dw</i>		14,6	16,6	22,5	27,7	33,3	42,80
<i>e</i>		17,77	20,03	26,75	32,95	39,55	50,85
<i>m</i>	max	8,40	10,80	14,80	18,00	21,50	25,60
	min	8,04	10,37	14,10	16,90	20,20	24,30
<i>mw</i>		6,4	8,3	11,3	13,5	16,2	19,40
<i>s</i>	nom. = max	16,00	18,00	24,00	30,00	36,00	46,00
	min	15,73	17,73	23,67	29,16	35,00	45,00

<sup>a</sup> *P* ist die Gewindesteigung

6.2.3 PRÜFUNG DER BAUGRUPPE NACH EN 15048:2007

Die Prüfungen sind an Schraubverbindungen durchzuführen, die aus Schrauben nach ISO 4014 oder ISO 4017 und Muttern nach ISO 4032 bestehen. Der Zweck des Tests besteht darin, den Schrauben- und Muttersatz auf Zug zu belasten und die Kraft im Schraubensatz während des Tests zu messen. Der Test wird auf einer Testmaschine durchgeführt. Die Prüfungen sind an mindestens 5 Probe-SBs durchzuführen. Die Prüfschraubensätze müssen im Prüfsatz wie in Abb. 19 dargestellt so eingestellt werden, dass die Klemmlängen die in der Praxis maximal zulässig sind. Das Ende der Schraube darf nicht mehr als eine Gewindedrehung über die unbelastete Oberfläche der Mutter hinausragen.

Tab. 40. Anforderungen für Mindestzuglasten nach EN 15048-1:2007

Gewinde	Festigkeitsklasse 8.8	
	Minimale destruktive Zugbelastung ( $A_{saz, nom} \times R_{m, min}$ ), w kN	Nominale Spannungsfläche $A_{saz, nom}$ mm <sup>2</sup>
M10	42,9	53,6
M12	70	84
M14	95,5	115
M16	130	157
M18	159	192
M20	203	245
M22	252	303
M24	293	353
M27	381	459
M30	466	561
M33	576	694
M36	678	817

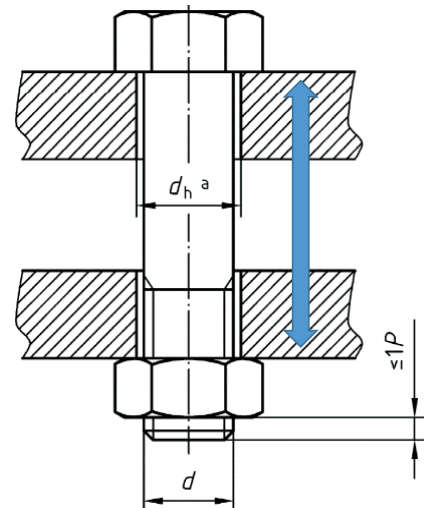


Abb. 19. Schema der Zugprüfung der Schraubverbindung

6.3 DAS ETIKETT DES SB-SETS, DAS GEMÄSS DEN ANFORDERUNGEN VON EN 15048:2007 FESTGELEGT WURDE ✓

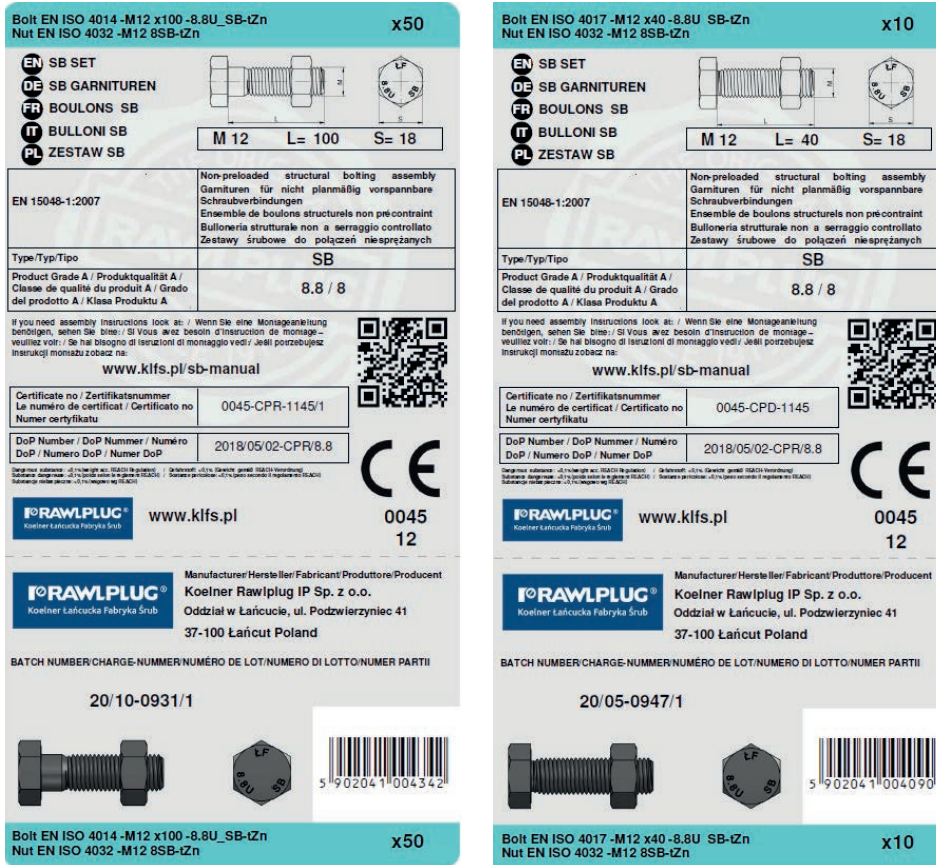


Abb. 20. Das Etikett des SB-Setst für ISO 4014 und ISO 4017 mit Muttern ISO 4032.

**Das Etikett des SB-Sets muss folgende Angaben enthalten:**

- Satz-Sortiment (z.B. M12)
- Anzahl von Garnituren pro Karton
- Nummer der harmonisierten Norm
- Typ, Festigkeitsklasse und Produktklasse
- QR-Code für die Montageanleitung des SB-Sets
- ID-Nummer der ZKP-Zertifizierungsstelle und die letzten beiden Ziffern des Jahres des Zertifikatserhalts,
- DoP-Nummer und ZKP-Zertifikat-Nummer,
- Eingetragene Adresse des Herstellers,
- Chargennummer der Produktion (Aufrechterhaltung der Rückverfolgbarkeit des Produkts)
- Informationen über gefährliche Stoffe

**6.4 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN FÜR DIE MONTAGE VON SCHRAUBVERBINDUNGEN IN 8.8 KLASSE** ✓

- a. Sowohl im ersten als auch im letzten Zyklus sind die nachfolgenden Schrauben von der Starrsten Kontaktzone bis zur am wenigsten starren Kontaktzone anzuziehen, wie in Abb. 21. Es kann mehr als ein Anziehzyklus erforderlich sein, um eine gleichmäßige Spannung zu erreichen.

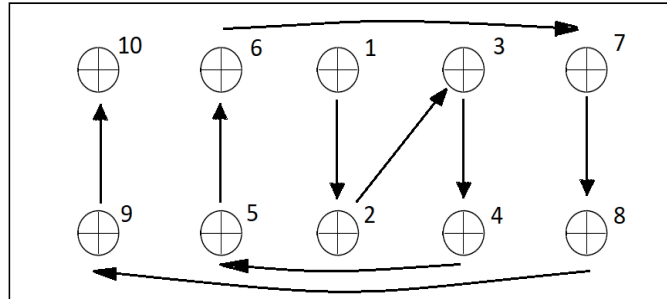


Abb. 21. Beispiel für die Anzugsreihenfolge der Schrauben in der Verbindung

- b. Dieser Leitfaden gilt für SB-Sätze, die von Koelner Rawplug IP geliefert werden.
- c. SB-Sätze sollten nur in dem mitgelieferten Satz von Schrauben und Muttern verwendet werden.
- d. Vor Beginn der Montage müssen das SB-Satz-Etikett und das Satz-Eigenschaftszertifikat (Zertifikat 3.1) anhand der Anforderungen von EN 15048:2007 überprüft und seine Konformität bestätigt werden.
- e. Das Festigkeitszertifikat für den Bausatz (Zertifikat 3.1) muss Informationen über die Prüfung des Bausatzes (in Abschnitt 6.2.3 beschriebener Test), die mechanischen Eigenschaften der Schraube, die chemische Zusammensetzung der Schraube einschließlich Schmelze und Stahlsorte, die Dicke der Feuerverzinkung, die Prüfkraft auf die Mutter enthalten.
- f. Die Vorbereitung von Löchern gemäß EN 1090-2 wird empfohlen.
- g. Das Anziehen erfolgt durch Drehen der Mutter oder des Kopfes der Schraube.

**HINWEIS - Eine zusätzliche Schmierung der Bausatzkomponenten kann nach Rücksprache mit dem Lieferanten vorgenommen werden. Zusätzliche Schmierung verändert die Reibungskoeffizientenwerte und beeinflusst das Montagedrehmoment.**

- h. Bei Spannverbindungen muss der vorstehende Teil des Gewindes, gemessen von der Stirnseite der Mutter bis zum Ende des Dorns, eine Länge von mindestens einer Gewindesteigung aufweisen.
- i. Bei den Verbindungen mit beidseitiger Überlappung (Abb. 22.) wird empfohlen, dass der D-Wert 1 [mm] nicht überschreitet. Wenn Stahldichtungsplatten vorgesehen sind, um sicherzustellen, dass die oben genannte Grenze nicht überschritten wird, darf ihre Dicke nicht weniger als 1[mm] betragen. Unter Bedingungen, bei denen die Gefahr von Spaltkorrosion besteht, ist eine engere Kontaktsituation erforderlich. Die Dicke der Stahlbleche sollte so gewählt werden, dass die Anzahl der Abstandhalter drei nicht überschreite.

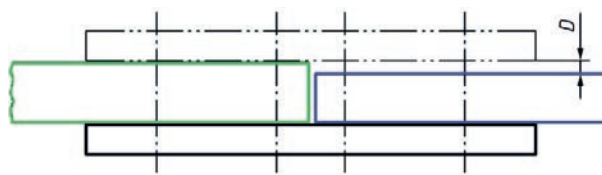


Abb. 22. Differenz in der Bauteildicke in Kombination mit doppelseitigen Überlappungen

**6.5 ALLGEMEINE RICHTLINIEN FÜR DIE DREHMOMENTGESTEUERTE MONTAGE** ✓

Die folgenden Anforderungen müssen vor der Montage erfüllt sein:

- a. Empfehlungen in Abschnitt 6.4 beachten.
- b. Die Montage muss mit einem kontinuierlichen und ruhigen Drehmoment durchgeführt werden. Die Montage der Schraube darf erst unterbrochen werden, wenn der gewünschte Wert auf dem Schlüssel erreicht ist (Hinweis Tabelle 41).
- c. Zweiter Anziehschritt durchführen.
- d. Nehmen Sie die in Tab. 41 angegebenen Installationsdrehmomentwerte.

Tab. 41. Die Werte der zu erwartenden Klemmkraft aus der Anwendung von Drehmomenten der Schritte 1 und 2.

	M10	M12	M16	M20	M24	M30
<b>Schritt 1 [Nm]</b>	30	50	120	240	350	650
<b>Schritt 2 [Nm]</b>	55	100	240	470	700	1400
<b>min. F<sub>p,c</sub> [kN]</b>	28	40	75	118	145	230

## SB SB-BAUSÄTZE

### 6.5.1 ERSTER ANZIEHSCHRITT ✓

- Der Schlüssel sollte auf den Drehmomentwert eingestellt werden, der in "Schritt 1" in der Tabelle 41 aufgeführt ist (zum Beispiel, für die Schraube M16 beträgt dieser 120 [Nm]).
- Der erste Anzug muss für alle Schrauben in einer Verbindung vor Beginn des zweiten Anzuges durchgeführt werden. Siehe Abschnitt 6.4 für die Anzugsreihenfolge.

### 6.5.2 ZWEITER ANZIEHSCHRITT ✓

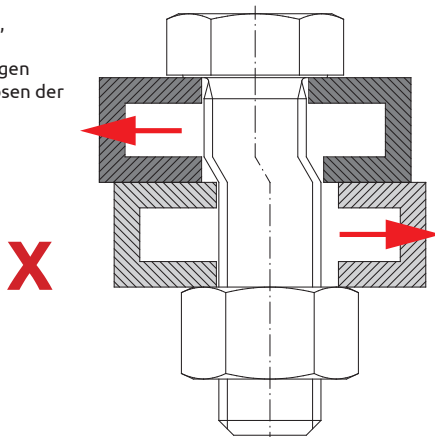
- Der Schlüssel sollte auf den Drehmomentwert eingestellt werden, der in "Schritt 2" in der Tabelle 41 (zum Beispiel, für die Schraube M16 beträgt 240 [Nm]).
- Der zweite Anziehschritt muss für alle Schrauben in einer Verbindung durchgeführt werden. Siehe Abschnitt 6.4 für die Anzugsreihenfolge.

### 6.6 BEDINGUNGEN FÜR DIE SELBSTHEMMUNG DES GEWINDES - SELBSTHEMMUNG ✓

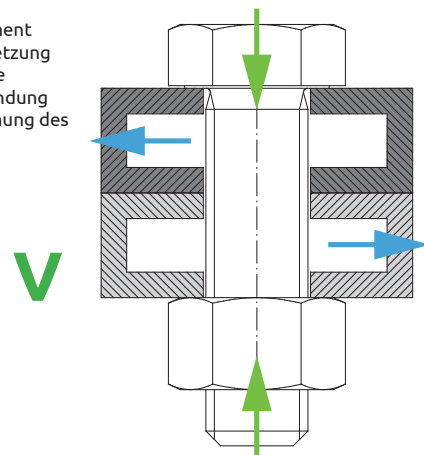
Bei Schraubverbindungen mit dynamischer Querkraft (z.B. durch Wind) kann es zu Verschiebungen von Bauteilen kommen. Wenn sich die Struktur bei jeder Belastungsänderung bewegt, bedeutet dies, dass die Reibung zwischen den zu verbindenden Elementen zu gering ist. In einer solchen Situation bewirkt das innere Lösemoment, dass sich die Mutter oder Schraube relativ zueinander drehen, was zum Lösen der Verbindung und auf lange Sicht zur Versagens des Satzes führt. Das innere Lösemoment ist abhängig von der Spannkraft und der Gewindesteigung. Die größte Gefahr entsteht, wenn die Montage der Verbindung unkontrolliert und ohne Information darüber erfolgt, welche Spannkraft in der Verbindung bereits erzeugt wurde.

#### Bedingungen zur Sicherstellung der Selbsthemmung des Gewindes - Selbsthemmung

Falsch gewähltes Anziehdrehmoment, führt zu Schub- bzw. Scherbeanspruchungen und dadurch zum Lösen der Mutter

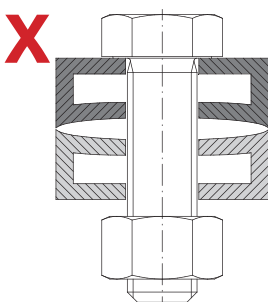


Das korrekte Anziehdrehmoment ist die Voraussetzung für eine korrekte Schraubenverbindung inkl. Selbsthemmung des Gewindes

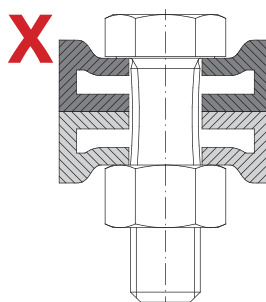


Die Lösung für dieses Phänomen besteht darin, eine höhere Vorspannung in Kombination zu erzeugen, wodurch der Reibungswiderstand zwischen den Komponenten der Struktur erhöht und der Einfluss der wechselnden Seitenkraft auf die Schraube verringert wird.

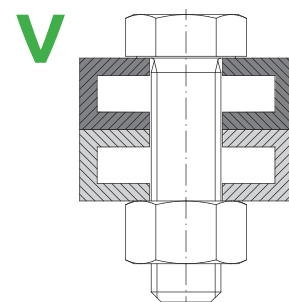
Drehmoment zu niedrig, keine Gleitfestigkeit (Reibschluss) der verbundenen Elemente gegeben



Drehmoment zu hoch, Verformung des Bolzens und der verbundenen Elemente



Das vom Hersteller angegebene Drehmoment, Verbindungsstabilität



Die einfachste und wirtschaftlichste Lösung ist die korrekte Montage von Schrauben mit dem vom Hersteller empfohlenen Drehmoment, wodurch eine erhöhte Selbsthemmung des Gewindes und eine erhöhte Reibung zwischen den Elementen gewährleistet wird.

**EINE SAMMLUNG VON TABELLEN  
AUS DEM HANDBUCH:**

Tab. 1. Stückzahlen in Verpackungen - Schrauben.	11
Tab. 2. Stückzahlen in Verpackungen - Unterlegscheiben und Muttern.	12
Tab. 3. Nenndurchmesser[mm] von zwei Unterlegscheiben pro Sortiment.	13
Tab. 4. Bereich der Einspannlänge $\Sigma t$ .	14
Tab. 5. Anforderungen an Schrauben und Normen, auf die nach EN 14399-4:2015 verwiesen wird.	15
Tab. 6. Chemische Zusammensetzung von Stahl für die Herstellung von Schrauben nach ISO 898-1:2013.	15
Tab. 7. Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben nach EN ISO 898-1:2013.	16
Tab. 8. Lasten - Norm ISO EN ISO 898-1:2013 metrisches Gewinde.	17
Tab. 9. Schraubenabmessungen nach EN 14399-4:2015.	17
Tab. 10. Abmessungen $l_s$ min und $l_g$ max in der Schraube nach EN 14399-4:2015.	18
Tab. 11. Schraubengewicht nach EN 14399-4:2015.	19
Tab. 12. Anforderungen an Muttern und Normen gemäß EN 14399-4:2015.	21
Tab. 13. Chemische Zusammensetzung von Stahl für die Herstellung von Muttern nach ISO 898-2:2022.	21
Tab. 14. Härteeigenschaften von Standard-Gewindemuttern ISO 898-2:2022.	21
Tab. 15. Prüflastwerte für Muttern mit Standardgewinde.	21
Tab. 16. Mutternabmessungen nach EN 14399-4:2015.	22
Tab. 17. Muttergewicht nach EN 14399-4:2015.	22
Tab. 18. Anforderungen und Normen, auf die nach EN 14399-6:2015 verwiesen wird.	23
Tab. 19. Chemische Zusammensetzung von Stahl für die Herstellung von Unterlegscheiben nach ISO 898-3:2018.	23
Tab. 20. Zusammenfassung der Eigenschaftsklassen von flachen Unterlegscheiben (z.B. normale Unterlegscheiben) mit der Eigenschaftsklassen von Schrauben, Bolzen, Gewindebolzen und Muttern nach ISO 898-3: 2018.	23
Tab. 21. Abmessungen der Unterlegscheibe nach EN 14399-6:2015.	24
Tab. 22. Gewicht der Unterlegscheiben nach EN 14399-6:2015.	24
Tab. 23. Berechnung der Montagethoden für HV-Sets.	26
Tab. 24. Anzugsdrehmomentkontrolle nach EN 1090-2:2018.	30
Tab. 25. Klassifizierung von Verbindungselemente - PN-EN 1993-1-8.	33
Tab. 26. Packliste der SB-Bausätzen - Schraube und Mutter (ISO 4014 und ISO 4032)	37
Tab. 27. Packliste der SB-Bausätzen - Schraube und Mutter (ISO 4017 und ISO 4032)	38
Tab. 28. Schrauben und Muttern Gewicht nach ISO 4014 und ISO 4032.	38
Tab. 29. Schrauben und Muttern Gewicht nach ISO 4017 und ISO 4032.	39
Tab. 30. Anforderungen an Schrauben und Normen, auf die nach EN 14399-4:2015 verwiesen wird.	40
Tab. 31. Chemische Zusammensetzung des Stahls für die Herstellung von Schrauben nach ISO 898-1:2013.	40
Tab. 32. Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben nach EN ISO 898-1:2013.	41
Tab. 33. Schraubenabmessungen nach ISO 4014.	42
Tab. 34. Schraubenabmessungen nach ISO 4014.	43
Tab. 35. Anforderungen an Muttern und Normen gemäß EN 15048-1 und EN 15048-2.	43
Tab. 36. Chemische Zusammensetzung des Stahls für die Herstellung von Muttern nach ISO 898-2:2022.	44
Tab. 37. Härteeigenschaften von Standard-Gewindemuttern ISO 898-2:2022.	44
Tab. 38. Prüflastwerte für Muttern mit Standardgewinde.	44
Tab. 39. Mutternabmessungen nach ISO 4032.	45
Tab. 40. Anforderungen für Mindestzuglasten nach EN 15048-1:2007	45
Tab. 41. Die Werte der zu erwartenden Klemmkraft aus der Anwendung von Drehmomenten der Schritte 1 und 2.	47

**SPIS RYSUNKÓW:**

Abb. 1 Klemmlänge $\Sigma$ der zu verbindenden Teile.	13
Abb. 2. Schraube nach EN 14399-4:2015.	17
Abb. 3. Schutzzeit der Zinkschicht in Jahren	20
Abb. 4. Schraubenmarkierung nach EN 14399-4:2015 zur vollständigen Chargenidentifikation.	20
Abb. 5. Mutter nach EN 14399-4:2015.	22
Abb. 6. Mutterkennzeichnung nach EN 14399-4:2015 zur vollständigen Chargenidentifikation.	22
Abb. 7. Unterlegscheibe nach EN 14399-6:2015.	24
Abb. 8. Kennzeichnung der Unterlegscheibe nach EN 14399-6:2015 zur vollständigen Chargenidentifikation.	24
Abb. 9. Beispiel für die Anzugsreihenfolge der Schrauben in der Verbindung.	25
Abb. 10. Differenz in der Bauteildicke in Kombination mit doppelseitigen Überlagerungen.	25
Abb. 11. Beispielbild eines Etiketts für eine Schraube nach Klasse K1.	28
Abb. 12. Beispielbild eines zusätzlichen Etiketts für einen Schraubensatz nach Klasse K2.	29
Abb. 13. Beispiel für die Hüllkurve in der sequentiellen Methode.	31
Abb. 14. Verfahren zum Markieren von Schrauben vor der zweiten Anziehstufe.	32
Abb. 15. Schraube nach ISO 4014.	42
Abb. 16. Schraube nach ISO 4017.	42
Abb. 17. Markierung von Schrauben und Muttern nach EN 15048.	43
Abb. 18. Mutter nach ISO 4032.	45
Abb. 19. Schema der Zugprüfung der Schraubenverbindung	45
Abb. 20. Das Etikett des SB-Setst für ISO 4014 und ISO 4017 mit Muttern ISO 4032.	46
Abb. 21. Beispiel für die Anzugsreihenfolge der Schrauben in der Verbindung	47
Abb. 22. Differenz in der Bauteildicke in Kombination mit doppelseitigen Überlappungen	47





**100** years  
1919-2019

**RAWLPLUG®**

**RAWLPLUG®**

Koelner Łańcucka Fabryka Śrub



**Koelner Rawlplug IP Sp. z o. o.**

ul. Podzwierzyniec 41

37-100 Łańcut

Tel: +48 (17) 24 91 101

Web: [klfs.pl](http://klfs.pl)