

Geschraubte Verbindungen im Stahlbau

Informationen zur Regelung und praktischen Handhabung

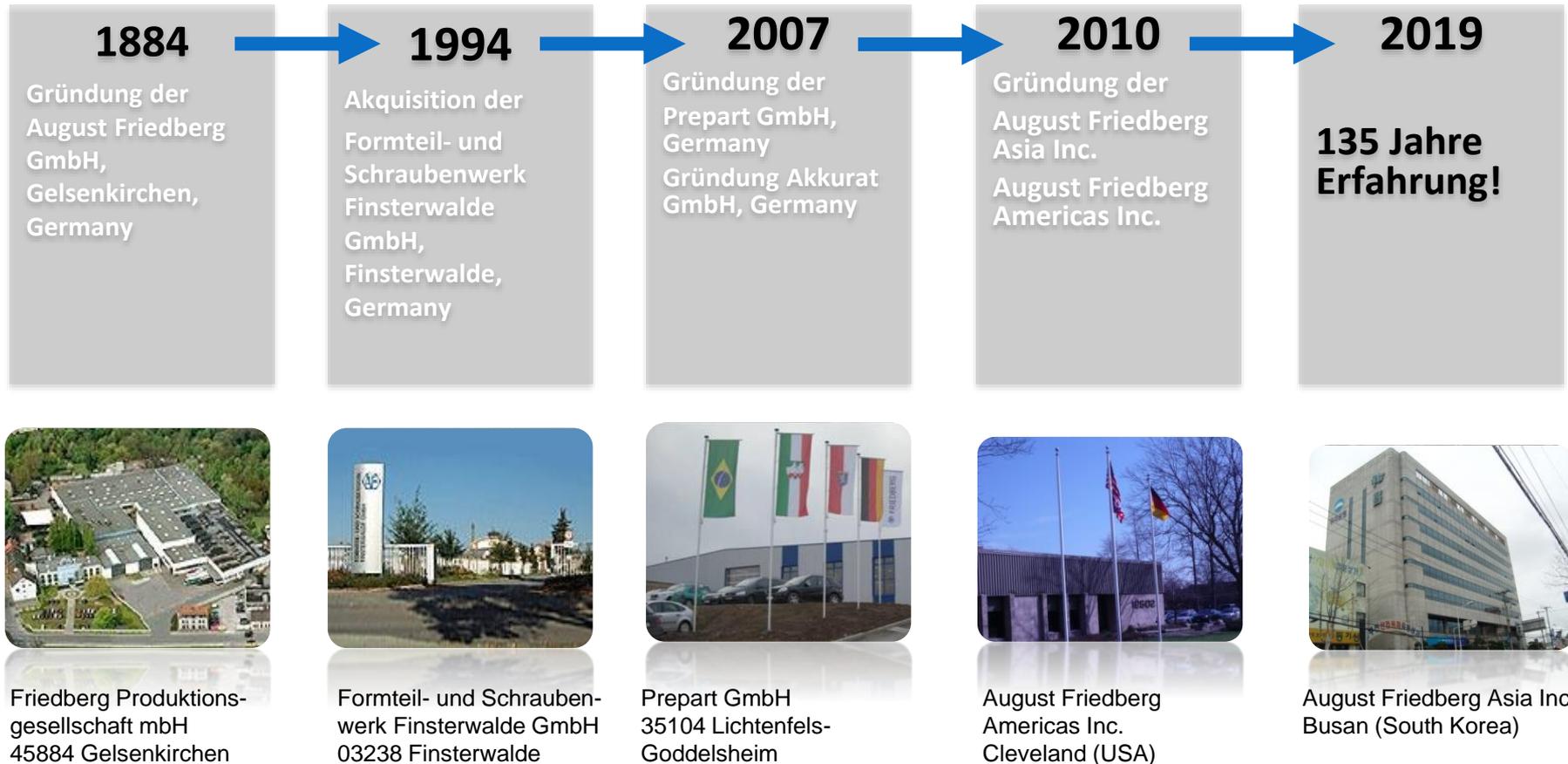
Dr.-Ing. Selcuk Güres – Leitung Forschung und Entwicklung
August Friedberg GmbH - Gelsenkirchen

GET A GRIP.



28.02.2019

- **August Friedberg GmbH**
- **Normative Regelung geschraubter Verbindungen**
- **Montage und Inspektion von HV-Verbindungen**
- **Anwendungsfälle im Stahlbau**



Hochfeste Verbindungselemente für...

Automotive PKW / LKW / Busse



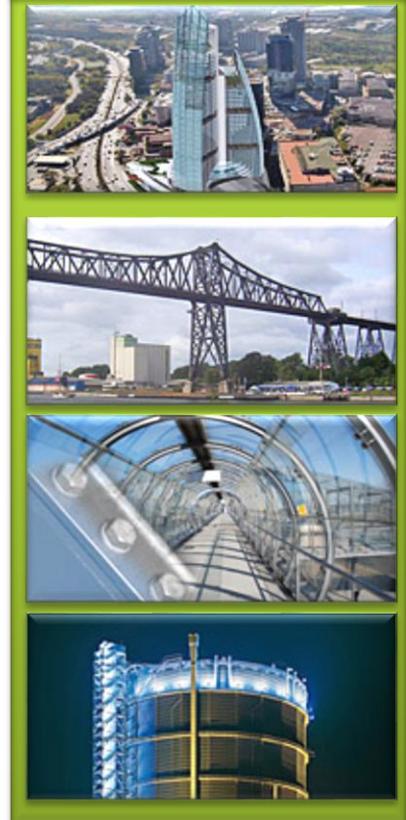
Wind



Industrie



Stahlbau

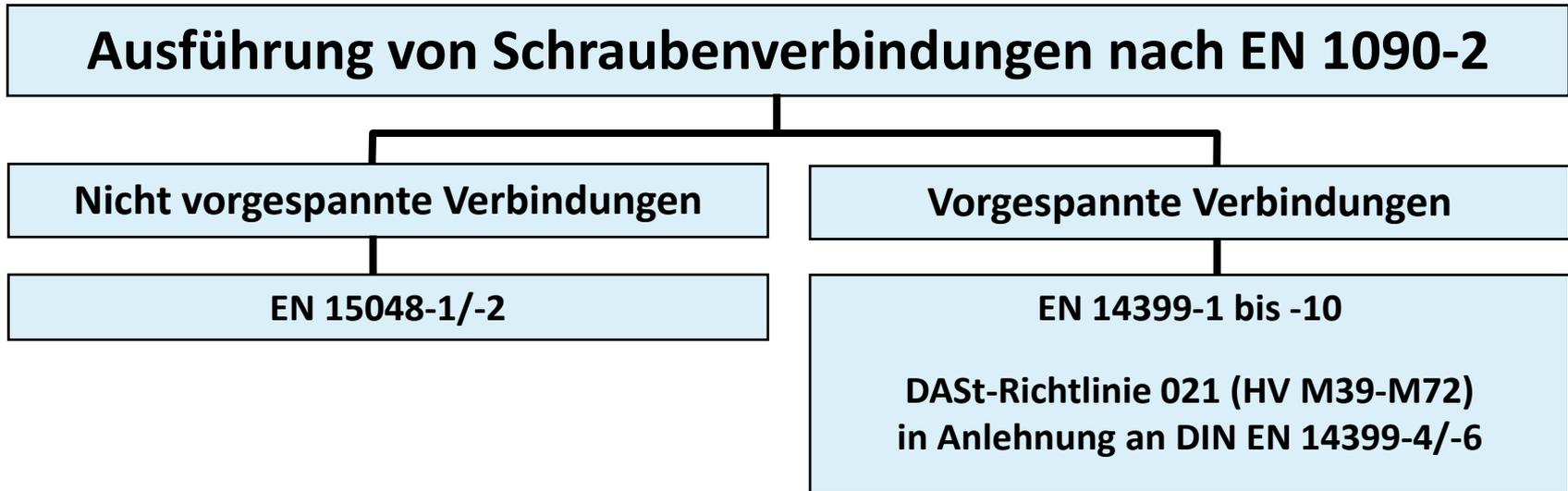


- **August Friedberg GmbH**
- **Normative Regelung geschraubter Verbindungen**
- **Montage und Inspektion von HV-Verbindungen**
- **Anwendungsfälle im Stahlbau**

Die Ausführungen und Bemessungen von Schraubenverbindungen für den Stahlbau sind geregelt in:

DEUTSCHE NORM		September 2018
	DIN EN 1090-2	
ICS 91.080.13	Ersatz für DIN EN 1090-2:2011-10	
Neue Ausgabe Version 2018		
Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2018		
Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures; German version EN 1090-2:2018		
Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2: Exigences techniques pour les structures en acier; Version allemande EN 1090-2:2018		

DEUTSCHE NORM		Dezember 2010
	DIN EN 1993-1-8	
ICS 91.010.30; 91.080.10	Ersatzvermerk siehe unten	
Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsch		
Eurocode Part 1-8: C German version		
Eurocode Partie 1-8: Version all		
DEUTSCHE NORM		Dezember 2010
	DIN EN 1993-1-8/NA	
ICS 91.010.30; 91.080.10	Ersatzvermerk siehe unten	
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen		
National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints		
Annexe Nationale – Paramètres déterminés au plan national – Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-8: Calcul des assemblages		



Europäische Normung berücksichtigt den Grundgedanken einer Garnitur!

Eine Garnitur ist eine jeweils beliebig kombinierbare Zusammenstellung von einer Schraube und einer Mutter sowie für den Verwendungszweck vorgeschriebenen Anzahl von Scheiben

ein und des selben Schraubenherstellers!

Produktnorm EN 15048 - Garnituren (nicht vorgespannt)

Legt für die Stahlbaugarnituren, bestehend aus Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben, die erforderlichen technischen Anforderungen fest, ohne spezielle Formen, Maße oder Toleranzen vorzugeben.

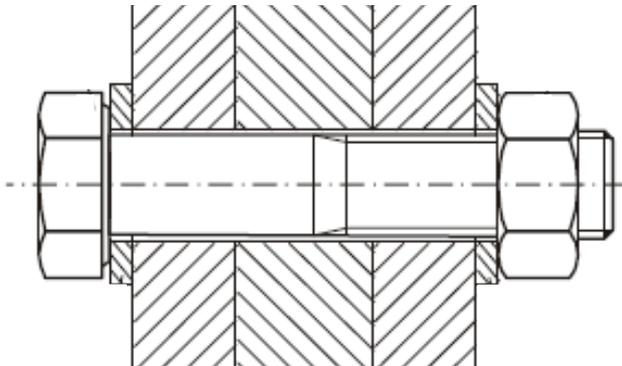
- Stahlbaugarnituren M12 – M39
- Abmessungen < M12 werden für den Stahlbau ausgeschlossen
- Abmessungen > M39 zulässig
- Festigkeitsklassen 4.6/4 – 10.9/10 Unterlegscheiben 100 – 300 HV
- Produkte als technische Spezifikation entsprechen einer EN oder ISO Norm
- CE-Kennzeichnung
- Kennzeichnung zusätzlich mit „SB“ Structural Bolting auf Schraube und Mutter
- Nachweis der Eignung für den Zugversuch nach EN 15048-2
- Auslieferung ausschließlich als Garnitur mit CE Kennzeichen.

Produktnorm EN 15048 - Garnituren (nicht vorgespannt)

Komponenten	Schraubennorm	FK	Mutternorm	FK	Scheibennorm	HK
Metallbau	EN ISO 4014	5.6	EN ISO 4032	6	EN ISO 7089 EN ISO 7090	200 HV 300 HV
	EN ISO 4017	8.8 10.9		8 10		
	EN ISO 4016	4.6	EN ISO 4034	4	EN ISO 7091	100 HV
	EN ISO 4018			5		
Stahlbau (Deutschland)	DIN 7990	4.6 5.6	EN ISO 4032	6 8 10	DIN 7989-1 DIN 7989-2	100 HV
	DIN 7968	5.6				

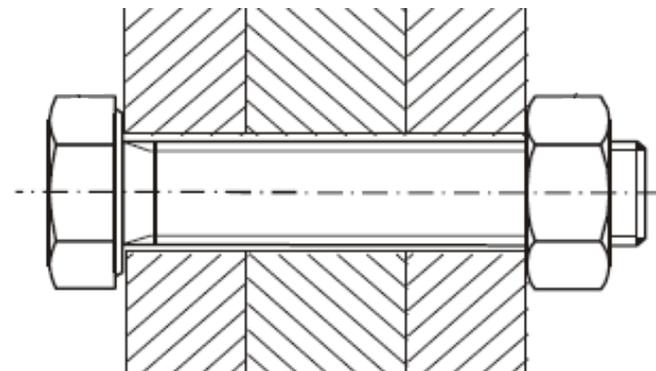
Produktnorm EN 15048 - Garnituren (nicht vorgespannt)

Beispiel Variante A



Sechskantschraube EN ISO 4014
Sechskantmutter EN ISO 4032
Unterlegscheibe EN ISO 7089

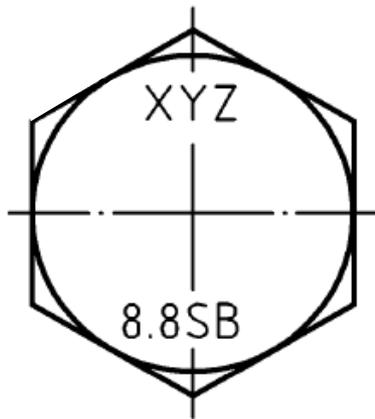
Beispiel Variante B



Sechskantschraube EN ISO 4017
Sechskantmutter EN ISO 4032
Keine Unterlegscheiben

Produktnorm EN 15048 - Garnituren (nicht vorgespannt)

Kennzeichnung



Anmerkung Unterlegscheiben:

Falls Scheiben für die Anwendung von Garnituren für nicht vorgespannte Schraubverbindungen im Metallbau festgelegt werden, ist eine Kennzeichnung der Unterlegscheiben nicht erforderlich.

Produktnorm EN 15048 - Garnituren (nicht vorgespannt)

Nach EN 1090-2 wird vorgeschrieben, jede auch nicht vorzuspannende Garnitur zumindest handfest anzuziehen. Dazu wird folgendes angemerkt:

ANMERKUNG 2 Unter dem Begriff „handfest“ kann im Allgemeinen der Zustand verstanden werden, der von einer Person mit einem Schraubenschlüssel normaler Größe ohne Verlängerung erreicht werden kann. Er kann auch als der Arbeitspunkt angesetzt werden, an dem ein Schlagschrauber zu hämmern beginnt.

DAST-Richtlinie 024 empfiehlt feste Werte für das „handfeste“ Anziehen:

Schraube	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
$M_{A,h}$ in Nm	15	35	60	90	110	165	220	350

Die „Handfest“ Anziehdrehmomente werden so ausgelegt, dass eine Überbeanspruchung einer Garnitur FK 4.6 ausgeschlossen ist. Diese wird bis max. 30% der Streckgrenze beansprucht.

Produktnorm EN 14399 – Vorspannbare Garnituren

Bezeichnung	Schraubennorm	FK	Mutternorm	FK	Scheibennorm	HK
Hochfest Vorspannbare Garnituren	EN 14399-4 (HV)	10.9	EN 14399-4 EN 14399-8	10	EN 14399-5 EN 14399-6	300 – 370 HV
	EN 14399-8 (HVP)					
	EN 14399-3 (HR)	8.8 10.9	EN 14399-3	8 10	EN 14399-5 EN 14399-6	

EN 14399-1: Allgemeine Anforderungen

EN 14399-2: Prüfung der Eignung zum Vorspannen

EN 14399-7: System HR – Garnituren aus Senkschrauben und Muttern

EN 14399-9: System HR oder HV – Direkte Kraftanzeiger

EN 14399-10: System HRC – Garnituren aus Muttern und Schrauben mit kalb. Vorspannung

Produktnorm EN 14399 – Vorspannbare Garnituren

M12 - M36

DIN EN 14399-4 HV-Schraube & Mutter
DIN EN 14399-8 HV-Passschraube & Mutter
DIN EN 14399-6 HV-Unterlegscheibe
Aktuelle Version 04/2015

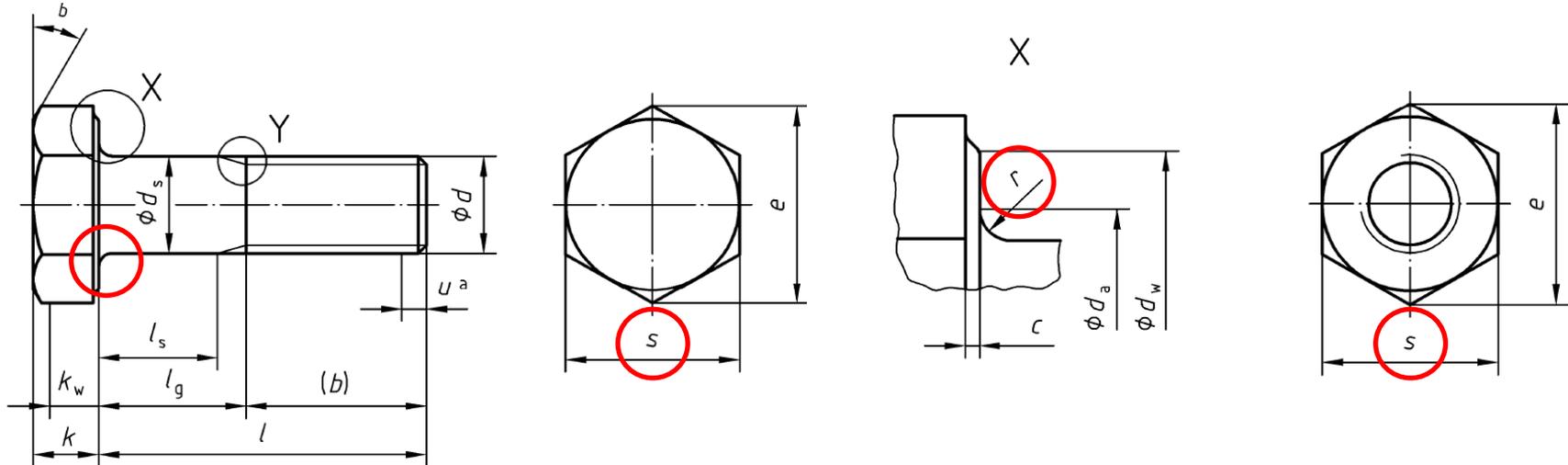
M39 - M72

DAST-Richtlinie 021
In Anlehnung an die DIN EN 14399 -4/-6
Aktuelle Version 09/2013

Legt für die Stahlbaugarnitur M12 – M36 bestehend aus Sechskantschrauben, Sechskantmuttern und Unterlegscheiben erforderlichen technischen Anforderungen fest und gibt dabei spezielle Eigenschaften, wie Formen, Maße und Toleranzen vor.

Welche Eigenschaften werden definiert? Beispiel HV-Garnituren

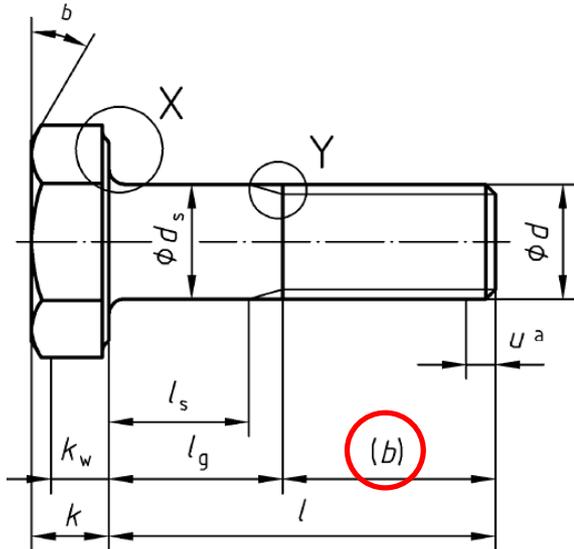
Geometrische Eigenschaften: Schlüsselweiten & Unterkopfradien



Schlüsselweite (s) / Unterkopfradius (r)

	M12	M16	M20	M24	M30	M36
DIN EN ISO 4014	18 / 0,6	24 / 0,6	30 / 0,8	36 / 0,8	46 / 1,0	55 / 1,0
EN 14399-4	22 / 1,2	27 / 1,2	32 / 1,5	41 / 1,5	50 / 2,0	60 / 2,0

Geometrische Eigenschaften: Gewindemaße



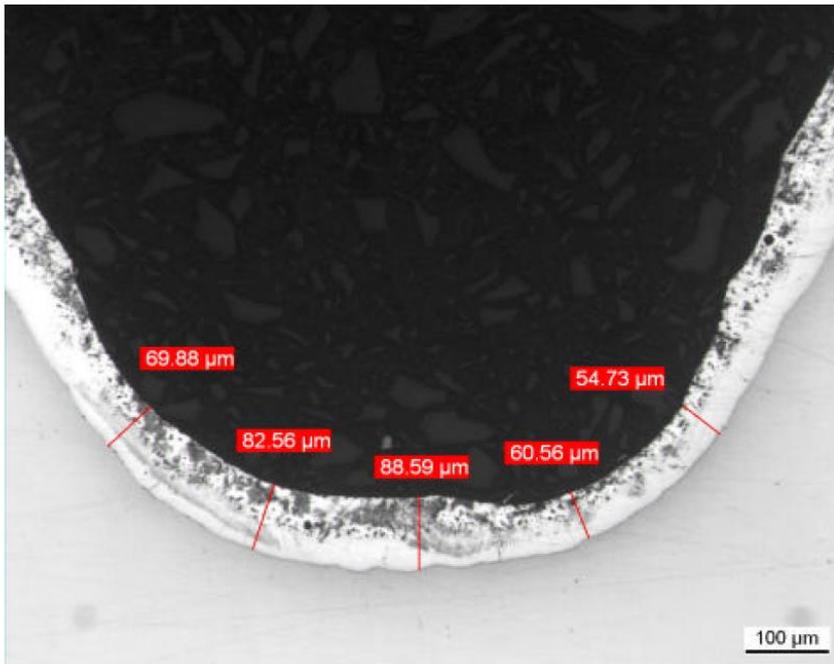
Bemerkung:

Die Gewindelänge von HV-Schrauben sind kurz und innerhalb eines Durchmessers stets konstant.

Gewinde d	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
p^b	1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
b (Hilfsmaß)	23	28	33	34	39	41	44	52

Gewindetoleranz 6g + Feuerverzinkung (tZn). Passendes Mutterngewinde in 6AZ

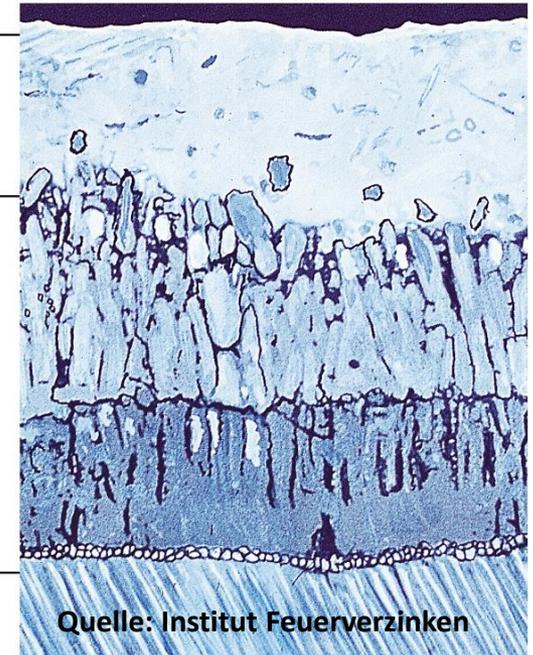
Korrosionsschutz: Feuerverzinkung nach EN ISO 10684



Reinzink Zn

Eisen-Zink-
Legierungsschichten
Fe + Zn

Stahl Fe



Quelle: Institut Feuerverzinken

Legierung mit dem Grundmaterial: Ja

Schichtstärken: min. 40µm / lokal min. 50µm im Mittel

Schichthärte: **harte Eisen – Zinklegierungsschicht**, weiche Reinzinkschicht

Geometrische Eigenschaften: Klemmlängen Σt , Paketdicke $t_{s,2}$

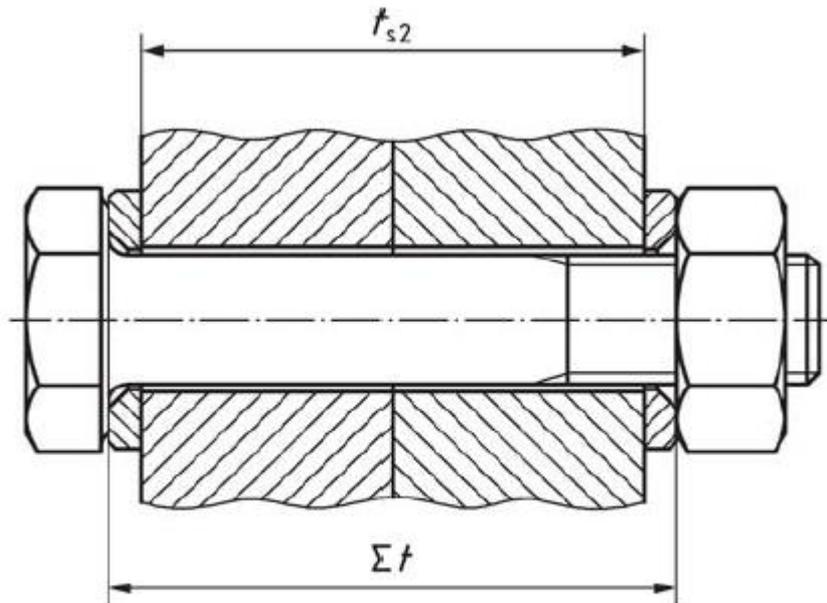


Bild A.1 — Klemmlänge Σt und Paketdicke $t_{s,2}$

Klemmlängentabellen nach DIN EN 14399-4 berücksichtigen beide Bezeichnungsvarianten

Geometrische Eigenschaften: Klemmlängen Σt , Paketdicke $t_{s,2}$

Thread (d)			M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30		M36	
l			$t_{s2,min}$ und $t_{s2,max}$															
nom.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
35	33,75	36,25	16	21														
40	38,75	41,25	21	26	17	22												
45	43,75	46,25	26	31	22	27	18	23										
50	48,75	51,25	31	36	27	32	23	28										
55	53,5	56,5	36	41	32	37	28	33										
60	58,5	61,5	41	46	37	42	33	38										
65	63,5	66,5	46	51	42	47	38	43										
70	68,5	71,5	51	56	47	52	43	48										
75	73,5	76,5	56	61	52	57	48	53										
80	78,5	81,5	61	66	57	62	53	58										
85	83,25	86,75	66	71	62	67	58	63										
90	88,25	91,75	71	76	67	72	63	68										
95	93,25	96,75	76	81	72	77	68	73										
100	98,25	101,75			77	82	73	78										

$$(l_{g,max} + 2P - 2 h_{min}) < t_{s2} < (l_{min} - P - m_{max} - 2 h_{max})$$

$$(l_{g,max} + 2P) < \Sigma t < (l_{min} - P - m_{max})$$

- Enge Klemmlängenabstufungen
- 2xP frei belastete Gewindgänge zzgl. Gewindeauslauf nach dem Anziehen

Kennzeichnung von Friedberg HV-Schrauben

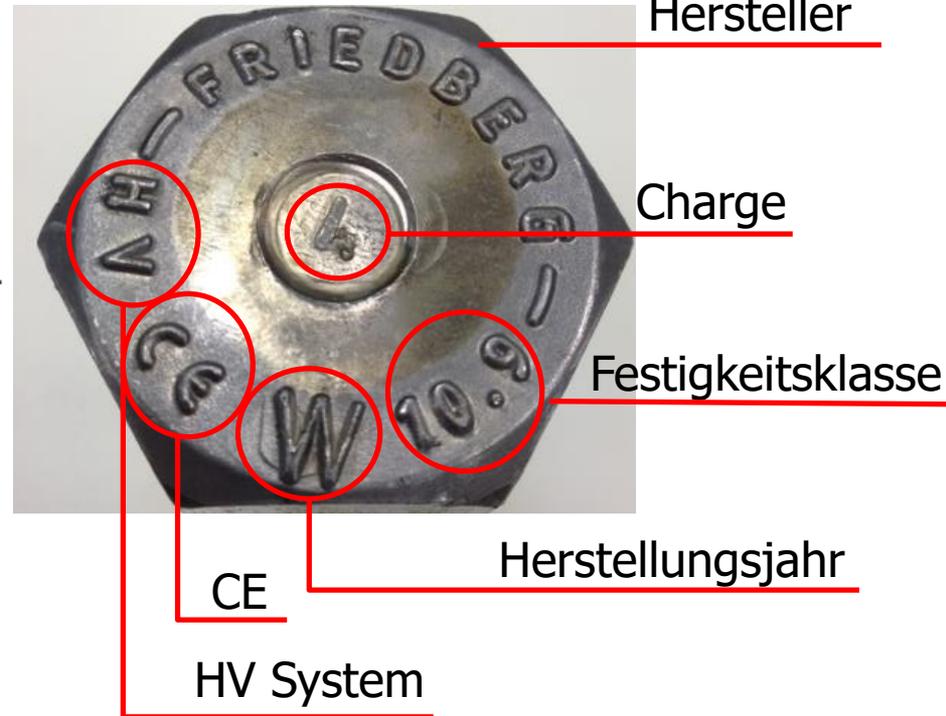
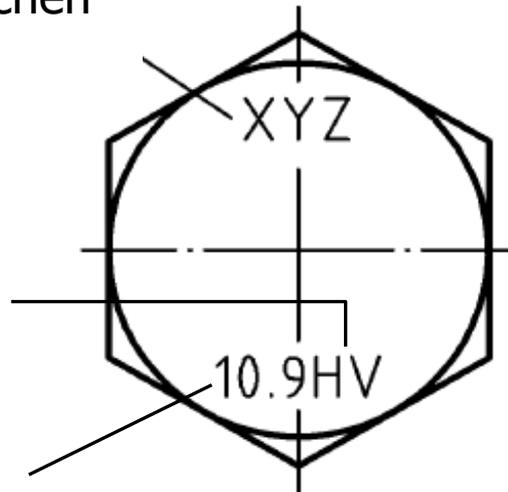
Normative Mindestanforderung

Herstellereigenschaften

FRIEDBERG

Kennung HV

Festigkeitsklasse

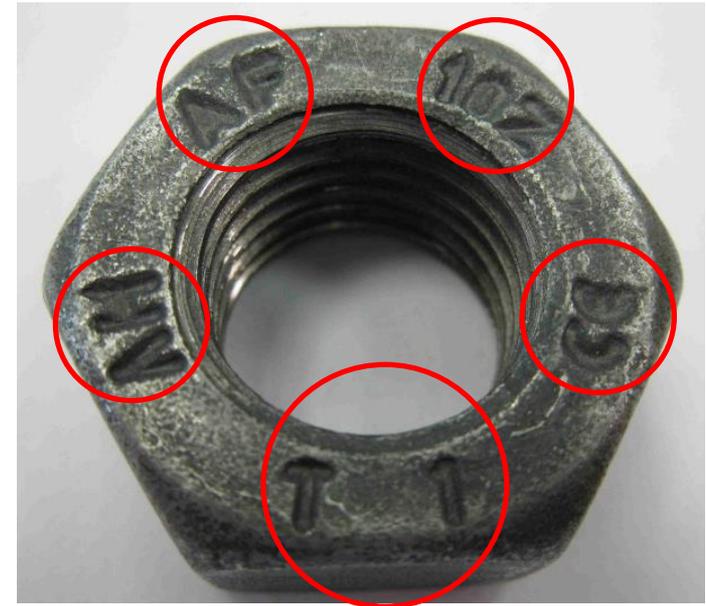
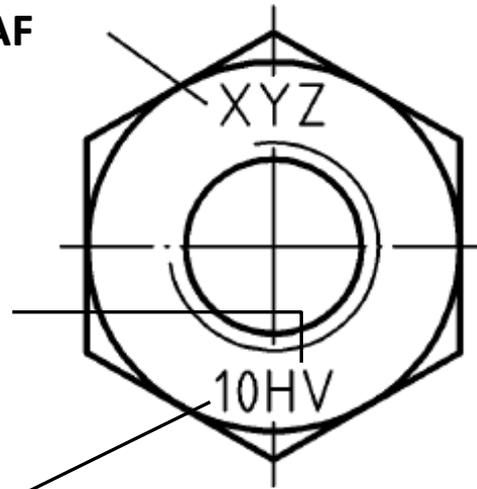


Kennzeichnung von Friedberg HV-Muttern

Herstellerkennzeichen AF

Kennung HV

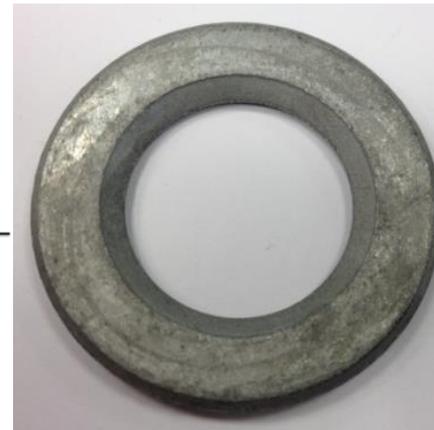
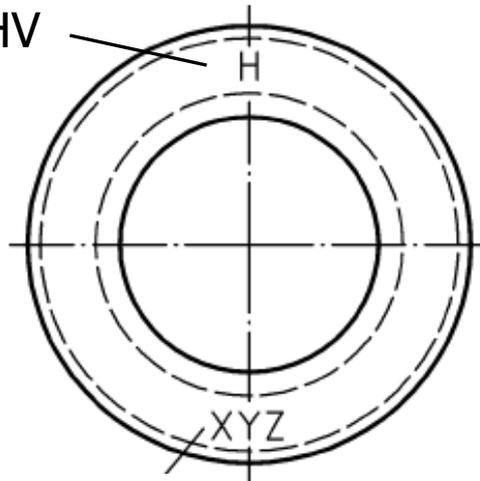
Festigkeitsklasse



Werkseitig unter Prozessbedingungen mit einem Schmiermittel auf Basis MoS₂ beschichtet. Das Innengewinde von HV-Muttern ist nicht feuerverzinkt und lediglich durch die aufbrachte Schmierung vor Korrosion geschützt.

Kennzeichnung von Friedberg HV-Unterlegscheiben

Kennung H bzw. HV



Herstellerkennzeichen **AF**

HV-Unterlegscheiben: Härteklasse 300HV - 370HV mit Fase.

Fase zeigt in Richtung des Schraubenkopfes, um den Unterkopfradius beim Vorspannen nicht zu beschädigen.

Anlieferungszustand: Funktionseigenschaft k-Klasse

Die k-Klasse gibt das Drehmoment – Vorspannkraftverhalten vereinfacht wieder und stellt eine Kalibrierung für den Anlieferungszustand dar.

$$K = \frac{M}{F_{p,C} \cdot d}$$

M = Anziehdrehmoment
 $F_{p,C}$ = Vorspannkraft
 d = Gewindenenndurchmesser

- K0 – keine Anforderungen an die k-Klasse
- K1 – **(in der Regel HV – 14399-4)**
def. Zusammenhang zwischen M und $F_{p,C}$ mit $0,10 \leq K1 \leq 0,16$
- K2 – **(in der Regel HR – 14399-3)**
Vorgabe es Mittelwertes $0,10 \leq k_m \leq 0,23$ und des Variationskoeffizienten $V_k \leq 0,06$

Es dürfen keine Veränderungen an dem kalibrierten Anlieferungszustand vorgenommen werden. Jegliche Modifikationen führen zu veränderten Eigenschaften und somit zu einer möglichen undefinierten Vorspannkraft.

Prüfbescheinigungen gemäß Regelung EN 1090-2

Ausgangsprodukte	Prüfbescheinigungen
Baustähle (Tabellen 2 und 3)	
Baustahlsorte \leq S275	2.2 ^{a,b}
Baustahlsorte $>$ S275	3.1 ^b
Nichtrostende Stähle (Tabelle 4)	
Mindestwert der 0,2 %-Dehngrenze \leq 240 MPa	2.2
Mindestwert der 0,2 %-Dehngrenze $>$ 240 MPa	3.1
Stahlguss	3.1 ^c
Schweißzusätze (Tabelle 5)	2.2
Schraubengarnituren nach Normenreihe EN 14399	3.1 ^{d,e}
Schraubengarnituren nach Normenreihe EN 15048	2.1
Schrauben ^f , Muttern ^f oder Scheiben ^f	2.1
Niete zum Warmnieten	2.1
Selbstschneidende und selbstbohrende Blechschrauben und Blindniete	2.1
Bolzen zum Lichtbogenbolzenschweißen	3.1

- ^d Wenn Garnituren mit einer Fertigungs-Chargennummer gekennzeichnet sind und der Hersteller die gemessenen charakteristischen Werte von den Aufzeichnungen der internen (werkseigenen) Produktionskontrolle auf Basis dieser Nummer rückverfolgen kann, darf auf die Prüfbescheinigung 3.1 nach EN 10204 verzichtet werden.
- ^e Die Prüfbescheinigungen müssen die Ergebnisse der Eignungsprüfungen enthalten.

CE-Kennzeichnung & Leistungserklärung

Die Bauprodukte-Verordnung (BauPVO) ist zwingend anzuwenden, d.h.

- Jedes Bauprodukt, das von einer harmonisierten Norm erfasst wird, muss seitdem ein CE-Kennzeichnen und eine Leistungserklärung aufweisen. Die CE-Kennzeichnung ist vor dem Inverkehrbringen des Bauproduktes auf dem Bauprodukt selbst, der Verpackung oder den Begleitunterlagen gut sichtbar, leserlich und dauerhaft anzubringen.
- Eine Leistungserklärung beinhaltet die Leistung eines Bauproduktes in Bezug auf die wesentlichen Merkmale gemäß zugrundeliegender harmonisierter Spezifikation. Grundlage für die Leistungserklärung ist eine vom Hersteller zu erstellende technische Dokumentation.
- Die Leistungserklärung ist dem CE-gekennzeichneten Bauprodukt beizufügen.

LEISTUNGSERKLÄRUNG (DoP) gemäß EU-Verordnung 305/2011, Anhang III
Declaration of Performance (DoP) in acc. with EU-regulation 305/2011, Annex III

Nr./No. AF001/CPR/2017-10-26

1. Eindeutiger Kenncode des Produkttyps:
Unique identification code of the product type: HV-Garnitur EN 14399-4
HV-Assembly EN 14399-4
2. Typen-, Chargen- oder Seriennummer:
Type, batch or serial number: Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubengarnituren HV 10.9/10
Garniturenlos siehe Etikett oder Begleitdokumente
High-strength structural bolting assemblies HV10.9/10
Bolting assemblies lot number: see label or accompanying documents
3. Vom Hersteller vorgesehener Verwendungszweck:
Intended use as foreseen by the manufacturer: Metallbau
Structural metallic works
4. Name und Kontaktanschrift des Herstellers
Name and contact address of the manufacturer August Friedberg GmbH
Achternbergstraße 38a
45884 Gelsenkirchen
Deutschland
5. Bevollmächtigter:
Authorised representative: /.
6. System zur Bewertung der Leistungsbeständigkeit gemäß EU-Verordnung 305/2011, Anhang V:
System of assessment and verification of constancy of performance of the construction product as set out in EU-regulation 305/2011 annex V: System 2+
7. Erklärung für Bauprodukte, die von einer harmonisierten Norm erfasst sind:
Declaration of performance concerning a construction product covered by a harmonised standard: Die notifizierte Stelle - TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, (Nr. 0045) - hat die Erstinspektion des Werkes und der werkseigenen Produktionskontrolle sowie eine laufende Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der werkseigenen Produktionskontrolle nach dem System 2+ durchgeführt und ein Zertifikat zur Bestätigung der Konformität der werkseigenen Produktionskontrolle ausgestellt.
Notified body - TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG - (No. 0045) performed the initial inspection of the manufacturing plant and of factory production control and the continuous surveillance, assessment and evaluation of factory production control under system 2+ and issued the certificate of conformity of factory production control.

8. Erklärte Leistung
Declared performance

Grundlegende Leistung <i>Essential character</i>
Typ <i>Type</i>
Festigkeitsklasse <i>Property class</i>
Produktklasse <i>Product type</i>
k-Klasse und k-Faktor <i>k-class and k-Factor</i>

9. Die Leistung des Produkts ist verantwortlich für die Erstellung und Unterzeichnung für den Hersteller.
The performance of the product is issued under the sole responsibility

Gelsenkirchen, 10.03.2017

8. Erklärte Leistung
Declared performance

Grundlegende Leistungsmerkmale <i>Essential characteristics</i>	Leistung <i>Performance</i>	Harmonisierte technische Spezifikation <i>Harmonised technical specification</i>
Typ <i>Type</i>	HV	EN 14399-1:2015
Festigkeitsklasse <i>Property class</i>	10.9	
Produktklasse <i>Product type</i>	C/B/A	
k-Klasse und k-Faktor <i>k-class and k-Factor</i>	K1 $0,10 \leq k_f \leq 0,16$	

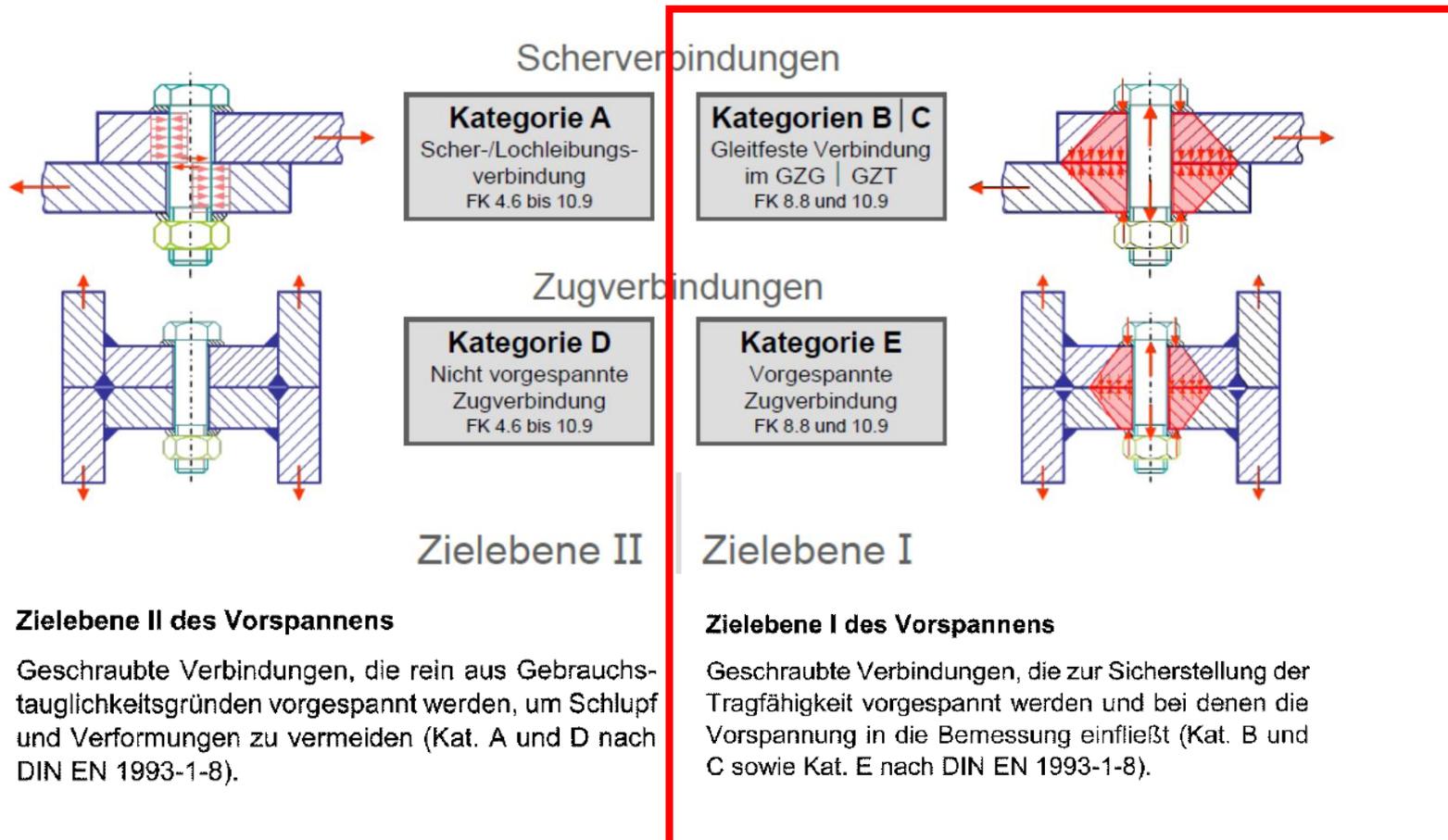
CE-Kennzeichnung & Leistungserklärung

Beipackzettel als Begleitunterlage

 0045	ACHTUNG! Friedberg HV-Garnituren nach EN 14399-4 / EN 14399-6 / DIN 6917 / DIN 6918
August Friedberg GmbH Achternbergstraße 38a 45884 Gelsenkirchen, Deutschland 06 AF001/CPR	Die Komponenten der HV-Garnitur sind durch einen einzigen Hersteller bereitzustellen. Bei Nichtbeachtung weisen wir auf unseren Haftungsausschluss hin. Friedberg HV-Muttern nach EN 14399-4 sind mit geeigneten Schmierstoffen versehen und daher ohne Änderung des angelieferten Schmierzustandes anzuwenden. Jegliche zusätzliche Modifikationen an den Komponenten der Garnitur, sowie baustellenbedingte Einflüsse können die Vorspannkraftwerte deutlich verändern und zu Montagefehlern führen.
EN 14399-1:2015 HV-Garnitur DIN EN 14399-4 vorgesehen für die Verwendung im Metallbau	
Typ: HV Festigkeitsklasse: 10.9/10 Produktklasse: C/B/A <i>k</i> -Klasse und <i>k</i> -Faktor: K1 / $0,10 \leq k_m \leq 0,16$	Europas Spezialist für feuerverzinkte HV-Verbindungen  FRIEDBERG <small>Rev. 08/18</small>

- **August Friedberg GmbH**
- **Normative Regelung geschraubter Verbindungen**
- **Montage und Überprüfung von HV-Garnituren**
- **Anwendungsfälle im Stahlbau**

Schraubenkategorien nach DIN EN 1993-1-8



Quelle: DAST-Richtlinie 024

EN 1090-2 / DIN EN 1993-1-8

$$\text{Vorspannkraft } F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$$

Das Vorspannkraftniveau $F_{p,C}$ gilt für alle vorgespannten Verbindungen der Kategorie B, C und E, falls kein geringeres Vorspannkraftniveau festgelegt wird

Festigkeitsklasse	Schraubendurchmesser mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	47	65	88	108	137	170	198	257	314	458
10.9	59	81	110	134	172	212	247	321	393	572

Ansonsten: Im Nationalen Anhang EN 1993-1-8, Tab. NA.A.2 sind Vorspannkräfte $F_{p,C}^*$ festgelegt.

DIN EN 1993-1-8/NA

$$\text{Vorspannkraft } F_{p,C}^* = 0,7 f_{yb} A_s = 0,9 F_{p,C}$$

Maße	Regel-Vorspannkraft $F_{p,C}^*$ kN	3	4	5	
		Drehimpulsverfahren Einstellende Vorspannkraft $F_{V,DI}$ zum Erreichen der Regel-Vorspannkraft $F_{p,C}^*$ kN	Modifiziertes Drehmomentverfahren Aufzubringendes Anziehmoment M_A zum Erreichen der Regelvorspannkraft $F_{p,C}^*$ Nm	Modifiziertes kombiniertes Verfahren Voranziehmoment $M_{A,MKV}$ Nm	
Oberflächenzustand: feuerverzinkt und geschmiert ^a oder wie hergestellt und geschmiert ^a					
1	M12	50	60	100	75
2	M16	100	110	250	190
3	M20	160	175	450	340
4	M22	190	210	650	490
5	M24	220	240	800	600
6	M27	290	320	1 250	940
7	M30	350	390	1 650	1 240
8	M36	510	560	2 800	2 100

^a Müttern mit Molybdänsulfid oder gleichwertigem Schmierstoff behandelt.

Anziehverfahren zum Erreichen von $F_{p,C}^*$ und $F_{p,C}$

DIN EN 1090-2

$$\text{Vorspannkraft } F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$$

Sofern keine Einschränkungen hinsichtlich der Anwendung vorliegen, kann jedes angegebene Anziehverfahren eingesetzt werden.

Anziehverfahren	k-Klassen
Drehmomentverfahren (siehe 8.5.3)	K2
Kombiniertes Vorspannverfahren (siehe 8.5.4)	K2 oder K1
HRC-Anziehverfahren (siehe 8.5.5)	K0 nur mit HRD-Muttern oder K2
Verfahren mit direktem Kraftanzeiger (DTI, en: direct tension indicator) (siehe 8.5.6)	K2, K1 oder K0

Keine gängigen Systeme

DIN EN 1993-1-8/NA

$$\text{Vorspannkraft } F_{p,C^*} = 0,7 f_{yb} A_s = 0,9 F_{p,C}$$

- Modifiziertes Drehmoment
- Modifiziertes Kombiniertes Verfahren
- Drehimpuls

Das Anziehen der HV-Garnituren erfolgt in der Regel mit dem Drehmomentverfahren mit fest definiertem Anziehmoment je Durchmesser.

Vorspannung erfolgt überwiegend durch Drehen der Mutter in zwei Anziehschritten. Für die Sicherung der Garnituren gegenüber Lockern sind 50% $F_{p,C}^*$ ausreichend.

Bei HV-Garnituren zum Erreichen von $F_{p,C}^*$ und $F_{p,C}$

1	2	3	4	5
Maße	Regel-Vorspannkraft $F_{p,C}^*$ kN	Drehimpulsverfahren	Modifiziertes Drehmomentverfahren	Modifiziertes kombiniertes Verfahren
		Einzustellende Vorspannkraft $F_{V,DI}$ zum Erreichen der Regel-Vorspannkraft $F_{p,C}^*$ kN	Aufzubringendes Anziehungsmoment M_A zum Erreichen der Regelvorspannkraft $F_{p,C}^*$ Nm	Voranziehungsmoment $M_{A,MKV}$ Nm
		Oberflächenzustand feinverzinkt und geschmiedert ^a oder wie hergestellt und geschmiedert ^a		

1	M12	50	60	100	75
2	M16	100	110	250	190
3	M20	160	175	450	340
4	M22	190	210	650	490
5	M24	220	240	800	600
6	M27	290	320	1 250	940
7	M30	350	390	1 650	1 240
8	M36	510	560	2 800	2 100

^a Müttern mit Molybdänsulfid oder gleichwertigem Schmierstoff behandelt.

Mutter relativ zum Schraubengewinde markieren.

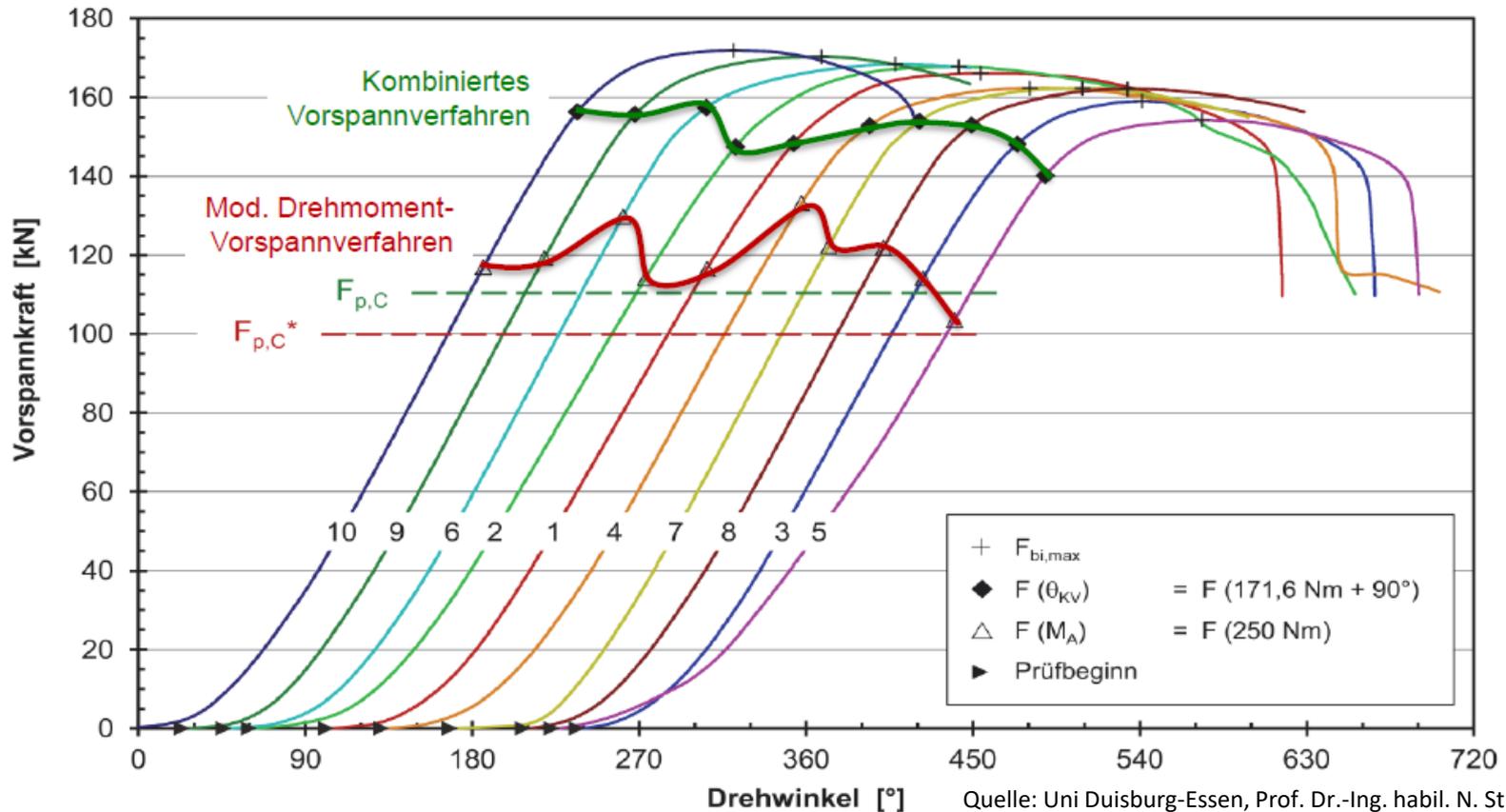
$F_{p,C}$

Gesamtenddicke „t“ der zu verbindenden Teile (einschließlich aller Futterbleche und Scheiben) $d =$ Schraubendurchmesser	Während des zweiten Anziehschrittes aufzubringender Weiterdrehwinkel	
	Grad	Drehung
$t < 2 d$	60	1/6
$2 d \leq t < 6 d$	90	1/4
$6 d \leq t \leq 10 d$	120	1/3

ANMERKUNG Ist die Oberfläche unter dem Schraubenkopf oder der Mutter (unter Berücksichtigung von gegebenenfalls eingesetzten Keilscheiben) nicht senkrecht zur Schraubenachse, sollte der erforderliche Weiterdrehwinkel durch Versuche bestimmt werden

Bei HV-Garnituren zum Erreichen von F_{p,C^*} und $F_{p,C}$

Garnitur EN 14399-4 – M16 x 100 – 10.9/10 – HV – tZn – K1



Was ist zu berücksichtigen bei nicht genormten Ausführungen, z.B.

- Wenn HV-Garnitur kopfseitig montiert werden sollen,
- HV-Schraube in ein beliebiges Innengewinde im Sackloch- bzw. Durchgangsloch verschraubt werden,
- HV-Muttern auf beliebige Außengewinden (Gewindebolzen bzw. –stifte) montiert werden,
- Garnituren auf Niveaus außerhalb der EN 1090-2 oder DIN EN 1993-1-8/NA verspannt werden sollen,
- Garnituren mehrfach angezogen werden sollen?
- **In solchen Fällen ist in der Praxis das Erreichen der definierten Vorspannkraft durch Verfahrensprüfungen, ggfs. mit geeigneter Schmierung der Teilkomponenten nachzuweisen.**

Doch wie ist eine Verfahrensprüfung durchzuführen?

- Für den kopfseitigen Anzug an geregelten Garnituren erfolgt eine Kalibrierung der Garnitur nach EN 1090-2, Anhang H oder durch ergänzende Prüfungen nach EN 14399-2.
- Zusätzlich für weitere außerordentliche Varianten wird die DAST-Richtlinie 024 empfohlen.

Verfahrensprüfung nach Vorgaben in DASt-Richtlinie 024

Deutsch Ausschuß		Nr.	Grenzkriterium		
2018	DASt – R	Kriterien zur Überprüfung, dass der Mindestwert der Vorspannkraft zuverlässig eingebracht wird			
		1	Die niedrigste individuelle Vorspannkraft $F_{b \min}$ eines Prüfloses soll um mindestens 3 % ¹⁾ größer sein als die gewählte Sollvorspannkraft F_V .	$F_{b \min} \geq 1,03 F_V$	(3)
		2	Die 5 % Fraktile der Vorspannkraft eines Prüfloses soll um mindestens 3 % ¹⁾ größer sein als die gewählte Sollvorspannkraft F_V .	$F_{Rk,5\%} \geq 1,03 F_V$	(4)
	Anziehe Verbindu Abmess	3	Der Mittelwert der Vorspannkraft eines Prüfloses soll um mindestens 10 % ²⁾ größer sein als die gewählte Sollvorspannkraft F_V .	$F_{bm} \geq 1,1 F_V$	(5)
		Kriterien zur Überprüfung, dass ein übermäßiges Anziehen bis zum Plastizieren der Verbindungselemente ausgeschlossen ist			
		4	Die 95 % Fraktile eines Prüfloses soll um mindestens 3 % ³⁾ kleiner sein als die zulässige Montagevorspannkraft F_{Mzul} .	$F_{Rk,95\%} \leq 0,97 F_{Mzul}$	(6)
		5	Die höchste individuelle Vorspannkraft $F_{b \max}$ eines Prüfloses soll um mindestens 3 % ³⁾ kleiner sein als die zulässige Montagevorspannkraft F_{Mzul} .	$F_{b \max} \leq 0,97 F_{Mzul}$	(7)
<p>¹⁾ Bei Ermittlung geeigneter Anziehparameter für Zielebene I des Vorspannens sind mindestens 3 % anzusetzen. Bei Ermittlung geeigneter Anziehparameter für Zielebene II des Vorspannens kann von dem angegebenen Wert begründet abgewichen werden.</p> <p>²⁾ Bei Ermittlung geeigneter Anziehparameter für Zielebene I des Vorspannens sind 10 % anzusetzen. Bei Ermittlung geeigneter Anziehparameter für Zielebene II des Vorspannens kann von dem angegebenen Wert begründet abgewichen werden.</p> <p>³⁾ Sowohl bei Ermittlung geeigneter Anziehparameter für Zielebene I des Vorspannens als auch für Zielebene II des Vorspannens sind mindestens 3 % anzusetzen.</p>					
Stahlbau V					

Inspektion Mod. Drehmomentverfahren Fp,C*

In Anlehnung an DASt-Richtlinie 024, DIN EN 1993-1-8/NA

Prüfung muss zwischen 12 und 72 Stunden nach dem abschließenden Anziehen erfolgen.

Gesamtanzahl der in einem Tragwerk zu kontrollierenden geschraubten Verbindungen			
Ausführungsklasse	1. Anziehschritt ⁽¹⁾	2. Anziehschritt	
EXC2	-	5 %	
EXC3/4	-	10 %	
⁽¹⁾ Der erste Anziehschritt muss durch Sichtprüfung der Verbindungen überprüft werden, um sicherzustellen, dass diese vollständig zusammengezogen sind.			
Kontrolle nach dem ersten Anziehschritt			
Parameter	Kriterium	Bewertung	
Zustand der Fuge	Kontrolle nach dem zweiten Anziehschritt		
	Parameter	Kriterium	Bewertung
	Ausgeführter Weiterdrehwinkel $\Delta\theta_{\text{ausgef.}}$ bei Ansatz des Kontrollanziehdrehmoments $1,10 M_A$	$\Delta\theta_{\text{ausgef.}} < 30^\circ$	Ok
		$30^\circ \leq \Delta\theta_{\text{ausgef.}} \leq 60^\circ$	fehlerhaft ⇒ Garnitur belassen und zwei benachbarte Verbindungen im gleichen Anschluss prüfen
$\Delta\theta_{\text{ausgef.}} > 60^\circ$		fehlerhaft ⇒ Ersatz der Garnitur und zwei benachbarte Verbindungen im gleichen Anschluss prüfen	

Quelle: DASt-Richtlinie 024

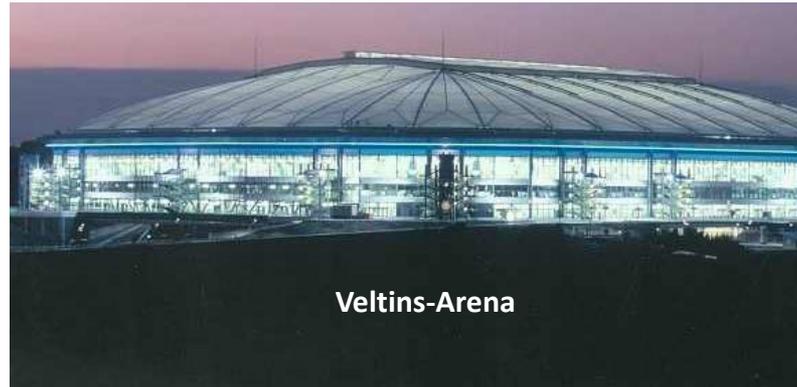
In Anlehnung an DASt-Richtlinie 024, DIN EN 1993-1-8

Gesamtanzahl der in einem Tragwerk zu kontrollierenden geschraubten Verbindungen			
Ausführungs-klasse	1. Anziehschritt ⁽¹⁾	2. Anziehschritt	
EXC2	-	5 %	
EXC3/4	5 %	10 %	
⁽¹⁾ Der erste Anziehschritt muss durch Sichtprüfung der Verbindungen überprüft werden, um sicherzustellen, dass das Klemmpaket vollständig zusammengezogen ist.			
Kontrolle nach dem ersten Anziehschritt			
Parameter	Kriterium	Bewertung	
Voranziehdrehmoment M_{Vor}	Kontrolle vor dem zweiten Anziehschritt		
	Sichtprüfung der Markierungen aller Muttern relativ zu den Schraubengewinden		
	Kontrolle nach dem zweiten Anziehschritt		
Zustand der Fuge	Parameter	Kriterium	
	Ausgeführter Weiterdrehwinkel $\Delta\theta_{ausgef.}$	$\Delta\theta - 15^\circ \leq \Delta\theta_{ausgef.} \leq \Delta\theta + 30^\circ$	Ok
		$\Delta\theta_{ausgef.} < \Delta\theta - 15^\circ$	fehlerhaft ⇒ Korrektur des Drehwinkels
$\Delta\theta_{ausgef.} > \Delta\theta + 30^\circ$ (oder Schrauben- oder Muttersversagen)		fehlerhaft ⇒ Ersatz der Garnitur	

Quelle: DASt-Richtlinie 024

- **August Friedberg GmbH**
- **Normative Regelung geschraubter Verbindungen**
- **Montage und Überprüfung von HV-Garnituren**
- **Anwendungsfälle im Stahlbau**

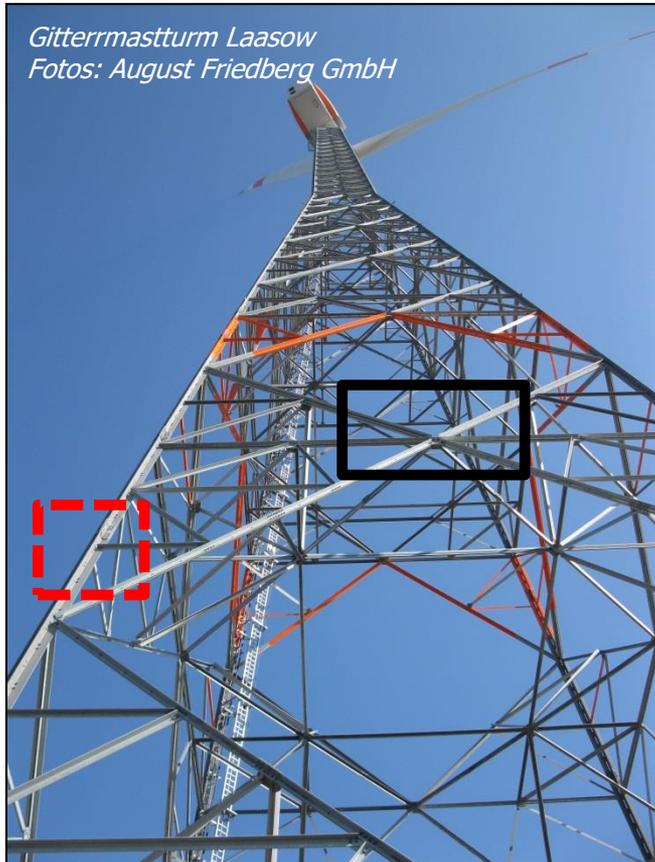
Stahlhochbau



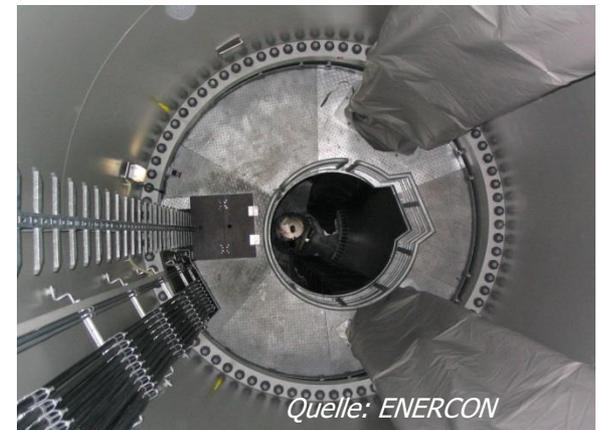
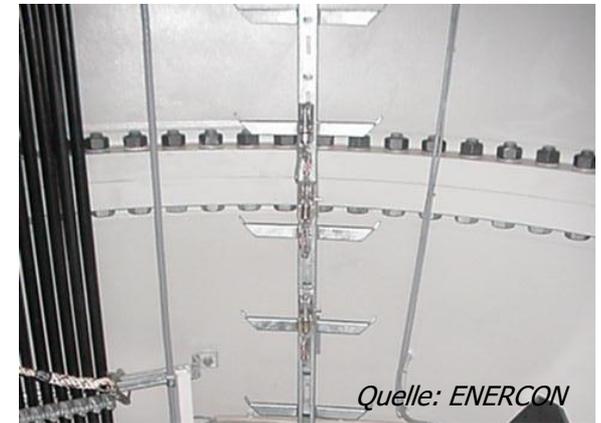
Lager im Brückenbau HV-Garnituren allgemein



Horizontal-/Diagonal & Eckstielverbände von Gittermasttürmen



Flanschverbindungen von Stahlrohrtürmen





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Contact information/Kontakt Information

selcuk.gueres@august-friedberg.com

info@august-friedberg.com

www.august-friedberg.com