

Deutscher
Ausschuß für Stahlbau DAST

2018

DAST – Richtlinie 024

Anziehen von geschraubten
Verbindungen der
Abmessung M12 bis M36

Stahlbau Verlags- und Service GmbH

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Institut für
Metall- und Leichtbau

Anziehen von geschraubten Verbindungen nach DAST-Richtlinie 024

Prof. Dr.-Ing. habil. Natalie Stranghöner
Dr.-Ing. Dominik Jungbluth

2. Fachtagung
**Mechanische Verbindungsmittel
im Stahlbau**

7. März 2019 | Hamburg

Ermüdungsbeanspruchter geschraubter Fahrbahnübergang



© mageba

- Schraubenkategorien nach Eurocode 3
- Nicht vorgespannte Verbindungen
- Anziehen von HV-Garnituren
- Anziehen von Garnituren der Festigkeitsklasse 8.8 auf $F_{p,C}^*$
- Verwendung von Einzelkomponenten
- Nicht genormter Verschraubungsfall
- Einschraubtiefe
- Kriterien einer Verfahrensprüfung
- Zusammenfassung



Anziehen von geschraubten Verbindungen der Abmessungen M12 bis M36

Anwendungsbereich

- Ergänzende Regelungen zu
 - DIN EN 1090- 2 und
 - DIN EN 1993-1-8
- Handfestes Anziehen von nicht vorgespannten geschraubten Verbindungen
- Anziehen von vorgespannten geschraubten Verbindungen auf ein vorgegebenes Vorspannkraftniveau
 - $F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$
 - $F_{p,C}^* = 0,7 f_{yb} A_s$
 - $F_v < F_{p,C}$

Juni 2018

DEUTSCHER AUSSCHUß FÜR STAHLBAU	Anziehen von geschraubten Verbindungen der Abmessungen M12 bis M36	DAST-Richtlinie 024
Inhaltsverzeichnis		
1	Anwendungsbereich	1
2	Begriffe	2
3	Allgemeines	2
4	Nicht vorgespannte geschraubte Verbindungen aus Garnituren	4
4.1	Allgemeines	4
4.2	Anziehen	4
4.3	Kontrolle und Prüfung	4
5	Vorgespannte geschraubte Verbindungen aus Garnituren	4
5.1	Allgemeines	4
5.2	Vorspannkraftniveaus und zulässige Anziehverfahren	4
5.3	Anziehen von HV-Garnituren auf $F_{p,C}$	5
5.3.1	Verfahren	5
5.3.2	Kontrolle und Prüfung	5
5.4	Anziehen von HV-Garnituren auf $F_{p,C}^*$	5
5.4.1	Verfahren	5
5.4.2	Kontrolle und Prüfung	5
5.5	Anziehen von HV-Garnituren auf beliebige Vorspannkraftniveaus F_v	8
5.5.1	Verfahren	8
5.5.2	Kontrolle und Prüfung	8
5.6	Anziehen von Garnituren der Festigkeitsklasse 8.8 auf $F_{p,C}^*$	8
5.6.1	Verfahren	8
5.6.2	Kontrolle und Prüfung	9
1 Anwendungsbereich		
Diese Richtlinie behandelt das Anziehen von geschraubten Verbindungen und gibt ergänzende Regelungen zur DIN EN 1090-2 und DIN EN 1993-1-8 an. Sie behandelt das handfeste Anziehen von nicht vorgespannten geschraubten Verbindungen und das Anziehen von vorgespannten geschraubten Verbindungen auf ein vorgegebenes Vorspannkraftniveau. Dies umfasst auch das Anziehen vorgespannter geschraubter Verbindungen auf Vorspannkraftniveaus kleiner als das Mindestvorspannkraftniveau $F_{p,C}$ nach DIN EN 1090-2. Des Weiteren gibt sie Regelungen für die Verwendung von Einzelkomponenten aus Garnituren in geschraubten Verbindungen an.		
Diese Richtlinie gilt für geschraubte Verbindungen aus den nachfolgenden Garnituren:		
Nicht vorgespannte Verbindungen mit Garnituren nach DIN EN 15048-1, Abmessungen M12 bis M36		
Keine weiteren Einschränkungen.		
Vorgespannte Verbindungen mit Garnituren der k-Klasse K1, Abmessungen M12 bis M36		
HV-Schrauben und HV-Muttern nach DIN EN 14399-4 und DIN EN 14399-8, Festigkeitsklasse 10.9 in Kombination mit zwei gefasten Scheiben nach DIN EN 14399-6 (je eine kopf- und mutterseitig angebracht).		

DAST-Richtlinie 024 - Inhalt



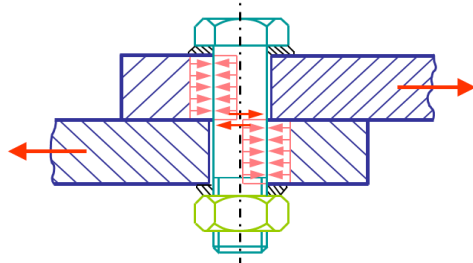
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffe
- 3 Allgemeines
- 4 Nicht vorgespannte geschraubte Verbindungen aus Garnituren
- 5 Vorspannte geschraubte Verbindungen aus Garnituren
 - Anziehen von HV-Garnituren auf $F_{p,C}$
 - Anziehen von HV-Garnituren auf $F_{p,C}^*$
 - Anziehen von HV-Garnituren auf beliebige Vorspannkraftniveaus F_V
 - Anziehen von Garnituren der Festigkeitsklasse 8.8 auf $F_{p,C}^*$
- 6 Verwendung von Einzelkomponenten aus Garnituren
- 7 Anziehen von geschraubten Verbindungen mit Bauteilen mit Innengewinde
- 8 Anziehen von Muttern auf Bauteilen mit Außengewinde
- 9 Kriterien zur Festlegung von Anziehparametern mittels einer Verfahrensprüfung

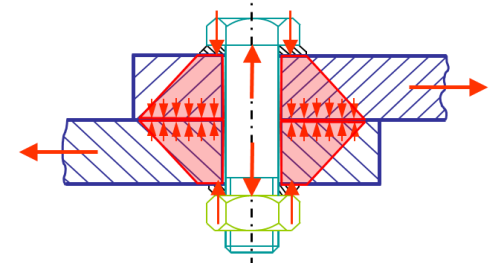
Schraubenkategorien nach DIN EN 1993-1-8

Scherverbindungen

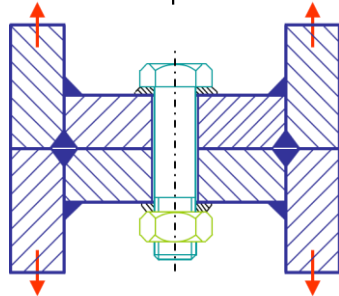


Kategorie A
Scher-/Lochleibungs-
verbindung
FK 4.6 bis 10.9

Kategorien B | C
Gleitfeste Verbindung
im GZG | GZT
FK 8.8 und 10.9

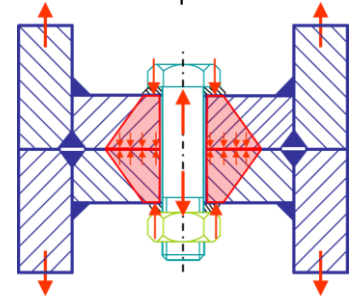


Zugverbindungen



Kategorie D
Nicht vorgespannte
Zugverbindung
FK 4.6 bis 10.9

Kategorie E
Vorgespannte
Zugverbindung
FK 8.8 und 10.9



Zielebene II

Gebrauchstauglichkeitsrelevantes Vorspannen

- ⇒ Vorspannungsfrei bemessene Kategorien A (und D) nach DIN EN 1993-1-8, die zur qualitativen Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit dennoch vorgespannt werden
- ⇒ Schlupfminimierung
- ⇒ Verformungssteifigkeit

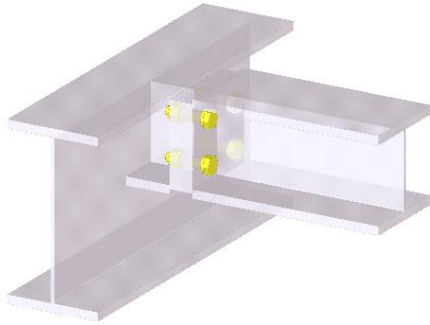
Zielebene I

Tragsicherheitsrelevantes Vorspannen

- ⇒ Kategorien B, C und E nach DIN EN 1993-1-8

Beispiele geschraubter Verbindungen der Zielebene II des Vorspannens

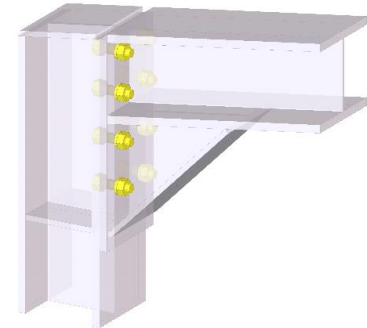
Voranschluss eines Bühnenträgers
am Unterzug



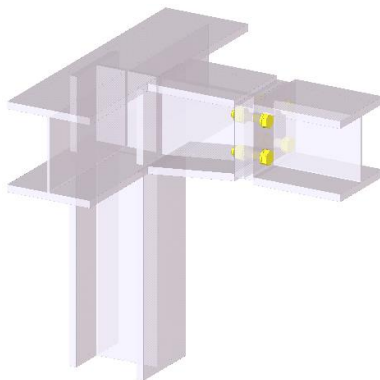
Gestoßener Verbandsstab



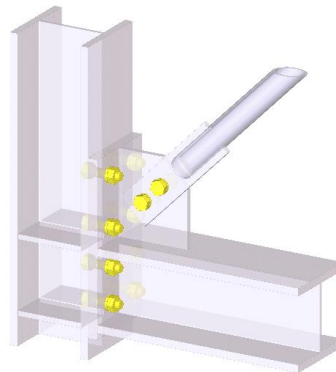
Rahmenecke



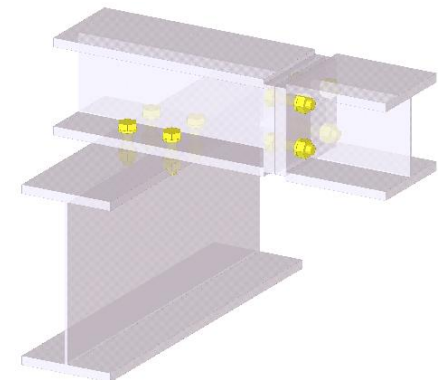
Herausgezogene Rahmenecke



Anschluss innerhalb der
Wandscheibe eines Gerüsts



Durchlaufpfette



Nicht vorgespannte Verbindungen

Nach DIN EN 1090-2 ist jede Garnitur mindestens handfest anzuziehen!

Empfohlene „Handfest“-Anziehmomente (unabhängig von FK)								
Schraube	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
$M_{A,h}$ [Nm]	15	35	60	90	110	165	220	350

- Werte sind so gewählt, dass sie in einer leicht geölten schwarzen Schraubengarnitur knapp 10 % der Mindestvorspannkraft $F_{p,C}$ für eine 10.9-HV-Schraube erzeugen.
- Beanspruchung einer 4.6-Schraube im Spannungsquerschnitt des Gewindes zu ca. 25 % bis 30 % der Streckgrenze.
- Überbeanspruchung der Schrauben durch handfestes Anziehen ausgeschlossen.

Kontrolle und Prüfung

Alle Verbindungen einer **Sichtprüfung** zu unterziehen mit Überprüfung auf:

- fehlende Garnituren,
- zu geringe Gewindeüberstände und
- zu große Restspalte.

Anziehen von HV-Garnituren k-Klasse K1

Grundsätzlich gilt: Alle Vorspannkraftniveaus $F_V \leq F_{p,C}$ sind ansetzbar

Vorspannkraftniveau
 $F_{p,C}$

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_S$$

- Kombiniertes Verfahren nach DIN EN 1090-2
- Genauigkeit des Anziehgeräts für den ersten Anziehschritt $\Rightarrow \pm 10\%$ gemäß Kalibrierbescheinigung

Vorspannkraftniveau
 $F_{p,C}^*$

$$F_{p,C}^* = 0,7 \cdot f_{yb} \cdot A_S$$

- Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren
- Genauigkeit des Anziehgeräts $\Rightarrow \pm 4\%$ gemäß Kalibrierbescheinigung



\Rightarrow Entspricht der traditionellen Vorgehensweise nach DIN 18800-7 und DIN EN 1993-1-8/NA

Von $F_{p,C}$ und $F_{p,C}^*$ abweichende Vorspannkraftniveaus F_V

$$F_V < F_{p,C} \text{ und } F_V \neq F_{p,C}^*$$

$$F_{p,C}^* < F_V < F_{p,C} \\ \Rightarrow \text{Verfahrensprüfung}$$

$$F_V < F_{p,C}^* \\ \Rightarrow \text{Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren mit proportional reduziertem Anziehdrehmoment}$$

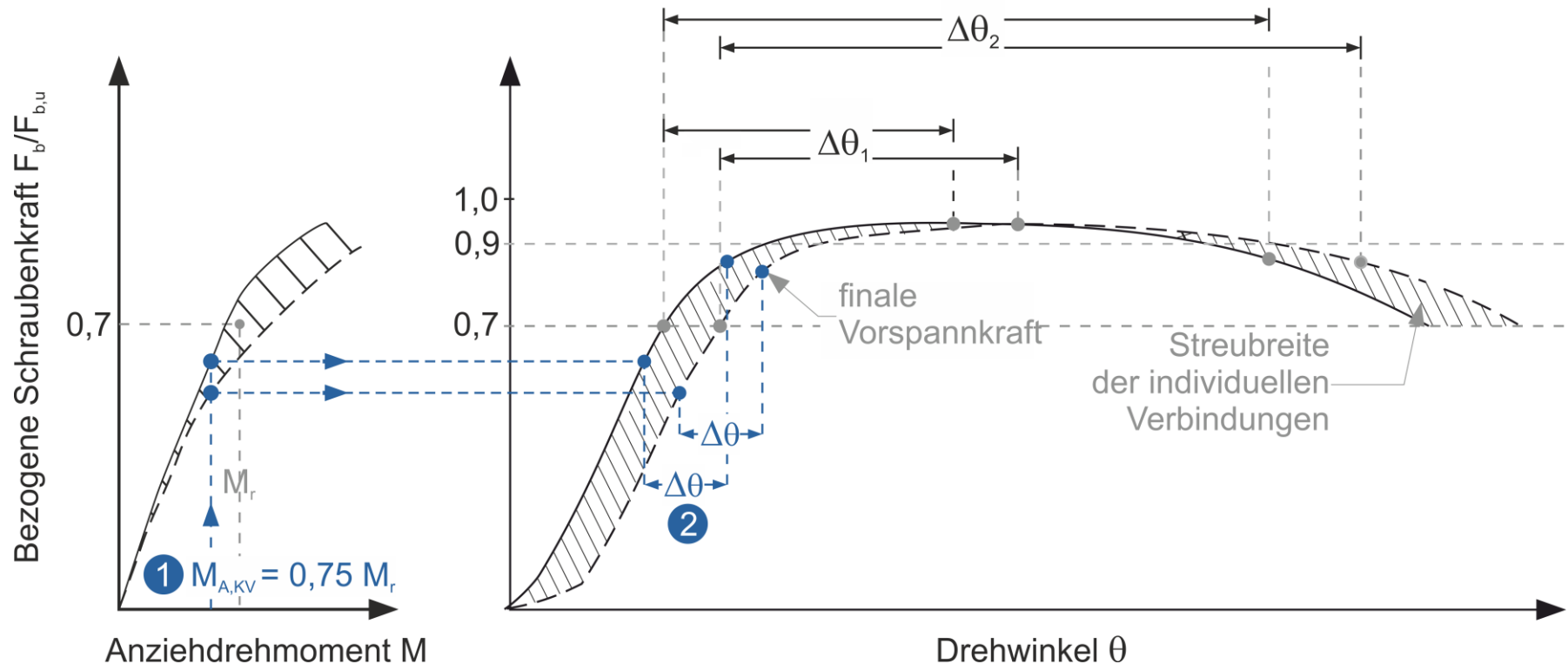
Die Höhe der **tatsächlich erzielten** Vorspannkraft variiert und kann auch oberhalb von $F_{p,C}$ liegen.

Vorspannkraftniveau $F_{p,C}$

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_S$$

① Drehmomentgesteuerter Anzug

② Drehwinkelgesteuerter Anzug



Voranziehdrehmomente M_{Vor} nach DASt-Richtlinie 024

Tabelle 4. Voranziehdrehmomente M_{Vor} für den ersten Anziehschritt des Kombinierten Verfahrens nach DIN EN 1090-2 für HV-Schraubengarnituren nach DIN EN 14399-4, -8 und -6, k-Klasse K1

Voranzieh- drehmomente	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
M_{Vor} in Nm	75	190	340	490	600	940	1240	2100
1) M_{Vor} ersetzt $0,75 M_{r,1}$ nach DIN EN 1090-2								

- ⇒ Voranziehdrehmomente M_{Vor} weichen von denen der DIN EN 1090-2 geringfügig ab, um praxistaugliche Werte zu haben.
- ⇒ Werte entsprechen den Voranziehmomenten $M_{A,MKV}$ für das modifizierte Kombinierte Verfahren nach DIN EN 1993-1-8/NA.

Voranziehdrehmomente $0,75 M_{r,1}$ nach DIN EN 1090-2:2018-09

Tabelle 20 — Drehmoment $0,75 M_{r,1}$ [Nm] für den ersten Schritt des kombinierten Verfahrens

Festigkeits- klasse	Schraubendurchmesser mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	53	85	132	182	258	351	446	652	886	1 548
10.9	67	106	165	227	322	439	557	815	1 107	1 935

... Wenn $M_{r,1}$ verwendet wird, darf, **sofern nichts anderes festgelegt wird**, vereinfachend $0,75 M_{r,1} = 0,094 d F_{p,C}$ angesetzt werden, wie in Tabelle 20 angegeben...

Tabelle 5. Weiterdrehwinkel $\Delta\theta$ für den zweiten Anziehschritt des Kombinierten Verfahrens nach DIN EN 1090-2 einschließlich resultierender Nennlängen von HV-Schrauben nach DIN EN 14399-4 und -8

Klemmlänge Σt ^{1) 2)}	Weiter- drehwinkel $\Delta\theta$ in °	Nennlänge ℓ_{nom} in mm von HV-Schrauben nach DIN EN 14399-4 mit Klemmlängen nach DIN EN 14399-4, Tab. A.1 ³⁾							
		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
$\Sigma t < 2d$	60	≤ 35	≤ 45	≤ 60	≤ 65	≤ 70	≤ 80	≤ 90	≤ 105
$2d \leq \Sigma t < 6d$	90	45... 85	55... 110	70... 140	75... 150	80... 165	90... 190	100... 210	115... 250
$6d \leq \Sigma t \leq 10d$	120	≥ 95	≥ 120	≥ 150	≥ 160	≥ 175	≥ 200	≥ 220	≥ 260
¹⁾ einschließlich aller Futterbleche und Scheiben ²⁾ d : Nenndurchmesser der Schraube ³⁾ nicht genannte Nennlängen müssen im Einzelfall zugeordnet werden									

⇒ Weiterdrehwinkel entsprechen den Angaben in DIN EN 1090-2

⇒ Ergänzt durch Angabe der resultierenden Nennlängen ℓ_{nom}

Vorspannkraftniveau $F_{p,C}$ – Kontrolle und Prüfung

Zielebene I des Vorspannens

Nach DIN EN 1090-2

Gesamtanzahl der in einem Tragwerk zu kontrollierenden geschraubten Verbindungen

Ausführungsklasse	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}	Weiterdrehwinkel $\leq 15^\circ$	Ok
	Weiterdrehwinkel $> 15^\circ$	fehlerhaft
Zustand der Fuge	vollständig zusammengezogen	Ok
	nicht vollständig zusammengezogen	fehlerhaft

Kontrolle vor dem zweiten Anziehschritt

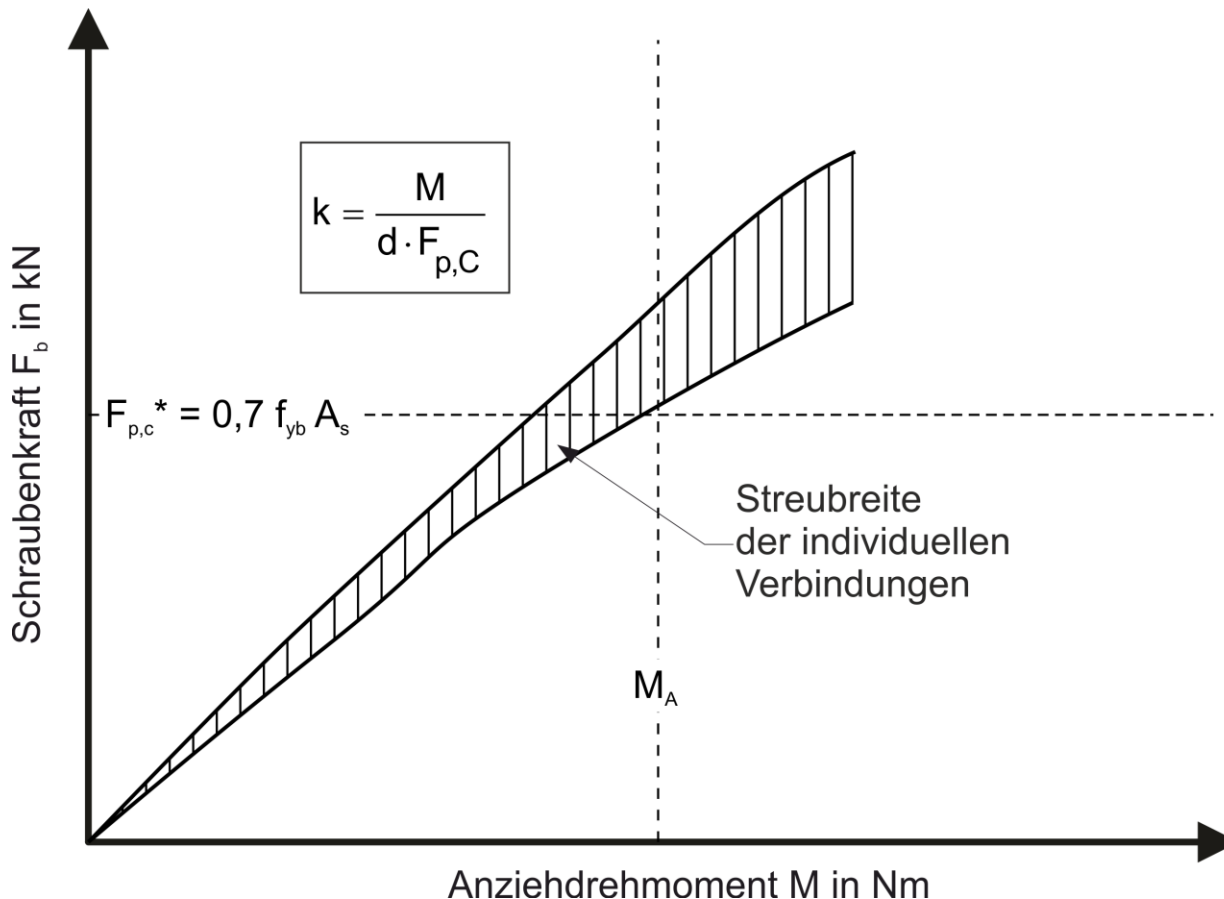
Sichtprüfung der Markierungen aller Muttern relativ zu den Schraubengewinden

Kontrolle nach dem zweiten Anziehschritt

Parameter	Kriterium	Bewertung
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 \Rightarrow Korrektur des Drehwinkels
	$\Delta\theta_{ausgef.} > \Delta\theta + 30^\circ$ (oder Schrauben- oder Mutterversagen)	fehlerhaft \Rightarrow Ersatz der Garnitur

Vorspannkraftniveau $F_{p,C}^*$

$$F_{p,C}^* = 0,7 \cdot f_{yb} \cdot A_S$$



Vorspannkraftniveau $F_{p,C}^*$

Tabelle 7. Regelvorspannkraften $F_{p,C}^*$ und Anziehdrehmomente M_A für das modifizierte Drehmoment-Vorspannverfahren für HV-Schraubengarnituren nach DIN EN 14399 4, -8 und -6

HV-Schraubengarnitur	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Vorspannkraft $F_{p,C}^*$ in kN	50	100	160	190	220	290	350	510
Anziehdrehmoment M_A in Nm	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
max. Voranziehdrehmoment max. M_{Vor} in Nm	75	190	340	490	600	940	1240	2100

- ⇒ Voranziehdrehmomente max. M_{Vor} entsprechen M_{Vor} für das Kombinierte Verfahren.
- ⇒ Voranziehdrehmomente max. M_{Vor} entsprechen den Voranziehmomenten $M_{A,MKV}$ für das modifizierte Kombinierte Verfahren nach DIN EN 1993-1-8/NA.
- ⇒ Anziehdrehmomente M_A entsprechen den Anziehmomenten M_A für das modifizierte Drehmomentverfahren nach DIN EN 1993-1-8/NA.

Vorspannkraftniveau $F_{p,C}^*$ – Kontrolle und Prüfung

Zielebene I des Vorspannens

Nach DIN 18800-7

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	vollständig zusammengezogen	Ok
	nicht vollständig zusammengezogen	fehlerhaft

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

Zielebene II des Vorspannens

Beliebige Vorspannkraftniveaus – Kontrolle und Prüfung

Aus Gebrauchstauglichkeitsgründen vorgespannte Verbindungen der Zielebene II sind **wie nicht vorgespannte Verbindungen** zu behandeln.

Danach gilt DIN EN 1090-2 mit

- Alle Verbindungen sind einer **Sichtprüfung** zu unterziehen.
- Überprüfung auf
 - fehlende Garnituren,
 - zu geringe Gewindeüberstände und
 - zu große Restspalte.

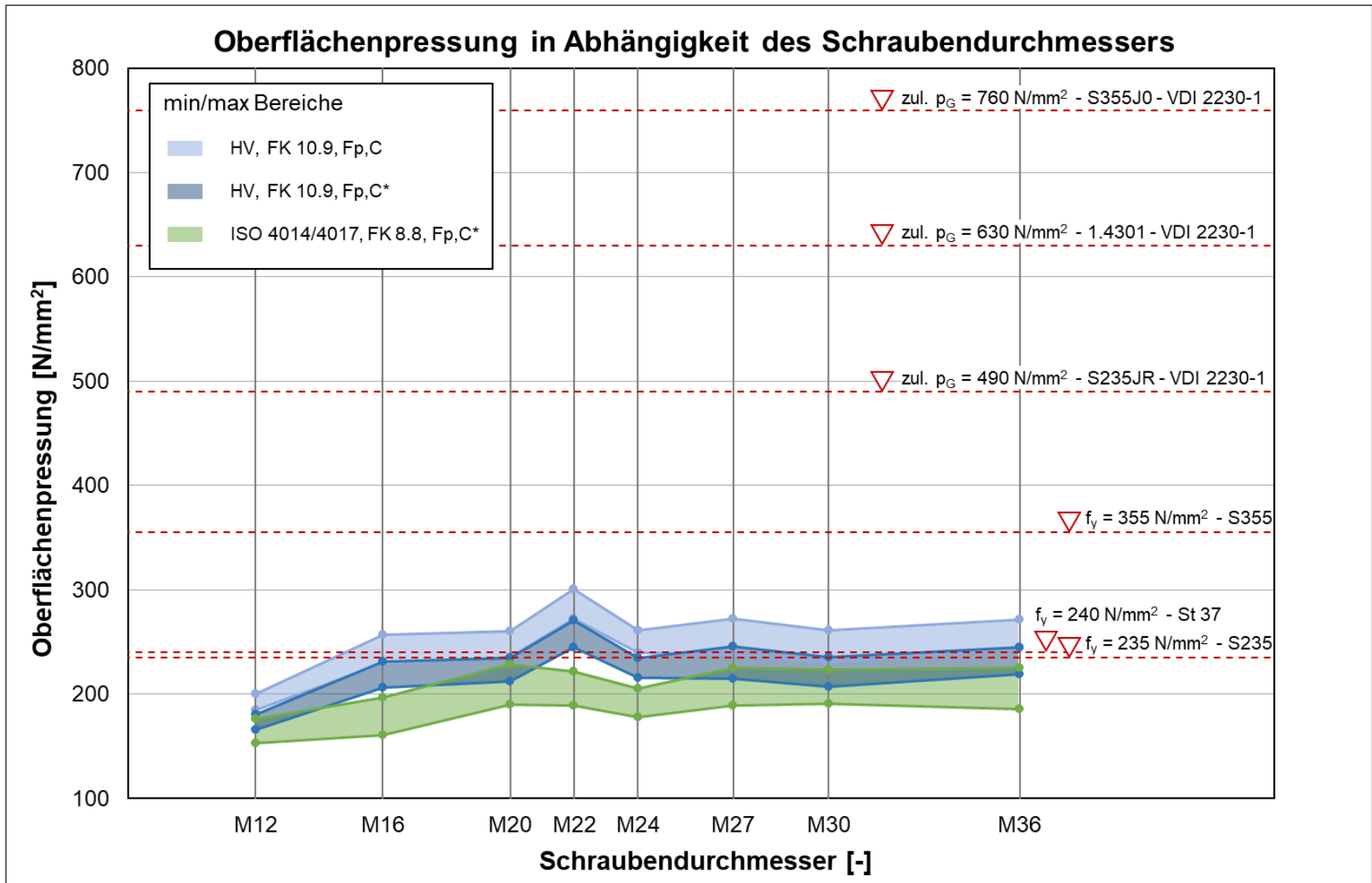


Anziehen von Garnituren der Festigkeitsklasse 8.8 auf $F_{p,C}^*$

Schirm-Produktnorm

- ⇒ Fixiert alle aus der Sicht des Stahlbaus wichtigen technischen Anforderungen an Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben ähnlich wie DIN EN 15048-1.
- ⇒ Verweist auf Normenteile DIN EN 14399-3 bis -10 (**Systeme HR, HV, HVP, HRC, DTI**).
- ⇒ **Aber: Vorspannen von Standard-Metallbauschrauben FK 8.8 nach DIN EN ISO 4014 und 4017 möglich!**
- ⇒ Untersuchungen von Valtinat in 2000/2001

DEUTSCHE NORM		April 2015
	DIN EN 14399-1	DIN
ICS 21.060.01	Ersatz für DIN EN 14399-1:2006-06	
Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 14399-1:2015		



Garnituren der Festigkeitsklasse 8.8 aus

- Schrauben nach DIN EN ISO 4014 oder DIN EN ISO 4017 in Kombination mit
- Muttern nach DIN EN ISO 4032 und
- zwei Scheiben nach DIN EN ISO 7089 oder DIN EN ISO 7090 mit einer Härte von mindestens HV 200
- **Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren**
- Oberflächenzustände in Kombination mit der **k-Klasse K1** nach DIN EN 14399-1:
 - (a) feuerverzinkt und Muttern mit Molybdänsulfid oder gleichwertigem Schmierstoff geschmiert oder
 - (b) wie hergestellt und Muttern mit Molybdänsulfid oder gleichwertigem Schmierstoff geschmiert.
- **Prüfung der Eignung der Garnitur zum Vorspannen sowie die k-Klasse K1** mittels **Verfahrensprüfung** nach DIN EN 14399-1 und DIN EN 14399-2 (Prüflos aus mindestens 10 (besser 20) Schraubengarnituren)
- Genauigkeit des Anziehgeräts: $\pm 4 \%$ gemäß Kalibrierbescheinigung

⇒ Angabe von tabellierten Vorspannkraften und Anziehdrehmomenten analog zu Angaben in DIN EN 1993-1-8/NA

Tabelle 10. Regelvorspannkraft $F_{p,C}^*$ und Anziehdrehmomente M_A für das modifizierte Drehmoment-Vorspannverfahren für Schraubengarnituren der Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN EN ISO 4014, DIN EN ISO 4017, DIN EN 4032, k-Klasse K1 nach DIN EN 14399-1

Schraubengarnitur FK 8.8	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Vorspannkraft $F_{p,C}^*$ in kN	35	70	110	130	150	200	245	355
Anziehdrehmoment M_A in Nm	70	170	300	450	600	900	1200	2100
max. Voranziehdrehmoment ¹⁾ max. M_{Vor} in Nm	50	120	220	330	450	670	900	1570
1) max. $M_{Vor} \leq 0,75 M_A$, angegebene Zahlenwerte abgerundet								

⇒ Anziehdrehmomente M_A entsprechen den Anziehmomenten M_A für das modifizierte Drehmomentverfahren nach DIN EN 1993-1-8/NA für ISO-Garnituren der FK 8.8.

Nicht genormter Verschraubungsfall



© mageba



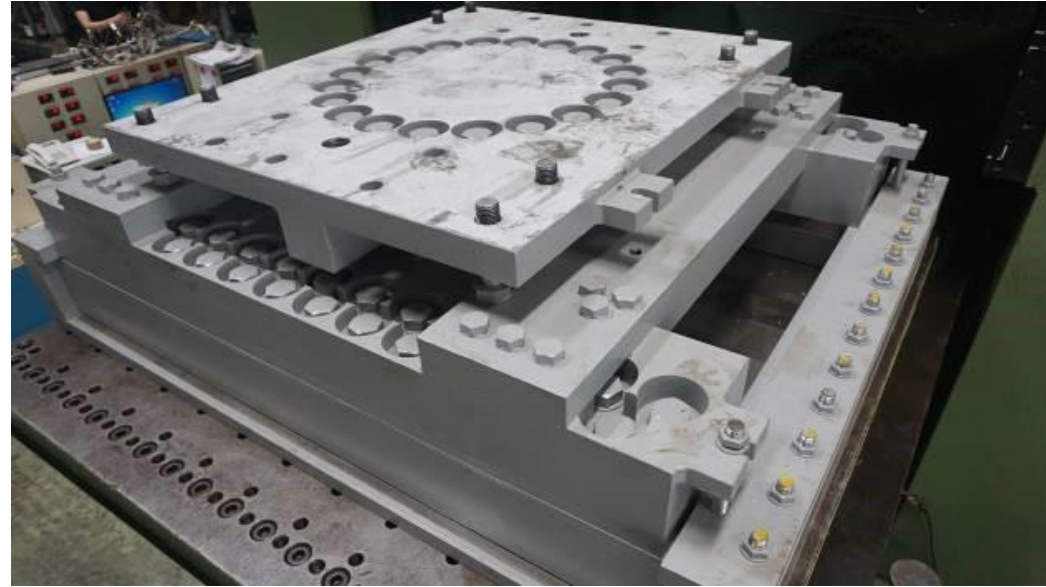
© mageba



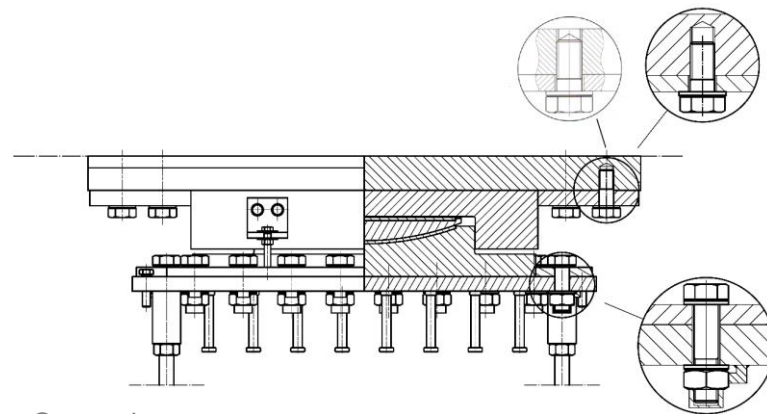
© mageba



© mageba



© mageba

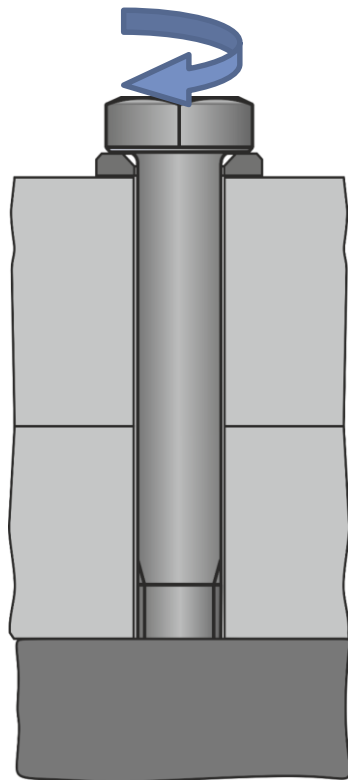


© mageba

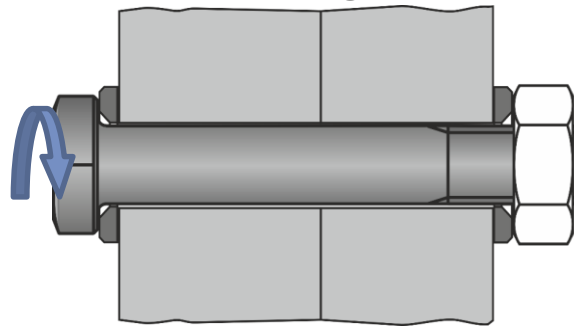
Verfahrensprüfung bei

- Verwendung von Einzelkomponenten einer CE-gekennzeichneten Garnitur,
- Zu einer Garnitur abweichenden Rahmenbedingungen im geplanten Einsatz.

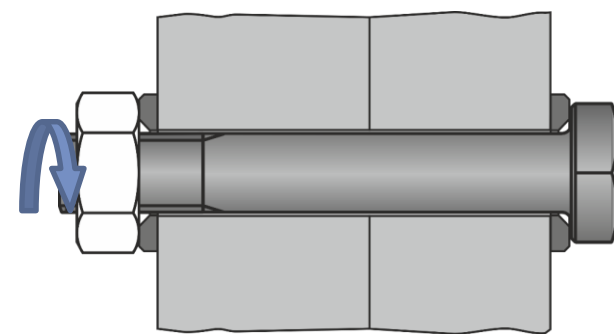
Sack- und Durchgangslöcher



Kopfseitiger
Anzug



Abweichende
Schmierung



- Mehrfachverwendungen
- keine Garnitur nach DIN EN 14399
- nicht definierte Anziehparameter
- etc.

Einschraubtiefe

Die Einschraubtiefe bei geschraubten Verbindungen - z. B. Gewindestangen und Sacklochverbindungen - darf nach **zwei Verfahren** berechnet werden:

Verfahren 1

Eine genaue Berechnung der Einschraubtiefe kann auf Basis der **VDI-Richtlinie 2230-1** erfolgen.

Verfahren 2

Auf der sicheren Seite liegend reicht die Einschraubtiefe aus, wenn das Verhältnis der Einschraubtiefe zum Schraubendurchmesser mindestens folgenden Wert erreicht:

$$\xi = \frac{600}{f_u} \cdot \left(0,3 + 0,4 \cdot \frac{f_{ub}}{500} \right) \text{ und } f_u \leq f_{ub} \quad \Rightarrow \quad \text{Entspricht der Regelung der DIN EN 1993-1-8/NA}$$

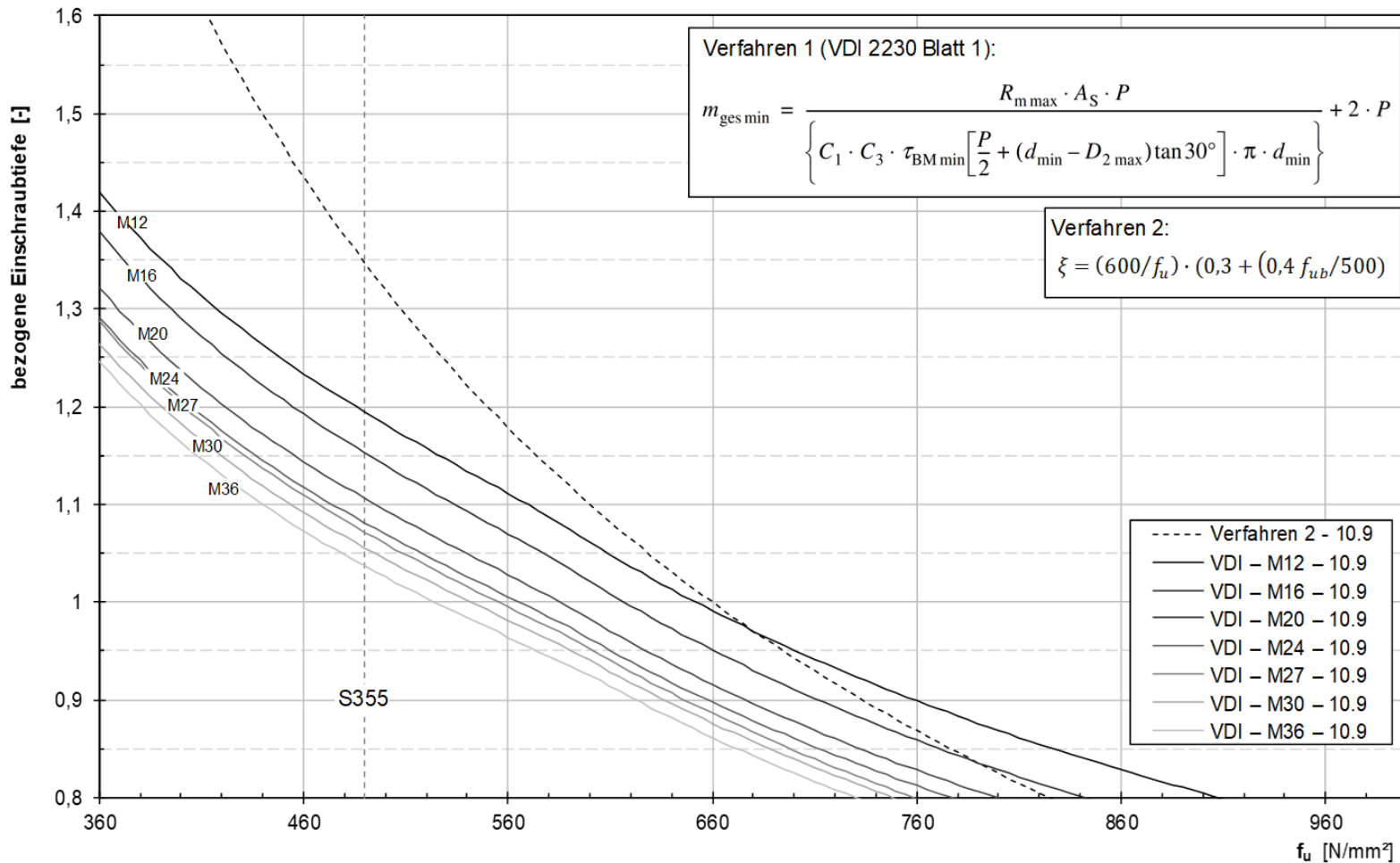
mit

f_u Zugfestigkeit des Bauteils mit Innengewinde in N/mm² und

f_{ub} Zugfestigkeit des Bauteils mit Außengewinde in N/mm².

Einschraubtiefe nach Verfahren 1 (VDI 2230 Blatt 1 (m/d)) und Verfahren 2

Schraube 6g – tZn und Sackloch 6AZ



Verfahrensprüfung

Kriterien zur Festlegung geeigneter Anziehparameter

Sicheres Einbringen der
Zielvorspannkraft F_V

Nr.	Grenzkriterium
1	$F_{b \min} \geq 1,03 F_V$
2	$F_{Rk,5\%} \geq 1,03 F_V$
3	$F_{bm} \geq 1,1 F_V$

Vermeidung
von Plastizierungen

Nr.	Grenzkriterium
4	$F_{Rk,95\%} \leq 0,97 F_{Mzul}$
5	$F_{b \max} \leq 0,97 F_{Mzul}$

Erzielte Vorspannkraft für
festgelegte Anziehparameter

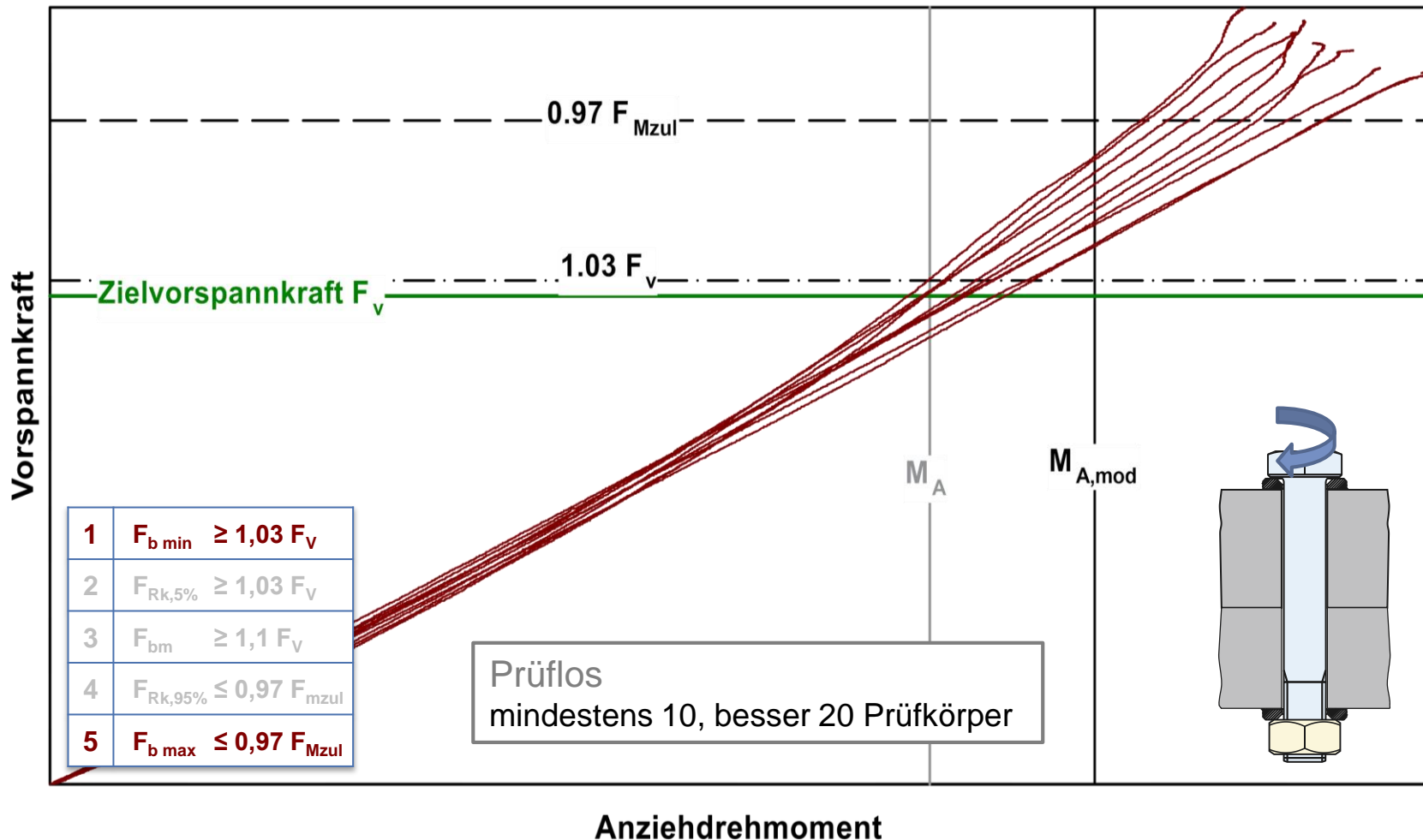
$F_{b \min}$	kleinster Messwert
$F_{b \max}$	größter Messwert
F_{bm}	Mittelwert der Messwerte
$F_{Rk,5\%}$	5% Fraktile aller Messwerte
$F_{Rk,95\%}$	95% Fraktile aller Messwerte

F_V	Zielvorspannkraft
F_{Mzul}	zulässige Montagevorspannkraft aus Vergleichsspannung infolge Vorspannung und Schubspannung aus Torsionsmoment nach VDI 2230-1

Nach: Hasselmann, U., Valtinat, G., Geschraubte Verbindungen. In: Kuhlmann, U. (Hsg.), Stahlbau Kalender 2002, Berlin, Ernst & Sohn, S. 343–421
2. Fachtagung

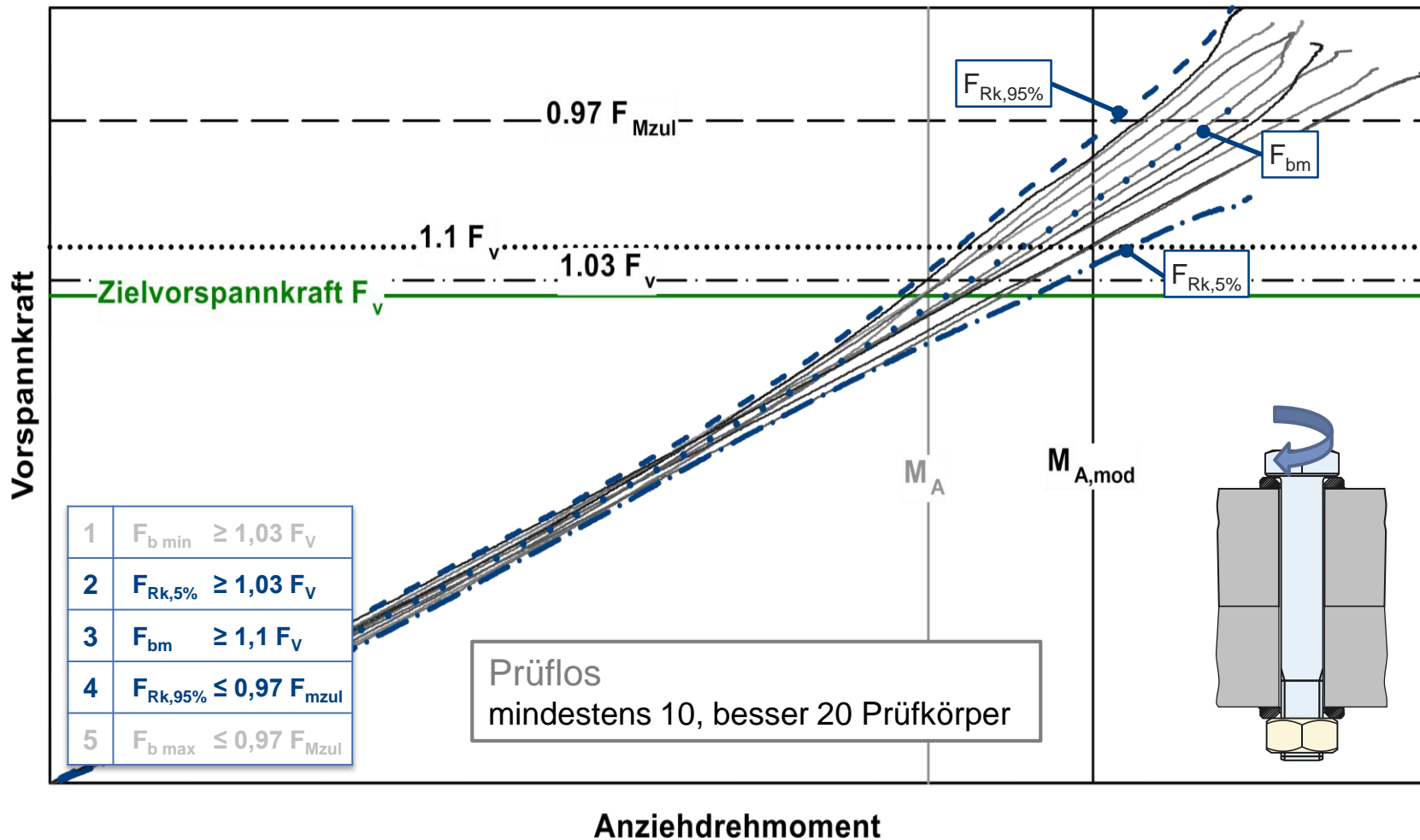
Beispiel: Kopfseitiges Anziehen von HV-Schrauben in Muttern

Vorspannkraft-Anziehdrehmoment-Kurven



Beispiel: Kopfseitiges Anziehen von HV-Schrauben in Muttern

Vorspannkraft-Anziehdrehmoment-Kurven



- **DAST-Richtlinie 024** für das Anziehen von geschraubten Verbindungen
⇒ Definition der Anziehparameter in Ergänzung zu DIN EN 1090-2
- DAST-Richtlinie 024 ersetzt Regelungen in DIN EN 1993-1-8/NA zum Anziehen von geschraubten Verbindungen
- **Vorspannkraftniveaus** $\leq F_{p,C}$ nach DIN EN 1090-2 möglich!
- Kombiniertes Vorspannverfahren zwingend für $F_{p,C}^* < F_V \leq F_{p,C}$
- Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren für $F_V \leq F_{p,C}^*$
- Anziehen von ISO-Garnituren der FK 8.8
- **Einschraubtiefe**
- Regelungen zur Durchführung von Verfahrensprüfungen
- Der **Charme** einer **Verfahrensprüfung** liegt in der Möglichkeit, **Lösungen für alternative Verschraubungsfälle** zu kreieren.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Prof. Dr.-Ing. habil. Natalie Stranghöner
Dr.-Ing. Dominik Jungbluth

Universität Duisburg-Essen
Fakultät Ingenieurwissenschaften
Abteilung Bauwissenschaften
Institut für Metall- und Leichtbau
Prüf- und Zertifizierungsstelle NRW71

Universitätsstr. 15
45141 Essen

Fon: 0201 183-2757
Fax: 0201 183-2710

E-Mail: natalie.stranghoener@uni-due.de
dominik.jungbluth@uni-due.de

Internet: www.uni-due.de/iml