

**NORD-LOCK**  
GROUP

**DIE NEUE  
SCHRAUB-  
ANWEISUNG DES  
ÖSTV**



DIE ARBEITSGRUPPE

TECHNISCHE GRUNDLAGEN

MODIFIZIERTES DREHMOMENTVERFAHREN

KOMBINIERTES VORSPANNVERFAHREN

NÄCHSTE SCHRITTE

ÖSTERREICHISCHER  
STAHLBAUVERBAND



**Modifiziertes Drehmomentverfahren  
(mDMV)**

Red. Vorspannkraft  $F_{p,c}$

Schraubanweisung  
Schraubenverbindungen  
der Gebrauchstauglichkeit

Anwendbar nur, wenn  
vorgegeben

ÖSTERREICHISCHER  
STAHLBAUVERBAND



**Kombiniertes Vorspannverfahren  
(KW)**

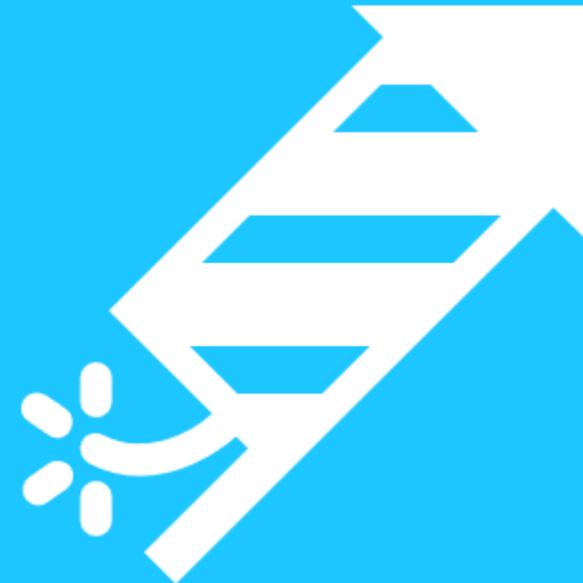
Volle Vorspannkraft  $F_{p,c}$

Schraubanweisung vorgespannter  
Schraubenverbindungen zur Sicherstellung  
der Gleitfestigkeit bzw. Tragfähigkeit

# DIE ARBEITSGRUPPE

Initiierung am 24.10.2019  
ÖSTV Technischer Ausschuss

- Normung
- Ausführung
- Planung
- Service





Dipl.-HTL-Ing. Friedrich Felber  
Steel for you GmbH



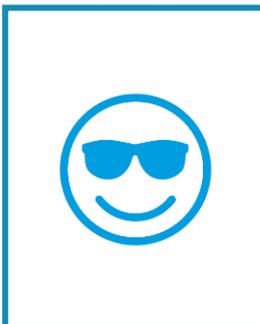
Dr. Lukas Juen  
Zeman & Co



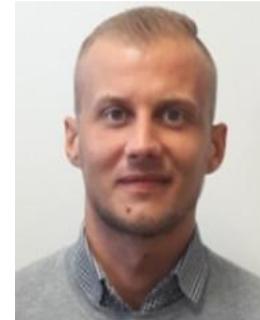
Thomas Schardax  
Nord-Lock GmbH



DI Harald Germ  
Doppelmayr Seilbahnen GmbH



Wolfgang Kemeter  
Würth HandelsgmbH



Valerij Schram  
Peiner Umformtechnik GmbH



DI Frank Götz  
Nord-Lock GmbH



Thomas Laschober-Rabel  
Kellner & Kunz AG



DI Mario Iwancsics  
MM ZT GmbH



Baumeister Dr. Gerald Luza  
austroSteel

ÖSTV-Richtlinie 007 Ausgabe: 2022-11

**Schraubenweisungen**  
für vorgespannte Schraubenverbindungen  
nach ÖNORM EN 1090-2:2020 (EN 1090-2:2018)

ÖSTERREICHISCHER  
STAHLBAUVERBAND 

# TECHNISCHE GRUNDLAGEN



EN 1993-1-8

Bemessung von Anschlüssen

EN 1090-2

Ausführung von Stahltragwerken

DASt 024

GER

Anziehen von geschraubten Verbindungen

EN 15048

Garnituren für nicht vorgespannte Schraubenverbindungen

EN 14399

Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubenverbindungen

DASt 021

GER

NF E25-805

FRA

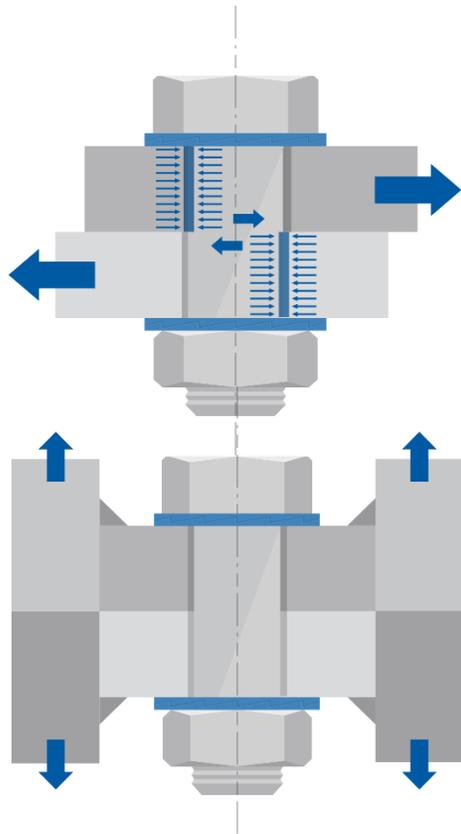
HV Garnituren M39 bis M72

HR Garnituren M39 bis M72

ISO 17607-6

ISO Bolting  
Coordinator

Nicht (planmäßig) vorgespannt



## SCHERVERBINDUNGEN

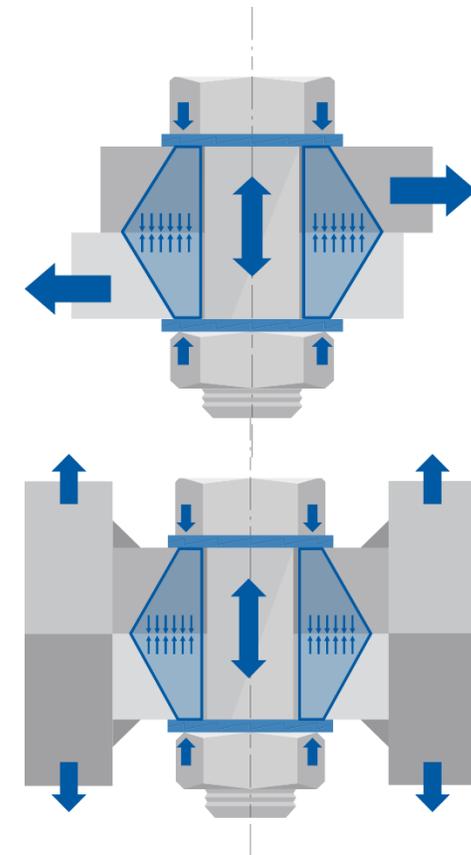
**Kategorie A**  
Schер-/  
Lochleibungs-  
verbindung

**Category B | C**  
Gleitfeste  
Verbindung im  
GZG | GZT

## ZUGVERBINDUNGEN

**Kategorie D**  
Nicht  
vorgespannte  
Zugverbindung

**Category E**  
Vorgespannte  
Zugverbindung



(planmäßig) vorgespannt

### Zielebene 2 Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit

- Bemessung ohne Schraubenvorspannkraft
- Erhöhung der Verformungssteifigkeit
- Schlupfminimierung
- Spalte schließen
- Unerwartete Belastungen

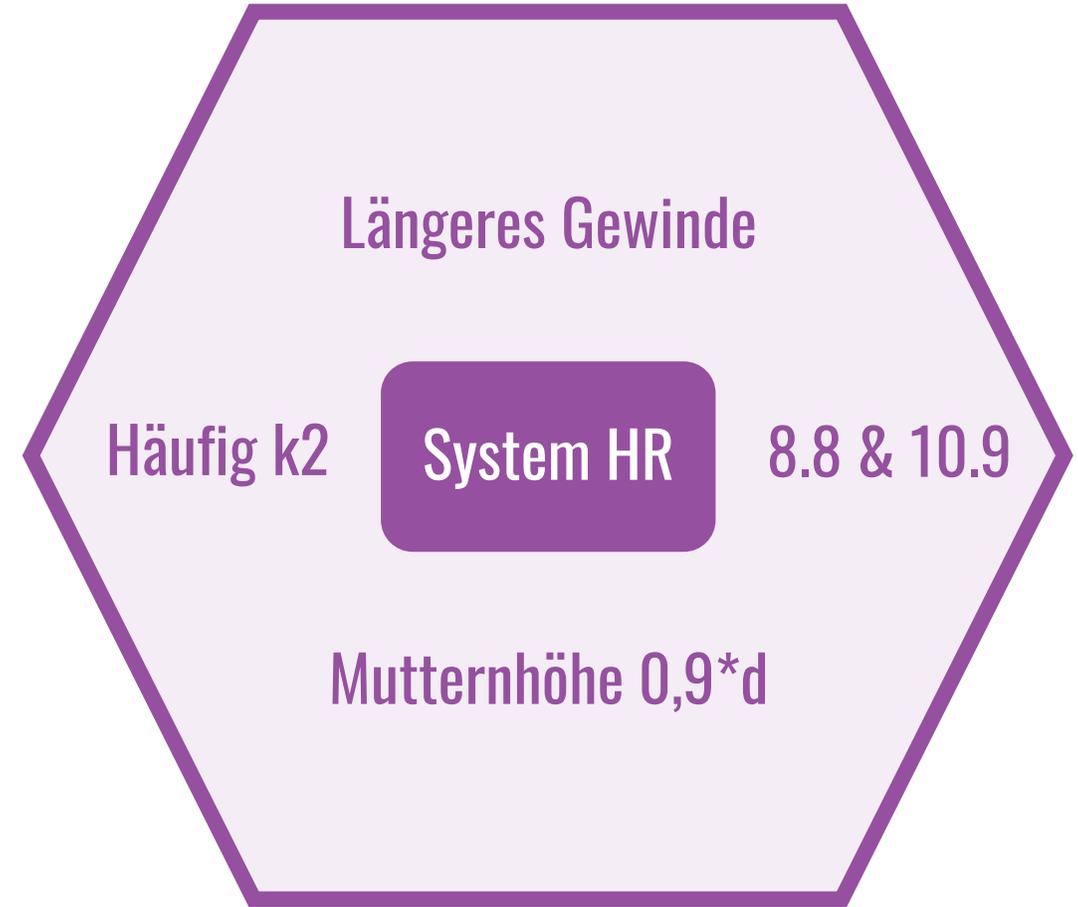
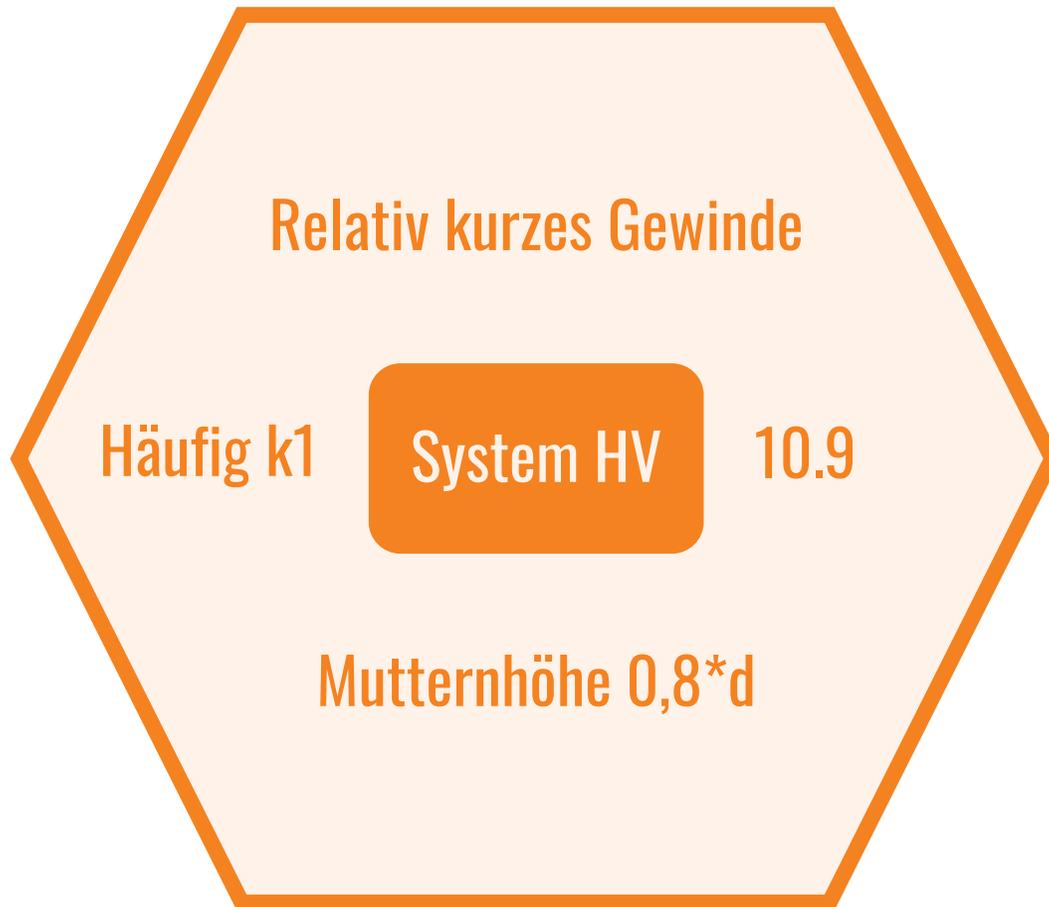
### Zielebene 1 Erhöhung der Tragsicherheit

- Bemessung mit Schraubenvorspannkraft

[Deutscher Ausschuss für Stahlbau DAST: DAST – Richtlinie 024 - Anziehen von geschraubten Verbindungen der Abmessungen M12 bis M36. Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Düsseldorf, 2018]

# VORSPANNBARE GARNITUREN SYSTEM HV UND HR

EN 14399



# VORSPANNBARE GARNITUREN

## REIBUNG

- **Bestimmung gemäß ISO 16047**
  - Anziehdrehmoment
  - Vorspannkraft
- **Definition k-Wert:**
- **Definition k-Klassen**
  - K0
  - K1
  - K2

$$k = \frac{M}{F \cdot d}$$

### k-Klasse K0

- Keine Anforderungen an den Schmierzustand

### k-Klasse K1

(Bereich der individuellen Prüfwerte  $k_i$ )

- $0,10 \leq k_i \leq 0,16$
- Garniturkomponenten verschiedener Chargen eines Herstellers und Durchmessers können ausgetauscht werden (Erweitertes Garniturenlos).

### k-Klasse K2

(Mittelwert des k-Faktors  $k_m$  und Variationskoeffizient  $V_k$ )

- $0,10 \leq k_m \leq 0,23$
- $V_k \leq 0,06$
- Erforderliche Anziehmomente können variieren
- Garniturkomponenten nicht austauschbar

1

- Dokumentation:
  - Ausführungsplan
  - Kontroll- und Prüfplan
  - Schraubenprotokoll
- Werkzeug mit einer nachgewiesenen Genauigkeit von  $\pm 4\%$  (EN ISO 6789)
- Prüfung Anziehgerät nach 5.000 Lastwechsel (mind. jährlich)

2

- Nur Schraubengarnituren (Schraube + je 1 Scheibe kopf- und mutterseitig + Mutter) von einem Hersteller
- Festigkeitsklasse 8.8 (EN 14399-3 & -7) oder Festigkeitsklasse 10.9 (EN 14399-3, -4, -7 & -8)
- CE-Kennzeichnung, Kennzeichen **HV** oder **HR**
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder Fertigungs-Chargennummer (Los-Kennzeichnung) auf Garnitur
- k-Klasse K1
- keine Veränderung der Schmirung bis zum finalen Anziehschritt! (z.B.: Nachschmirern mit  $MoS_2$ , Witterungseinfluss durch Regen, ...)

3

- Kontaktflächen: sauber (Beschichtung unversehrt)
- Nur Grundbeschichtung mit einer Trockenschichtdicke je Kontaktfläche  $< 100\ \mu m$  (gilt auch für Auflagflächen von Scheiben)
  - $\Rightarrow$  EN 1090-2, Anhang F.4 & I
- Normales rundes Lochspiel  $\Rightarrow$  EN 1090-2, Tab.11
- Toleranzvorgaben beachten  $\Rightarrow$  EN 1090-2, 6.6.3 & Tab. B.8 & B.14 (z.B.: Ovalsierung durch Aufdomen  $< 1\ mm$ )

4

- Schraube sorgfältig und ohne Gewalt einstecken
- Einsteckrichtung der Schraube, wenn möglich, von oben nach unten
- Einbauichtung der Scheibe: Faso zu Kopf und Mutter
- Anziehen erfolgt an der Mutter!

# MODIFIZIERTES DREHMOMENT- VERFAHREN (MDMV)

5

- Herstellerkennzeichen der Mutter muss sichtbar sein
- Mutter muss „von Hand“ frei drehbar sein
- Herstellervorgaben bei Verwendung von zusätzlichen Sicherungselementen beachten (z.B.: Kallsicherungsscheiben)

6

- Bauteile ausrichten
- an der Mutter handfest anziehen, mit normalem Schraubenschlüssel ohne Verlängerung
- je Schraubengarnitur: max. 3 Scheiben/Unterlegbleche
- Unterlegbleche:  $t \geq 4\ mm$

7

- verbleibende Spalten an Kanten:  $\leq 2\ mm$
- Dickenunterschied der Bleche bei vorgespannten Laschenverbindungen:  $\leq 1\ mm$
- max. 3 Futterbleche (jeweils  $t \geq 1\ mm$ )  
Futterbleche  $\neq$  Unterlegblech (Schrauben)

8

11 9 10 12  
5 1 2 6  
7 3 4 8  
15 13 14 16

11 5 2 8 14 26 20 17 23 29  
10 4 1 7 13 25 19 16 22 28  
12 6 3 9 15 27 21 18 24 30

- Anziehreihenfolge: schrittweise von steiferen zu weicheren Teilen (Innen  $\Rightarrow$  außen)
- Drehen der Mutter (gesonderter Verfahrensnachweis bei Drehen am Kopf notwendig!)

9

**Vor-Anziehdrehmomente  $M_{A1}$  [Nm] empfohlen**

	Garnituren 8.8 <sup>1</sup>	Garnituren 10.9
<b>M12</b>	53	75
<b>M16</b>	130	190
<b>M20</b>	225	340
<b>M24</b>	450	600
<b>M27</b>	675	940
<b>M30</b>	900	1250
<b>M36</b>	1550	2100

<sup>1</sup>Anforderungen entsprechend Punkt 2 beachten

10

**1. Vorspannschritt:  
Anziehen mit  $M_{A1}$**

- Anziehen mit Vor-Anziehdrehmoment  $M_{A1} \approx 0,75 \times M_{A,soll}$  aller Garnituren einer Verbindung, bis die Verbindung vollständig zusammengezogen ist. Mehr als ein Anziehdurchgang kann notwendig sein, um gleichmäßige Vorspannkkräfte zu erzielen.
- Sichtkontrolle auf vollständiges Anliegen im Bereich der Schraubenlöcher. Falls erforderlich, weiter anziehen mit um max. 10% erhöhtem  $M_{A1} = 1,1 \times M_{A,soll}$

11

	Anziehdrehmoment $M_{A,soll}$ [Nm]		Kontroll-Anziehdrehmoment $1,1 \times M_{A,soll}$ [Nm]	
	8.8 <sup>1</sup>	10.9	8.8 <sup>1</sup>	10.9
<b>M12</b>	70	100	77	110
<b>M16</b>	170	250	187	275
<b>M20</b>	300	450	330	495
<b>M24</b>	600	800	660	880
<b>M27</b>	900	1250	990	1375
<b>M30</b>	1200	1650	1320	1815
<b>M36</b>	2100	2800	2310	3080

<sup>1</sup>Anforderungen entsprechend Punkt 2 beachten

12

**2. Vorspannschritt:  
Anziehen mit  $M_{A,soll}$**

- Anziehen mit Anziehdrehmoment  $M_{A,soll}$
- Kontrolle: 1 vollständiger Gewindegang
- Kontrolle: verbleibende Spalte an Kanten (siehe Punkt 7)
- Dokumentation der Zuordnung des ausführenden und geschulten Personals

mindestens 1 Gewindegang

13

**Kontrolle nach 12 – 72 h**

- Mutter zum Schraubenschaft markieren
- Kontrolle des 2. Anziehschritts Innerhalb 12 bis 72 Stunden mit kalibriertem Anziehgerät mit  $1,1 \times M_{A,soll}$
- Prüfumfang nach Prüflosen: 5% der Garnituren bei EXC2, 10% bei EXC3
- festgelegtes Stichprobenverfahren anwenden

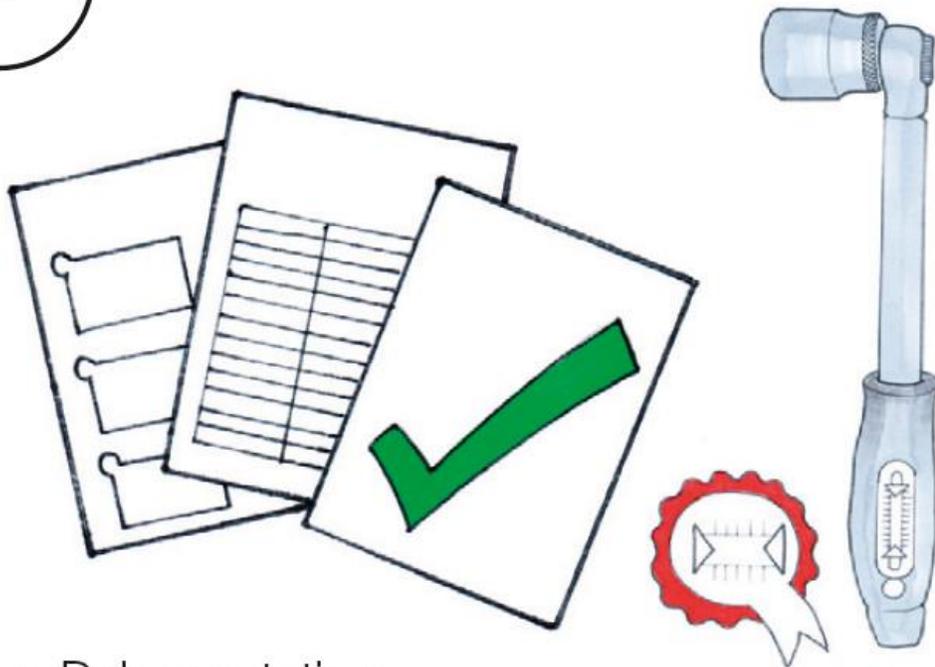
14

**Kontrolle: Anziehen mit  $1,1 \times M_{A,soll}$**

- Messung des Weiterdrehwinkels nach Aufbringen des Kontroll-Anziehdrehmoments  $M_{A,kontroll} = 1,10 \times M_{A,soll}$ 
  - $\Rightarrow < 30^\circ =$  fehlerfrei
  - $\Rightarrow 30^\circ - 60^\circ =$  fehlerhafte, Garnitur belassen und zwei benachbarte Garnituren im gleichen Anschluss prüfen
  - $\Rightarrow > 60^\circ =$  fehlerhaft, Garnitur austauschen und zwei benachbarte Garnituren im gleichen Anschluss prüfen
- Dokumentation fertigstellen

© Österreichischer  
Stahlbauverband 2022,  
Illustration Luna Mateus

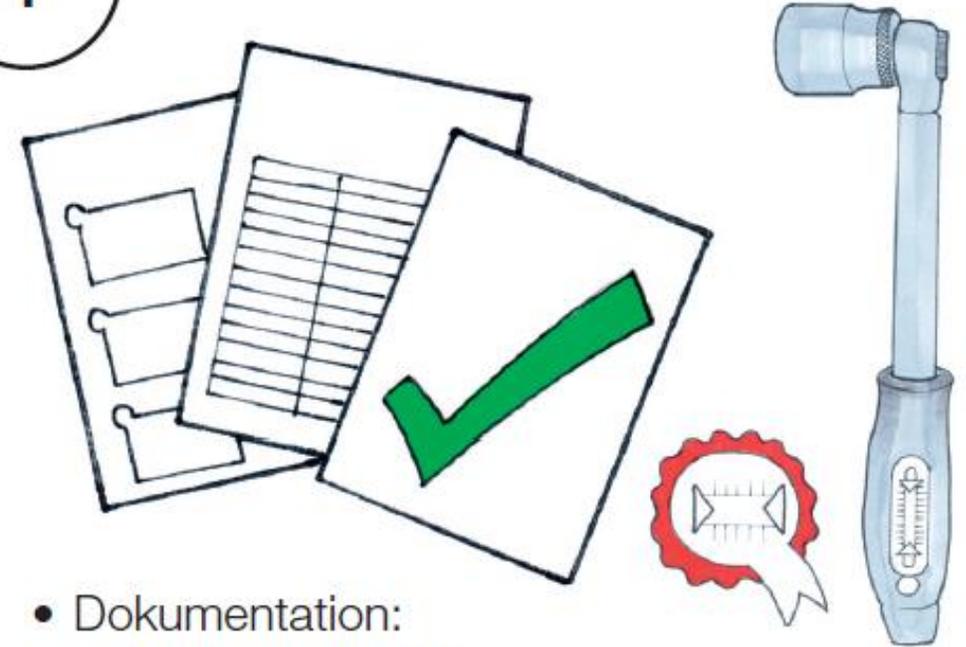
1



- Dokumentation:
  - Ausführungsplan
  - Kontroll- und Prüfplan
  - Schraubprotokoll
- kalibrierte Drehschrauber
- Genauigkeit  $\pm 4\%$
- jährliche Prüfung

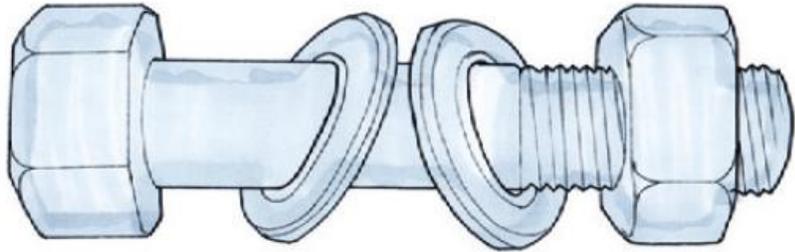


1



- Dokumentation:
  - Ausführungsplan
  - Kontroll- und Prüfplan
  - Schraubprotokoll
- Werkzeug mit einer nachgewiesenen Genauigkeit von  $\pm 4\%$
- Prüfung Anziehgerät nach 5.000 Lastwechsel (mind. jährlich)

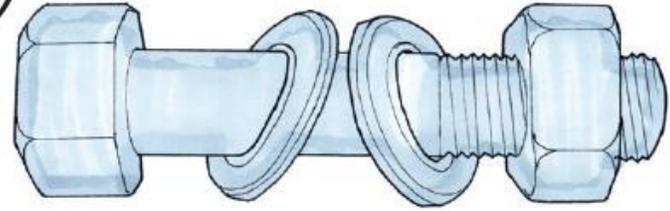
2



- nur Schraubengarnituren (Schraube + Scheibe/n + Mutter) von einem Hersteller
- Güte 8.8 (EN ISO 4014 & 4017 oder EN 14399-3) und Güte 10.9 (EN 14399-3 & -4)
- CE-Kennzeichen, Kennzeichen **HV** oder **HR** oder entsprechend (bei EN ISO 4014 & 4017)
- k-Klasse K1
- keine Veränderung der Schmierung!



2



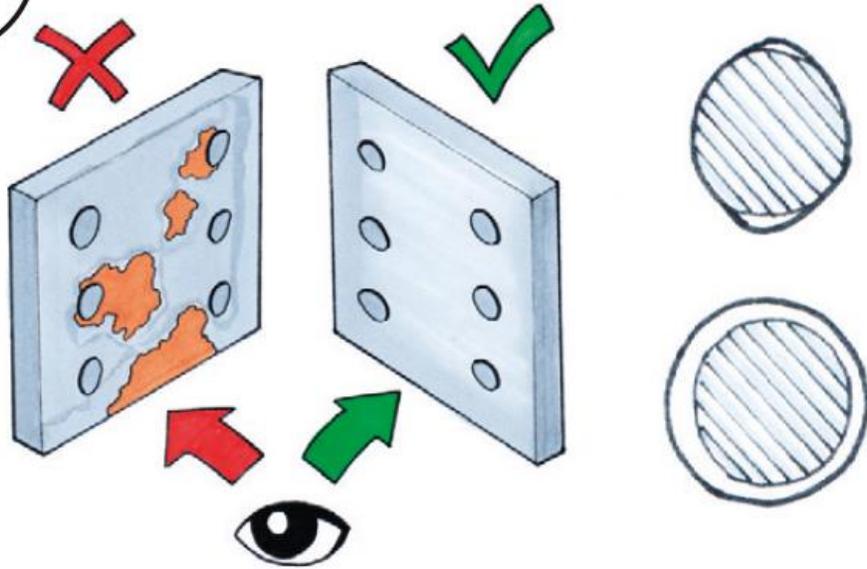
H<sub>2</sub>O,  
MoS<sub>2</sub>, ...

- Nur Schraubengarnituren (Schraube + je 1 Scheibe kopf- und mutterseitig + Mutter) von einem Hersteller
- Festigkeitsklasse 8.8 (EN 14399-3 & -7) oder Festigkeitsklasse 10.9 (EN 14399-3, -4, -7 & -8)
- CE-Kennzeichnung, Kennzeichen **HV** oder **HR**
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder Fertigungs-Chargennummer (Los-Kennzeichnung) auf Garnitur
- k-Klasse K1
- keine Veränderung der Schmierung bis zum finalen Anziehschritt! (z.B.: Nachschmieren mit MoS<sub>2</sub>, Witterungseinfluss durch Regen, ...)



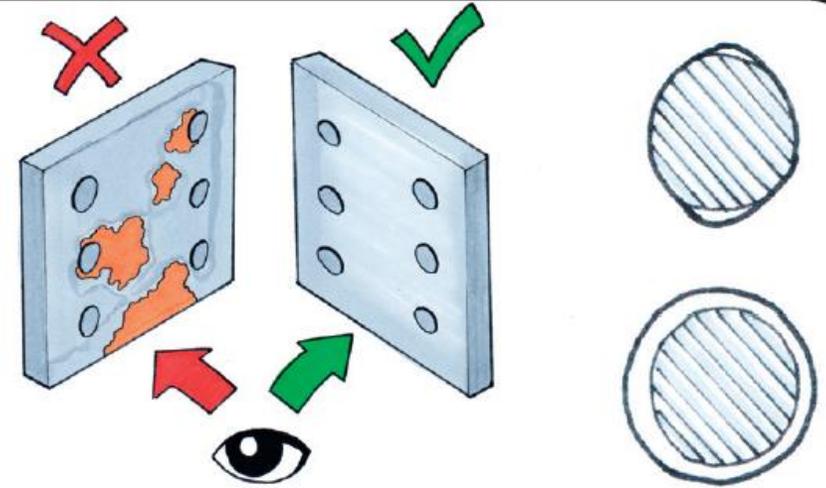


3



- Kontaktflächen: sauber (Beschichtung unversehrt)
- Lochspiel → EN 1090-2 Tab. 11
- Lage der Schraubenlöcher → EN 1090-2, D 1.8 & D 2.8
- Aufdornen → EN 1090-2, D 2.8.6: EXC1 & EXC2 Klasse 1, EXC3 & EXC4 Klasse 2

3

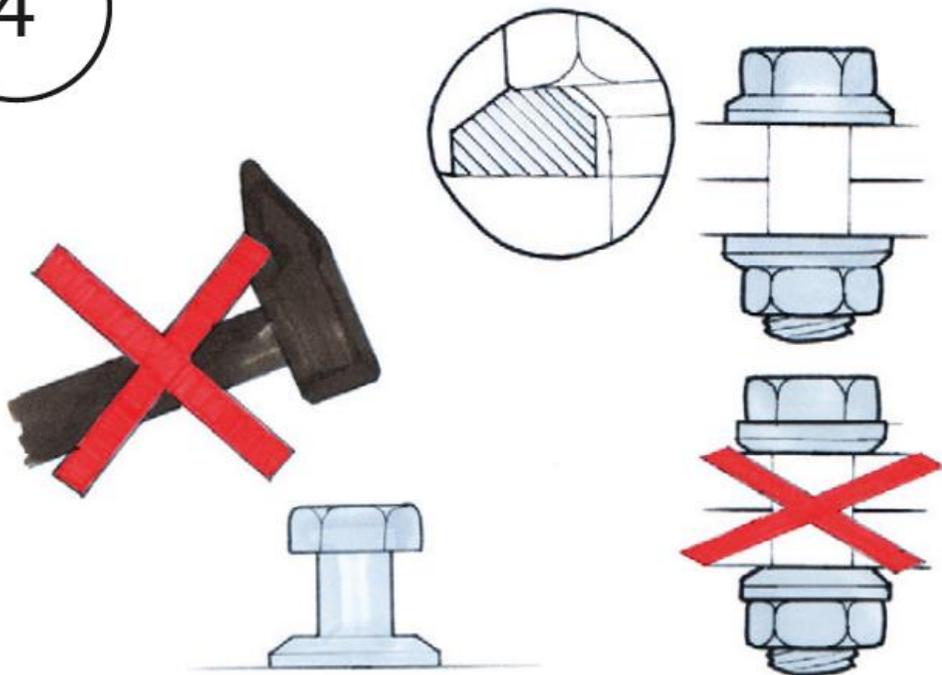


- Kontaktflächen: sauber (Beschichtung unversehrt)
- Nur Grundbeschichtung mit einer Trockenschichtdicke je Kontaktfläche  $< 100\mu\text{m}$  (gilt auch für Auflageflächen von Scheiben)  
→ EN 1090-2, Anhang F.4 & I
- Normales rundes Lochspiel → EN 1090-2, Tab.11
- Toleranzvorgaben beachten → EN 1090-2, 6.6.3 & Tab. B.8 & B.14 (z.B.: Ovalisierung durch Aufdornen  $< 1\text{mm}$ )



© Frank Götz

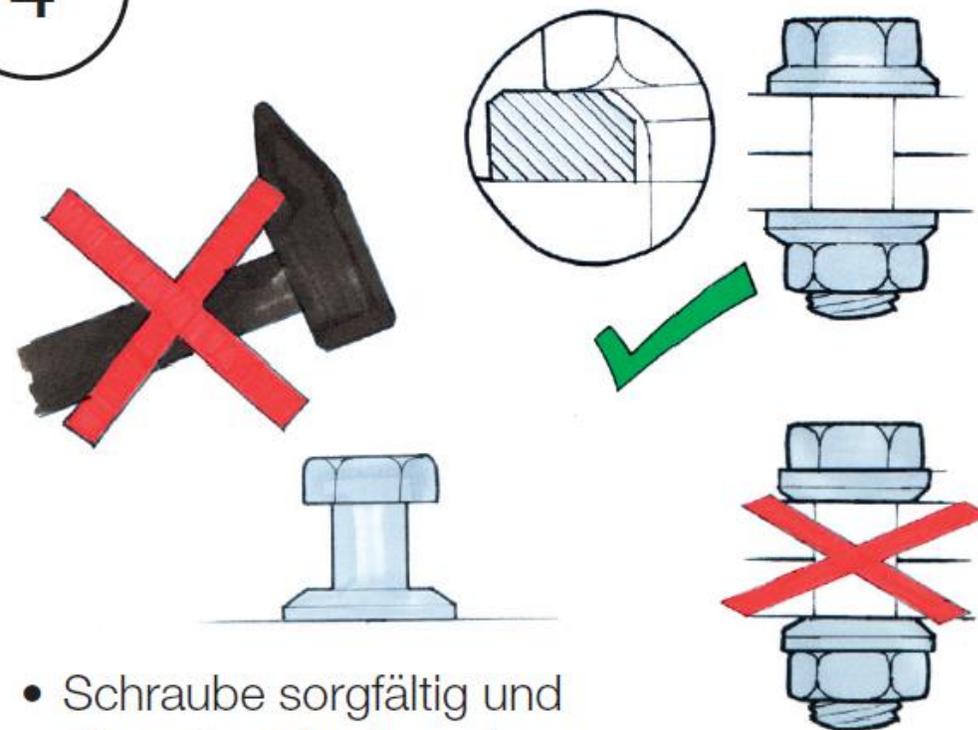
4



- Schrauben sorgfältig und ohne Gewalt einstecken
- Einsteckrichtung beachten:  
Anziehen erfolgt an der Mutter!
- Einbaurichtung der Scheiben:  
Fase zu Kopf und Mutter

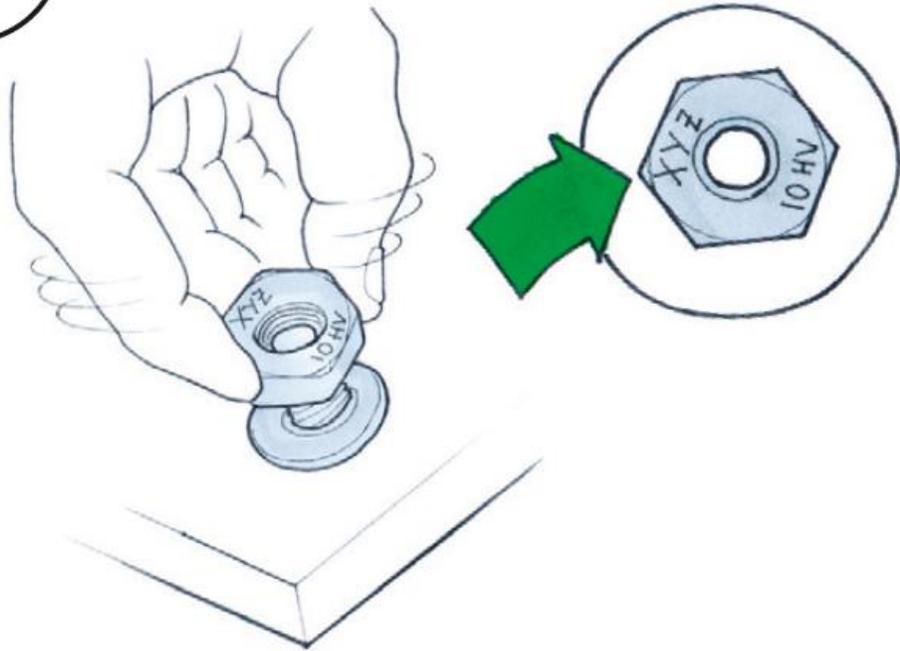


4



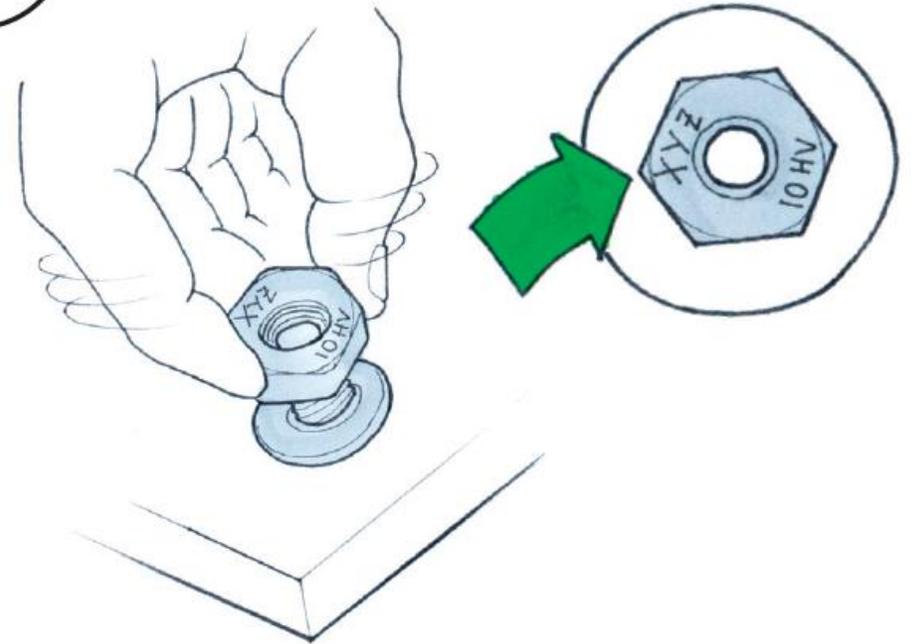
- Schraube sorgfältig und ohne Gewalt einstecken
- Einsteckrichtung der Schraube,  
wenn möglich, von oben nach unten
- Einbaurichtung der Scheibe:  
Fase zu Kopf und Mutter
- Anziehen erfolgt an der Mutter!

5



- Herstellerkennzeichen der Mutter muss sichtbar sein
- freie Drehbarkeit der Mutter prüfen
- Schraubengarnituren hinsichtlich ihrer Los-Zugehörigkeit kennzeichnen, falls nicht alle aus demselben Los sind

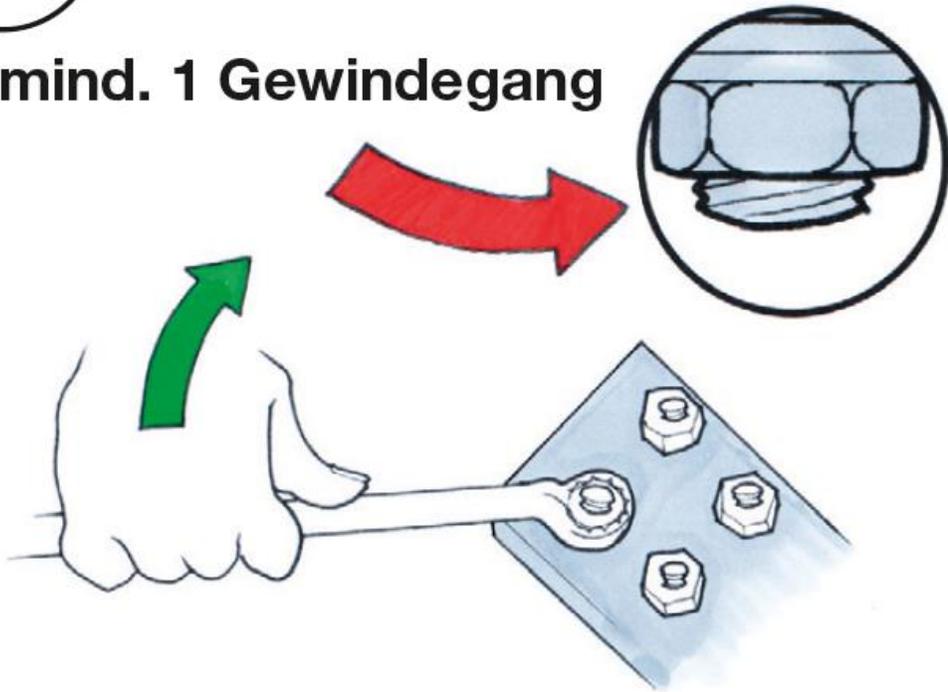
5



- Herstellerkennzeichen der Mutter muss sichtbar sein
- Mutter muss „von Hand“ frei drehbar sein
- Herstellervorgaben bei Verwendung von zusätzlichen Sicherungselementen beachten (z.B.: Keilsicherungsscheiben)

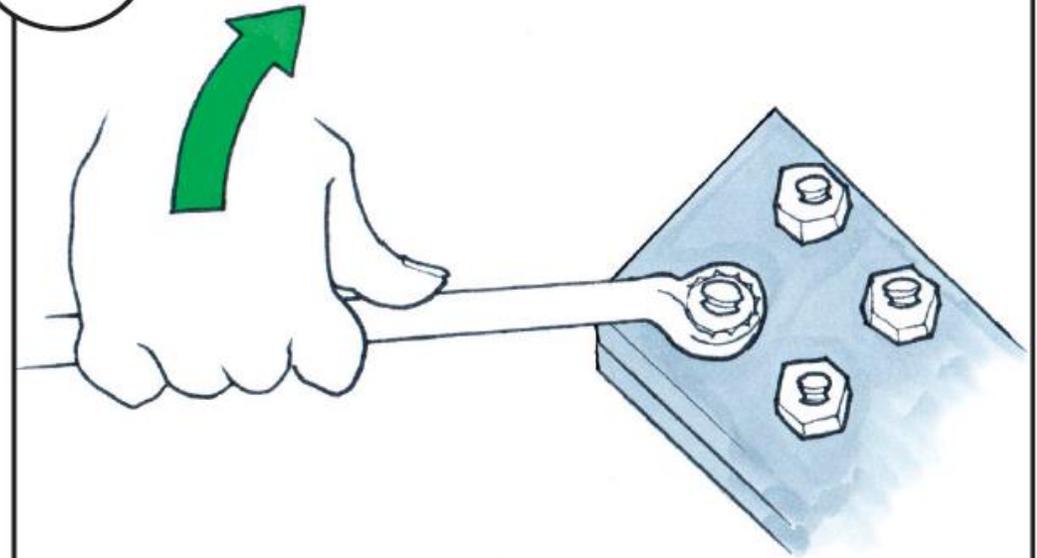
6

mind. 1 Gewindegang



- Bauteile anpassen
- an der Mutter handfest anziehen
- Gewindeüberstand kontrollieren (mind. 1 GWG)
- max. 3 Scheiben

6

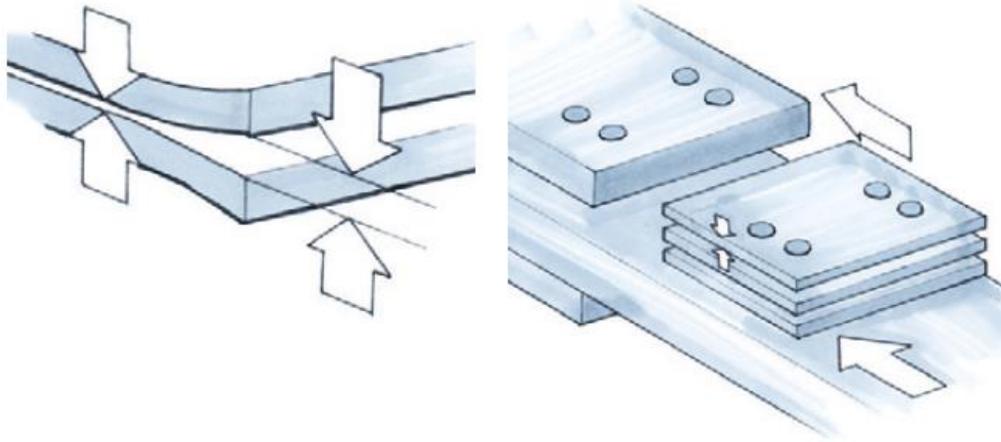


- Bauteile ausrichten
- an der Mutter handfest anziehen, mit normalem Schraubenschlüssel ohne Verlängerung
- je Schraubengarnitur: max. 3 Scheiben/Unterlegbleche
- Unterlegbleche:  $t \geq 4 \text{ mm}$



© Dr. Gerald Luza

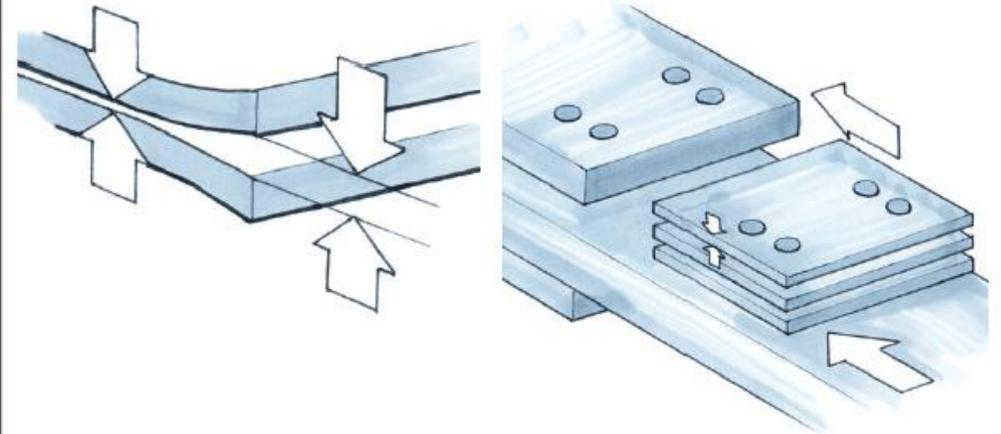
7



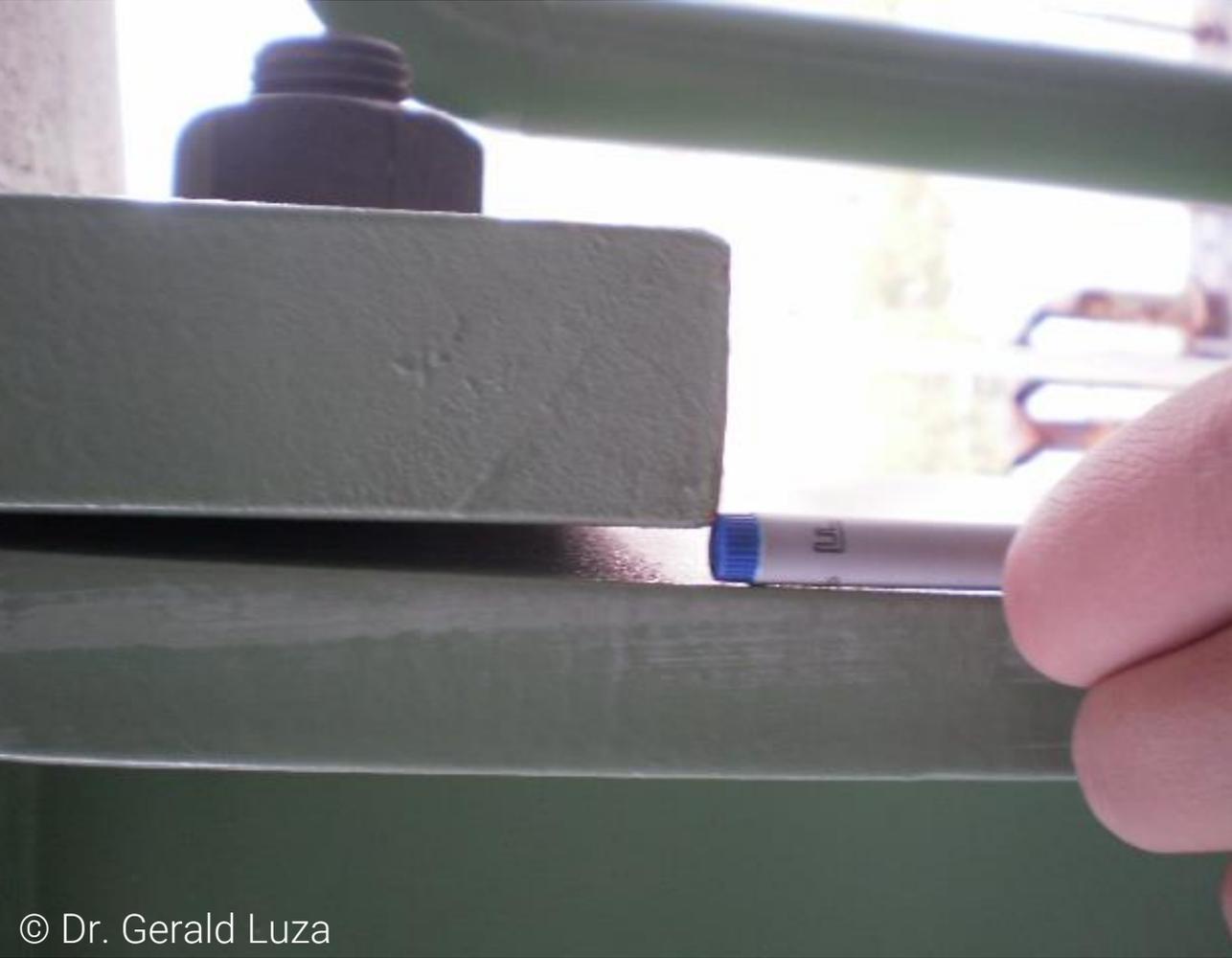
- Dickenunterschied der Bleche bei Scherverbindung  $\leq 1\text{ mm}$
- verbleibende Spalten an Kanten von Kopfplatten  $< 2\text{ mm}$  (Ausnahme: bei rechnerischer Ausnutzung der Kontaktwirkung vollständiges Anliegen)
- max. 3 Futterbleche (jeweils  $s \geq 2\text{ mm}$ )



7

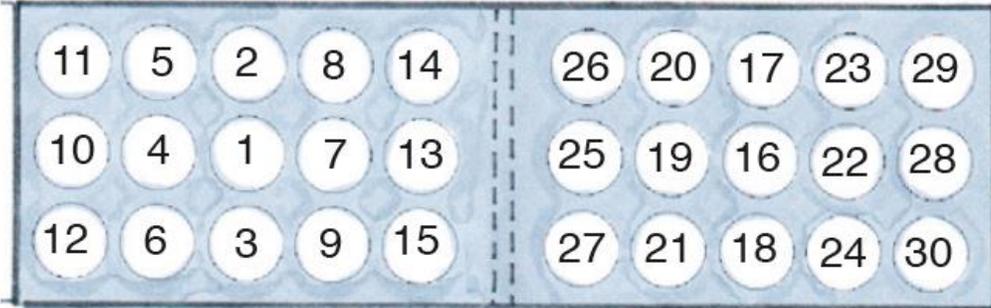
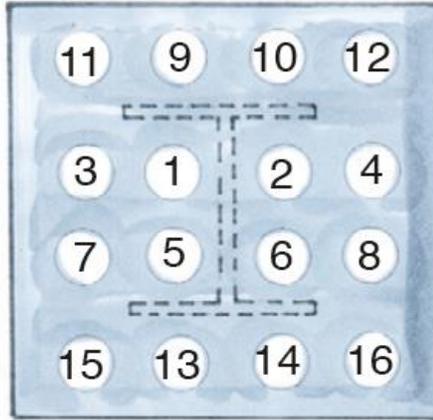


- verbleibende Spalten an Kanten:  $\leq 2\text{ mm}$
- Dickenunterschied der Bleche bei vorgespannten Laschenverbindungen:  $\leq 1\text{ mm}$
- max. 3 Futterbleche (jeweils  $t \geq 1\text{ mm}$ )  
Futterbleche  $\neq$  Unterlegblech (Schrauben)



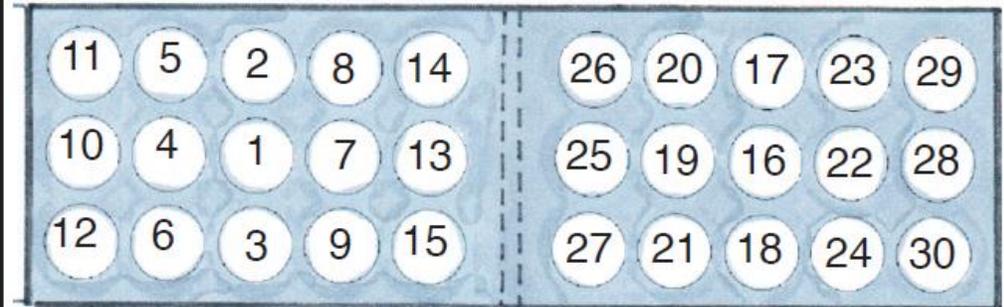
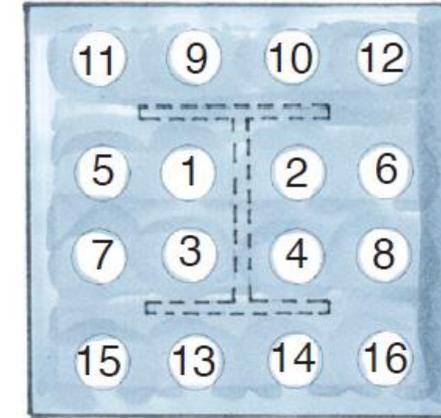
© Dr. Gerald Luza

8



- Anziehreihenfolge: schrittweise von steiferen zu weicheren Teilen (innen ➔ außen)
- Drehen der Mutter (Ausnahme: Drehen am Kopf, gesonderte Anweisung)

8



- Anziehreihenfolge: schrittweise von steiferen zu weicheren Teilen (innen ➔ außen)
- Drehen der Mutter (gesonderter Verfahrensnachweis bei Drehen am Kopf notwendig!)

9

**Vor-Anziehdrehmomente**  
 $M_{A1*} = 75\% M_{A, \text{soll}*} \text{ [Nm]}$

	Garnituren 8.8	Garnituren 10.9
M12	53	75
M16	130	190
M20	225	340
M24	450	600
M27	675	940
M30	900	1250
M36	1550	2100



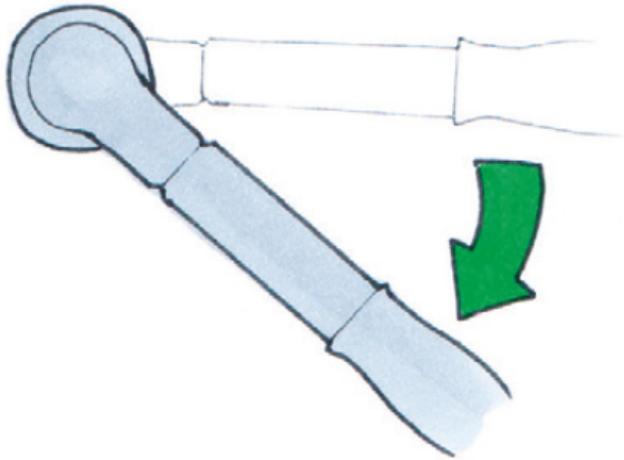
9

**Vor-Anziehdrehmomente**  
 $M_{A1*} \text{ [Nm] empfohlen}$

	Garnituren 8.8 <sup>1</sup>	Garnituren 10.9
M12	53	75
M16	130	190
M20	225	340
M24	450	600
M27	675	940
M30	900	1250
M36	1550	2100

<sup>1</sup>Anforderungen entsprechend Punkt 2 beachten

10

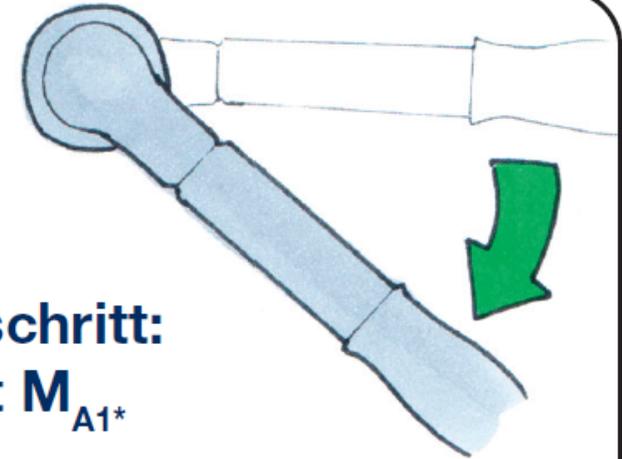


### 1. Schritt: anziehen mit 75% $M_{A,soll*}$

- anziehen mit Voranziehdrehmoment  $M_{A1*} \approx 0,75 \times M_{A,soll*}$  aller Garnituren einer Verbindung, bis die Verbindung vollständig zusammengezogen ist.
- Sichtkontrolle für vollflächiges Anliegen; falls erforderlich, weiter anziehen mit um max. 10% erhöhtem  $M_{A1}$ .



10



### 1. Vorspannschritt: Anziehen mit $M_{A1*}$

- Anziehen mit Vor-Anziehdrehmoment  $M_{A1*} \approx 0,75 \times M_{A,soll*}$  aller Garnituren einer Verbindung, bis die Verbindung vollständig zusammengezogen ist. Mehr als ein Anziehdurchgang kann notwendig sein, um gleichmäßige Vorspannkräfte zu erzielen.
- Sichtkontrolle auf vollflächiges Anliegen im Bereich der Schraubenlöcher. Falls erforderlich, weiter anziehen mit um max. 10% erhöhtem  $M_{A1*} = 1,1 \times M_{A,soll*}$

11

**Anziehdrehmomente  
100 %  $M_{A, \text{soll}^*}$  [Nm]**

	Garnituren 8.8	Garnituren 10.9
M12	70	100
M16	170	250
M20	300	450
M24	600	800
M27	900	1250
M30	1200	1650
M36	2100	2800



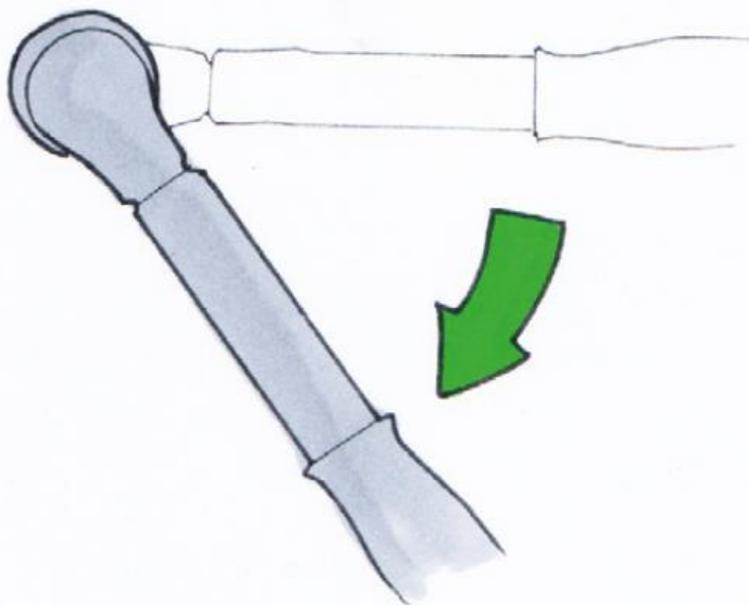
11

**Anziehdrehmoment  
 $M_{A, \text{soll}^*}$  [Nm]**

	Garnituren 8.8 <sup>1</sup>	Garnituren 10.9
M12	70	100
M16	170	250
M20	300	450
M24	600	800
M27	900	1250
M30	1200	1650
M36	2100	2800

<sup>1</sup>Anforderungen entsprechend Punkt 2 beachten

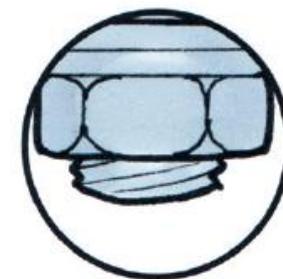
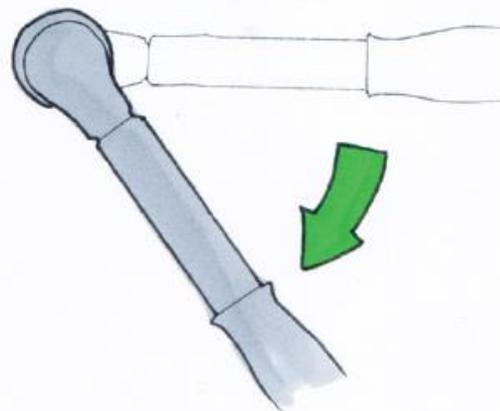
12



## 2. Schritt: anziehen mit 100% $M_{A,soll*}$

- anziehen mit Anziehdrehmoment  $1,00 \times M_{A,soll*}$
- Dokumentation der Zuordnung des ausführenden Personals

12

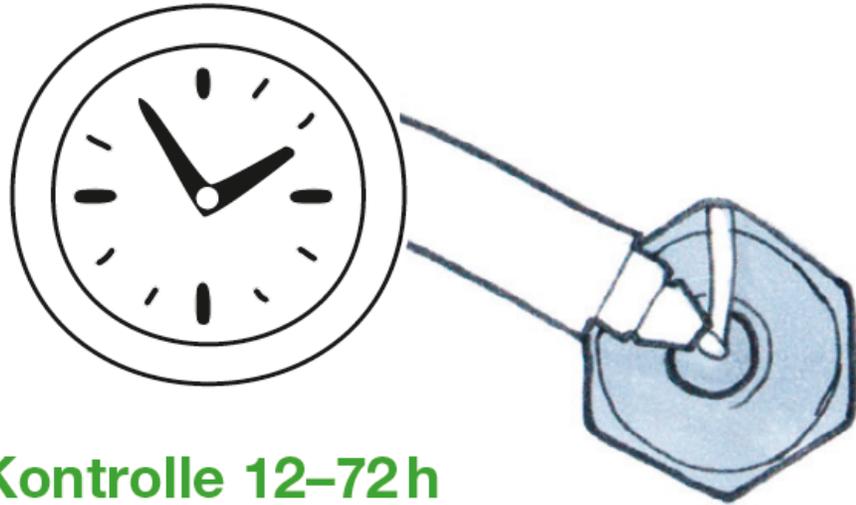


mindestens  
1 Gewindegang

## 2. Vorspannschritt: Anziehen mit $M_{A,soll*}$

- Anziehen mit Anziehdrehmoment  $M_{A,soll*}$
- Kontrolle: 1 vollständiger Gewindegang
- Kontrolle: verbleibende Spalte an Kanten (siehe Punkt 7)
- Dokumentation der Zuordnung des ausführenden und geschulten Personals

13



### Kontrolle 12-72h

- Kontrolle des 2. Anziehschritts innerhalb 12 bis 72 Stunden mit kalibriertem Anziehgerät
- Prüfumfang nach Prüflösen: 5 % der Garnituren bei EXC2, 10 % bei EXC3
- festgelegtes Stichprobenverfahren anwenden
- Mutter zum Schraubenschaft markieren

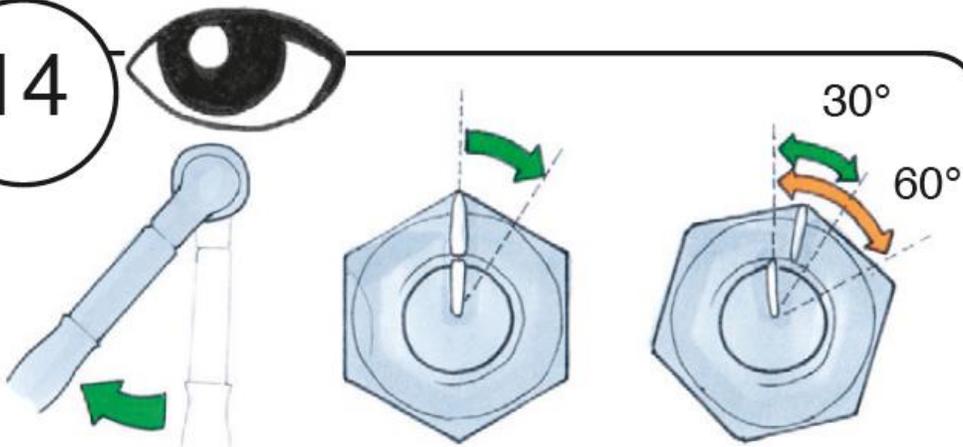
13



### Kontrolle nach 12 – 72 h

- Mutter zum Schraubenschaft markieren
- Kontrolle des 2. Anziehschritts innerhalb 12 bis 72 Stunden mit kalibriertem Anziehgerät mit  $1,1 \times M_{A,soll*}$
- Prüfumfang nach Prüflösen: 5 % der Garnituren bei EXC2, 10 % bei EXC3
- festgelegtes Stichprobenverfahren anwenden

14



**Kontrolle: anziehen mit 110%  $M_{A,soll}^*$**

- Messung des Weiterdrehwinkels nach Aufbringen des Kontroll-Anziehmoments

$$M_{A,kontroll}^* = 1,10 \times M_{A,soll}^*$$

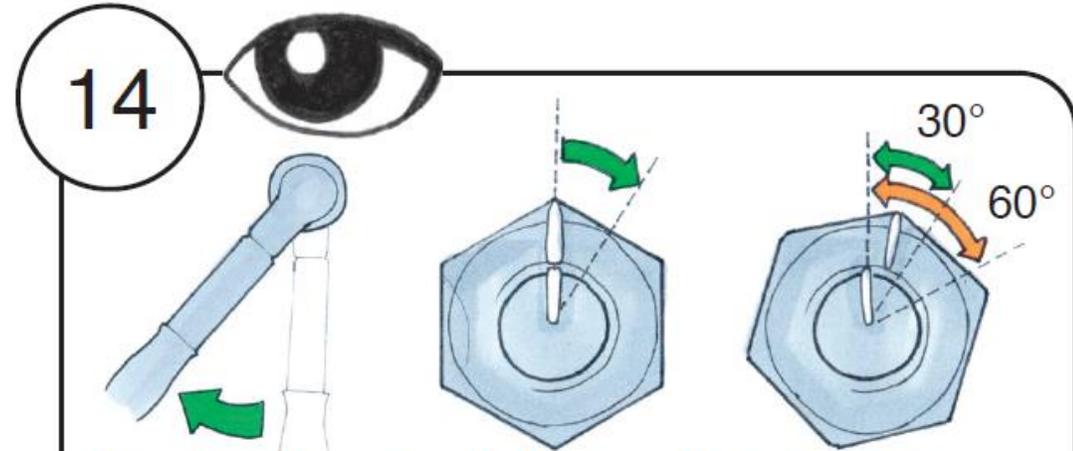
→ Weiterdrehwinkel  $< 30^\circ$  = fehlerfrei;

→  $30^\circ - 60^\circ$  belassen, aber Stichprobenumfang vergrößern  $>$  um 2 benachbarte Garnituren

→  $> 60^\circ$  fehlerhaft, Austausch und Rückmeldung an Bauleitung!

- Dokumentation fertigstellen

14



**Kontrolle: Anziehen mit  $1,1 \times M_{A,soll}^*$**

- Messung des Weiterdrehwinkels nach Aufbringen des Kontroll-Anziehmoments

$$M_{A,kontroll}^* = 1,10 \times M_{A,soll}^*$$

→  $< 30^\circ$  = fehlerfrei

→  $30^\circ - 60^\circ$  = fehlerhaft, Garnitur belassen und zwei benachbarte Garnituren im gleichen Anschluss prüfen

→  $> 60^\circ$  = fehlerhaft, Garnitur austauschen und zwei benachbarte Garnituren im gleichen Anschluss prüfen

- Dokumentation fertigstellen

**Kombiniertes Vorspannverfahren (KVV)**

Volle Vorspannkraft  $F_{p,c}$

Schraubenweisung vorgespannter Schraubenverbindungen zur Sicherstellung der Gleitfestigkeit bzw. Tragfähigkeit

**1**

- Dokumentation:
  - Ausführungsplan
  - Kontroll- und Prüfplan
  - Schraubenprotokoll
  - Zuordnung Personal
- Werkzeug mit einer nachgewiesenen Genauigkeit von  $\pm 10\%$  (EN ISO 6789)
- Prüfung Anziehgerät nach 5.000 Lastwechsel (mind. jährlich)

**2**

- Nur Schraubengarnituren (Schraube + je 1 Scheibe kopf- und mutterseitig + Mutter) von einem Hersteller
- Festigkeitsklasse 8.8 (EN 14399-3 & -7) oder Festigkeitsklasse 10.9 (EN 14399-3, -4, -7 & -8)
- CE-Kennzeichnung, Kennzeichen HV oder HR
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder Fertigungs-Chargennummer (Los-Kennzeichnung) auf Garnitur
- k-Klasse K1 oder K2
- keine Veränderung der Schmierung bis zum finalen Anziehschritt! (z.B.: Nachschmieren mit  $MoS_2$ , Witterungseinfluss durch Regen, ...)

**3**

- Kontaktflächen: sauber (Beschichtung unverseht)
- Nur Grundbeschichtung mit einer Trockenschichtdicke je Kontaktfläche  $< 100 \mu m$  (gilt auch für Auflageflächen von Scheiben)  $\Rightarrow$  EN 1090-2, Anhang F.4 & I
- Normales rundes Lochspiel  $\Rightarrow$  EN 1090-2, Tab.11
- Toleranzvorgaben beachten  $\Rightarrow$  EN 1090-2, 6.6.3 & Tab. B.8 & B.14 (z.B.: Ovalsierung durch Aufdornen  $< 1 mm$ )

**4**

- Schraube sorgfältig und ohne Gewalt einstecken
- Einsteckrichtung der Schraube, wenn möglich, von oben nach unten
- Einbaurichtung der Scheibe: Fase zu Kopf und Mutter
- Anziehen erfolgt an der Mutter!

# KOMBINIERTES VORSPANNVERFAHREN (KVV)

**5**

- Herstellerkennzeichen der Mutter muss sichtbar sein
- Mutter muss „von Hand“ frei drehbar sein
- Herstellervorgaben bei Verwendung von zusätzlichen Sicherungselementen beachten (z.B.: Kellsicherungsscheiben)

**6**

- Bauteile ausrichten
- an der Mutter handfest anziehen, mit normalem Schraubenschlüssel ohne Verlängerung
- je Schraubengarnitur: max. 3 Scheiben/Unterlegbleche
- Unterlegbleche:  $t \geq 4 mm$

**7**

- verbleibende Spalten an Kanten:  $\leq 2 mm$
- Dickenunterschied der Bleche bei vorgespannten Laschenverbindungen:  $\leq 1 mm$
- max. 3 Futterbleche (jeweils  $t \geq 1 mm$ )  
Futterbleche  $\neq$  Unterlegblech (Schrauben)

**8**

11 9 10 12  
5 1 2 6  
7 3 4 8  
15 13 14 16

11 5 2 8 14 26 20 17 23 29  
10 4 1 7 13 25 19 16 22 28  
12 6 3 9 15 27 21 18 24 30

- Anziehreihenfolge: schrittweise von steiferen zu weicheren Teilen (Innen  $\Rightarrow$  außen)
- Drehen der Mutter (gesonderte Kalibrierprüfung bei Drehen am Kopf notwendig!)

**9** Vor-Anziehdrehmomente  $M_{A1}$  [Nm] gültig für K1<sup>2</sup>

	Garnituren 8.8 <sup>1</sup>	Garnituren 10.9
M12	50	75
M16	120	190
M20	220	340
M24	450	600
M27	670	940
M30	900	1240
M36	1570	2100

<sup>1</sup>Anforderungen entsprechend Punkt 2 beachten  
<sup>2</sup>für K2 gilt EN 1090-2 6.5.4a

**10**

**1. Vorspannschritt: Anziehen mit  $M_{A1}$**

- Anziehen mit Vor-Anziehdrehmoment  $M_{A1}$ . Mehr als ein Anziehdurchgang kann notwendig sein, um gleichmäßige Vorspannkraft zu erzielen.
- Sichtkontrolle auf vollständiges Anliegen im Bereich der Schraubenlöcher. Falls erforderlich, Verbindung lösen, Spalte schließen (z.B.: Unterfütern mit Blechen) und Anziehvorgang wiederholen
- Lage der Mutter zum Schraubenschaft markieren

**11**

**Kontrolle nach dem 1. Vorspannschritt**

- Kontrollanziehdrehmoment  $M_{A1}$
- mind. 5% der Garnituren einer Schraubengruppe in EXC3 & EXC4 (keine Kontrolle in EXC2)
- Messung des Weiterdrehwinkels:
  - $\leq 15^\circ$  = fehlerfrei
  - $> 15^\circ$  = fehlerhaft, Prüfumfang auf Schraubengruppe ausweiten (z.B.: Verbindung)
- Falls erforderlich, neue Markierung anbringen

**12**

**Haltepunkt!** Vor Beginn des 2. Vorspannschrittes muss der 1. Vorspannschritt für alle Schrauben einer Verbindung abgeschlossen sein!

**2. Vorspannschritt**  
t = Klemmlänge: Gesamtdicke zu verbindenden Teile inkl. Futterblechen, Scheiben, ...  
d = Schraubendurchmesser

	aufzubringender Drehwinkel	
	Grad	Drehung
t < 2d	60	1/6
2d $\leq$ t < 6d	90	1/4
6d $\leq$ t < 10d	120	1/3

**13**

mindestens 1 Gewindegang

**2. Vorspannschritt: Weiterdrehwinkel aufbringen**

- festgelegten Drehwinkel (Soll-Drehwinkel) nach Tabelle auf der Mutter aufbringen
- Kontrolle: 1 vollständiger Gewindegang
- Kontrolle: verbleibende Spalte an Kanten (siehe Punkt 7)
- Dokumentation der Zuordnung des ausführenden und geschulten Personals

**14**

**Vollständige visuelle Kontrolle nach dem 2. Vorspannschritt**

- Bewertung der Abweichung des Drehwinkels:
  - $\Rightarrow < -15^\circ$  als festgelegter Wert = fehlerhaft  $\Rightarrow$  Korrektur, Prüfumfang auf Schraubenuntergruppe ausweiten (z.B.: Verbindung)
  - $\Rightarrow -15$  bis  $+30$  = fehlerfrei
  - $\Rightarrow > +30^\circ$  als festgelegter Wert = Garnitur überdreht  $\Rightarrow$  ersetzen, Prüfumfang auf Schraubenuntergruppe ausweiten (z.B.: Verbindung)

© Österreichischer Stahlbauverband 2022, Illustration Luna Mateus

9

**1. Anziehschritt**Vorspannkkräfte  $F_{p,c}$  [kN]Voranziehdrehmomente  $M_{A1}$  [Nm]

Garnituren 10.9, k-Klasse K 1

	$F_{p,c}$ [kN]	$M_{A1} = 0,75 \cdot M_{r,1}$ [Nm]
<b>M12</b>	<b>59</b>	<b>70</b>
<b>M16</b>	<b>110</b>	<b>170</b>
<b>M20</b>	<b>172</b>	<b>340</b>
<b>M24</b>	<b>247</b>	<b>580</b>
<b>M27</b>	<b>321</b>	<b>850</b>
<b>M30</b>	<b>393</b>	<b>1150</b>
<b>M36</b>	<b>572</b>	<b>2010</b>

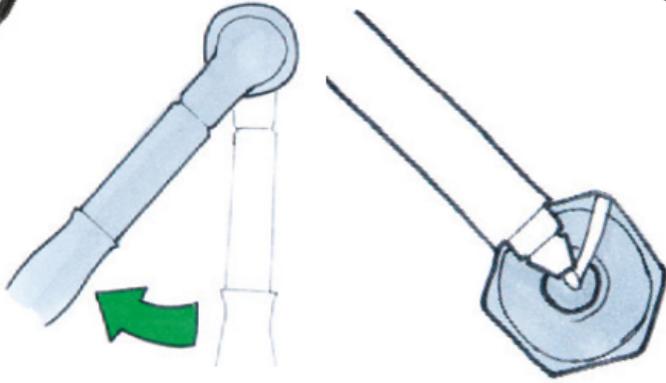
9

**Vor-Anziehdrehmomente  
 $M_{A1}$  [Nm] gültig für K1<sup>2</sup>**

	Garnituren 8.8 <sup>1</sup>	Garnituren 10.9
<b>M12</b>	<b>50</b>	<b>75</b>
<b>M16</b>	<b>120</b>	<b>190</b>
<b>M20</b>	<b>220</b>	<b>340</b>
<b>M24</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
<b>M27</b>	<b>670</b>	<b>940</b>
<b>M30</b>	<b>900</b>	<b>1240</b>
<b>M36</b>	<b>1570</b>	<b>2100</b>

<sup>1</sup>Anforderungen entsprechend Punkt 2 beachten<sup>2</sup>für K2 gilt EN 1090-2 8.5.4a

10

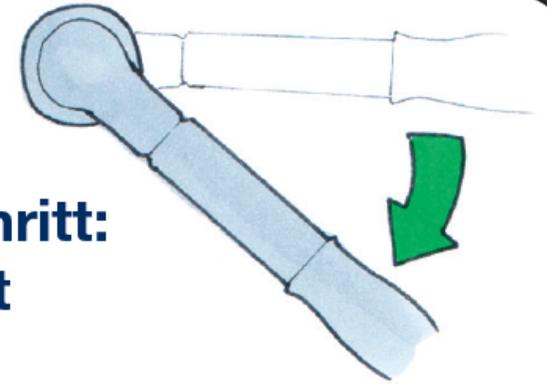


### 1. Schritt: anziehen mit $M_{A1} = 0,75 \times M_{r,1}$ & markieren

- Voranziehmoment  $M_{A1} = 0,75 \times M_{r,1}$  aufbringen bis Verbindung vollständig zusammengezogen
- Sichtkontrolle für vollflächiges Anliegen; falls erforderlich, weiter anziehen mit um max. 10% erhöhtem  $M_{A1}$
- Lage der Mutter zum Schraubenschaft bei den zu prüfenden Garnituren markieren (z. B. 5% bei EXC3 & EXC4)



10



### 1. Vorspannschritt: Anziehen mit $M_{A1}$

- Anziehen mit Vor-Anziehdrehmoment  $M_{A1}$ . Mehr als ein Anziehdurchgang kann notwendig sein, um gleichmäßige Vorspannkräfte zu erzielen.
- Sichtkontrolle auf vollflächiges Anliegen im Bereich der Schraubenlöcher. Falls erforderlich, Verbindung lösen, Spalte schließen (z.B.: Unterfüttern mit Blechen) und Anziehvorgang wiederholen
- Lage der Mutter zum Schraubenschaft markieren

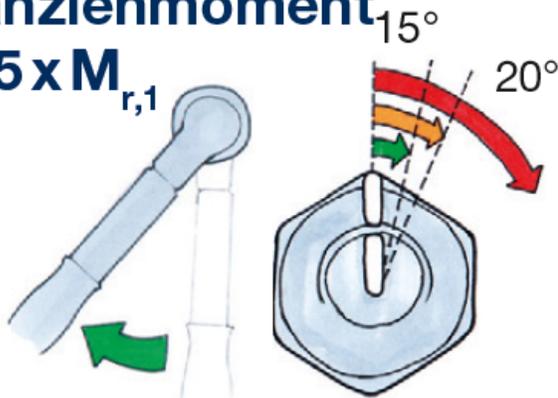
11



## Kontrolle nach dem 1. Anziehschritt

### Kontrollanziehmoment

$$M_{A1} = 0,75 \times M_{r,1}$$



- mind. 5 % der Garnituren einer Schraubengruppe in EXC3 & EXC4 (keine Kontrolle in EXC2)
- Anziehgerät bei Kontrolle mit +/-10% Genauigkeit
- Messung des Weiterdrehwinkels:

→ Weiterdrehwinkel < 15° = fehlerfrei

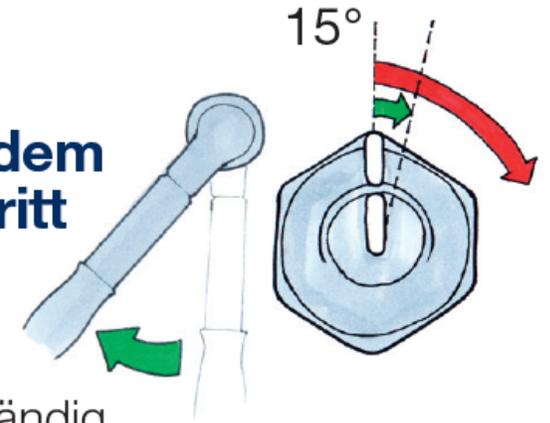
→ 15–20° belassen, erweiterter Toleranzbereich

→ > 20° fehlerhaft

11



## Kontrolle nach dem 1. Vorspannschritt



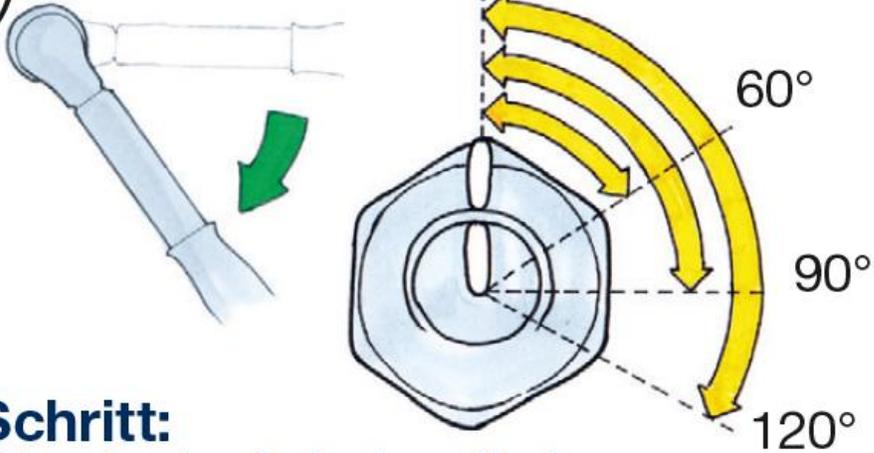
- Kontrollanziehmoment  $M_{A1}$
- Kontrolle auf vollständig zusammengezogene Fuge
- mind. 5 % der Garnituren einer Schraubengruppe in EXC3 & EXC4 (keine Kontrolle in EXC2)
- Messung des Weiterdrehwinkels:

→ ≤ 15° = fehlerfrei

→ > 15° = fehlerhaft, Prüfumfang auf Schraubenuntergruppe ausweiten (z.B.: Verbindung)

- Falls erforderlich, neue Markierung anbringen

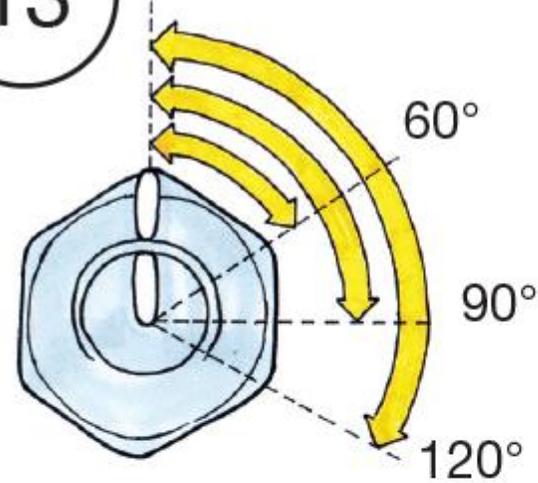
13



## 2. Schritt: Weiterdrehwinkel aufbringen

- festgelegten Drehwinkel (Soll-Drehwinkel) nach Tabelle auf der Mutter aufbringen
- Dokumentation der Zuordnung des Personals 1. und 2. Schritt
- Lage der Mutter zum Schraubenschaft bei den zu prüfenden Garnituren markieren (z. B. 10 %, bei EXC3 & EXC4 – wobei die 5 % der 1. Kontrolle zu inkludieren sind)

13



mindestens  
1 Gewinde-  
gang

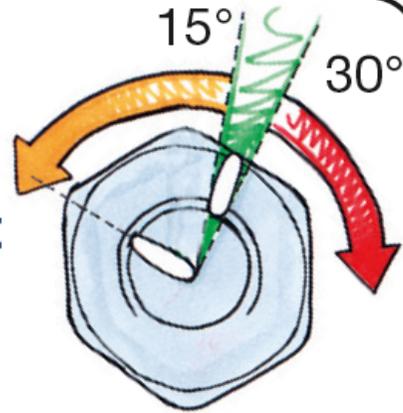
## 2. Vorspannschritt: Weiterdrehwinkel aufbringen

- festgelegten Drehwinkel (Soll-Drehwinkel) nach Tabelle auf der Mutter aufbringen
- Kontrolle: 1 vollständiger Gewindegang
- Kontrolle: verbleibende Spalte an Kanten (siehe Punkt 7)
- Dokumentation der Zuordnung des ausführenden und geschulten Personals

14



## Visuelle Kontrolle nach dem 2. Anziehschritt



- Prüfumfang der Garnituren einer Schrauben- gruppe mind. 5% bei EXC2, mind. 10% bei EXC3 & EXC4
- Stichprobenkontrolle des Drehwinkels: sequentieller Stichprobenplan Typ A bei EXC2 & EXC3, Typ B bei EXC4
- Bewertung der Abweichung des Drehwinkels:

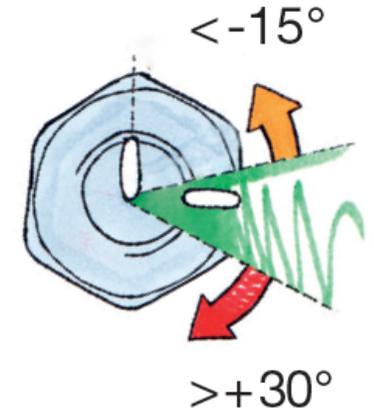
**< 15° als festgelegter Wert = fehlerhaft  
→ Korrektur**

**> 30° als festgelegter Wert = Garnitur überdreht → ersetzen, Rückmeldung an Bauleitung!**

14



## Vollständige visuelle Kontrolle nach dem 2. Vorspannschritt



- Bewertung der Abweichung des Drehwinkels:

**→ < -15° als festgelegter Wert = fehlerhaft → Korrektur, Prüfumfang auf Schraubenuntergruppe ausweiten (z.B.: Verbindung)**

**→ -15 bis +30 = fehlerfrei**

**→ > +30° als festgelegter Wert = Garnitur überdreht → ersetzen, Prüfumfang auf Schraubenuntergruppe ausweiten (z.B.: Verbindung)**

# NÄCHSTE SCHRITTE

- Kommentar zu Schraubanweisung
- Praxisbeispiele
- Best Practice

