

- vorhandene Beschichtung intakt sind, ggf. ist nach zu beschichten.
- Ausführung und Festigkeitsklasse von Schraube und Mutter müssen übereinstimmen.
 - Auf Kennzeichnung von Schraube und Mutter achten und nach außen sichtbar montieren.
- Oberflächenzustand der Garnituren beachten
 - feuerverzinkt / geschmiert mit Mo-Sulfid oder
 - wie hergestellt / geschmiert mit Mo-Sulfid
- Dickenunterschiede zwischen Bauteilen in gleicher Lage sind auszugleichen auf maximal 1 mm (in korrosiver Umgebung ggf. weniger um Spaltkorrosion zu vermeiden).
 - Es dürfen maximal 3 Futterbleche (Mindestblechdicke jeweils 2 mm) eingesetzt werden, wobei deren Material- und Korrosionseigenschaften denen der anliegenden Bauteile entsprechen müssen.

4. Anziehen

- **Es darf nur mit geprüfem Drehmomentschlüssel bzw. geprüfem Drehmoment-Hydraulikschrauber** (Stempel beachten) **gearbeitet werden.**
- Das Anziehen der Verbindung erfolgt durch Drehen der Mutter. (Auf kontinuierliche und gleichmäßige Kraftaufbringung achten!)
- **Das Anziehverfahren ist entsprechend den Anforderungen an die Verbindung bzw. entsprechend der aufzubringenden Vorspannkraft zu wählen.**



Zum Anziehen von Verbindungen mit Schrauben der k-Klasse k1 (nach DIN EN 14399-1), die auf die **volle Mindestvorspannkraft $F_{p,c}$** entsprechend DIN EN 1090-2 (siehe Tabelle 1) vorgespannt werden müssen, ist das **kombinierten Anzieh-Verfahren** zu verwenden!

Müssen diese Verbindungen nur auf die **geringere Regelvorspannkraft F_{p,c^*}** (siehe Tabelle 2) vorgespannt werden, dürfen sie dem **(modifizierten) Drehmoment-Verfahren** (DIN EN 1993-4/NA) angezogen. werden.

| Tabelle 1: Mindestvorspannkraft (nach DIN EN 1090-2) | | | | | | | | | Tabelle 2: Regelvorspannkraft (nach DIN EN 1993-4/NA) | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mindestvorspannkraft $F_{p,c}$ in kN für Schrauben mit metrischem ISO- Regelgewinde und Nenndurchmesser | | | | | | | | | Regelvorspannkraft F_{p,c^*} in kN für Schrauben mit metrischem ISO- Regelgewinde und Nenndurchmesser | | | | | | | | |
| Festigkeitsklasse | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 | M36 | Festigkeitsklasse | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 | M36 |
| 8.8 | 47 | 88 | 137 | 170 | 198 | 257 | 314 | 458 | 8.8 | 35 | 70 | 110 | 130 | 150 | 200 | 245 | 355 |
| 10.9 | 59 | 110 | 172 | 212 | 247 | 321 | 393 | 572 | 10.9 | 50 | 100 | 160 | 190 | 220 | 290 | 350 | 510 |

4.1 Kombiniertes Verfahren

(PA 82-4 "Prüfung planmäßig vorgespannter Schraubenverbindungen" beachten!)

- Im 1. Anziehschritt ist das Drehmoment lt. Tabelle 1a aufzubringen.
- Sichtprüfung auf vollständiges Zusammenziehen der Verbindung, Kontrolle des Drehmoments und Markierung der Verbindung.

- Die Kennzeichnung ist so anzubringen, dass die relative Lage der Mutter zur Verbindung erkennbar ist.
- Im 2. Anziehschritt ist die Verbindung mit dem Weiterdrehwinkel nach Tabelle 1b vorzuspannen um die erforderliche Mindestvorspannkraft $F_{p,c}$ zu erreichen.
 - Setzen einer zweiten Kennzeichnung (zur Kontrolle des Weiterdrehwinkels)
- Kontrolle des Weiterdrehwinkels, siehe [PA 82-4](#)

Tabelle 1a: Anziehmoment zum Vorspannen auf 75% der Mindestvorspannkraft

| Festigkeitsklasse | Anziehdrehmoment in Nm (1. Anziehschritt) bei Nenndurchmesser | | | | | | | |
|-------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 |
| 8.8 | 55 | 137 | 267 | 365 | 463 | 677 | 918 | 1608 |
| 10.9 | 69 | 172 | 335 | 455 | 578 | 845 | 1150 | 2008 |

Referenz-Drehmoment vereinfachend angesetzt als $M_{r,1} = 0,13 d F_{p,c}$

Tabelle 1b: Weiterdrehwinkel $\delta\theta$ zum Erreichen der vollen Mindestvorspannkraft

| Gesamtenddicke „t“ der zu verbindenden Teile (einschl. aller Futterbleche und Scheiben) <i>d</i> = Schraubendurchmesser | Während des 2. Anziehschritts aufzubringender Weiterdrehwinkel $\delta\theta$ | |
|--|---|-----------|
| | Grad | Umdrehung |
| $t < 2 d$ | 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

4.2 (modifiziertes) Drehmoment-Verfahren

Dieses Verfahren ermöglicht ein beliebiges stufenweises Vorspannen in Anschlüssen mit vielen Schrauben sowie ein Nachziehen als Kontrolle oder zum Ausgleich von Vorspannkraftverlusten nach wenigen Tagen.

([PA 82-4 "Prüfung planmäßig vorgespannter Schraubenverbindungen"](#) beachten!)

- Der 1. Anziehschritt kann beliebig gewählt werden.
- Sichtprüfung auf vollständiges Zusammenziehen der Verbindung
- Im 2. Anziehschritt muss das Drehmoment lt. Tabelle 2a aufgebracht werden.
 - Bei Vorspannkraften, die kleiner als die Regelvorspannkraft F_{p,C^*} (Tabelle 2) sind, ist das Anziehdrehmoment proportional zu reduzieren.
- Kontrolle des Anziehmoments.

Tabelle 2a: Anziehmomente zum Vorspannen auf die Regelvorspannkraft $F < f_s \cdot 0,7 \cdot F_{p,C^*}$

| Festigkeitsklasse | Anziehdrehmoment in Nm (2. Anziehschritt) bei Nenndurchmesser | | | | | | | |
|-------------------|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | M 12 | M 16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 | M36 |
| 8.8 | 35 | 70 | 110 | 130 | 150 | 200 | 245 | 355 |

