



- 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.
- Kontrolle des Weiterdrehwinkels.

**Tabelle 1a: Anziehungsmoment 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**

Gesamttenndicke „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 Anziehungsmoments.

**Tabelle 2a: Anziehungsmomente zum Vorspannen auf die Regelvorspannkraft  $F_{p,c^*}$**

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
10.9	50	100	160	190	220	290	350	510

