

Deskriptoren:	Anziehdrehmoment, Vorspannkraft, Anziehverfahren, Verbindungselement	Ersatz für BMW N 60002.0 T2: 1998-10
Descriptors:	tightening torque, clamping force, tightening procedure, fastener	Supersedes BMW S 60002.0 P2: 1998-10

Anziehdrehmomente / Vorspannkräfte für Schrauben und Muttern mit metrischem Gewinde

Zeichnungseintragung, Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente, Anziehverfahren

Tightening torques / clamping forces for screws and nuts with metric thread

Drawing entry, clamping forces and tightening torques, tightening procedures

Ausdrucke unterliegen nicht dem Änderungsdienst.

Print-outs are not subject to the change service.

Fortsetzung Seite 2 bis 14
Continued on pages 2 to 14

BMW AG Normung: 80788 München

Maße in mm	Dimensions in mm
Inhalt	Contents
Seite	Page
1 Anwendungsbereich und Zweck	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Rundungsverfahren	4
4 Übertragbarkeit der Anziedrehmomente und Vorspannkräfte auf andere Muttern und Schrauben	4
5 Formelzeichen	5
6 Zeichnungseintragung	6
7 Reduzierte Anziehmomente	7
8 Mehrfachanzug und Reparaturfall	7
9 Verschraubungsklassen	8
10 Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente ..	14
In case of dispute the German wording shall be valid.	

Vorwort

Diese Konzern Norm gilt ab den Fahrzeugprojekten E52, E53, E65, R50 und alle folgenden.

Grundlage dieser Norm ist die VDI 2230 Blatt1.

Reibungszahl, Anziehdrehmoment und Vorspannkraft stehen miteinander in einer direkten Wechselwirkung. Die Reibungszahlen werden durch Werkstoffpaarungen und Oberflächenbeschichtungen beeinflußt.

Für Oberflächenbeschichtungen von Gewindeteilen gilt GS 90010.

Um ein gleichmäßiges Verschraubungsergebnis zu erzielen, müssen die Streubreite der Reibungszahlen eingeengt und die Höhe des Mittelwertes der Reibungszahlen festgelegt werden. Dies kann durch eine geeignete Schmierung (VDA 235-101) erreicht werden.

Diese Konzern Norm wurde mit den verantwortlichen Bereichen des BMW Konzerns abgestimmt.

Für die in der Norm zitierten deutschen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden internationalen Normen hingewiesen:

Foreword

This Group Standard (GS) applies beginning with vehicle projects E52, E53, E65 and all future projects.

This GS is based on VDI 2230 Sheet1.

There is a direct interaction between coefficient of friction, tightening torque and clamping force. The coefficients of friction are a function of material combinations and surface coatings.

For surface coatings of threaded parts GS 90010 applies.

In order to achieve a constant bolting result, the spread of the coefficients of friction has to be restricted and their average value has to be determined. This can be realized by a suitable lubrication (VDA 235-101).

This Group Standard been been coordinated with the responsible departments of the BMW Group.

Subsequently, for each cited German standard the corresponding international standard is listed:

Nationale Normen/National Standards	Internationale Normen/International Standards
DIN EN 1665	EN 1665
DIN EN 20273	EN 20273
DIN EN ISO 898-1	ISO 898-1
DIN EN ISO 4014	ISO 4014

Änderungen

Gegenüber der BMWN 60002.0 Teil 2 Ausgabe Oktober 1998 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Norm als Konzernnorm erstellt.
- Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.
- Formelzeichen F_Y in F_M geändert.
- Zeichnungseintrag bezüglich Längung der Schraube ergänzt.
- Abschnitt 8: Mehrfachanzug neu definiert.
- Indizes in Tabelle 2 richtiggestellt.
- Die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Amendments

The following amendments have been made to the October 1998 edition: BMWS 60002 Part 2

- Standard prepared as Group Standard.
- The normative references have been changed.
- Symbol F_Y has been changed to F_M .
- Drawing entry has been supplement by elongation of the screw.
- Section 8: multiple tightening has been newly defined.
- Indices in Table 2 have been corrected.
- The standard has been editorially revised.

Frühere Ausgaben

BMW N (S) 60002.0 Teil 1: 09.71, 05.79, 03.80, 01.83, 10.94, 10.98

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die in der Norm GS 90003-2 in Tabellen zusammengestellten Anziehdrehmomente / Vorspannkräfte gelten nur für Verbindungselemente, bei denen die Reibungszahlen, ggf. durch eine Gleitmittelbehandlung, auf ein Reibwertfenster von $\mu_{ges} = 0,09$ bis $0,15$ eingestellt sind.

Einschließlich Meßunsicherheiten darf bei den Teilreibungszahlen (μ_G , μ_K) der Wert von 0,08 nicht unterschritten und der Wert von 0,16 nicht überschritten werden.

Für den Mittelwert einer Meßreihe ist ein Wert von $\mu_{ges} = 0,12$ anzustreben.

Vorspannkraft/Anziehdrehmoment-Tabellen dienen zur Festlegung des Anziehdrehmomentes, falls keine experimentelle Ermittlung desselben vorgesehen ist. Die in derartigen Tabellen üblicherweise mitangegebenen Vorspannkräfte stellen für den Konstrukteur ein Hilfsmittel zur Dimensionierung einer Schraubverbindung dar.

Die Tabellenwerte in den Tabellen 3 und 4 für die Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente sind Mittelwerte und beziehen sich auf eine gemittelte Kopfauflage (d_w) zwischen Sechskant-(DIN EN ISO 4014) und Flanschschrauben (DIN EN 1665).

Die Festlegungen für Anziehdrehmomente und Vorspannkräfte gelten für folgende Stahlschrauben und Stahlmuttern.

- Schrauben mit Schaft
- Schrauben mit Gewinde bis Kopf mit metrischem Regel- und Feingewinde nach DIN 13-28
- Schrauben mit Dehnschaft
- Sechskantmuttern Nennhöhe $\geq 0,8 d$
- Sechskantmuttern mit Klemmteil nach BMWN 113 38.0 und BMWN 113 39.0.

Für Zeichnungsteile ist diese Werknorm sinngemäß anzuwenden.

Previous editions

The tightening torques/clamping forces compiled in tables in Standard GS 90003-2 apply only to fasteners for which the coefficients of friction, by means of lubricant treatment, if applicable, are set to a coefficient of friction window of $\mu_{ges} = 0,09$ to $0,15$.

With the partial coefficients of friction (μ_G , μ_K) the result may, including measurement uncertainties, not be inferior to 0,08 and not be greater than 0,16.

As average value of a measurement series $\mu_{ges} = 0,12$ is desired.

clamping force/tightening torque tables serve for establishing the tightening torque in the event no experimental determination of this is planned. The clamping forces also indicated in the tables represent and aid to the design engineer for dimensioning a threaded connection.

The table values in Tables 3 and 4 for the clamping forces and tightening torques are mean values and refer to an averaged head surface (d_W) between hexagon screws (DIN EN ISO 4014) and flange bolts (DIN EN 1665).

The specifications for tightening torques and clamping forces apply to the following steel screws and steel nuts:

- Bolts
- Screws with metric coarse pitch and fine pitch threads as per DIN 13-28
- Bolts with reduced shank
- Hexagon nuts with nominal height $\geq 0,8 d$
- Hexagon nuts with inserts as per BMWS 113 38.0 and BMWS 113 39.0.

This works standard is to be applied as appropriate in the case of drawing parts.

Sie gelten nicht für:

- Schrauben mit Sicherungselementen (z. B. Unterkopfbefestigung, Mikroverkapselung, klemmende Beschichtungen und klemmende Gewindeformen)
- Blech- und Kunststoffschauben (wenn notwendig, sind die Anziehdrehmomente/Vorspannkkräfte durch Versuche festzulegen).
- Selbstfurchende bzw. selbtschneidende Schrauben

They do not apply to:

- Screws with locking elements (e.g. underhead anchorage, microencapsulation, locking coating and locking thread shapes)
- Self-tapping (sheet metal) screws and plastic screws (if necessary, the tightening torques / clamping forces must be defined by testing)
- Thread rolling screws or tread cutting screws

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Es gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

BMW N 11338.0	Sechskantmuttern mit Klemmteil; Ganzmetallmuttern	BMW S 11338.0	Hexagon nuts with clamping element; all-metal nuts
BMW N 11339.0	Sechskantmuttern mit Klemmteil; nichtmetallischer Einsatz	BMW S 11339.0	Hexagon nuts with clamping element; non-metallic insert
GS 90003-1	Anziehdrehmomente/Vorspannkkräfte für Schrauben und Muttern mit metrischem Gewinde; Grundlagen und Berechnungsverfahren	GS 90003-1	Tightening torques / clamping forces for screws and nuts with metric thread; fundamentals and calculating procedures
GS 90010	Oberflächenschutzarten für metallische Werkstoffe; Normteile, Zeichnungsteile	GS 90010	Types of surface protection for metallic materials; standard parts, drawn parts
DIN 13-28	Metrishes ISO-Gewinde; Regel- und Feingewinde von 1 bis 150 mm Gewindedurchmesser	DIN 13-28	ISO metric screw thread; coarse and fine screws thread from 1 to 250 mm screw thread diameter
DIN EN 1665	Sechskantschrauben mit Flansch, schwere Reihe	DIN EN 1665	Hexagon bolts with flange, heavy series
DIN EN 20273	Mechanische Verbindungselemente; Durchgangslöcher für Schrauben	DIN EN 20273	Fasteners; clearance holes for bolts and screws
DIN EN ISO 898-1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl; Schrauben	DIN EN ISO 898-1	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel; Screws and studs
DIN EN ISO 4014	Sechskantschrauben mit Schaft - Produktklassen A und B	DIN EN ISO 4014	Hexagon head bolts - product grades A and B

2 Normative references

This Standard incorporates provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. The respective latest edition of the publication is applicable.

3 Rundungsverfahren

Die Drehmomentangaben in Tabelle 3 und Tabelle 4 wurden nach folgendem Schema abgerundet:

4	\leq	M_A	<	8	abgerundet auf <i>rounded to</i>	0,1
8	\leq	M_A	<	20	abgerundet auf <i>rounded to</i>	0,2
20	\leq	M_A	<	40	abgerundet auf <i>rounded to</i>	0,5
40	\leq	M_A	<	80	abgerundet auf <i>rounded to</i>	1,0

3 Rounding procedure

The torque data in Table 3 and Table 4 have been rounded according to the following system:

Der Rundungsfehler von M_A beträgt dann maximal 2,5 %.
Die Vorspannkkräfte sind auf eine Nachkommastelle gerundet.

The rounding error of M_A is then a maximum of 2.5 %.
The clamping forces are rounded to one decimal.

4 Übertragbarkeit der Anziehdrehmomente und Vorspannkräfte auf andere Muttern und Schrauben

Die Anziehdrehmomente und Vorspannkräfte sind auch auf andere Muttern und Schrauben übertragbar, sofern die relevanten Abmessungen, das sind der Innendurchmesser und der Außendurchmesser der Unterkopf- bzw. Muttern-Auflage, vergleichbar sind. Bei Muttern muß die volle Tragkraft (Mutternhöhe) gegeben sein. Die angegebenen Werte gelten auch für Muttern mit Klemmteil, sofern das Aufdrehmoment unter 15% des Anziehdrehmomentes liegt.

4 Transferability the tightening torques and clamping forces to other nuts and screws

The tightening torques and clamping forces can also be transferred to other nuts and screws, provided the pertinent dimensions are comparable, i.e. the inside diameter and the outside diameter of the underhead or nut surface. In the case of nuts, full carrying capacity (nut height) must be at hand. The values indicated also apply to nuts with clamping element, provided that the unscrew torque lies 15% below the tightening torque.

5 Formelzeichen

Tabelle 1. Formelzeichen und Einheiten

Formelzeichen <i>Formula symbol</i>	Einheit <i>Units</i>	Begriffe <i>Definitions</i>
A_0	mm ²	Schwächster Schraubenquerschnitt <i>Weakest screw cross-section</i>
A_p	mm ²	Fläche der Schraubenkopf- bzw. Mutterauflage (gemittelt) <i>Area of the screw head or nut surface (averaged)</i>
A_s	mm ²	Spannungsquerschnitt des Schraubengewindes nach DIN 13-28 <i>Stress cross-section of the screw thread as per DIN 13-28</i>
d	mm	Schraubendurchmesser = Gewindenennendurchmesser <i>Screw diameter = thread nominal diameter</i>
d_0	mm	Schwächster Schraubendurchmesser <i>Weakest screw diameter</i>
d_2	mm	Flankendurchmesser des Schraubengewindes <i>Pitch diameter of the screw thread</i>
d_3	mm	Kerndurchmesser des Schraubengewindes (mm) <i>Core diameter of the screw thread (mm)</i>
d_h	mm	Bohrungsdurchmesser der verspannten Teile; (innerer Durchmesser der Unterkopf-, Mutterauflage hier: $d_h = d_{hm} + H12$) <i>Bore diameter of the fastened parts; (inner diameter of the lower head/nut surface, in this case: $dh = dhm + H12$)</i>
d_{hm}	mm	Durchgangsloch Reihe Mittel nach DIN EN 20 273 <i>Through hole series mean as per DIN EN 20 273</i>
d_s	mm	Durchmesser zum Spannungsquerschnitt A_s <i>Diameter of the stress cross-section As</i>
d_w	mm	Außendurchmesser der ebenen Kopfaulage (gemittelt) <i>Outside diameter of the flat head surface (averaged)</i>
D_{km}	mm	Wirksamer Durchmesser für das Reibungsmoment in der Schraubenkopf- bzw. Mutterauflage <i>Effective diameter for the friction torque in the screw head or nut surface</i>
F	-	Festigkeitsklasse nach DIN EN ISO 898-1 <i>Strength class as per DIN EN ISO 898-1</i>
F_M	kN	Montagevorspannkraft der Schraube <i>Assembly clamping force of the screw</i>
$F_{Mmin.}$	kN	minimale Montagevorspannkraft der Schraube <i>minimal assembly clamping force of the screw</i>
$F_{Mmax.}$	kN	maximale Montagevorspannkraft der Schraube <i>maximal assembly clamping force of the screw</i>
M_A	Nm	Anziehdrehmoment der Schraubenverbindung <i>Tightening torque of the screwed connection</i>
M_{Ared}	Nm	Reduziertes Anziehdrehmoment der Schraubenverbindung <i>Reduced tightening torque of the screwed connection</i>

5 Formula symbols

Table 1. Formula symbols and units

Fortsetzung Tabelle1

Continued table 1

M_G	Nm	Gewindedrehmoment (im Gewinde wirksamer Teil des Anziehdrehmomentes) <i>Thread torque (part of tightening torque effective in thread)</i>
M_K	Nm	Kopfdrehmoment (in der Kopfaulage wirksamer Teil des Anziehdrehmomentes) <i>Head torque (part of tightening torque effective in the head surface)</i>
p	N/mm ²	Flächenpressung <i>Compressive load per unit area</i>
P	mm	Steigung des Schraubengewindes (eingängiges Gewinde) <i>Pitch of the screw thread (single-flight thread)</i>
$p_{max.}$	N/mm ²	maximale Flächenpressung unter Kopf <i>maximum compressive load per unit area under head</i>
$R_{p0,2}$	N/mm ²	0,2% Dehngrenze nach DIN EN ISO 898-1 <i>Yield strength 0.2% offset as per DIN EN ISO 898-1</i>
$R_{p0,2min.}$	N/mm ²	Für die jeweilige Festigkeitsklasse garantierte Mindestdehngrenze <i>Guaranteed minimum yield strength for the respective strength class</i>
s	mm	Schlüsselweite <i>Width across flats</i>
v	-	Ausnutzungsgrad der Streckgrenzspannung beim Anziehen <i>Coefficient of utilization of the yield point stress while tightening</i>
W_p	Nm	Polares Widerstandsmoment eines Schraubenquerschnitts <i>Polar moment of resistance of a screw cross-section</i>
α_A	-	Anziehfaktor $F_{Mmax.}/F_{Mmin.}$ <i>Tightening factor $F_{Mmax.}/F_{Mmin.}$</i>
σ_M	N/mm ²	Zugspannung infolge Montagevorspannkraft (F_M) <i>Tensile stress as a result of installation clamping force (F_M)</i>
σ_{red}	N/mm ²	reduzierte Spannung, Vergleichsspannung <i>Reduced stress</i>
τ	N/mm ²	Torsionsspannung <i>Torsional stress</i>
μ_{ges}	-	Gesamtreibungszahl <i>Total coefficient of friction</i>
μ_G	-	Reibungszahl im Gewinde <i>Friction coefficient in the thread</i>
μ_K	-	Reibungszahl in der Kopfaulage <i>Friction coefficient in the head surface</i>
ξ_G	-	Verhältnis Gewindemoment M_G / Vorspannung F_M <i>Ratio of thread torque MG / clamping force FM</i>
ξ_K	-	Verhältnis Kopfmoment M_K / Vorspannung F_M <i>Ratio of head torque MK / clamping force FM</i>

6 Zeichnungseintragung

In den Zeichnungen sind bei drehmomentgesteuertem Anziehen das Anziehdrehmoment M_A in Nm und die Verschraubungsklassen, bei streckgrenzengesteuertem Anziehen ist die Vorspannkraft $F_{Mmin.}$ in kN und die Verschraubungsklasse I nach GS 90003-2 einzutragen.

Bei streckgrenzengesteuertem bzw. überelastischem Anziehen sind entweder die minimale und maximale bleibende plastische Längung oder die minimale und maximale Gesamtlängung (im verschraubten Zustand) der Schraube in der Zeichnung anzugeben.

6 Drawing entry

In the case of torque-controlled tightening, the tightening torque M_A in Nm and the screwed connection classes are to be entered in the drawing. In the case of yield point-controlled tightening, the clamping force $F_{Mmin.}$ in kN and screwed connection class I as per GS 90003-2 are to be entered.

For yield point-controlled or beyond elastic limit tightenings either the minimum and maximum permanent plastic elongation or the minimum and maximum total elongation (in bolted condition) of the screw have to be indicated on the drawing.

Beispiele:

Beispiel aus Tabelle 3, **Streckgrenzengesteuertes Anziehen** (Vorspannkraft $F_{M\min.}$ der Schraubverbindung) für Sechskantschraube nach DIN EN ISO 4014 M12x1,5x60 mit Festigkeitsklasse 8.8 und Verschraubungsklasse I:

Der Zeichnungseintrag für die Vorspannkraft $F_{M\min.} = 48,1 \text{ kN}$, Gesamtlängung der Schraube von min. 0,05 mm bis max. 0,2 mm und der Verschraubungsklasse I der Schraubverbindung nach GS 90003 lautet:

$F_{M\min.} \text{ GS 90003- 48,1 kN-I (0,05-0,2) mm Gesamtlängung}$

Beispiel aus Tabelle 3, **Drehwinkelgesteuertes Anziehen, überelastisch** (Anziehdrehmoment M_A in Nm) für Sechskantschraube nach DIN EN ISO 4014 M12x1,5x60 mit Festigkeitsklasse 8.8 und Verschraubungsklasse III:

Der Zeichnungseintrag für das drehwinkelgesteuerte Anziehen, z. B. Fügemoment $M_A = 68,0 \text{ Nm}$, Verschraubungsklasse III, Weiterdrehwinkel + 90° und die Toleranz des Weiterdrehwinkels von ± 15° der Schraubverbindung nach GS 90003 lautet:

$M_A \text{ GS 90003-68,0 Nm-III + 90° ± 15°}$

Anmerkung: Werte müssen im Versuch ermittelt werden, das Fügemoment sollte nach Möglichkeit den Werten des drehmomentgesteuerten Anziehens (Verschraubungsklasse III) entsprechen. Die Weiterdrehwinkel sollten 90° oder 180° entsprechen (auch in den Reparaturwerkstätten einhaltbar).

Beispiel aus Tabelle 3, **Drehmomentgesteuertes Anziehen** (Anziehdrehmoment M_A in Nm) für Sechskantschraube nach DIN EN ISO 4014 M12x1,5x60 mit Festigkeitsklasse 8.8 und Verschraubungsklasse III:

Der Zeichnungseintrag für das Anziehdrehmoment $M_A = 68,0 \text{ Nm}$ und der Verschraubungsklasse III der Schraubverbindung nach GS 90003 lautet:

$M_A \text{ GS 90003-68,0 Nm-III}$

Anmerkung: Bei Verschraubungsklassen kleiner III ist in der Zeichnung anzugeben, mit welchen Anziehverfahren (Verschraubungsklasse) im Reparaturfall zu verschrauben ist. Im allgemeinen sind in den Werkstätten keine genaueren Verfahren als Verschraubungsklasse III zu realisieren.

7 Reduzierte Anziehmomente

Wird das Anziehmoment um einen Faktor $f < 1$ reduziert $M_{A\text{ red}} = f \times M_A$, z. B. weil die Flächenpressung unter Kopf für den Anwendungsfall zu hoch ist, so reduzieren sich die Werte von $F_{M\max.}$, $F_{M\min.}$, $p_{\max.}$ um den gleichen Faktor.

8 Mehrfachanzug und Reparaturfall

Die vorliegenden Tabellenwerte gelten nur für Neuverschraubungen bis max. drei Anzüge (Schrauben und Muttern). Sind mehr Anzüge notwendig, gelten die Tabellenwerte nicht mehr, gegebenenfalls sind die Verschraubungs-teile zu erneuern.

Streckgrenzengesteuerte bzw. überelastisch angezogene Verschraubungsteile sind im Reparaturfall grundsätzlich zu erneuern.

Examples:

Example from Table 3, **yield point-controlled tightening** (clamping force $F_{M\min.}$ of the screwed connection) for hexagon screw as per DIN EN ISO 4014 M12x1.5x60 with strength class 8.8 and screwed connection class I:

The drawing entry for the clamping force $F_{M\min.} = 48,1 \text{ kN}$, over total elongation of screw min. 0,05 mm to max. 0,2 mm and screwed connection class I of the screwed connection as per GS 90003 is as follows:

$F_{M\min.} \text{ GS 90003- 48,1 kN-I (0,05-0,2) mm Gesamtlängung}$

Example from Table 3, angle of rotation-controlled tightening, beyond the limit (tightening torque M_A in Nm) for hexagon screw as per DIN EN ISO 4014 M12x1.5x60 with strength class 8.8 and screwed connection class III:

The drawing entry for angle of rotation-controlled tightening, e.g. joining torque $M_A = 68,0 \text{ Nm}$, screwed connection class III, follow-on angle + 90° and the tolerance of the follow-on angle of ± 15° of the screwed connection as per GS 90003 is as follows:

$M_A \text{ GS 90003-68,0 Nm-III + 90° ± 15°}$

Note: Values must be determined in testing. To the extent possible, joining torque should correspond to the values of torque-controlled tightening (screwed connection class III). The follow-on angles should correspond to 90° or 180° (compliance also possible in repair workshops).

Example from Table 3, torque-controlled tightening (tightening torque M_A in Nm) for hexagon screw as per DIN EN ISO 4014 M12x1.5x60 with strength class 8.8 and screwed connection class III:

The drawing entry for the tightening torque $M_A = 68,0 \text{ Nm}$ and screwed connection class III of the screwed connection as per GS 90003 is as follows:

$M_A \text{ GS 90003-68,0 Nm-III}$

Note: In the case of screwed connection classes lower than III, it is to be indicated in the drawing with which tightening procedure (screwed connection class) screwing is to be carried out in the event of a repair. No procedures more precise than screwed connection class III are generally to be implemented in the workshops.

7 Reduced tightening torques

If the tightening torque is reduced by a factor of $f < 1$; $M_{A\text{ red}} = f \times M_A$, e.g. because the compressive load per unit area under the head is too high for the case of application, the values of $F_{M\max.}$, $F_{M\min.}$, $p_{\max.}$ are reduced by the same factor.

8 Multiple tightening operations and repairs

These table values only apply to new screwed connection with three tightening operations max. (screws and nuts. For more than three tightening operations, these values are no longer valid and possibly the parts to be screwed have to be replaced.

In case of repair, threaded fasteners in a yield point controlled way or have been tightened beyond the elastic limit, must always be exchanged completely

9 Verschraubungsklassen

Tabelle 2. Verschraubungsklassen mit Drehmoment-toleranzen

9 Classes of screwed connections

Table 2. Screwed connection classes with torque tolerances

Verschraubungsklasse <i>Screwed connection classes</i>	Drehmomenttoleranz von M_A <i>Torque tolerances</i>
Klasse I <i>Class I</i>	ohne Toleranzangabe - Streckgrenzengesteuertes und überelastisches Anziehen <i>No tolerance specification - yield point-controlled and beyond limit tightening</i>
Klasse II <i>Class II</i>	max. $\pm 7\%$
Klasse III <i>Class III</i>	max. $\pm 15\%$
Klasse IV <i>Class IV</i>	max. $\pm 20\%$

10 Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente

10 Clamping forces and tightening torques

Tabelle 3. Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente für Schrauben und Muttern

Table 3. Clamping forces and tightening torques for screws and nuts

Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente										Clamping forces and tightening torques				
Schrauben- und Mutternkenndaten										clamping forces and tightening torques: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ bis } 0,15$				
d_w zwischen DIN EN ISO 4014 zu DIN EN 1665 gemittelt										$\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$				
Screw and nut characteristics										clamping forces and tightening torques: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$				
d_w between DIN EN ISO 4014 and DIN EN 1665 averaged										$\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$				
Streckgrenzengesteuertes und überlastisches Anziehen										Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen				
Verschraubungsklasse I										Torque-controlled tightening procedure with torque tolerances				
Yield point controlled and beyond elastic limit tightening										Verschraubungsklasse IV				
Screwed connection class I										Toleranz von M_A max. $\pm 20\%$ Screwed connection class III				
Toleranz von M_A max. $\pm 7\%$ Screwed connection class II										Toleranz von M_A max. $\pm 15\%$ Screwed connection class II				
Toleranz von M_A max. $\pm 7\%$ Tolerance of M_A max. $\pm 7\%$										Toleranz von M_A max. $\pm 15\%$ Tolerance of M_A max. $\pm 15\%$				
Gewinde Thread	s	F	d_w	d_w	$M_{\text{Amax.}}$ ²⁾	$F_{\text{Mmin.}}$ ³⁾	$F_{\text{Mmax.}}$ ²⁾	$P_{\text{max.}}$	M_A ¹⁾	$F_{\text{Mmin.}}$	$F_{\text{Mmax.}}$ ⁴⁾	M_A ¹⁾	$F_{\text{Mmin.}}$	
M 3 x 0,5	5,5	8,8	4,8	8,6	2,0	2,7	3,2	371	1,1	1,6	2,8	320	1,0	1,4
	10,9				3,0	3,9	4,7	545	1,5	2,3	4,1	470	1,4	2,0
M 4 x 0,7	7	10,9	6,2	13,5	5,0	4,6	5,5	411	2,4	2,7	4,8	356	2,3	2,4
					7,0	6,8	8,1	604	3,6	4,0	7,0	523	3,3	3,5
M 5 x 0,8	8	10,9	8,3	29,8	9,0	7,6	9,1	304	5,0	4,4	7,8	262	4,6	3,8
					14,0	11,1	13,3	446	7,3	6,5	11,5	385	6,8	5,6
M 6 x 1	10	10,9	10,5	51,8	16,0	13,0	15,6	522	8,0	7,2	12,7	427	7,6	6,2
					16,0	10,7	12,8	247	8,6	6,3	11,0	213	8,0	5,4
M 7 x 1	11	10,9	11,7	62,1	24,0	15,7	18,8	363	12,6	9,2	16,2	313	11,8	8,0
					28,0	18,3	22,0	425	14,0	10,2	18,0	347	13,0	8,8
M 8 x 1,25	12,9				27,0	15,6	18,7	301	14,0	9,0	16,1	258	13,0	7,8
					46,0	26,8	32,1	517	22,5	14,7	26,1	421	21,0	12,7
M 8 x 1,25	13	13,7	82,0		40,0	19,6	23,5	286	20,5	11,4	20,2	247	19,0	9,9
					58,0	28,7	34,5	420	30,5	16,8	29,7	362	28,0	14,5
M 8 x 1	10,9	12,9	13		68,0	33,6	40,3	492	33,5	18,6	32,9	402	31,5	16,1
					43,0	21,4	25,7	313	22,0	12,3	22,0	268	20,5	10,6
M 8 x 1	10,9	12,9			63,0	31,4	37,7	460	32,0	18,0	32,3	394	30,0	15,6
					73,0	36,8	44,1	538	35,5	20,0	35,8	437	33,0	17,3
													31,5	15,9

1) M_A = anzugebendes Sollanziehdrehmoment für Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren.

2) maximale Kennwerte für konstruktive Auslegung.

3) $F_{\text{Mmin.}}$ = anzuwendende minimale Montagevorspannkraft für streckgrenzengesteuertes bzw. überlastisches Anziehen.

4) maximale Werte gelten für alle Verschraubungsklassen bei drehmomentgesteuertem Anziehen

Fortsetzung Tabelle 3

Table 3. continued

Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ bis } 0,15$ clamping forces and tightening torques: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$																								
Schrauben- und Mutterkenndaten d_w zwischen DIN EN ISO 4014 zu DIN EN 1665 gemittelt d_w between DIN EN ISO 4014 and DIN EN 1665 averaged					Streckgrenzengesteuertes und überelastisches Anziehen Verschraubungsklasse I Yield point-controlled and beyond elastic limit tightening Screwed connection class I					Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Verschraubungsklasse II Toleranz von M_A max. $\pm 7\%$ Screwed connection class II Tolerance of M_A max. $\pm 7\%$					Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Verschraubungsklasse III Toleranz von M_A max. $\pm 15\%$ Screwed connection class III Tolerance of M_A max. $\pm 15\%$					Verschraubungsklasse IV Toleranz von M_A max. $\pm 20\%$ Screwed connection class IV Tolerance of M_A max. $\pm 20\%$				
Gewinde Thread	s	F	d_w	A_p	$M_{A\max.}^2)$	$F_{M\min.}^3)$	$F_{M\max.}^2)$	$p_{\max.}^2)$	M_A 1)	$F_{M\min.}$	$F_{M\max.}$	$p_{\max.}$	M_A 1)	$F_{M\min.}$	M_A 1)	$F_{M\min.}$	M_A 1)	$F_{M\min.}$						
M 10 x 1,5	8,8		78,0	31,1	37,3	282	41,0	18,1	32,1	243	38,0	15,7	36,0	14,4										
	10,9		115,0	45,7	54,8	414	60,0	26,6	47,2	357	56,0	23,0	53,0	21,2										
	12,9	17,1	132,4	53,5	64,2	485	66,0	29,5	52,3	395	62,0	25,5	59,0	23,5										
M 10 x 1	8,8		88,0	35,8	43,0	324	44,0	20,2	36,6	277	41,0	17,5	39,0	16,1										
	10,9		129,0	52,6	63,1	476	65,0	29,7	53,8	406	60,0	25,7	58,0	23,6										
	12,9		151,0	61,5	73,8	558	72,0	32,9	59,6	450	67,0	28,5	64,0	26,1										
M 12 x 1,75	8,8		136,0	45,4	54,4	313	71,0	26,4	46,8	269	66,0	22,8	63,0	21,0										
	12,9		234,0	78,0	93,6	538	116,0	42,9	76,2	438	108,0	37,1	102,0	34,1										
	18	8,8	20,2	174,0	143,0	48,1	57,8	332	73,0	27,6	49,5	284	68,0	23,9	65,0	21,9								
M 12 x 1,5	8,8		210,0	70,7	84,8	488	108,0	40,5	72,7	418	100,0	35,1	96,0	32,2										
	10,9		246,0	82,7	99,3	571	120,0	44,9	80,6	463	110,0	38,9	106,0	35,7										
	12,9			217,0	62,3	74,7	311	112,0	36,1	64,2	268	104,0	31,3	100,0	28,7									
M 14 x 2	8,8		319,0	91,5	109,8	457	165,0	53,1	94,3	393	155,0	45,9	145,0	42,2										
	10,9		373,0	107,0	128,4	535	185,0	58,8	104,6	436	170,0	50,9	165,0	46,8										
	12,9	23,5	240,1	236,0	68,8	82,6	344	120,0	39,0	70,5	294	110,0	33,8	106,0	31,0									
M 14 x 1,5	8,8		346,0	101,1	121,3	505	175,0	57,3	103,6	431	165,0	49,6	155,0	45,6										
	10,9		405,0	118,3	142,0	591	195,0	63,5	114,8	478	180,0	55,0	175,0	50,5										

1) M_A = anzugebendes Sollanziehdrehmoment für Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren.

2) maximale Kennwerte für konstruktive Auslegung.

3) $F_{M\min.}$ = anzugebende minimale Montagevorspannkraft für streckgrenzengesteuertes bzw. überelastisches Anziehen.

4) maximale Werte gelten für alle Verschraubungsklassen bei drehmomentgesteuertem Anziehen
max. values apply for all screwed connection classes at torque-controlled tightening.

1) M_A = Drawing entry for desired tightening torque for torque-controlled tightening process.

2) max. characteristics design values.

3) $F_{M\min.}$ = Drawing entry for min. assembly clamping force for yield point controlled and/or beyond elastic limit tightening.

Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ bis } 0,15$
clamping forces and tightening torques: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$

Schrauben- und Mutternkenndaten d_w zwischen DIN ISO 4014 zu DIN EN 1665 gemittelt Screw and nut characteristics d_w between DIN ISO 4014 and DIN EN 1665 averaged		Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Torque-controlled tightening procedure with torque tolerances																			
		Verschraubungsklasse I Yield point-controlled and beyond elastic limit tightening					Verschraubungsklasse II Toleranz von M_A max. $\pm 7\%$ Screwed connection class II Tolerance of M_A max. $\pm 7\%$					Verschraubungsklasse III Toleranz von M_A max. $\pm 15\%$ Screwed connection class III Tolerance of M_A max. $\pm 15\%$					Verschraubungsklasse IV Toleranz von M_A max. $\pm 20\%$ Screwed connection class IV Tolerance of M_A max. $\pm 20\%$				
Gewinde Thread	s	F	d_w	A_p	$M_{A\max.2)}$	$F_{M\min.3)}$	$F_{M\max.2)}$	$p_{\max.2)}$	$M_A 1)$	$F_{M\min.}$	$F_{M\max.4)}$	$p_{\max.}$	$M_A 1)$	$F_{M\min.}$	$M_A 1)$	$F_{M\min.}$	$M_A 1)$	$F_{M\min.}$			
M 16 x 2	8,8				339,0	85,6	102,7	306	175,0	49,1	88,0	262	160,0	42,5	155,0	39,0					
	10,9				498,0	125,7	150,8	450	255,0	72,1	129,2	385	235,0	62,4	225,0	57,3					
	12,9				582,0	147,1	176,5	526	280,0	79,9	143,2	427	260,0	69,2	250,0	63,5					
	24	8,8			363,0	93,2	111,8	333	180,0	52,4	95,2	284	170,0	45,3	160,0	41,6					
	10,9				533,0	136,9	164,2	490	265,0	76,9	139,9	417	250,0	66,6	240,0	61,1					
	12,9				624,0	160,2	192,2	573	295,0	85,3	155,1	462	275,0	73,8	265,0	67,8					
M 18 x 2,5	8,8				468,0	104,1	125,0	300	240,0	60,2	107,3	258	225,0	52,1	215,0	47,9					
	10,9				688,0	152,9	183,5	441	355,0	88,5	157,6	378	330,0	76,6	315,0	70,3					
	27	10,9			805,0	179,0	214,8	516	395,0	98,1	174,8	420	365,0	84,9	350,0	78,0					
	12,9				530,0	121,2	145,4	349	265,0	67,6	123,6	297	245,0	58,5	235,0	53,8					
	8,8				911,0	208,3	250,0	600	430,0	110,1	201,3	483	400,0	95,3	385,0	87,6					
	10,9				663,0	133,7	160,5	307	340,0	76,7	137,5	263	315,0	66,4	300,0	61,0					
M 20 x 2,5	8,8				973,0	196,4	213,6	513	385,0	99,3	181,6	436	360,0	86,0	345,0	79,0					
	10,9				1139,0	229,8	275,8	527	550,0	124,8	223,8	428	515,0	108,1	490,0	99,2					
	12,9				739,0	152,9	183,5	351	365,0	84,8	155,7	298	340,0	73,5	325,0	67,5					
	30	8,8			1085,0	224,6	269,5	515	535,0	124,6	228,8	437	500,0	107,9	480,0	99,1					
	10,9				1270,0	262,8	315,4	603	595,0	138,2	253,6	485	555,0	119,6	530,0	109,8					

1) M_A = anzugebendes Sollanziehdrehmoment für Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren.

2) maximale Kennwerte für konstruktive Auslegung.

3) $F_{M\min.}$ = anzugebende minimale Montagevorspannkraft für streckgrenzengesteuertes bzw. überelastisches Anziehen.

4) maximale Werte gelten für alle Verschraubungsklassen bei drehmomentgesteuertem Anziehen

1) M_A = Drawing entry for desired tightening torque for torque-controlled tightening process.

2) max. characteristics design values.

3) $F_{M\min.}$ = Drawing entry for min. assembly clamping force for yield point controlled and/or beyond elastic limit tightening.

4) max. values apply for all screwed connection classes at torque-controlled tightening.

Tabelle 4. Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente für Schrauben mit Dehnschaft (0,9xd₃)

Table 4. Clamping forces and tightening torques for screws with reduced shank (0,9xd₃)

Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ bis } 0,15$ clamping forces and tightening torques: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$									
Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Torque-controlled tightening procedure with torque tolerances									
Verschraubungsklasse IV Toleranz von M_A max. $\pm 20\%$ Screwed connection class IV Tolerance of M_A max. $\pm 20\%$									
Verschraubungsklasse II Toleranz von M_A max. $\pm 7\%$ Screwed connection class II Tolerance of M_A max. $\pm 7\%$									
Streckgrenzgesteuertes und überelastisches Anziehen Verschraubungsklasse I Yield point-controlled and beyond elastic limit tightening Screwed connection class I					Verschraubungsklasse III Toleranz von M_A max. $\pm 15\%$ Screwed connection class III Tolerance of M_A max. $\pm 15\%$				
Gewinde Thread	s	F	d _w	A _p	M _{Amax.} ²⁾	F _{Mmin.} ³⁾	P _{max.} ²⁾	M _A ¹⁾	F _{Mmin.}
Schraubenkenndaten mit Dehnschaft (0,9xd ₃) d _w zwischen DIN EN ISO 4014 zu DIN EN 1665 gemittelt									
Screw characteristics with reduced shank (0,9xd₃) d_w between DIN EN ISO 4014 and DIN EN 1665 averaged									
M 3 x 0,5	5,5	8,8	4,8	8,6	1,0	1,9	2,3	267	0,8
		10,9			2,0	2,8	3,4	392	1,1
M 4 x 0,7	7	8,8	6,2	13,5	5,0	4,9	5,8	294	1,7
		10,9			7,0	5,5	6,6	432	2,5
M 5 x 0,8	8	8,8	10,0	29,8	10,0	8,0	9,6	323	5,3
		12,9			12,0	9,4	11,3	378	5,8
M 6 x 1	10	8,8	10,5	51,8	17,0	11,3	13,5	261	9,0
		12,9			20,0	13,2	15,8	306	10,0
M 7 x 1	11	8,8	11,7	62,1	29,0	11,4	13,7	221	10,2
		12,9			34,0	19,7	23,6	380	16,6
M 8 x 1,25	12,9	8,8	13,7	88	29,0	14,2	17,0	208	15,0
		10,9			42,0	20,9	25,0	305	22,0
M 8 x 1	13	8,8	13,7	82,0	50,0	24,4	29,3	357	24,5
		10,9			47,0	23,4	28,1	343	24,0
		12,9			55,0	27,4	32,9	401	26,5

1) M_A = anzuggebendes Sollanziehdrehmoment für Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren.

2) maximale Kennwerte für konstruktive Auslegung.

3) $F_{M\text{min.}}$ = anzugebende minimale Montagevorspannkraft für streckgrenzen gesteuertes bzw. überelastisches Anziehen.

4) maximale Werte gelten für alle Verschraubungsklassen bei drehmomentgesteuertem Anziehen

1) M_A = Drawing entry for desired tightening torque for torque-controlled tightening process.

2) max. characteristics design values.

3) $F_{M\text{min.}}$ = Drawing entry for min. assembly clamping force for yield point controlled and/or beyond elastic limit tightening.

4) max. values apply for all screwed connection classes at torque-controlled tightening.

Fortsetzung Tabelle 4

Table 4. continued

Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ bis } 0,15$ clamping forces and tightening torques: $\mu_{\text{ges}} = 0,09 \text{ to } 0,15$									
Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Torque-controlled tightening procedure with torque tolerances									
Verschraubungsklasse IV Toleranz von M_A max. $\pm 20\%$ Screwed connection class IV Tolerance of M_A max. $\pm 20\%$									
Streckgrenzengesteuertes und überelastisches Anziehen Yield point-controlled and beyond elastic limit tightening Screwed connection class I					Verschraubungsklasse II Toleranz von M_A max. $\pm 7\%$ Screwed connection class II Tolerance of M_A max. $\pm 7\%$				
Gewinde Thread	s	F	d_w	A_p	M_Amax. ²⁾	F_Mmin. ³⁾	F_Mmax. ²⁾	p_max.	M_A ¹⁾
									F_Mmin.
Schraubenkenndaten mit Dehnschaft (0,9xd ₃) d_w zwischen DIN EN ISO 4014 zu DIN EN 1665 gemittelt					57,0	22,7	27,3	206	23,5
Screw characteristics with reduced shank (0,9xd ₃) d_w between DIN EN ISO 4014 and DIN EN 1665 averaged					84,0	33,4	40,1	303	34,5
M 10 x 1,5	8,8	10,9	12,9	17,1	98,0	39,1	46,9	354	48,0
	16	8,8	10,9	12,9	132,4	67,0	72,2	246	33,5
M 10 x 1						98,0	39,9	47,9	362
						115,0	46,7	56,1	423
M 12 x 1,75	8,8	10,9	12,9	18	100,0	33,2	39,9	229	52,0
					147,0	48,8	58,6	337	76,0
					172,0	57,1	68,6	394	84,0
M 12 x 1,5	8,8	10,9	12,9	18	107,0	35,9	43,0	247	55,0
					157,0	52,7	63,2	363	80,0
					184,0	61,6	74,0	425	88,0
M 14 x 2	8,8	10,9	12,9	21	160,0	45,8	54,9	229	82,0
					234,0	67,2	80,6	336	122,0
					274,0	78,6	94,4	393	134,0
M 14 x 1,5	8,8	10,9	12,9	21	240,1	52,0	62,4	260	90,0
					262,0	76,3	91,6	382	132,0
					306,0	89,3	107,2	447	145,0

1) M_A = anzugebendes Sollanziehdrehmoment für Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren.

2) maximale Kennwerte für konstruktive Auslegung.

3) $F_{\text{Mmin.}}$ = anzuwendende minimale Montagevorspannkraft für streckgrenzengesteuertes bzw. überelastisches Anziehen.

4) maximale Werte gelten für alle Verschraubungsklassen bei drehmomentgesteuertem Anziehen

1) M_A = Drawing entry for desired tightening torque for torque-controlled tightening process.

2) max. characteristics design values

3) $F_{\text{Mmin.}}$ = Drawing entry for min. assembly clamping force for yield point controlled and/or beyond elastic limit tightening,

4) max. values apply for all screwed connection classes at torque-controlled tightening.

Fortsetzung Tabelle 4

Table 4. continued

Vorspannkräfte und Anziehdrehmomente: $\mu_{ges} = 0,09$ bis $0,15$ clamping forces and tightening torques: $\mu_{ges} = 0,09$ to $0,15$										Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Torque-controlled tightening procedure with torque tolerances				
Schraubenkenndaten mit Dehnschaft (0,9xd ₃) d_w zwischen DIN EN ISO 4014 zu DIN EN 1665 gemittelt					Streckgrenzengesteuertes und überelastisches Anziehen Verschraubungsklasse I Yield point-controlled and beyond elastic limit tightening Screwed connection class I					Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren mit Drehmomenttoleranzen Torque-controlled tightening procedure with torque tolerances			Verschraubungsklasse IV Toleranz von M_A max. $\pm 20\%$ Screwed connection class IV Tolerance of M_A max. $\pm 20\%$	
Gewinde Thread	s	F	d _w	A _P	M _{Amax} ²⁾	F _{Mmin} ³⁾	F _{Mmax} ²⁾	p _{max} ²⁾	M _A ¹⁾	F _{Mmin}	F _{Mmax} ⁴⁾	M _A ¹⁾	F _{Mmin}	
M 16 x 2	8,8				252,0	63,8	76,5	228	130,0	36,6	65,6	195	120,0	
	10,9				371,0	93,7	112,4	335	190,0	53,7	96,3	287	175,0	
	12,9				434,0	109,6	131,5	392	210,0	59,5	106,7	318	195,0	
	24	335,4			277,0	71,1	85,3	254	138,0	39,9	72,6	217	130,0	
M 16 x 1,5	8,8				407,0	104,4	125,3	373	205,0	58,6	106,7	318	190,0	
	10,9				476,0	122,1	146,6	437	225,0	65,0	118,3	353	210,0	
	12,9				8,8	345,0	76,7	92,1	221	180,0	44,4	79,1	190	165,0
	27	30,6	416,5		507,0	112,7	135,3	325	260,0	65,2	116,2	279	245,0	
M 18 x 2,5	12,9				593,0	131,9	158,3	380	290,0	72,3	128,8	309	270,0	
	8,8				407,0	93,1	111,7	268	205,0	52,0	95,0	228	190,0	
	27	30,6	416,5		598,0	136,8	164,1	394	300,0	76,3	139,5	335	275,0	
	12,9				700,0	160,1	192,1	461	330,0	84,6	154,7	371	305,0	
M 20 x 2,5	8,8				494,0	99,6	119,6	229	250,0	57,1	102,4	196	235,0	
	10,9				725,0	146,3	175,6	336	370,0	83,9	150,4	288	345,0	
	12,9				849,0	171,2	205,5	393	410,0	93,0	166,8	319	380,0	
	30	34,0	522,9		571,0	118,1	141,8	271	285,0	65,6	120,3	230	265,0	
M 20 x 1,5	8,8				839,0	173,5	208,2	398	415,0	96,3	176,8	338	385,0	
	10,9				981,0	203,1	243,7	466	460,0	106,8	196,0	375	430,0	
	12,9													

1) M_A = anzugebendes Sollanziehdrehmoment für Drehmomentgesteuertes Anziehverfahren.

2) maximale Kennwerte für konstruktive Auslegung.

3) F_{Mmin} = anzugebende minimale Montagevorspannkraft für streckgrenzengesteuertes bzw. überelastisches Anziehen.

4) maximale Werte gelten für alle Verschraubungsklassen bei drehmomentgesteuertem Anziehen

1) M_A = Drawing entry for desired tightening torque for torque-controlled tightening process.

2) max. characteristics design values.

3) F_{Mmin} = Drawing entry for min. assembly clamping force for yield point controlled and/or beyond elastic limit tightening.

4) max. values apply for all screwed connection classes at torque-controlled tightening.