

**Prüfnormen
Schraubverbindungen - Verfahrens und
Kontrollvorschrift -**

Screwed Connections - Procedure and Test
Specification

Bei Unstimmigkeiten gilt die deutsche Fassung.
In case of dispute the German wording shall be valid.

DOV-09.02-075 Ausgabe Apr 94

wird ,falls vorhanden, mit der dazugehörigen Übersetzung und Berichtigungen in eine Dornier Norm (DON) überführt und in das Normen-Handbuch übernommen.

Dies erfolgt gemäß der Aufforderung anlässlich eines JAR-Audits das Dornier Regelwerk zu vereinheitlichen und Verfahrensanweisungen im Sinne von DIN EN ISO 9001, von technologischen Verfahrensnormen und Prüfnormen klar zu trennen.

Eine fachliche Veränderung am Inhalt erfolgte nicht.

DOV-09.02-075 Issue Apr 94

if available, is changed into Dornier Standard (DON) and incorporated into the Standard Manual, along with translation and corrections.

This is done following a JAR audit request to standardize the Dornier rules and clearly separate Procedure Instructions as defined in DIN EN ISO 9001 from technological procedure standards and test standards.

No technical change to the content was made.

TITEL: **SCHRAUBVERBINDUNGEN**
- VERFAHRENS- UND PRÜFVORSCHRIFT -

MIT DIESER AUSGABE WIRD DIE DOV-09.02-075
REV. - VOM 15.03.93 UNGÜLTIG

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten!

Erstellt:



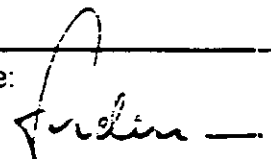
Gottschalch - LRQZ 1

Geprüft:



Becker - LRQZ 1

Freigabe:



Dr. Endemann - LRQ

INHALT:**Seite**

1.0	ALLGEMEIN	4
1.1	ZWECK	4
1.2	ANWENDUNGSBEREICH	4
1.3	ZUSTÄNDIGKEITEN	4
1.4	ABKÜRZUNGEN	4
2.0	ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ, UMWELTSCHUTZ	4
3.0	MATERIALIEN, WERKZEUGE UND HILFSMITTEL	5
3.1	DREHMOMENTWERKZEUGE	6
4.0	ANFORDERUNGEN	7
4.1	BAUUNTERLAGE	7
4.2	FERTIGUNGSUNTERLAGE	8
4.3	PERSONAL	8
4.4	SCHRAUBEN UND MUTTERN	8
4.5	WERKZEUGE	8
5.0	VERFAHRENSABLAUF	8
5.1	SCHRAUBVERBINDUNGEN	8
5.2	SCHRAUBENLÄNGE	9
5.3	SICHERUNGEN	10
5.4	ANZIEHEN MIT DEM DREHMOMENTSCHLÜSSEL	10
5.4.1	ANZIEHEN MIT MASCHINELLEM DREHMOMENTSCHRAUBER	11
5.4.2	ANZIEHEN MIT DREHMOMENTSCHLÜSSEL UND ZWISCHENSTÜCK	11
5.5	ANZIEHEN DER SCHRAUBEN UND MUTTERN	13
5.5.1	REIHENFOLGE BEIM ANZIEHEN	13
5.5.2	ANZIEHEN DER KRONENMUTTERN	14
5.5.3	ANZIEHEN DER SELBSTSICHERNDEN MUTTERN	14
5.6	ANZIEHEN DER ÖSEN- BZW. GABELKÖPFE	15
5.7	ANZIEHEN VON SCHELLEN	15
5.7.1	SCHLAUCHSCHELLEN	15
5.7.2	VERBINDUNGSSCHELLEN	15
5.7.3	GESCHRAUBTE ROHRVERBINDUNGEN	15
5.8	MARKIERUNG DER SCHRAUBVERBINDUNG	16
5.8.1	FARBMARKIERUNG ANBRINGEN	16
6.0	QUALITÄTSPRÜFUNGEN	17
6.1	ZUSTÄNDIGKEITEN	17
6.2	SICHTPRÜFUNG	17
6.3	ANZIEHDREHMOMENTPRÜFUNG	17
6.4	ANZIEHDREHMOMENT AUF RICHTIGEN ANZIEHWERT PRÜFEN	17
7.0	DOKUMENTATION	18

INHALT:**Seite**

ZITIERTE NORMEN UND ANDERE UNTERLAGEN
FRÜHERE AUSGABEN
ÄNDERUNGEN

18
18
18

ANLAGE 1 STANDARD-ANZIEHDREHMOMENTE DORNIER 228

19

TABELLE 1 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR SCHRAUBEN
UND MUTTERN MIT ZOLLGEWINDE

19

TABELLE 2 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR SCHRAUBEN
UND MUTTERN AUS STAHL

20

TABELLE 2A ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR SCHRAUBEN
UND MUTTERN AUS STAHL

21

TABELLE 2B ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR SCHRAUBEN
UND MUTTERN AUS ALUMINIUMLEGIERUNGEN

22

TABELLE 3 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR STAHL- UND
LEICHTMETALLÖSENKÖPFE MIT ZOLLGEWINDE

23

TABELLE 4 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR STAHL- UND LEICHT-
METALLÖSENKÖPFE MIT METRISCHEM GEWINDE

23

TABELLE 5 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR SCHRAUBEN
UND MUTTERN MIT METRISCHEM GEWINDE

24

TABELLE 6 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR HOHLKOPFSCHRAUBEN

24

TABELLE 7 ANZIEHDREHMOMENTWERTE FÜR ROHRMUTTERN

25

TABELLE 8 UMRECHNUNGSTABELLE

25

1.0 ALLGEMEIN

In der Luftfahrt sind einwandfreie Verbindungen eine Voraussetzung für die Sicherheit. Bauteile, die jederzeit lösbar sein sollen, werden in der Regel mit Schraubverbindungen zusammengebaut. Eine allen Anforderungen gerecht werdende Schraubverbindung kann nur erreicht werden, wenn die Eigenarten der zu verbindenden Werkstoffe und der Verbindungselemente berücksichtigt werden. Die Verwendung des richtigen Werkzeuges sowie die Beachtung der zulässigen Anziehdrehmomente ist Voraussetzung.

1.1 ZWECK

Diese Verfahrensnorm beschreibt die grundsätzlichen Verfahren und Anforderungen, die bei der Herstellung von Schraubverbindungen anzuwenden und einzuhalten sind.

1.2 ANWENDUNGSBEREICH

Diese Verfahrensnorm ist immer dann anzuwenden, wenn sie in Bauunterlagen oder baumustergebundenen Anweisungen angegeben ist. Die in dieser Verfahrensnorm enthaltenen Festlegungen gelten für alle gebräuchlichen Schraubverbindungen mit metrischem ISO-Gewinde, MJ-Gewinde und Zollgewinde.

Hinweis

Sind von Auftraggebern oder programmspezifisch andere Vorschriften für die Herstellung von Schraubverbindungen festgelegt, so sind diese dieser DOV übergeordnet.

1.3 ZUSTÄNDIGKEITEN

Verantwortlich für die Einhaltung der Festlegungen dieser Verfahrensnorm sind die Fachverantwortlichen, die für die Beauftragung, die Herstellung und die Prüfung von Schraubverbindungen zuständig sind.

1.4 ABKÜRZUNGEN

AN	- AERONAUTICAL NORM
DIN	- DEUTSCHE NORM
DOL	- DORNIER LEISTUNGSBLATT
DON	- DORNIER NORM
DOV	- DORNIER VERFAHRENSNORM
ISO	- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
LN	- LUFTFAHRTNORM
MIL	- MILITARY SPECIFICATION
MS	- MILITARY STANDARD
NAS	- NATIONAL AEROSPACE STANDARD
QS	- QUALITÄTSSICHERUNG
UNF	- EINHEITS-FEINGEWINDE
UNJC	- EINHEITS-GROBGEWINDE
UNJF	- EINHEITS-FEINGEWINDE

2.0 ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ, UMWELTSCHUTZ

Neben den maßgeblichen gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften sind die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln, sowie diesbezügliche Herstellerangaben zu beachten.

Die Betriebsanweisungen der Organisationseinheit "Arbeitssicherheit/Umweltschutz" sind einzuhalten.

3.0 MATERIALIEN, WERKZEUGE UND HILFSMITTEL

Lfd. Nr.	Benennung	Handelsbezeichnung Hersteller	Werkstoff- leistungs- blatt	Verwendungszweck
1	Maschinelle Drehmoment- schlüssel und Schrauben- dreher	z.B. Fa. Desoutter Fa. Atlas Coper Fa. Bosch		Anziehen von Schraub- verbindungen innerhalb ihrer Drehmoment- grenzwerte
2	Manuelle Drehmoment- schlüssel und Schrauben- dreher	z.B. Fa. Stahlwille Fa. Richmond Fa. Snap-on		
3	Zwischenstücke, Verlängerungen	z.B. Fa. Stahlwille Fa. Richmond Fa. Snap-on		Verlängern des Kraft- anschlusses des Dreh- momentschlüssels
4	Ringschlüssel Steckschlüssel	z.B. Fa. Snap-on Fa. Stahlwille		Anziehen von Schraubverbindungen
5	Markierungslack rot, grün, weiß	z. B. Lackfabrik Bäder GmbH & Co		Farbmarkierung von Schraubverbindungen
6	Anti-Seize-Compound Graphit-Pulver	Dow Corning Nieder- lassungen		Verhindern von Fest- fressen der Schraub- verbindungen
7	Reinigungsmittel	Methyl-Ethylketon (Butanon)		Entfetten unlackierter Markierungsstellen
		Spezialbenzin	DOL 49	Entfetten lackierter Markierungsstellen
8	Pinsel ca. 2 mm	handelsüblich		Auftragen der Farbmarkierung
9	Reinigungstücher	z. B. Kleenex fusselfrei		Reinigen der Schraubverbindung
10	Filzschreiber	handelsüblich		Markieren bei Prüfung

3.1 DREHMOMENTWERKZEUGE

Drehmomentwerkzeuge sind in einstellbarer und nicht einstellbarer Bauart im Gebrauch.

Die einstellbaren Drehmomentschlüssel lösen bei Erreichen des vorgewählten Anziehdrehmoments mit einem kurzen Ruck und einem akustischen Signal (knacken) aus, siehe Abbildung 1.

Ihr Einsatz muß in jedem Fall bevorzugt werden, da das Anziehen der Mutter bzw. Schraube gleichmäßig und genau erfolgt.

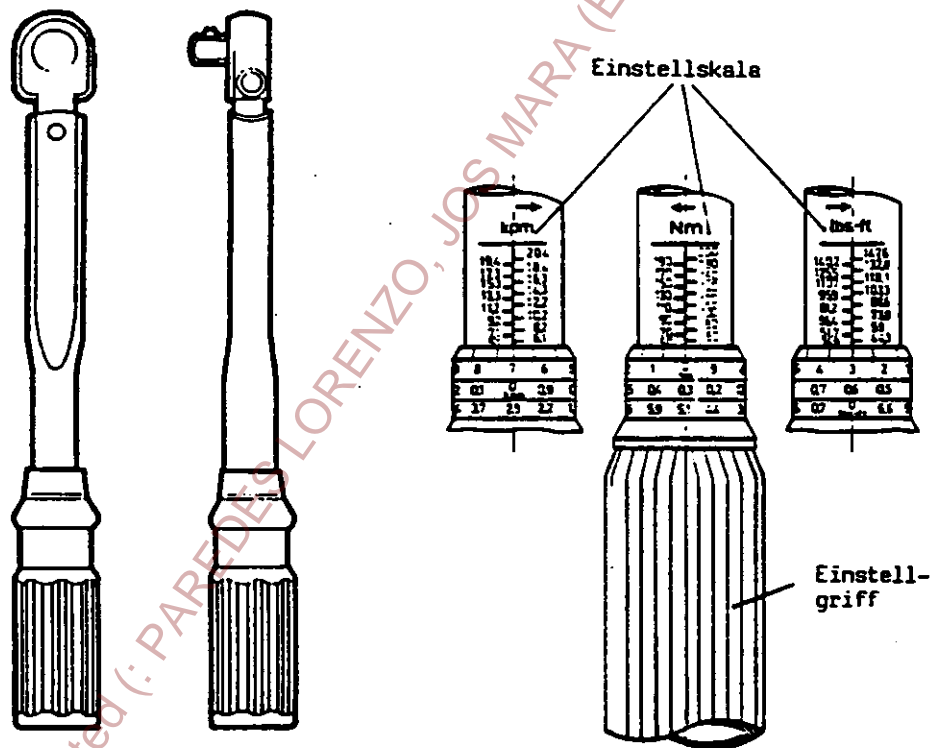
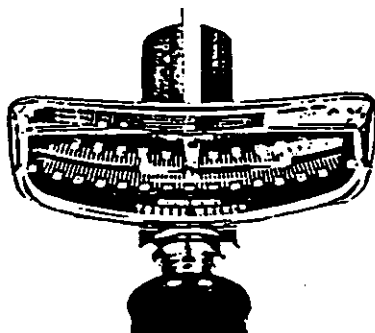


Abbildung 1 Einstellbarer Drehmomentschlüssel

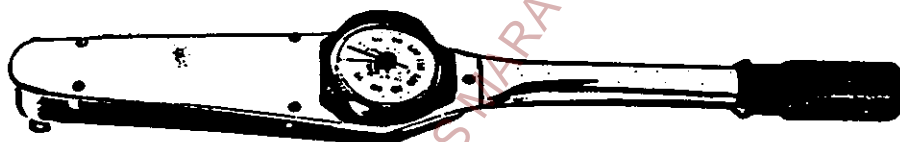
Die nicht einstellbaren Drehmomentschlüssel haben entweder eine Skalanzeige oder Meßuhr (mit oder ohne Schleppzeiger), die während des Anziehvorganges abgelesen werden muß, siehe Abbildung 2. Dies ist besonders bei der Aufbringung größerer Anziehdrehmomente nicht immer einfach und erfordert meist eine Hilfskraft.

Hinweis

Beim Ablesen der nicht einstellbaren Drehmomentwerkzeuge beeinträchtigt schräg einfallender Blickwinkel die Ablesegenauigkeit.



Drehmomentschlüssel mit Skala



Drehmomentschlüssel mit Meßuhr

Abbildung 2 Nicht einstellbare Drehmomentschlüssel

Beim Einsatz von maschinellen Drehmomentwerkzeugen, ist die Arbeitsweise und Einstellung dieses Werkzeuges aus den Angaben der Herstellerunterlagen zu entnehmen.

Der in der Bauunterlage bzw. Fertigungsunterlage angegebene Wert des Anziehdrehmoments muß mit der Einstellung des zum Einsatz kommenden Drehmomentwerkzeuges übereinstimmen.

4.0 ANFORDERUNGEN

4.1 BAUUNTERLAGE

In den Bauunterlagen ist der Einbauort, die Schraubverbindung und Sicherungsart anzugeben.

Die Werte des Anziehdrehmoments sind an folgenden Schraubverbindungen in der Bauunterlage anzugeben, bei

- beschichteten Gewinden, z. B. besonderer Oberflächenschutz, Dichtmittel o. ä.
- leicht verformbaren Metallflächen oder Material mittlerer Festigkeit, z. B. Gummi, Kunststoff, Holz o. ä.
- speziellen Schraubverbindungen, z. B. Strukturverbindungen, drehende Bauteile o. ä.

5.2 SCHRAUBENLÄNGE

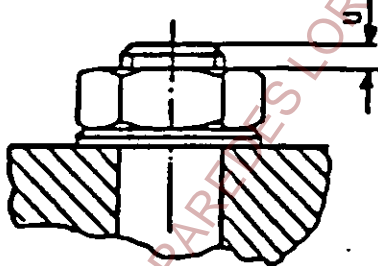
Die Schraubenlänge ist durch Angaben in den Bauunterlagen festgelegt.

Um Toleranzen und Abweichungen der Bauteile zu berücksichtigen kann die Schraubenlänge bei der Herstellung der Schraubverbindung nochmals bestimmt werden. Der Schraubenüberstand (Gewindeende nach Fase) ist nach LN 9378 festzulegen, siehe Abbildung 3. Bei Paßschrauben ist vor allem auf die Schaftlänge zu achten. Die Bestimmung der Schraubenlänge am Bauteil erfolgt folgendermaßen, siehe Abbildung 4:

- Vor dem Einbau, Klemmlänge "L" der Schraube bestimmen.
- Die Schaftlänge "S" der Schraube so wählen, daß sie der Klemmlänge "L" entspricht oder sie überschreitet.
- Der Schaft der Paßschraube muß in jedem Fall den tragenden Teil der Passung abdecken.

Hinweis

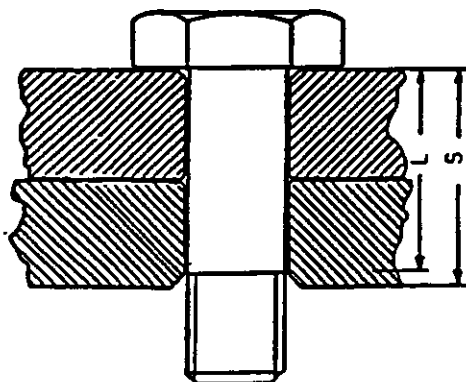
Ein Austausch ist dort unzulässig, wo Spezialschrauben oder -bolzen für Anschlüsse von Teilen oder Baugruppen verwendet werden, die laut Bauunterlage der Austauschbarkeit unterliegen.



$U_{\min} \hat{=} 1$ Gewindegang und Höhe der Fase

$U_{\max} \hat{=} 3$ Gewindegänge und Höhe der Fase

Abbildung 3 Gewindeüberstand über die Mutter



L = Klemmlänge

S = Schaftlänge

Abbildung 4 Mindestschaftlänge einer Paßschraube

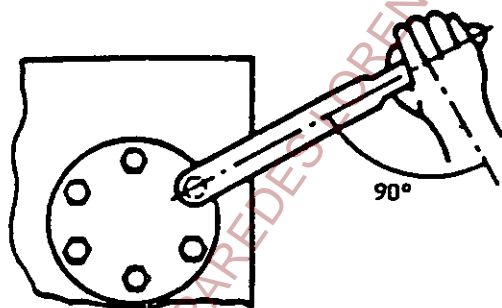
5.3 SICHERUNGEN

Zur Absicherung von Schrauben und Muttern werden verschiedene Arten von formschlüssigen Sicherungen verwendet (DOV-09.02-088). Die zur Anwendung kommenden Sicherungstypen sind aus den Bauunterlagen bzw. Fertigungsunterlagen zu entnehmen.

5.4 ANZIEHEN MIT DEM DREHMOMENTSCHLÜSSEL

Um gleiche Anziehdrehmomente zu erreichen, sind folgende Punkte zu beachten:

- Kalibrierintervall des Drehmomentschlüssels darf nicht überschritten sein.
- Einstellung des vorgeschriebenen Anziehdrehmoments (auch bei Verwendung einer Verlängerung bzw. Verkürzung entsprechend Abschnitt 5.4.2).
- Einwandfreie Funktion (z. B. automatisches Auslösen).
- Der Griff des Schlüssels muß so umfaßt werden, daß die Mitte der Hand immer fühlbar der Mitte des Griffes entspricht (siehe Abbildung 5).
- Beim Anziehen muß die Hand rechtwinklig zur Mittellinie des Schlüssels gehalten werden, siehe Abbildung 5.



Rechtwinklig zur Schlüssel-
mittellinie anziehen

Abbildung 5 Handhabung des Drehmomentschlüssels

- Das Anziehen hat gleichmäßig und ruckfrei zu erfolgen.
- Der Schlüssel darf nicht verkanten.

Hinweis

Drehmomentschlüssel dürfen nur in Anziehrichtung belastet werden. Ein Zurückdrehen oder Lösen der Verbindung ist unzulässig und führt zur Zurückweisung des Drehmomentschlüssels.

5.4.1 ANZIEHEN MIT MASCHINELLEM DREHMOMENTSCHRAUBER

Um gleiche Anziehdrehmomente zu erreichen, ist darauf zu achten, daß

- a) der Kalibrierintervall des Werkzeuges nicht überschritten ist,
- b) das eingestellte Anziehdrehmoment dem vorgeschriebenen Anziehdrehmoment entspricht,
- c) die einwandfreie Funktion des Werkzeuges (z. B. automatisches Abschalten) gewährleistet ist,
- d) beim Anziehen der Drehmomentschrauber fluchtend zur Achse der Schraubverbindung zu halten ist,
- e) die Drehzahl an der Adaption des Drehmomentschraubers 200 - 250/min⁻¹ beträgt.

Hinweis

Die Drehzahl an der Adaption darf den Wert von 250/min⁻¹ nicht überschreiten, da sonst leicht flüchtige Schmiermittel durch die hohe Erwärmung der Gewinde zu schnell verdunsten und dadurch falsche Anziehdrehmomente entstehen.

5.4.2 ANZIEHEN MIT DREHMOMENTSCHLÜSSEL UND ZWISCHENSTÜCK

Wird eine Veränderung der Schlüssellänge vorgenommen (Abbildung 6), so ändert sich damit der Hebelarm des Schlüssels, das heißt der angezeigte oder voreingestellte Wert am Drehmomentschlüssel stimmt nicht mehr überein mit dem tatsächlichen Anziehwert an der Schraube oder Mutter. In diesem Fall muß die Abweichung bei der Einstellung des Drehmomentschlüssels berücksichtigt werden. Mit der Formel im Berechnungsbeispiel wird die richtige Einstellung des Anziehdrehmomentwertes (bei Veränderung der Schlüssellänge) berechnet.

Berechnungsbeispiel:

Formel: $T_x = \frac{T_a \cdot L}{L \pm A}$

T_a = tatsächlicher (gewünschter) Anziehdrehmomentwert
am Ende der Verlängerung (in.lbs oder daNm)

T_x = angezeigter oder voreinzustellender Anziehdrehmomentwert

L = Hebelarmlänge des Drehmomentschlüssels
(m oder inch)

A = wirksame Länge des Verlängerungsstücks
(m oder inch)

Beispiel: m

$$\begin{aligned} T_a &= 12 \text{ daNm} \\ T_x &= ? \\ L &= 0,40 \text{ m} \\ A &= 0,08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T_x = \frac{12 \cdot 0,40}{(0,40 + 0,08)} = \frac{4,80}{0,48} = 10$$

$$T_x = 10,0 \text{ daNm}$$

Beispiel: inch

$$\begin{aligned} T_a &= 225 \text{ in.lbs} \\ T_x &= ? \\ L &= 8 \frac{1}{4} \text{ in.} \\ A &= 1 \frac{1}{2} \text{ in.} \end{aligned}$$

$$T_x = \frac{225 \cdot 8,25}{(8,25 + 1,5)} = \frac{1856,25}{9,75} = 190$$

$$T_x = 190 \text{ in.lbs}$$

Hinweis

Wenn das Schlüsselmaul der Verlängerung vom Griff des Drehmomentschlüssels weggerichtet ist, ist die wirksame Länge der Verlängerung zur Länge des Drehmomentschlüssels hinzuzuzählen. Das neu einzustellende Anziehdrehmoment muß kleiner sein.

Wenn das Maul der Verlängerung zum Griff hingegerichtet ist, ist die wirksame Länge der Verlängerung von der Länge des Drehmomentschlüssels abzuziehen. Das neu einzustellende Anziehdrehmoment muß größer sein.

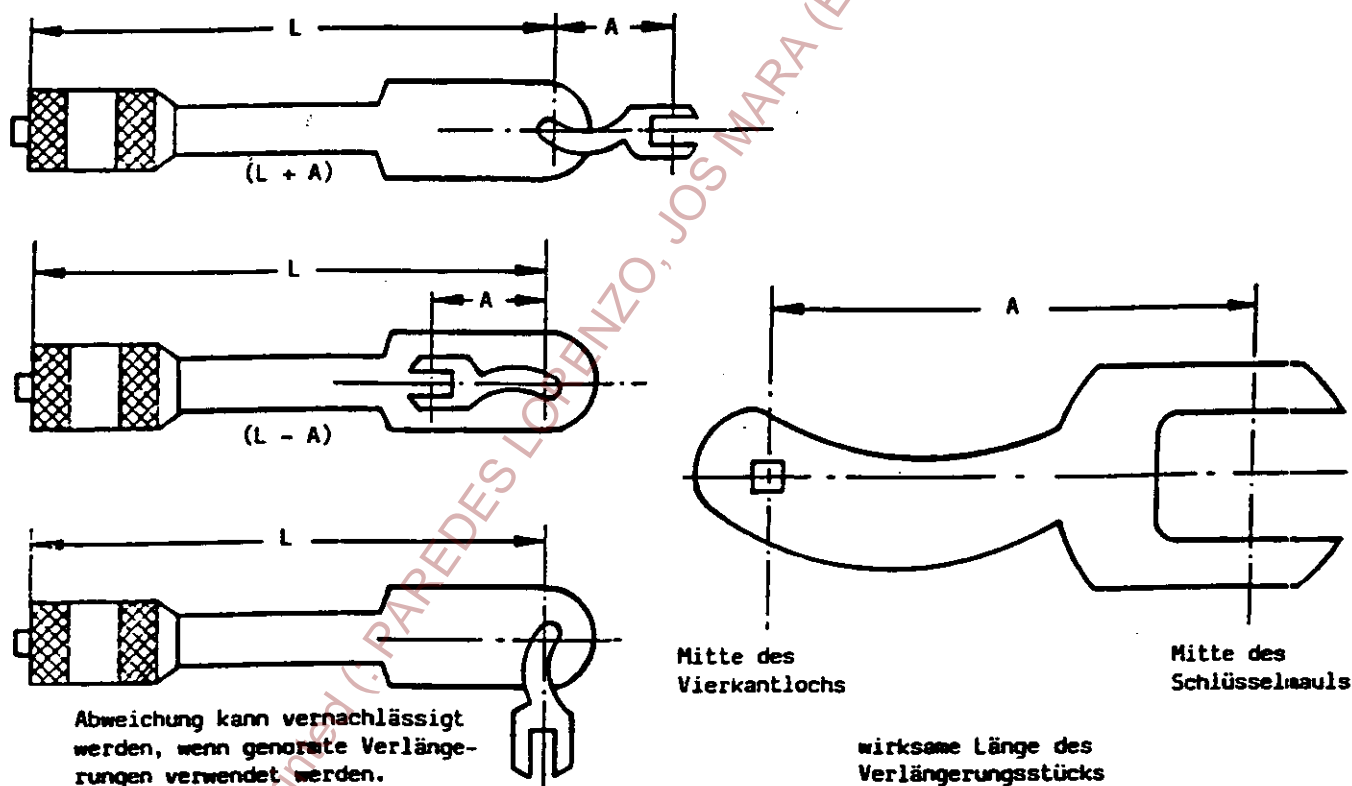


Abbildung 6

Drehmomentschlüssel mit Verlängerung

5.5 ANZIEHEN DER SCHRAUBEN UND MUTTERN

Grundsätzlich ist die Mutter mit dem Anziehdrehmoment anzuziehen. Ist bei besonderen Einbaufällen ein Anziehen der Schraube notwendig, so ist mit Ausnahme von Paßschrauben das gleiche Anziehdrehmoment wie bei Muttern anzuwenden.

Achtung

Schrauben bzw. Muttern, bei denen das maximale Anziehdrehmoment überschritten wurde, müssen ausgetauscht werden.

Die Mutter bzw. Schraube ist mit dem Nennwert des geforderten Anziehdrehmoments anzuziehen. Der Nennwert ist der Mittelwert aus Minimal- und Maximalwert.

Bauteile, die bei der Montage erhitzt bzw. abgekühlt werden, müssen erst die Umgebungstemperatur erreichen, bevor das Anziehdrehmoment aufgebracht wird.

Werden Schraubverbindungen nach DOV-09.51-012 naß eingesetzt, darf das Gewinde nicht mit eingestrichen werden. Sollte dennoch Dichtmasse bzw. Korrosionsschutzpaste auf das Gewinde oder auf die Mutterauflagefläche gelangt sein, dann sind diese mit einem sauberen Reinigungstuch (Abschnitt 3, lfd. Nr. 9) trocken zu reinigen, um eine Veränderung der Reibwerte zu vermeiden.

5.5.1 REIHENFOLGE BEIM ANZIEHEN

Die Reihenfolge des Anziehens ist sorgfältig zu wählen, um zum Beispiel ein Verziehen oder Aufwölben der Bauteile zu verhindern.

Ist aus den Bauunterlagen die Reihenfolge des Anziehens nicht ersichtlich, so ist nach Abbildung 7 zu verfahren.

Hinweis

Es ist darauf zu achten, daß vor dem Aufbringen des endgültigen Anziehdrehmoments, besonders dann, wenn nicht Metall auf Metall liegt (O-Ringe, Dichtungen), ein gleichmäßiges Voranziehen erforderlich ist.

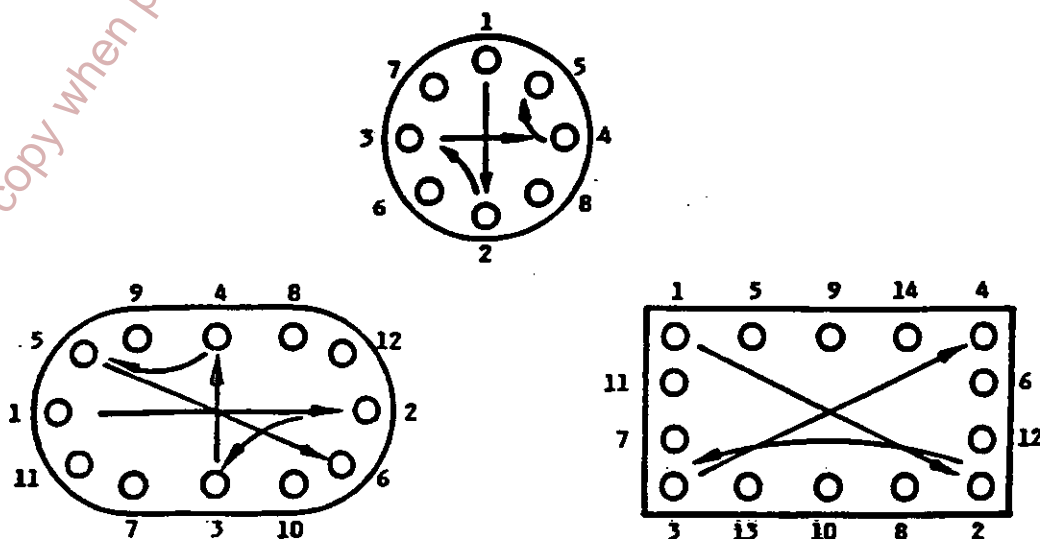


Abbildung 7

Reihenfolge beim Anziehen

5.5.2 ANZIEHEN DER KRONENMUTTERN

Beim Anziehen von Kronenmutter sind folgende Punkte zu beachten:

- a) Anziehen der Kronenmutter bis 10 % unterhalb des geforderten Anziehdrehmoments.
- b) Durch weiteres Anziehen bis zum maximalen Anziehdrehmoment ist eine Positionierung zu finden, bei der die Schlitz der Mutter mit der Bohrung des Bolzens fluchten. Ist dies nicht möglich, so sind andere Kronenmutter oder Schrauben gleichen Typs zu verwenden.
- c) Falls mehr als 30 % des Bohrungsdurchmessers der Sicherungsbohrung im Bolzen über der Kronenmutter liegt, ist eine Scheibe unter die Mutter zu legen, oder sind andere Kronenmutter oder Schrauben gleichen Typs zu verwenden. Maximal sind zwei Scheiben unter der Mutter erlaubt, wobei grundsätzlich (wenn verwendet) die dünnere Scheibe am Bauteil liegen muß.
- d) Das Sichern von Kronenmutter ist in der DOV-09.02-088 festgelegt und beschrieben.

5.5.3 ANZIEHEN DER SELBSTSICHERNDEN MUTTERN

Beim Anziehen von selbstsichernden Mutter sind folgende Punkte zu beachten.

- a) Selbstsichernde Mutter nur an Schrauben verwenden, die am Gewindeanfang angeschragt bzw. mit einer Linsenkappe versehen sind.
- b) Selbstsichernde Ganzmetallmutter mit Sägeschnittoberteil und selbstsichernde Mutter mit Nyloneinlage dürfen nur einmal verwendet werden.
- c) Selbstsichernde Mutter vor dem Einbau auf ausreichendes Sicherungsmoment prüfen. Dazu die Mutter von Hand auf die Schraube aufschrauben. Läßt sich die Mutter mit den Fingern auch durch den Sicherungsteil aufschrauben bzw. läßt sie sich nach dem vollständigen Aufschrauben mit den Fingern wieder lösen, ist das Sicherungsmoment nicht mehr ausreichend. In diesem Fall muß die Mutter ausgetauscht werden.
- d) Beim Einbau an tragenden Verbindungen mit weniger als vier Schrauben immer nur neue selbstsichernde Mutter verwenden.
- e) Bei Verwendung von selbstsichernden Mutter mit Nyloneinlage ist ein stufenweises Anziehen vorzunehmen. Es genügt ein dreifaches Voranziehen auf das minimale Anziehdrehmoment mit anschließendem Lösen der Verbindung, bevor man auf den maximalen Wert anzieht, um den Einfluß der Sicherung auf das Reibmoment möglichst klein zu halten.

Achtung

Selbstsichernde Mutter mit Beschädigung (z. B. Nyloneinlage aus der Mutter gepreßt) müssen ausgetauscht werden. Schmieren und Nacharbeiten von selbstsichernden Mutter ist verboten.

Selbstsichernde Mutter dürfen nicht an Verbindungen verwendet werden, bei denen durch Bewegung dieser Verbindungsstelle auch eine Bewegung der Mutter gegenüber ihrer Auflagefläche erfolgt.

5.6 ANZIEHEN DER ÖSEN- BZW. GABELKÖPFE

Die Anziehdrehmomente bei Ösen- bzw. Gabelköpfen gelten für ihre Verspannung gegen den Ösenkörper durch das Anziehen der Gegenmutter.

Da das Eindrehen des Ösen- bzw. Gabelkopfes sowie das Anziehen der Gegenmutter im ungeschmierten Zustand wie auch bei Schmierung erfolgen kann, ist darauf zu achten, daß bei Schmierung und bei trockenem entfetteten Zustand, unterschiedliche Anziehdrehmomentwerte anzuwenden sind.

Hinweis

Auf Links- und Rechtsgewinde beim Anziehen der Ösen- und Gabelköpfe achten.

Bei Verschrauben von Leichtmetallösen- und -gabelköpfen miteinander, muß unbedingt ein Mittel gemäß Fertigungsunterlage gegen Festfressen der Schraubverbindung verwendet werden, um eine Beschädigung der Gewinde zu verhindern.

Bei Wiedermontage gelöster Leichtmetallösen- bzw. -gabelköpfe ist erneut eine Schmierung des Gewindes notwendig.

Achtung

Gewinde der Stahlösen- und -gabelköpfe dürfen nicht geschmiert werden.

5.7 ANZIEHEN VON SCHELLEN

5.7.1 SCHLAUCHSCHELLEN

Das Anziehdrehmoment bei verschiedenen Rohrverbindungen und Rohrleitungsbefestigungen, der zur Anwendung kommenden Schlauchschellen vom Typ MICROFLEX, MINOX oder FLEXINOX ist aus den Herstellerunterlagen zu entnehmen.

Diese sogenannten Tangentialschellen mit Schneckengewinde, das in die Schlitz des Bandes eingreift, ist mit unterschiedlichem Anziehdrehmoment anzuziehen.

Zur Unterscheidung ist die Typenbezeichnung auf jeder Schelle eingeprägt.

5.7.2 VERBINDUNGSSCHELLEN

Die zur Anwendung kommenden starren Rohrverbinder vom Typ INTERFLEX sind Verbindungsschellen mit V-förmigen Segmenten.

Diese Schellen, beim Einbau mit dem maximalen Anziehdrehmoment, das auf dem Schellenband eingeprägt ist, anziehen.

5.7.3 GESCHRAUBTE ROHRVERBINDUNGEN

Das Anziehdrehmoment bei geschraubten Rohrverbindungen vom Typ INTERFLEX richtet sich nach den verschiedenen Rohrdurchmessern und ist der Herstellerunterlage zu entnehmen.

5.8 MARKIERUNG DER SCHRAUBVERBINDUNG

Eine angezogene Schraubverbindung ist immer dann mit Markierungslack zu kennzeichnen, wenn

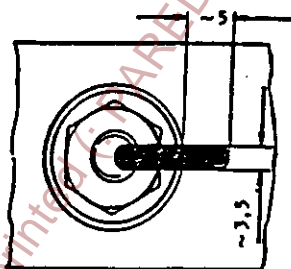
- in der Fertigungsunterlage besonders darauf hingewiesen wird,
- ein gesondertes Anziehdrehmoment in der Bauunterlage gefordert ist.

5.8.1 FARBMARKIERUNG ANBRINGEN

Die Farbmarkierung ist nach vollständigen Anziehen der Schraubverbindung, wie folgt anzubringen.

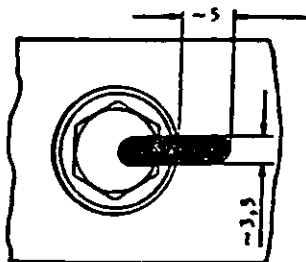
- Die mit der Farbmarkierung zu kennzeichnende Stelle ist vorher zu reinigen (Abschnitt 3, lfd. Nr. 7)
- Die gereinigten Stellen müssen vor Aufbringen der Farbmarkierung vollkommen trocken sein.
- Mit einem dünnen Pinsel (Abschnitt 3, lfd. Nr. 8) die Farbmarkierung an der Schraubverbindung, wie in Abbildung 8 darstellt, auftragen.

Der zu verwendende Markierungslack ist aus dem Abschnitt 3 lfd. Nr. 5 zu entnehmen.
Die Farbmarkierung gilt als Siegel, das heißt die Schraubverbindung darf unbefugt nicht mehr gelöst werden. An der Schraubverbindung darf nach dem Aufbringen des Anziehdrehmoments keine Lageveränderung mehr erfolgen.



bei einer Mutter

- auf das Schraubenende
- über die Mutter
- über die Unterlegscheibe
- auf das Bauteil



bei einem Schraubenkopf

- auf den Schraubenkopf
- über die Scheibe (sofern vorhanden)
- auf das Bauteil

Abbildung 8

Farbmarkierung der Schraubverbindung

6.0 QUALITÄTSPRÜFUNGEN

6.1 ZUSTÄNDIGKEITEN

Die nachfolgend aufgeführten Prüfungen können von Fertigungspersonal mit Prüfauftrag gemäß QS-Anweisung Nr. 7, durchgeführt werden.

Die zuständigen Fachabteilungen der Qualitätssicherung überprüfen im Rahmen der Verfahrensüberwachung die Einhaltung der Verfahren.

Hinweis

Anderweitige Festlegungen können produktspezifisch im Rahmen der Prüfplanung getroffen werden.

6.2 SICHTPRÜFUNG

Nach abgeschlossener Herstellung der Schraubverbindung erstreckt sich die Sichtprüfung auf folgende Punkte:

- Übereinstimmung der Schraubverbindung mit der Bauunterlage,
- Schraubenüberstand nach Abschnitt 5.2,
- Beschädigungen (Risse, Quetschung, Verformungen),
- Farbmarkierung nach Abschnitt 5.8.1, wenn gefordert,
- Sauberkeit.

6.3 ANZIEHDREHMOMENTPRÜFUNG

Der Anziehvorgang und das Aufbringen des Anziehdrehmoments der Schraubverbindungen ist während der Montage stichprobenweise analog zum Abschnitt 5 zu prüfen.

6.4 ANZIEHDREHMOMENT AUF RICHTIGEN ANZIEHWERT PRÜFEN

Wird in den Fertigungsunterlagen bzw. Prüfplänen eine Prüfung über das aufgebrachte Anziehdrehmoment gefordert, so ist dies im Beisein des Fertigers mit Prüfbeauftragung (Abschnitt 4.3) folgendermaßen durchzuführen.

- Die Lage der Mutter und Schraube mit einem Filzschreiber (Abschnitt 3, lfd. Nr. 10) markieren, siehe Abbildung 9.
- Die Schraubverbindung mit einem starren Schlüssel um mindestens eine viertel bis eine halbe Umdrehung lösen.
- Die Mutter mit dem unteren Anziehdrehmomentwert anziehen, die Markierung der Mutter muß vor der Markierung der Schraube liegen oder sich mit ihr decken, siehe Abbildung 9a.
- Die Schraubverbindung mit einem starren Schlüssel um mindesten eine viertel bis eine halbe Umdrehung lösen.
- Die Mutter mit dem oberen Anziehdrehmomentwert anziehen, die Markierung der Mutter muß hinter der Markierung der Schraube liegen oder sich mit ihr decken, siehe Abbildung 9b.
- Bei Abweichungen vom Sollanziehdrehmoment (Abbildung 9c und d) sind alle Schraubverbindungen dieses Arbeitsganges im Beisein des Fertigers mit Prüfbeauftragung zu lösen. Neue Schraubverbindung mit dem Sollanziehdrehmomentwert anziehen.
- Die Schraubverbindung anschließend reinigen und wenn gefordert mit Markierungslack neu kennzeichnen.



Abb. 9

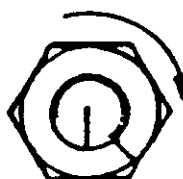


Abb. 9a

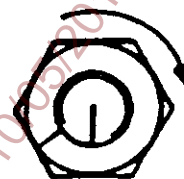


Abb. 9b

Nicht zulässig
minimales
Anziehdrehmoment

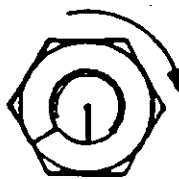


Abb. 9c

zu großes Anziehdrehmoment

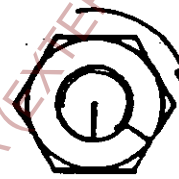


Abb. 9d

Nicht zulässig
maximales
Anziehdrehmoment

zu geringes Anziehdrehmoment

Abbildung 9 bis 9d

Anziehdrehmoment auf richtigen Anziehwert prüfen

7.0 DOKUMENTATION

Im Fertigungsplan sind die gemäß dieser Verfahrensnorm geforderten Fertigungsschritte und Prüfungen durch die Ausführenden in der entsprechenden Arbeitsfolge mit Unterschrift und Datum, sowie Prüfungen zusätzlich mit Prüfkennzeichen zu dokumentieren.

ZITIERTE NORMEN UND ANDERE UNTERLAGEN

DIN 267	Mechanische Verbindungselemente
DOL 49	Spezialbenzin
DON 300	Anziehdrehmomente für lösbare Schraubverbindungen
DOV-09.51-012	Dichten von Strukturen
DOV-09.02-029	Abdichten und Isolieren von Kontaktflächen
DOV-09.02-088	Sichern von Schraubverbindungen
DOV-11.02-092	Kalibrieren von Meßmitteln
LN 9378	Gewindeenden, Schraubenüberstände
MIL-S-8879G	Screw threads, controlled radius root with increased minor diameter
QS-Anweisung Nr. 7	Abstempeln von Fertigungsschritten durch den Fertiger
QS-Anweisung Nr. 15	Ermächtigung zur Fertigungsprüfung

FRÜHERE AUSGABEN

Juli 1973, Juni 1975, Rev. - vom 15.03.1993 (Umschlüsselungsblatt)

ÄNDERUNGEN

Gegenüber der Ausgabe Juni 1975 wurden folgende Änderungen vorgenommen.

- Generelle fachtechnische Überarbeitung
- Redaktionelle Überarbeitung und Neugliederung gemäß DOV-05.00-001

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228

Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 1 Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit Zollgewinde

Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit Zollgewinde und einer Festigkeit von 861,8 N/mm ² (125000 psi) und darüber. (NAS 464, NAS 1303 bis 1306, NAS 1308)								
Gewindegröße		Standardmuttern (AN 310, NAS 1021)			Flache Muttern (AN 316, AN 320)			
(inch)								
Durch- messer	Steigung	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	
10	- 32	0,45	40	0,46	0,28	25	0,23	
1/4	- 28	0,79 - 1,13	70 - 100	0,81 - 1,15	0,34 - 0,45	30 - 40	0,35 - 0,46	
5/16	- 24	1,58 - 2,54	140 - 225	1,61 - 2,59	0,68 - 0,96	60 - 85	0,69 - 0,97	
3/8	- 24	2,15 - 4,40	190 - 390	2,19 - 4,49	1,07 - 1,24	95 - 110	1,09 - 1,26	
7/16	- 20	5,08 - 6,21	450 - 550	5,18 - 6,33	3,05 - 3,38	270 - 300	3,11 - 3,45	
1/2	- 20	5,42 - 7,90	480 - 700	5,53 - 8,06	3,28 - 4,63	290 - 410	3,34 - 4,72	
9/16	- 18	9,04 - 14,12	800 - 1250	9,22 - 14,40	5,42 - 6,78	480 - 600	5,53 - 6,91	
5/8	- 18	12,42 - 18,08	1100 - 1600	12,67 - 18,43	7,46 - 8,81	660 - 780	7,60 - 8,98	
3/4	- 16	25,99 - 33,90	2300 - 3000	26,50 - 34,56	14,69 - 16,95	1300 - 1500	14,98 - 17,28	
7/8	- 14	28,25 - 47,46	2500 - 4200	28,80 - 48,38	16,95 - 20,33	1500 - 1800	17,28 - 20,73	
1	- 12	41,80 - 67,80	3700 - 6000	42,62 - 69,12	24,86 - 37,28	2200 - 3300	25,34 - 38,01	

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228

Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 2 Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern aus Stahl

Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit Feingewinde (UNF, UNJC, UNJF)														
Stahlschrauben für Zugbeanspruchung MS 27039, MS 2033-20046, MS 20073, MS 20074, MS 24694					Stahlmutter für Scherbeanspruchung MS 17828, MS 21042, MS 21083									
Stahlmutter für Zugbeanspruchung MS 21045, MS 21046, MS 17825, MS 21083, MS 20500, MS 21043, MS 21044, MS 21245														
Gewindegröße (inch)	Durch- messer	Steigung	daNm		In.lbs		kpm		daNm		In.lbs		kpm	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
# 8		- 36					0,138	0,172					0,08	0,10
# 10		- 32					0,230	0,287					0,138	0,172
1/4		- 28					0,575	0,805					0,345	0,460
5/16		- 24					0,152	1,61					0,690	0,977
3/8		- 24					1,84	2,18					1,09	1,28
7/16		- 20					5,17	5,75					3,11	3,45
1/2		- 20					5,52	7,93					3,33	4,71
9/16		- 18					9,20	11,52					5,52	6,90
5/8		- 18					12,65	11,95					7,59	8,97
3/4		- 16					26,45	28,75					14,95	17,25
7/8		- 14					28,75	34,50					17,25	20,70
1		- 14					42,55	63,25					25,30	37,95
1 1/8		- 12					57,50	80,50					34,50	48,30

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228

Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 2a Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern aus Stahl

Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit Feingewinde (UNF, UNJC, UNJF)														
Stahlschrauben für Zugbeanspruchung MS 20004 bis MS 20024					Stahlmuttern für Scherbeanspruchung MS 21042, MS 21083, MS 21245									
Stahlmuttern für Zugbeanspruchung MS 21043, MS 17825, MS 21044, MS 21245, MS 21046,														
Gewindegröße (inch)	Durch- messer	Steigung	daNm		in.lbs		kpm		daNm		in.lbs		kpm	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
# 8		- 36						-					-	-
# 10		- 32						0,287					0,172	0,230
1/4		- 28						0,920					0,575	0,690
5/16		- 24						1,38					0,805	1,03
3/8		- 24						2,30					1,38	1,72
7/16		- 20						5,98					3,45	4,60
1/2		- 20						8,85					5,17	6,32
9/16		- 18						12,65					7,47	9,20
5/8		- 18						14,37					8,62	10,90
3/4		- 16						30,47					18,40	21,80
7/8		- 14						40,82					24,15	28,90
1		- 14						51,75					31,05	37,95
1 1/8		- 12						69,00					41,40	50,60

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228

Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 2b Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern aus Aluminiumlegierungen

Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit Feingewinde (UNF, UNJC, UNJF)														
Aluminiumschrauben für Zugbeanspruchung MS 24694, MS 27039					Aluminiummutter für Scherbeanspruchung MS 21083									
Aluminiummutter für Zugbeanspruchung MS 21044					Aluminiummutter für Scherbeanspruchung MS 21083									
Gewindegröße (inch)			daNm		in.lbs		kpm		daNm		in.lbs		kpm	
Durch- messer	Steigung		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
# 8	- 36						0,057	0,115					0,034	0,069
# 10	- 32						0,115	0,172					0,057	0,115
1/4	- 28						0,345	0,517					0,172	0,345
5/16	- 24						0,460	0,747					0,267	0,460
3/8	- 24						0,662	1,26					0,517	0,805
7/16	- 20						2,07	3,22					1,26	1,95
1/2	- 20						3,22	4,71					1,84	2,99
9/16	- 18						4,37	6,67					2,64	4,14
5/8	- 18						6,32	7,70					3,10	4,83
3/4	- 16						10,90	14,37					6,44	10,12
7/8	- 14						14,37	21,80					8,62	13,80
1	- 14						18,40	27,60					10,90	17,20
1 1/8	- 12						24,15	36,80					14,37	23,00

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228
Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 3 Anziehdrehmomentwerte für Stahl- und Leichtmetallösenköpfe mit Zollgewinde

Anziehdrehmomentwerte für Stahlösenköpfe mit Zollgewinde und einer Mindestfestigkeit von 637, 43 N/mm ² (92450 psi)								Anziehdrehmomentwerte für Leichtmetallösenköpfe mit Zollgewinde und einer Mindestfestigkeit von 431,5 N/mm ² (62580 psi)							
Gewindegröße (inch)		daNm		in.lbs		kpm		Gewindegröße (inch)		daNm		in.lbs		kpm	
Durchmesser	Steigung	min.	max.	min.	max.	min.	max.	Durchmesser	Steigung	min.	max.	min.	max.	min.	max.
5/16	-24	0,54	0,73	50	65	0,55	0,75	5/16	-24	0,29	0,36	26	32	0,3	0,4
3/8	-24	0,79	0,98	70	85	0,8	1,0	3/8	-24	0,49	0,57	45	50	0,5	0,6
9/16	-20	1,36	1,69	120	150	1,4	1,7	3/16	-20	0,68	0,88	60	80	0,7	0,9
1/2	-20	1,76	2,59	160	230	1,8	2,6	1/2	-20	0,98	1,18	85	105	1,0	1,2
9/16	-18	2,65	3,27	240	290	2,7	3,3	9/16	-18	1,37	1,57	120	140	1,4	1,6
5/8	-18	3,14	3,92	280	350	3,2	4,0	5/8	-18	1,76	1,96	160	170	1,8	2,0

Tabelle 4 Anziehdrehmomentwerte für Stahl- und Leichtmetallösenköpfe mit metrischem Gewinde

Anziehdrehmomentwerte für Stahlösenköpfe mit metrischem Gewinde und einer Mindestfestigkeit von 63 daN/mm ² (92450 psi)								Anziehdrehmomentwerte für Leichtmetallösenköpfe mit metrischem Gewinde und einer Mindestfestigkeit von 43 daN/mm ² (62580 psi)							
Gewindegröße (mm)		max.			min.			max.			min.				
		daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs
M8	x 1,0	0,73	65	0,75	0,57	50	0,55	0,4	32	0,37	0,3	26	0,3		
M10	x 1,0	1,2	105	1,2	1,0	85	1,0	0,6	50	0,6	0,5	45	0,5		
M12	x 1,5	2,3	200	2,3	1,8	160	1,8	1,1	95	1,1	0,9	80	0,9		
M14	x 1,5	3,3	290	3,3	2,7	240	2,7	1,6	140	1,6	1,4	120	1,4		
M16	x 1,5	4,0	350	4,0	3,2	280	3,2	1,9	170	2,0	1,8	160	1,8		
M20	x 1,5	5,4	480	5,5	4,5	400	4,5	2,7	240	2,7	2,3	200	2,3		

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228
Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 5 Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit metrischem Gewinde

Anziehdrehmomentwerte für Schrauben und Muttern mit metrischem Gewinde									
Festigkeit der Schrauben	69 daN/mm ² (99500 psi) (LN 9037, LN 9081)			88 daN/mm ² (128000 psi) (LN 9386)			103 daN/mm ² (149300 psi)		
Gewindegröße (mm)	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm
4 x 0,7	0,3	26	0,3						
5 x 0,8	0,6	52	0,6						
6 x 1,0	0,7 - 1,0	61 - 86	0,7 - 1,0	0,9 - 1,3	78 - 112	0,9 - 1,3	1,0 - 1,5	86 - 130	1,0 - 1,5
8 x 1,25	1,6 - 2,4	140 - 210	1,6 - 2,4	2,0 - 3,1	180 - 270	2,1 - 3,1	2,4 - 3,5	210 - 310	2,4 - 3,6
10 x 1,5	2,9 - 4,4	260 - 390	3,0 - 4,5	3,8 - 5,6	340 - 500	3,9 - 5,8	4,4 - 6,6	390 - 580	4,5 - 6,7
12 x 1,5	4,6 - 6,9	410 - 610	4,7 - 7,0	6,2 - 9,3	550 - 820	6,3 - 9,4	6,9 - 10,5	640 - 930	7,4 - 10,7
14 x 1,5	6,7 - 10,1	590 - 890	6,8 - 10,2	8,6 - 13,0	760 - 1150	8,8 - 13,2	10,1 - 15,1	910 - 1340	10,5 - 15,4
16 x 1,5	9,2 - 13,8	810 - 1220	9,3 - 14,0	11,2 - 17,2	990 - 1520	11,4 - 17,5	13,8 - 20,3	1230 - 1800	14,2 - 20,7
Festigkeit der Muttern	69 daN/mm ² (99500 psi) (LN 9343, LN 9348, LN 9349, LN 9345)						88 daN/mm ² (128000 psi)		

Tabelle 6 Anziehdrehmomentwerte für Hohlkopfschrauben

Anziehdrehmomentwerte für Hohlkopfschrauben mit Anti-Seize-Compound auf dem Gewinde				
Gewindegröße (inch)	daNm	in.lbs	ft.lbs	kpm
1/8 - 27	0,68 - 0,9	60 - 80	5,0 - 6,6	0,69 - 0,92
1/4 - 18	1,5 - 1,7	130 - 150	10,9 - 12,5	1,5 - 1,7
3/8 - 18	2,1 - 2,4	185 - 215	15,4 - 18	2,1 - 2,4
1/2 - 14	2,9 - 3,2	255 - 285	21,1 - 23,8	2,9 - 3,2
3/4 - 14	3,5 - 3,9	310 - 350	25,8 - 29,2	3,6 - 4,0

ANLAGE 1 Standard-Anziehdrehmomentwerte DORNIER 228

Hinweis

Für die DORNIER 328 sind die Standard-Anziehdrehmomentwerte in der DON 300 festgelegt.

Tabelle 7 Anziehdrehmomentwerte für Rohrmuttern

Rohr durch- messer	Anziehdrehmomentwerte für Rohrmuttern Typ AN 818												
	Aluminium-Rohr						Stahl-Rohr						
	daNm		in.lbs		kpm		daNm		in.lbs		kpm		
	(inch)	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/16	-	-	-	-	-	-	1,02	1,13	90	100	1,04	1,15	
1/4	0,45	0,73	40	65	0,46	0,74	1,53	1,69	135	150	1,56	1,72	
5/16	0,68	0,90	60	80	0,69	0,92	2,04	2,26	180	200	2,08	2,30	
3/8	0,88	1,37	75	125	0,90	1,40	3,09	3,39	270	300	3,15	3,45	
1/2	1,76	2,75	150	250	1,80	2,80	5,16	5,59	450	500	5,20	5,70	
5/8	2,26	3,05	200	350	2,30	4,00	7,35	7,88	650	700	7,50	8,00	
3/4	3,39	5,65	300	500	3,50	5,70	10,20	11,28	900	1000	10,40	11,50	
1	5,67	7,90	500	700	5,80	8,00	13,54	15,79	1200	1400	13,80	16,10	
1 1/4	6,77	10,17	600	900	6,90	10,30			-	-	-	-	
1 1/2	6,78	10,17	600	900	6,90	10,30			-	-	-	-	
1 3/4	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	

Tabelle 8 Umrechnungstabelle

Umrechnungstabelle der Anziehdrehmomentwerte		
Basis Einheitszeichen	Umrechnung in Einheitszeichen	Multiplikationsfaktor
daNm	in.lbs	88,508
in.lbs	daNm	0,011
kpm	in.lbs	86,796
in.lbs	kpm	0,012
kpm	daNm	0,981
daNm	kpm	1,020

TITLE: SCREWED CONNECTIONS
- PROCEDURE AND TEST SPECIFICATION -

WITH THE ISSUE OF THIS EDITION THE DOV-09.02-075
REV. - DATED 15.03.93 IS NO LONGER VALID

Observe Protection Mark as per DIN 34!

Prepared by:

Checked by:

Released by:

SIGNATURES ARE ON THE GERMAN ISSUE OF THIS DOCUMENT

Gottschalch - LRQZ 1

Becker - LRQZ 1

Dr. Endemann - LRQ

LIST OF CONTENTS:**Page**

1.0	GENERAL	4
1.1	PURPOSE	4
1.2	SCOPE OF APPLICATION	4
1.3	RESPONSIBILITIES	4
1.4	ABBREVIATIONS	4
2.0	WORK AND HEALTH SAFETY, ENVIRONMENTAL PROTECTION	4
3.0	MATERIALS, TOOLS AND AUXILIARY AIDS	5
3.1	TORQUING TOOLS	6
4.0	REQUIREMENTS	7
4.1	DESIGN DOCUMENTS	7
4.2	MANUFACTURING DOCUMENTS	8
4.3	PERSONNEL	8
4.4	SCREWS AND NUTS	8
4.5	TOOLS	8
5.0	PROCEDURE	8
5.1	SCREWED CONNECTIONS	8
5.2	SCREW LENGTH	9
5.3	LOCKING DEVICES	10
5.4	TIGHTENING WITH TORQUE WRENCH	10
5.4.1	TIGHTENING WITH POWER OPERATED TORQUE DRIVER	11
5.4.2	TIGHTENING WITH TORQUE WRENCH AND INTERMEDIATE ADAPTER	11
5.5	TIGHTENING SCREWS AND NUTS	13
5.5.1	TIGHTENING SEQUENCE	13
5.5.2	TIGHTENING CASTLE NUTS	14
5.5.3	TIGHTENING SELF-LOCKING NUTS	14
5.6	TIGHTENING ROD ENDS	15
5.7	TIGHTENING CLIPS AND CLAMPS	15
5.7.1	HOSE CLIPS	15
5.7.2	CONNECTION CLAMPS	15
5.7.3	SCREWED TUBE CONNECTIONS	15
5.8	MARKING SCREWED CONNECTIONS	16
5.8.1	APPLYING PAINT MARKS	16
6.0	QUALITY INSPECTIONS	17
6.1	RESPONSIBILITIES	17
6.2	VISUAL INSPECTION	17
6.3	TIGHTENING TORQUE INSPECTION OF	17
6.4	INSPECTION TIGHTENING TORQUE FOR CORRECT VALUE	17
7.0	DOCUMENTATION	18

LIST OF CONTENTS:

	Page
OTHER APPLICABLE STANDARDS AND DOCUMENTS	18
PREVIOUS EDITIONS	18
CHANGES	18
ENCLOSURE 1 STANDARD TIGHTENING TORQUE VALUES DORNIER 228	19
TABLE 1 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR SCREWS AND NUTS WITH INCH THREADS	19
TABLE 2 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR SCREWS AND NUTS MADE OF STEEL	20
TABLE 2A TIGHTENING TORQUE VALUES FOR SCREWS AND NUTS MADE OF STEEL	21
TABLE 2B TIGHTENING TORQUE VALUES FOR SCREWS AND NUTS MADE OF ALUMINUM ALLOYS	22
TABLE 3 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR STEEL AND LIGHT METAL ROD ENDS WITH INCH THREADS	23
TABLE 4 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR STEEL AND LIGHT METAL ROD ENDS WITH METRIC THREADS	23
TABLE 5 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR SCREWS AND NUTS WITH METRIC THREADS	24
TABLE 6 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR HOLLOW HEAD SCREWS	24
TABLE 7 TIGHTENING TORQUE VALUES FOR TUBE NUTS	25
TABLE 8 CONVERSION TABLE	25

1.0 GENERAL

In aviation, proper connections are a prerequisite for safety. Components which have to be detachable at any time are generally assembled with screwed connections. A screwed connection which meets all requirements can only be achieved if due consideration is given to the properties of the materials to be connected and those of the connecting elements. Use of the correct tool as well as observation of the permissible tightening torques is a prerequisite.

1.1 PURPOSE

This Procedure Standard describes the basic procedures and requirements which must be applied and complied with when making screwed connections.

1.2 SCOPE OF APPLICATION

This Procedure Standard must always be applied when it is called for in design documents or in type-specific instructions. The stipulations contained in this procedure apply to all common screwed connections with metric ISO threads, MJ threads and inch threads.

Note

If customer or program-specific requirements call for other specifications for screwed connections, these requirements shall have priority over this DOV.

1.3 RESPONSIBILITY

The responsibility for compliance with the requirements of this Procedure Standard lies with the technical supervisors who are responsible for assigning, making and inspecting screwed connections.

1.4 ABBREVIATIONS

AN - AERONAUTICAL STANDARD
DIN - GERMAN STANDARD
DOL - DORNIER DATA SHEET
DON - DORNIER STANDARD
DOV - DORNIER PROCEDURE STANDARD
ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
LN - AVIATION STANDARD
MIL - MILITARY SPECIFICATION
MS - MILITARY STANDARD
NAS - NATIONAL AEROSPACE STANDARD
QS - QUALITY ASSURANCE
UNF - UNIFIED NATIONAL FINE
UNJC - UNIFIED NATIONAL COARSE
UNJF - UNIFIED NATIONAL FINE

2.0 WORK AND HEALTH SAFETY, ENVIRONMENTAL PROTECTION

In addition to the accident prevention regulations in accordance with the Occupational Health & Safety Act, the generally recognized safety and health regulations and relevant manufacturer's instructions must be observed.

The operating instructions for the organization of "Work Safety and Environmental Protection" must be complied with.

3.0 MATERIALS, TOOLS AND AUXILIARY AIDS

Item no.	Nomenclature	Commercial name Manufacturer	Material data sheet	Purpose
1	Power driven torque wrenches and screwdrivers	e.g. Desoutter Atlas Coper Bosch		Tightening screwed connections within their torque limits
2	Manual torque wrenches and screwdrivers	e.g. Stahlwille Richmont Snap-on		
3	Intermediate adapters, Extensions	e.g. Stahlwille Richmont Snap-on		Extending the point of force of the torque wrench
4	Ring spanner Socket spanner	e.g. Snap-on Stahlwille		Tightening screwed connections
5	Marking paint red, green, white	e.g. Paint company Bäder GmbH & Co		For paint marks on screwed connections
6	Anti-Seize-Compound graphite powder	Dow Corning branches		Preventing screwed connections from seizing
7	Cleaning agent	Methylethylketone (Butanone)		Degreasing unpainted marking locations
		Special gasoline	DOL 49	Degreasing unpainted marking locations
8	Brush approx. 2 mm	Commercially available		Applying paint marks
9	Cleaning cloths	e.g. Kleenex lint-free		Cleaning screwed connections
10	Felt tip pen	Commercially available		Marking during inspections

3.1 TORQUING TOOLS

Torque wrenches are available in adjustable and non-adjustable versions.

Adjustable torque wrenches release with a short jerk and an audible signal (click) when the preselected torque is reached (see Fig. 1).

Their use is always preferred since the nut or screw is tightened evenly and accurately.

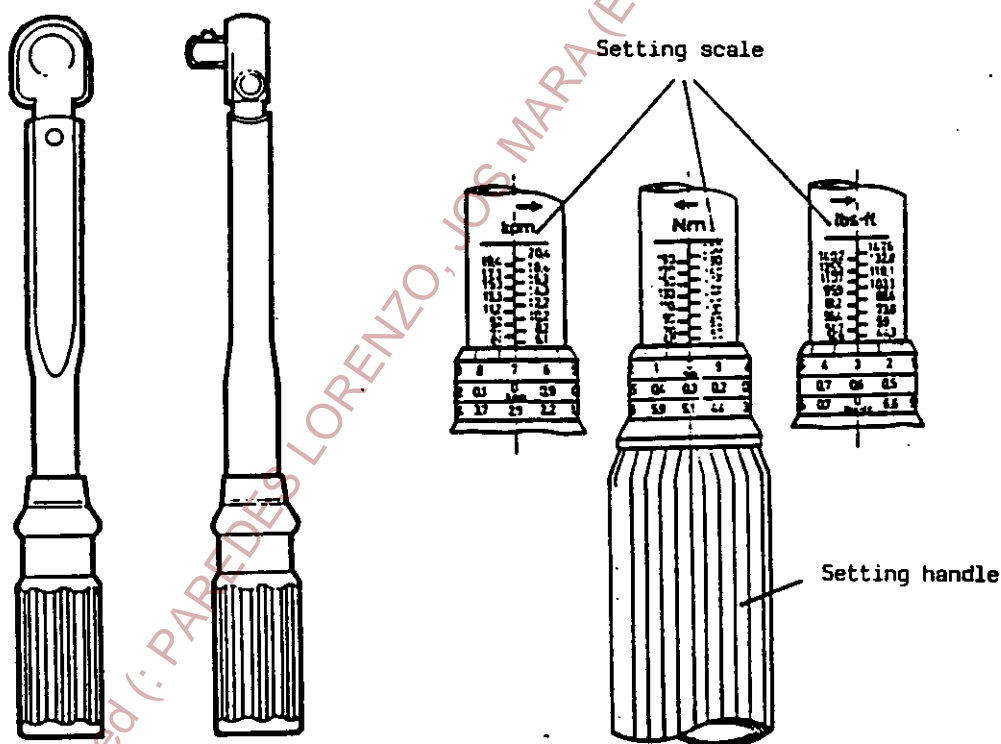
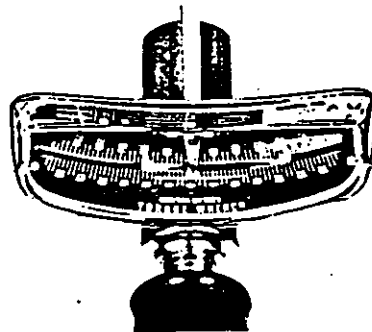


Fig. 1 Adjustable torque wrench

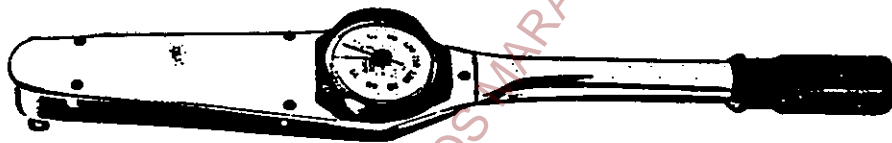
Non-adjustable torque wrenches either have a scale or dial (with or without a drag pointer) which must be read during the torquing operation (see Fig. 2). This is not always easy, especially when applying higher torques, and usually requires an assistant.

Note

When reading non-adjustable torquing tools, an inclined angle of view impairs the reading accuracy.



Torque wrench with scale



Torque wrench with dial

Fig. 2 Non-adjustable torque wrenches

When using power driven torquing tools, use the operating and setting instructions provided in the manufacturer's documentation.

The tightening torque value given in the design or manufacturing must agree with the setting on the torquing tool to be used.

4.0 REQUIREMENTS

4.1 DESIGN DOCUMENTS

The design documents must give the location, screwed connection and locking method.

The tightening torque values for screwed connections are to given in the design documents in the following cases:

- coated threads, e.g. special surface protection, sealing compound etc.
- easily distorted metal surfaces or material of medium strength, e.g. rubber, plastic, wood etc.
- special screwed connections, e.g. structural connections, rotating components etc.

4.2 MANUFACTURING DOCUMENTS

The following note must be entered in manufacturing documents: "Torque screwed connections in accordance with DOV-09.02-075".

4.3 PERSONNEL

Only trained and instructed specialists may be employed in making screwed connections.

The personnel must be made familiar with the contents of this Procedure Standard. The supervisors must ensure that the requirements of this Procedure Standard are complied with.

Screwed connections for which a unique assembly instruction exists or for which a special tightening torque is given in the design document, may only be made by manufacturing personnel with an inspection authority in accordance with Quality Assurance instruction no. 7.

4.4 SCREWS AND NUTS

The dry lubrication film applied to screws and nuts by the manufacturers must be maintained in the delivery condition.

4.5 TOOLS

Only torque wrenches and torque inserts may be used which are within the authorized calibration time required by DOV-11.02-092.

Only correctly fitting ring and socket spanners must be used for making screwed connections. Make sure the lever length of the spanners is correct for smaller screwed connections.

Note

When tightening screwed connections with inch threads, on no account use metric tools. The opposite is also the case.

Only use correctly fitting screwdrivers for slotted and crosshead screws (ensure the blade width and depth is correct).

5.0 PROCEDURE

5.1 SCREWED CONNECTIONS

To obtain a correct screwed connection, a specified pre-tension must be achieved on the screw by applying a torque.

The screwed connection must comply with the design documents and is considered to be properly tightened when the specified torque is within the permitted tolerance, i.e. between the permitted minimum and maximum value.

The applied tightening torque values, assuming they are special torque values or torque values which are only used for a special connection, are given in the design documents and these values must be used.

If no special tightening torque values are given or required in the design documents, the associated screwed connection must be made using a standard torque value.

These standard tightening torques are specified for the DORNIER 228 in Enclosure 1 of this DOV and for the DORNIER 328 in DON 300.

5.2 SCREW LENGTH

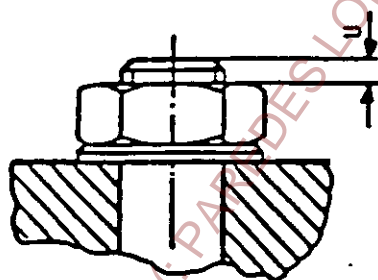
The screw length is specified by information contained in the design documents.

To take into account the tolerances and deviations of the components, the screw length can be redefined when the screwed connection is being made. The protrusion of the screw (thread end against chamfer) is to be defined in accordance with LN 9378 (see Fig. 3). In the case of close tolerance screws, special consideration must be given to the length of the shank. The length of the screw on the component is established as follows (see Fig. 4):

- Prior to installation, determine the clamping length "L" of the screw.
- Select the shank length "S" of the screw so that it complies with or exceeds the clamping length "L".
- The shank of the close tolerance screw must always cover the load bearing part of the fit.

Note

A replacement is not permitted in those cases where special screws or bolts are used for connecting components or assemblies which are subject to interchangeability according to the design documents.

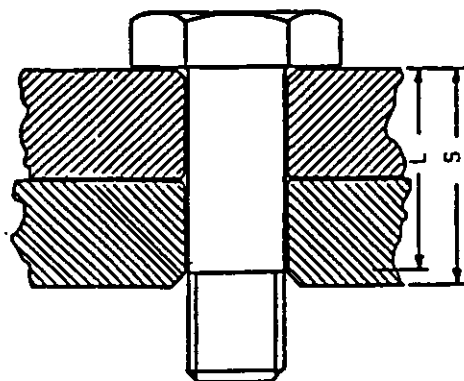


U min = 1 thread and height of chamfer

U max = 3 threads and height of chamfer

Fig. 3

Thread protrusion over the nut



L = clamping length

S = shank length

Fig. 4

Minimum shank length of a close tolerance screw

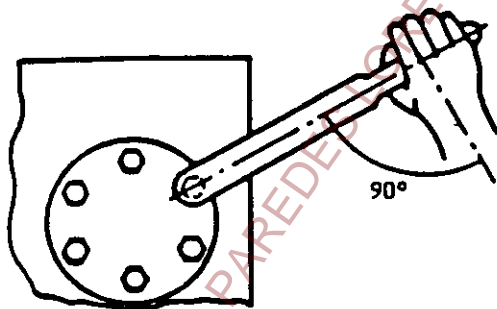
5.3 LOCKING DEVICES

For locking screws and nuts, different types of shaped locking devices are used (DOV-09.02-088). The types of locking device to be used are given in the design and/or manufacturing documents.

5.4 TIGHTENING WITH TORQUE WRENCH

To obtain identical tightening torques, observe the following points:

- a) The calibration interval of the torque wrench must not be exceeded.
- b) The setting of the specified tightening torque (also when using an extension or a shortening as described in para. 5.4.2).
- c) Correct operation (e.g. automatic release).
- d) The handle of the wrench must be gripped so that the middle of the hand is felt to be in the center of the handle (see Fig. 5).
- e) When tightening, the hand must be at right angles to the centerline of the wrench (see Fig. 5).



Tighten at right angles
to wrench centerline

Fig. 5 Using the torque wrench

- f) Tighten evenly and smoothly.
- g) The wrench must not be twisted.

Note

Force must only be applied to torque wrenches in the tightening direction. The wrench must not be turned in reverse or used to slacken the connection; if this occurs the wrench must be rejected..

Note

If the jaws of the extension wrench point away from the handle of the torque wrench, the effective length of the extension must be added to the length of the torque wrench. The newly set tightening torque must be lower.

If the jaws of the extension point towards the handle, the effective length of the extension must be subtracted from the length of the torque wrench. The newly set tightening torque must be higher.

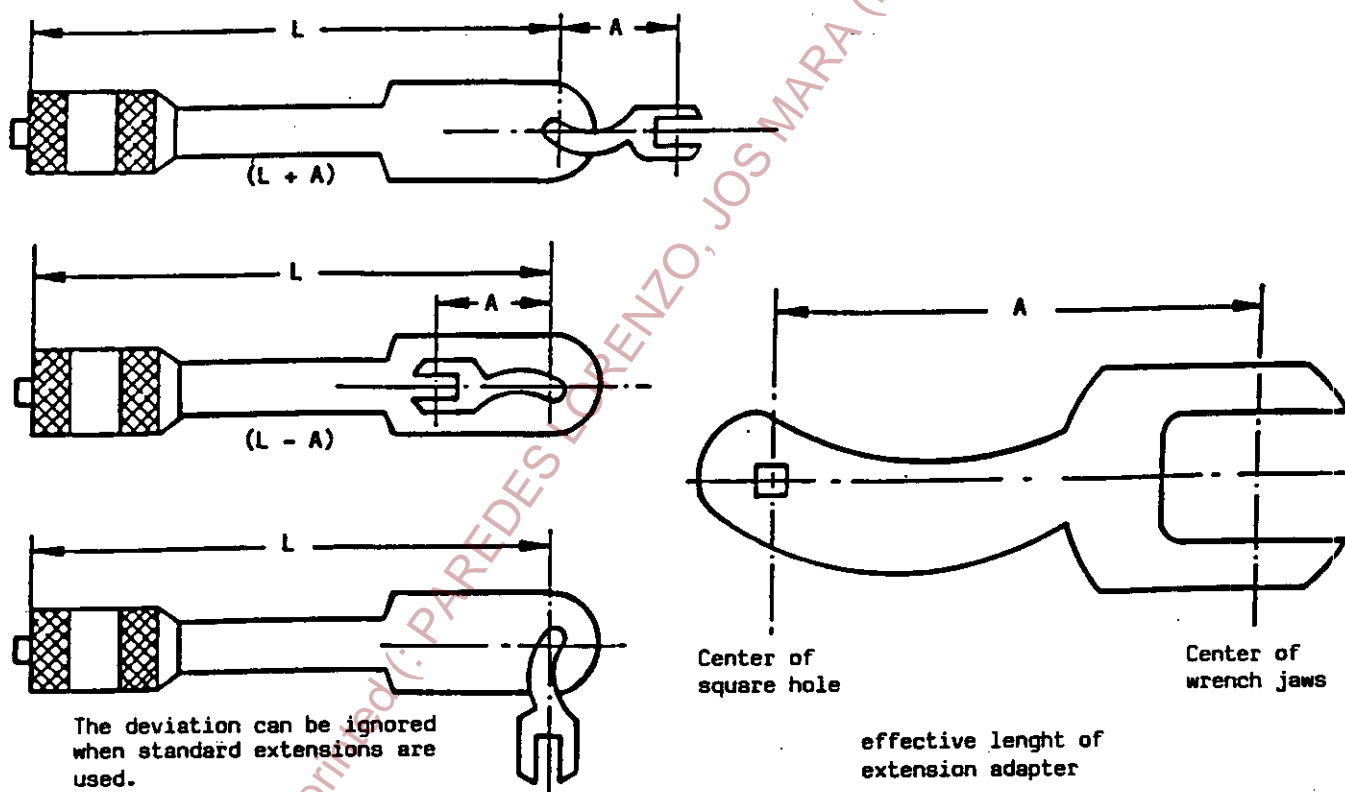


Fig. 6

Torque wrench with extension

5.5 TIGHTENING SCREWS AND NUTS

Generally, tightening torque must be applied to the nut. If, due to special installation requirements the screw must be tightened, the same tightening torque as the nut must be applied. This does not apply to close tolerance screws.

Caution

Screws or nuts whose maximum permissible torque has been exceeded must be replaced.

The nut or screw must be tightened to the nominal value of the specified torque. The nominal value is the mean of the minimum and maximum values.

Components which are heated or cooled during assembly must be allowed to reach ambient temperature before the tightening torque is applied.

If screwed connections are installed wet in accordance with DOV-09.51-012, the agent must not be applied to the thread. Should, however, sealing compound or anti-corrosion paste get on to the thread or the contact surface of the nut, it must be wiped off dry with a clean cloth (para. 3, item no. 9) to prevent the frictional values from being changed.

5.5.1 TIGHTENING SEQUENCE

The tightening sequence must be carefully chosen to prevent, for example, distortion or bulging of the components.

If the tightening sequence is not given in the design documents, proceed as shown in Fig. 7.

Note

Care must be taken to ensure that pretightening is applied evenly before applying the final tightening torque. This is particularly important where there is no metal-to-metal contact (O-rings, gaskets).

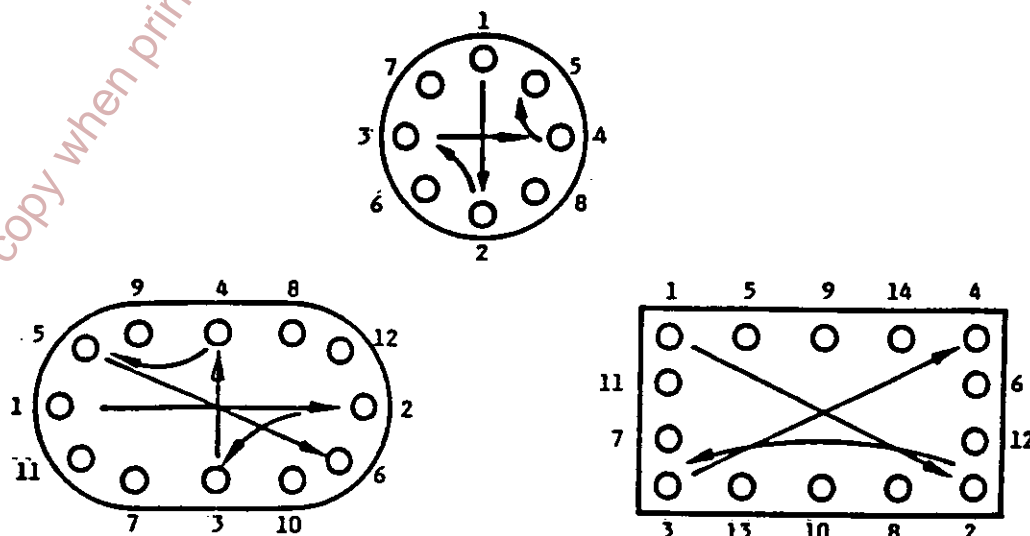


Fig. 7

Tightening sequence

5.5.2 TIGHTENING CASTLE NUTS

Observe the following points when tightening castle nuts:

- a) Tighten the castle nut to a value 10% below the specified value.
- b) Tighten the nut further (do not exceed the max. permissible torque) until a position is reached where a slot in the nut aligns with the hole in the bolt. If this is impossible, use another castle nut or bolt of the same type.
- c) If more than 30 % of the diameter of the locking hole in the bolt is covered by the castle nut, place a washer under the nut or use another castle nut or bolt of the same type. Not more than two washers are permitted under the nut. If two washers are used, the thinnest washer must be in contact with the component.
- d) The locking of castle nuts is specified and described in DOV-09.02-088.

5.5.3 TIGHTENING SELF-LOCKING NUTS

Observe the following points when tightening self-locking nuts:

- a) Only use self-locking nuts on screws whose thread start is chamfered or rounded.
- b) Slotted all-metal self-locking nuts and nuts with a nylon insert must only be used once.
- c) Check self-locking nuts prior to installation for adequate locking torque by screwing the nut by hand on to the screw. If the nut can be screwed through the locking part with the fingers or if it can be slackened after it is fully screwed on, the locking torque is no longer adequate and the nut must be replaced.
- d) For installations on load bearing connections with less than four screws, always use new self-locking nuts.
- e) When using self-locking nuts with a nylon insert, tighten the nut in stages. It is sufficient to pre-tighten to the minimum tightening torque in three stages, each time slackening the connection. Then tighten to the maximum value. This procedure minimizes the effect of the lock on the frictional torque.

Caution

Damaged self-locking nuts (e.g. nylon insert pressed out of the nut) must be replaced. Lubricating and reworking of self-locking nuts is prohibited.

Self-locking nuts must not be used on connections on which a movement of the connection also causes a movement of the nut against its contact surface.

5.6 TIGHTENING ROD ENDS

The tightening torques of eye or clevis rod ends means the tension applied against the rod body by tightening the counter nuts.

Since rod ends can be screwed in and counter nuts tightened in both the unlubricated and lubricated state, attention must be paid to the different tightening torques which apply for lubricated and dry unlubricated parts.

Note

Note that rod ends can have left hand and right hand threads.

When screwing light metal rod ends together, it is imperative that an anti-seize compound is used in accordance with the manufacturing documents to prevent damage to the threads. Anti-seize compound must be reapplied to the threads when reassembling slackened light metal rod ends.

Caution

The threads of steel rod ends must not be lubricated.

5.7 TIGHTENING CLIPS AND CLAMPS

5.7.1 HOSE CLIPS

The tightening torque for MICROFLEX, MINOX or FLEXINOX hose clamps used for various tube connections and attachments is given in the manufacturer's documentation.

These clamps are known as tangential clamps with a worm-type thread which engages in slots in the strap. They are to be tightened to different torques..

The clip type is stamped on each clip.

5.7.2 CONNECTION CLAMPS

The INTERFLEX rigid tube connections are connection clamps with V-shaped segments.

When installing these clamps they must be tightened to the maximum torque stamped on the clamp strap.

5.7.3 SCREWED TUBE CONNECTIONS

The tightening torque of INTERFLEX screwed tube connections is determined by the tube diameter and is given in the manufacturer's documentation.

5.8 MARKING SCREWED CONNECTIONS

A paint mark must always be applied to a tightened screwed connection when:

- this is specified in the manufacturing documents,
- a special torque is specified in the design document.

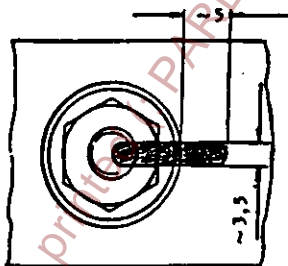
5.8.1 APPLYING PAINT MARKS

After final tightening of the screwed connection, apply the paint mark as follows:

- The location to be marked with paint must be cleaned first (para. 3, item no. 7).
- The cleaned locations must be completely dry before applying the paint mark.
- Using a thin brush (para. 3, item no. 8), apply the paint mark on the screwed connection as shown in Fig. 8.

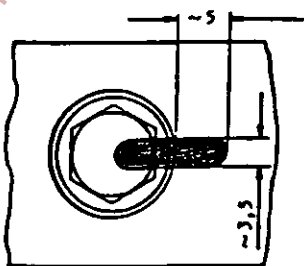
The marking paint to be used is given in para. 3 (item no. 5).

The paint mark is considered a seal, i.e. the screwed connection must not be slackened by unauthorized persons. No position changes must be made on the screwed connection after applying the tightening torque.



For a nut

- on the screw end
- over the nut
- over the washer
- on to the component



For a screw head

- on the screw head
- over the washer (if installed)
- on to the component

Fig. 8

Paint mark on a screwed connection

6.0 QUALITY INSPECTIONS

6.1 RESPONSIBILITIES

The following checks can be performed by manufacturing personnel with inspection authority in accordance with Quality Assurance instruction no. 7.

The responsible specialist departments of Quality Assurance shall check for compliance with the procedures as part of the procedure monitoring.

Note

Alternative product-specific decisions can be made as part of inspection planning.

6.2 VISUAL INSPECTION

On completion of the screwed connection a visual inspection must be carried out to cover the following points:

- compliance of the screwed connection with the design documents,
- screw protrusion in accordance with para. 5.2,
- damage (cracks, crushing, distortion),
- paint mark in accordance with para. 5.8.1 (if required),
- cleanliness.

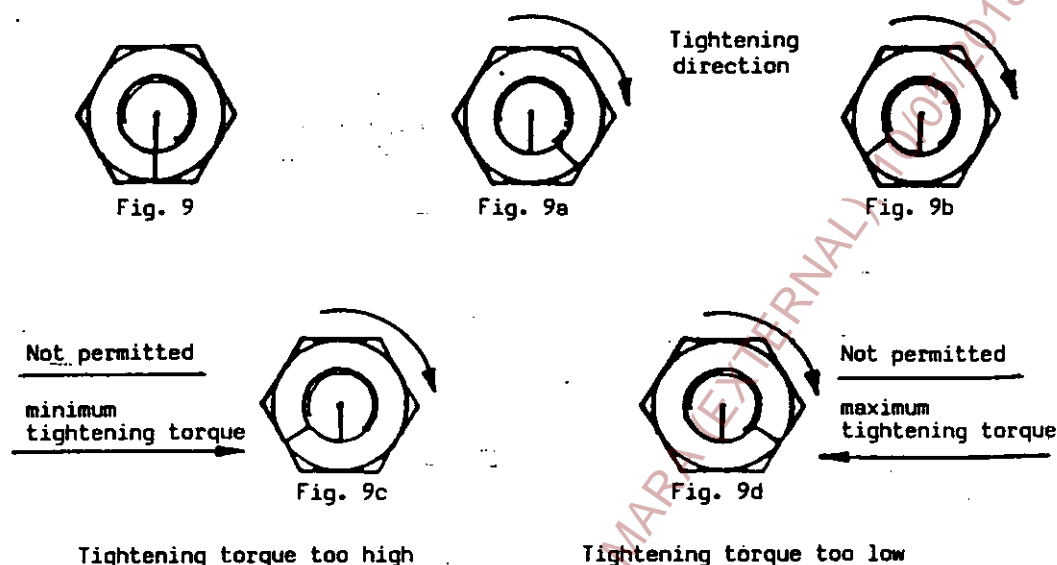
6.3 TIGHTENING TORQUE INSPECTION

The tightening procedure and the application of the tightening torque of the screwed connections must be checked during assembly by random checks to comply with the requirements of para. 5.

6.4 INSPECTION OF TIGHTENING TORQUE FOR CORRECT VALUE

If the manufacturing documents or the inspection schedules call for a inspection of the applied torque, this must be carried out in the presence of the manufacturing person with inspection authority (para. 4.3) as follows:

- Mark the position of the nut and screw with a felt tip pen (para. 3, item no. 10), (see Fig. 9).
- Slacken the screwed connection by at least one quarter to one half turn using a rigid wrench.
- Tighten the nut to the lower tightening torque; the mark on the nut must be before the mark on the screw or aligned with it (see Fig. 9a).
- Slacken the screwed connection by at least one quarter to one half turn using a rigid wrench.
- Tighten the nut to the upper tightening torque; the mark on the nut must be behind the mark on the screw or aligned with it (see Fig. 9b).
- If the tightening torque deviates from the nominal value (Figs. 9c and d), all screws of this work process must be slackened in the presence of the manufacturing person with inspection authority. Tighten the new screwed connection to the nominal tightening torque.
- Finally, clean the screwed connection and remark with marking paint if specified.



Figs. 9 thru 9d Inspecting tightening torque for correct value

7.0 DOCUMENTATION

The manufacturing steps and inspections specified by this Procedure Standard must be entered in the production plan by the persons performing the work in the corresponding work sequence with signature and date. The inspections must also be certified by an inspector's stamp.

OTHER APPLICABLE STANDARDS AND DOCUMENTS

DIN 267	Fasteners; technical specifications
DOL 49	Special gasoline; low n-hexane content, boiling range 100/140
DON 300	Tightening torques for non-permanent threaded connections
DOV-09.51-012	Sealing of structures
DOV-09.02-029	Sealing and insulation of contact surfaces
DOV-09.02-088	Locking of screwed connections
DOV-11.02-092	Calibration of measuring equipment
LN 9378	Thread ends, screw protrusions
MIL-S-8879G	Screw threads, controlled radius root with increased minor diameter
QA Instruction No. 7	Stamping of manufacturing steps by the manufacturing person
QA Instruction No. 15	Authority to check finished work

PREVIOUS EDITIONS

July 1973, June 1975, Rev. - dated 15.03.1993 (recoding sheet)

CHANGES

The following changes were made to the issue of June 1975:

- General technical revision.
- Editorial revision and new arrangement in accordance with DOV-05.00-001.

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 1 Tightening torque values for screws and nuts with inch threads

Tightening torque values for screws and nuts with inch threads and a strength of 861.8 N/mm ² (125000 psi) and higher. (NAS 464, NAS 1303 thru 1306, NAS 1308)								
Thread size		Standard nuts (AN 310, NAS 1021)			Flat nuts (AN 316, AN 320)			
(inch)								
Diameter	Pitch	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	
10	- 32	0.45	40	0.46	0.28	25	0.28	
1/4	- 28	0.79 - 1.13	70 - 100	0.81 - 1.15	0.34 - 0.45	30 - 40	0.35 - 0.46	
5/16	- 24	1.58 - 2.54	140 - 225	1.61 - 2.59	0.68 - 0.96	60 - 85	0.69 - 0.97	
3/8	- 24	2.15 - 4.40	190 - 390	2.19 - 4.49	1.07 - 1.24	95 - 110	1.09 - 1.26	
7/16	- 20	5.08 - 6.21	450 - 550	5.18 - 6.33	3.05 - 3.38	270 - 300	3.11 - 3.45	
1/2	- 20	5.42 - 7.90	480 - 700	5.53 - 8.06	3.28 - 4.63	290 - 410	3.34 - 4.72	
9/16	- 18	9.04 - 14.12	800 - 1250	9.22 - 14.40	5.42 - 6.78	480 - 600	5.53 - 6.91	
5/8	- 18	12.42 - 18.08	1100 - 1600	12.67 - 18.43	7.46 - 8.81	660 - 780	7.60 - 8.98	
3/4	- 16	25.99 - 33.90	2300 - 3000	26.50 - 34.56	14.69 - 16.95	1300 - 1500	14.98 - 17.28	
7/8	- 14	28.25 - 47.46	2500 - 4200	28.80 - 48.38	16.95 - 20.33	1500 - 1800	17.28 - 20.73	
1	- 12	41.80 - 67.80	3700 - 6000	42.62 - 69.12	24.86 - 37.28	2200 - 3300	25.34 - 38.01	

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 2 Tightening torque values for screws and nuts made of steel

Tightening torque values for screws and nuts with fine threads (UNF, UNJC, UNJF)														
Steel screws for tensional loads MS 27039, MS 2033-20046, MS 20073, MS 20074, MS 24694					Steel nuts for shear loads MS 17828, MS 21042, MS 21083									
Steel nuts for tensional loads MS 21045, MS 21046, MS 17825, MS 21083, MS 20500, MS 21043, MS 21044, MS 21245														
Thread size (inch)	Dia- meter	Pitch	daNm		In. lbs		kpm		daNm		In. lbs		kpm	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
# 8	- 36						0.138	0.172					0.08	0.10
# 10	- 32						0.230	0.287					0.138	0.172
1/4	- 28						0.575	0.805					0.345	0.460
5/16	- 24						0.152	1.61					0.690	0.977
3/8	- 24						1.84	2.18					1.09	1.28
7/16	- 20						5.17	5.75					3.11	3.45
1/2	- 20						5.52	7.93					3.33	4.71
9/16	- 18						9.20	11.52					5.52	6.90
5/8	- 18						12.65	11.95					7.59	8.97
3/4	- 16						26.45	28.75					14.95	17.25
7/8	- 14						28.75	34.50					17.25	20.70
1	- 14						42.55	63.25					25.30	37.95
1 1/8	- 12						57.50	80.50					34.50	48.30

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 2a Tightening torque values for screws and nuts made of steel

Tightening torque values for screws and nuts with fine threads (UNF, UNJC, UNJF)													
Steel screws for tensional loads MS 20004 bis MS 20024							Steel nuts for shear loads MS 21042, MS 21083, MS 21245						
Steel nuts for tensional loads MS 21043, MS 17825, MS 21044, MS 21245, MS 21046,													
Thread size (Inch)	Da- meter	Pitch	daNm	In.lbs	kpm		daNm	In.lbs	kpm				
			min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		min.	max.
# 8		- 36			0.287	0.345						0.172	0.230
# 10		- 32			0.920	1.152						0.575	0.690
1/4		- 28			1.38	1.66						0.805	1.03
5/16		- 24			2.30	2.87						1.38	1.72
3/8		- 24			5.98	7.24						3.45	4.60
7/16		- 20			8.85	10.90						5.17	6.32
1/2		- 20			12.65	14.95						7.47	9.20
9/16		- 18			14.37	17.82						8.62	10.90
5/8		- 18			30.47	36.80						18.40	21.80
3/4		- 16			40.82	50.02						24.15	29.90
7/8		- 14			51.75	63.25						31.05	37.95
1		- 14			69.00	83.95						41.40	50.60
1 1/8		- 12											

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 2b Tightening torque values for screws and nuts made of aluminum alloys

Tightening torque values for screws and nuts with fine threads (UNF, UNJC, UNJF)														
Aluminum screws for tensional loads MS 24694, MS 27039					Aluminum nuts for shear loads MS 21083									
Aluminum nuts for tensional loads MS 21044														
Dia- meter	Thread size (Inch)	Pitch	daNm		in. lbs		kpm		daNm		in. lbs		kpm	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
# 8	- 36						0.057	0.115					0.034	0.069
# 10	- 32						0.115	0.172					0.057	0.115
1/4	- 28						0.345	0.517					0.172	0.345
5/16	- 24						0.460	0.747					0.287	0.460
3/8	- 24						0.862	1.26					0.517	0.805
7/16	- 20						2.07	3.22					1.26	1.95
1/2	- 20						3.22	4.71					1.84	2.99
9/16	- 18						4.37	6.67					2.64	4.14
5/8	- 18						6.32	7.70					3.10	4.83
3/4	- 16						10.90	14.37					6.44	10.12
7/8	- 14						14.37	21.80					8.62	13.80
1	- 14						18.40	27.60					10.90	17.20
1 1/8	- 12						24.15	36.80					14.37	23.00

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 3 Tightening torque values for steel and light metal rod ends with inch threads

Tightening torque values for steel rod ends with inch threads and a minimum strength of 637.43 N/mm ² (92450 psi)								Tightening torque values for light metal rod ends with inch threads and a minimum strength of 431.5 N/mm ² (62580 psi)							
Thread size (inch)		daNm		in.lbs		kpm		Thread size (inch)		daNm		in.lbs		kpm	
Dia-meter	Pitch	min.	max.	min.	max.	min.	max.	Dia-meter	Pitch	min.	max.	min.	max.	min.	max.
5/16	- 24	0.54	0.73	50	65	0.55	0.75	5/16	- 24	0.29	0.36	26	32	0.3	0.37
3/8	- 24	0.79	0.98	70	85	0.8	1.0	3/8	- 24	0.49	0.57	45	50	0.5	0.6
9/16	- 20	1.36	1.69	120	150	1.4	1.7	3/16	- 20	0.68	0.88	60	80	0.7	0.9
1/2	- 20	1.76	2.59	160	230	1.8	2.6	1/2	- 20	0.98	1.18	85	105	1.0	1.2
9/16	- 18	2.65	3.27	240	290	2.7	3.3	9/16	- 18	1.37	1.57	120	140	1.4	1.6
5/8	- 18	3.14	3.92	280	350	3.2	4.0	5/8	- 18	1.76	1.98	160	170	1.8	2.0

Table 3 Tightening torque values for steel and light metal rod ends with metric threads

		Tightening torque values for steel rod ends with metric threads and a minimum strength of 63 daN/mm² (92450 psi)						Tightening torque values for light metal rod ends with metric threads and a minimum strength of 43 daN/mm² (62580 psi)					
Thread size		max.			min.			max.			min.		
(mm)		daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm
M8	x 1.0	0.73	65	0.75	0.57	50	0.55	0.4	32	0.37	0.3	26	0.3
M10	x 1.0	1.2	105	1.2	1.0	85	1.0	0.6	50	0.6	0.5	45	0.5
M12	x 1.5	2.3	200	2.3	1.8	160	1.8	1.1	95	1.1	0.9	80	0.9
M14	x 1.5	3.3	290	3.3	2.7	240	2.7	1.6	140	1.6	1.4	120	1.4
M16	x 1.5	4.0	350	4.0	3.2	280	3.2	1.9	170	2.0	1.8	160	1.8
M20	x 1.5	5.4	480	5.5	4.5	400	4.5	2.7	240	2.7	2.3	200	2.3

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 1 Tightening torque values for screws and nuts with metric threads

Tightening torque values for screws and nuts with metric threads									
Screw strength	69 daN/mm ² (99500 psi) (LN 9037, LN 9081)			88 daN/mm ² (128000 psi) (LN 9386)			103 daN/mm ² (149300 psi)		
Thread size (mm)	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm	daNm	in.lbs	kpm
4 x 0.7	0.3	26	0.3						
5 x 0.8	0.6	52	0.6						
6 x 1.0	0.7 - 1.0	61 - 86	0.7 - 1.0	0.9 - 1.3	78 - 112	0.9 - 1.3	1.0 - 1.5	86 - 130	1.0 - 1.5
8 x 1.25	1.6 - 2.4	140 - 210	1.6 - 2.4	2.0 - 3.1	180 - 270	2.1 - 3.1	2.4 - 3.5	210 - 310	2.4 - 3.6
10 x 1.5	2.9 - 4.4	260 - 390	3.0 - 4.5	3.8 - 5.6	340 - 500	3.9 - 5.8	4.4 - 6.6	390 - 580	4.5 - 6.7
12 x 1.5	4.6 - 6.9	410 - 610	4.7 - 7.0	6.2 - 9.3	550 - 820	6.3 - 9.4	6.9 - 10.5	640 - 930	7.4 - 10.7
14 x 1.5	6.7 - 10.1	590 - 890	6.8 - 10.2	8.6 - 13.0	760 - 1150	8.8 - 13.2	10.1 - 15.1	910 - 1340	10.5 - 15.4
16 x 1.5	9.2 - 13.8	810 - 1220	9.3 - 14.0	11.2 - 17.2	990 - 1520	11.4 - 17.5	13.8 - 20.3	1230 - 1800	14.2 - 20.7
Nut strength	69 daN/mm ² (99500 psi) (LN 9343, LN 9348, LN 9349, LN 9345)						88 daN/mm ² (128000 psi)		

Table 6 Tightening torque values for hollow head screws

Tightening torque values for hollow head screws with anti-seize compound on the threads				
Thread size (inch)	daNm	in.lbs	ft.lbs	kpm
1/8 - 27	0.68 - 0.9	60 - 80	5.0 - 6.6	0.69 - 0.92
1/4 - 18	1.5 - 1.7	130 - 150	10.9 - 12.5	1.5 - 1.7
3/8 - 18	2.1 - 2.4	185 - 215	15.4 - 18	2.1 - 2.4
1/2 - 14	2.9 - 3.2	255 - 285	21.1 - 23.8	2.9 - 3.2
3/4 - 14	3.5 - 3.9	310 - 350	25.8 - 29.2	3.6 - 4.0

ENCLOSURE 1 Standard tightening torque values DORNIER 228

Note

The standard tightening torque values for the DORNIER 328 are specified in DON 300.

Table 8 Tightening torque values for tube nuts

Tube diameter	Tightening torque values for tube nuts type AN 818											
	Aluminum tube						Steel tube					
	daNm		in.lbs		kpm		daNm		in.lbs		kpm	
(inch)	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/16	-	-	-	-	-	-	1.02	1.13	90	100	1.04	1.15
1/4	0.45	0.73	40	65	0.46	0.74	1.53	1.69	135	150	1.56	1.72
5/16	0.68	0.90	60	80	0.69	0.92	2.04	2.26	180	200	2.08	2.30
3/8	0.88	1.37	75	125	0.90	1.40	3.09	3.39	270	300	3.15	3.45
1/2	1.76	2.75	150	250	1.80	2.80	5.16	5.59	450	500	5.20	5.70
5/8	2.26	3.05	200	350	2.30	4.00	7.35	7.88	650	700	7.50	8.00
3/4	3.39	5.65	300	500	3.50	5.70	10.20	11.28	900	1000	10.40	11.50
1	5.67	7.90	500	700	5.80	8.00	13.54	15.79	1200	1400	13.80	16.10
1 1/4	6.77	10.17	600	900	6.90	10.30			-	-	-	-
1 1/2	6.78	10.17	600	900	6.90	10.30			-	-	-	-
1 3/4	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-

Table 8 Conversion table

Torque conversion table		
Basic unit	Conversion to	Multiplication factor
daNm	in.lbs	88.508
in.lbs	daNm	0.011
kpm	in.lbs	86.796
in.lbs	kpm	0.012
kpm	daNm	0.981
daNm	kpm	1.020