



## Verbindungselemente - Schrauben / Muttern - Stand der Technik (SdT) - Teil 3 – Montage zusätzliche Grundlagen

In dieser Ausarbeitung werden die Anforderungen und Hintergründe zu den üblichen Verbindungselementen und deren Verwendung gegeben. Hierzu gibt es viele Veröffentlichungen auf der Homepage [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de), unter „Informationen“. Zur besseren Übersicht werden die Inhalte zusammengefasst und beschrieben. Auf Besonderheiten wird explizit hingewiesen. Es gibt viele Anforderungen, die die Auswahl und Montage der Verbindungselemente begleiten. Die Hinweise zu den ausführlichen Technischen Informationen zum Thema finden Sie am Textende.

Die Hintergründe zu den Anforderungen nach Stand der Technik kommt aus allen Richtlinien, z.B. 2014/68/EU Druckgeräterichtlinie und Arbeitsschutzrahmen-richtlinie 89/1031/EEG, sowie allen nationalen Gesetzen, wie z.B. Produktsicherheitsgesetz (ProdSG), mit 14.ProdSV und Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) mit Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Die Beste verfügbare Technik kommt aus 2010/75/EU Industrieemissions-Richtlinie, Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) mit TA Luft. Die Anwendung des Standes der Technik oder Beste verfügbare Technik ist sinnvoll. Eine Nichtanwendung ist eine Ordnungswidrigkeit (Bußgeld bis 100.000 €) oder bei vorsätzlicher Handlung eine Straftat. Es droht eine Geld- oder eine Haftstrafe bis zu einem Jahr.



### Montage

#### • Gewindeüberstand bei der Mutter

Ist ein Gewindeüberstand von 2P tatsächlich richtig, bzw. sinnvoll? Der richtige Gewindeüberstand ist ein immer wieder auftretendes Thema. In derer Ausarbeitung ist der Stand der Normung und der Stand der Technik zusammengefasst. Wie in vielen Bereichen hat sich auch hier die richtige Vorgehensweise verändert. Technisch gesehen ist kein Überstand erforderlich.

Technische Information: Gewindeüberstand an der Mutter

#### • Optimale Schraubenauslastung

Nun ist die beste Schraubenverbindung die mit hoher Vorspannkraft. Hohe Vorspannkraft sind bei zügig und/oder schwingungsbeanspruchten Schraubenverbindungen erforderlich. Sie gewährleisten hohe Restklemmkraft im Betrieb und damit eine zusätzliche Sicherheit bei Vorspannkraftverlusten infolge Setzens und/oder Kriechens. Die Auslastung der Schrauben ist laut „Schraubenverbindungen“ bei 70% Auslastung der Streckgrenze (Rp0,2) optimal. Zu einem gleichen Schluss kommt Dr. Ing. Marc Seidel in seiner Veröffentlichung „Auslegung von Flansch-Verbindungen mit hochfesten, vorgespannten Schrauben für Windenergieanlagen“. „Die Schraubenbeanspruchung unter äußerer Last sollte mit 70% der Streckgrenze als Vorspannkraft angesetzt werden. Damit wird Vorspannkraftverlusten, durch Setzen und mögliche geringe Plastifizierung im Betrieb sowie dem Einfluss der Torsion während des Vorspannens Rechnung, getragen.“

Technische Information: Optimale Schraubenauslastung

#### • Prüfung der Montagevorspannkraft

Eine Kontrolle des Montageergebnisses wird häufig über ein „Abknicken mit Drehmomentschlüssel“ vorgenommen. Mit dieser attributiven Prüfung kann nur festgestellt werden, ob die Schraubenverbindung lose oder fest ist. Der Drehmomentschlüssel funktioniert nur aus gleichmäßiger Drehung. Weiter ist festzustellen, dass wegen der erforderlichen Überwindung der Losbrechmomente aus der Ruhreibung kein validierbares Ergebnis erzeugbar ist. Es gilt also:

**Kontrolle einer Montage über ein Abknicken mit üblichen Drehmomentschlüssel ist technisch nicht möglich und unzulässig!**

Technische Information: Kontrolle verschraubter Verbindungen

#### • Reibung

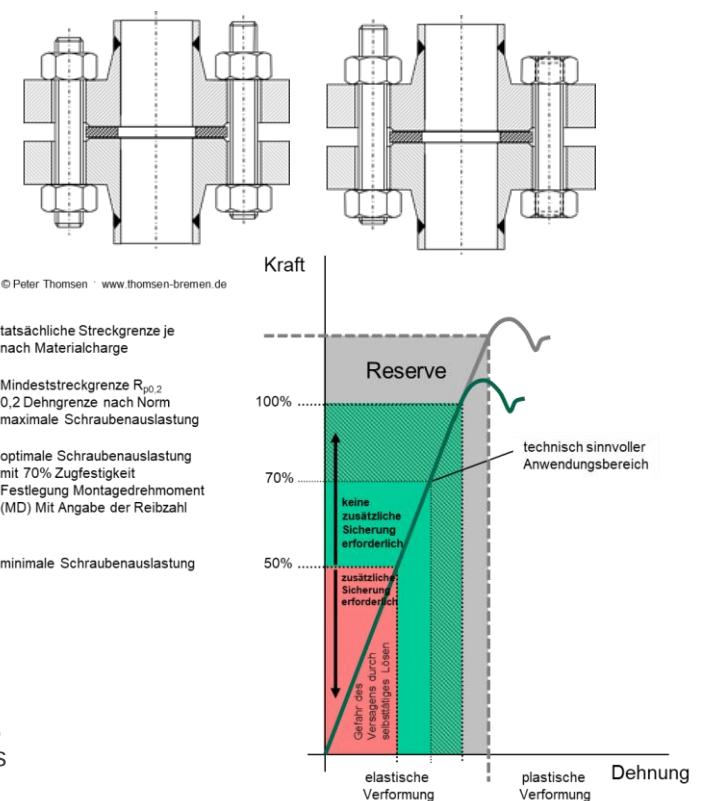
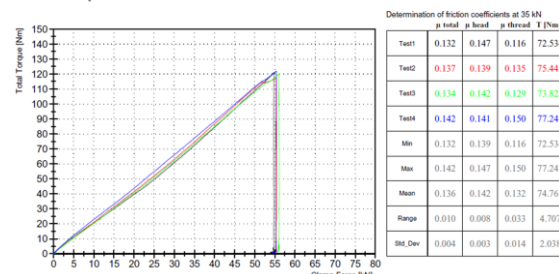
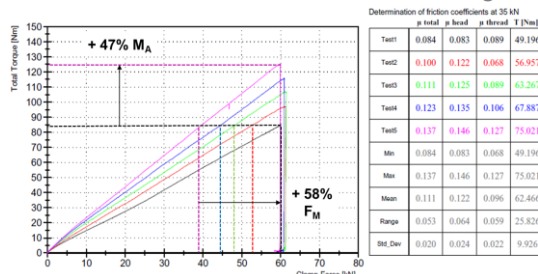
Reibung hat einen erheblichen Einfluss auf das Montagedrehmoment. Ein Schraubenverbindung muss so konstruiert sein, dass ihre sichere Funktion unter allen betrieblichen Bedingungen und bei Störfällen für die Lebensdauer gewährleistet ist. Die sichere Funktion für die Lebensdauer kann nur durch richtige Auslegung und Montage garantiert werden. Die richtige Montage von Schraubenverbindungen hat einen bedeutenden Einfluss auf die sichere Funktion geschraubter Bauteile. Drehmoment darf nur in Bezug und Angabe zur Reibzahl genannt werden!

Siehe Poster: Schraubenvorspannkraften aus Drehmomenten ohne Angabe der Reibzahl

#### • Schraubenpaste

Für die richtige Funktion einer Schraubverbindung ist die Auswahl der richtigen Schraubenpaste von entscheidender Bedeutung. Bei allen Montageverfahren über Drehmoment, ob kontrolliert mit messenden Werkzeugen (Drehmomentschlüssel, Hydraulikschrauber usw.) oder unkontrolliert, mit Ring- oder Maul- oder Schlüsselschlüssel, spielt die Reibung eine entscheidende Rolle zu Erreichung der gewünschten Montagevorspannkraft. Die Grafik links zeigt die Streuung einer „schlechten“ und die Grafik rechts die einer „guten“ Schraubenpaste.

Technische Information: Auswahl der richtigen Schraubenpaste



Verbindungselemente - Einfluss der Reibzahl auf die tatsächliche Vorspannkraft  
am Beispiel von Vollschraubschrauben M10 - Auslastung mit 70% Rp0,2 bei Reibzahl  $\mu_{Ges} = 0,12$

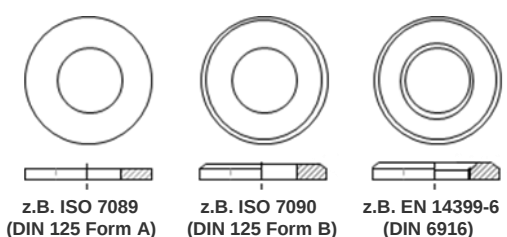
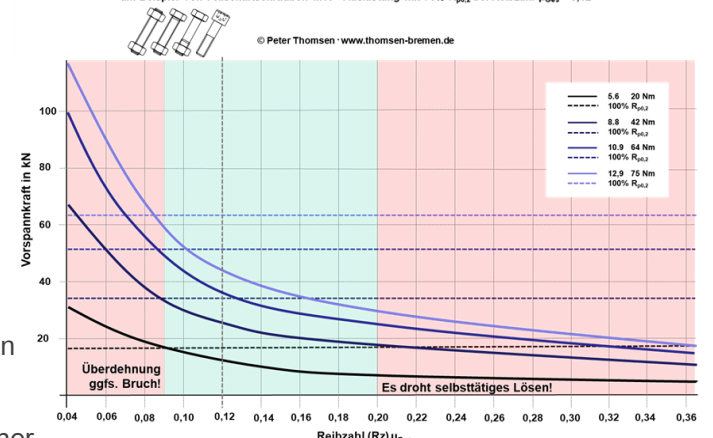


Abb.: U-Scheiben ohne, mit Außenfase und mit 2 Fasen (HV-U-Scheiben)

#### • Unterlegscheiben

Ist oder wann ist die Verwendung von Unterlegscheiben (U-Scheiben) sinnvoll? Nur zum Schutz von oberflächenbeschichteten Bauteilen, bei zu großen Schraubenlöchern oder bei Bauteilen mit niedriger Festigkeit. Ansonsten erhöhen die U-Scheiben höchstens die Relaxation der Verbindung, vor allem bei zu niedriger Härte.

Technische Information: Unterlegscheiben (U-Scheiben)

#### • Wiederverwendung

Nach dem Arbeitsschutzgesetz ArbSchG, der Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV und der TRBS 2141 dürfen Schrauben und Muttern nicht wiederverwendet werden. Die tatsächlich vorliegende Schädigung kann nicht beurteilt werden. Folgendes ist in der ASME PCC zu lesen:

- Bei Verwendung von Schrauben und Muttern von üblicher Güte für Befestigungsmittel bis zu 1 1/4 Inch (M27) Durchmesser wird die Verwendung neuer Schrauben und Muttern empfohlen ...
- Das Auswechseln von Schrauben jeder Größe sollte auf jeden Fall in Betracht gezogen werden, wenn festgestellt wird, dass sie während früherer Montagearbeiten unsachgemäß verwendet oder nicht geschmiert wurden.

Technische Information: Wiederverwendung von Schrauben, Bolzen und Muttern

Zur Beantwortung von Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.