

Montage – Schraubenvorspannkraften aus Drehmomenten ohne Angabe der Reibzahl (μ)

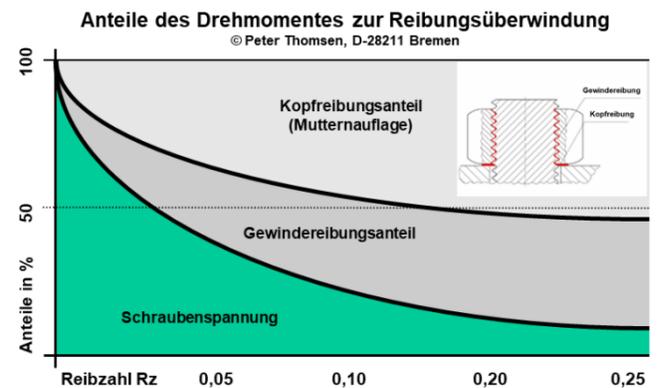
Die Montage von Schraubenverbindungen

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. In sehr vielen Fällen wird ein Drehmoment, aber kein Bezug auf eine Reibzahl genannt. Selbstverständlich hat die Reibung einen erheblichen Einfluss auf die richtige Montage, siehe die nebenstehende Grafik.

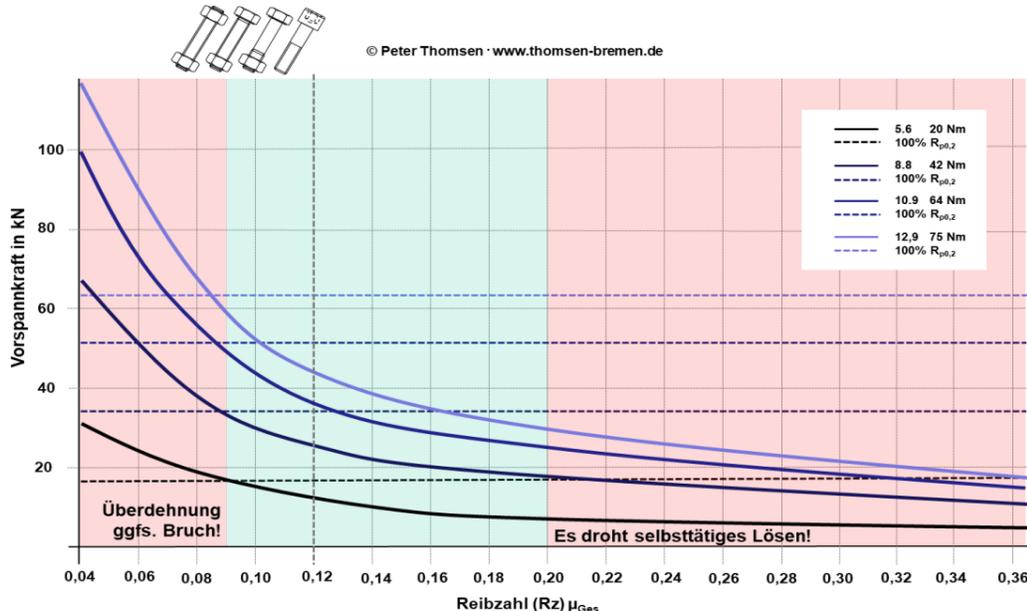
Die Anwendungsgrenzen

Die geschraubten Verbindungselemente funktionieren in der Schraubverbindung wie eine Feder. Sie müssen eine Mindestdehnung erfahren, um spannen zu können, dürfen aber nicht überdehnt, plastisch verformt werden. Um selbsttätiges Lösen zu vermeiden, muss die Mindestvorspannung mit 50% der Mindeststreckgrenze erfolgen, um der zum Teil erheblichen Streuung aus Montageverfahren gerecht zu werden und Lösen zu vermeiden. Bei Dichtverbindungen müssen zusätzlich die Vorspannkraftverluste durch Setz- und Alterungsprozesse der Dichtelemente berücksichtigt werden. Sehen Sie hierzu auch die technische Information „Optimale Schraubenauslastung“ auf meiner Homepage.

Eine Streckgrenzauslastung von 70% ist anzustreben!

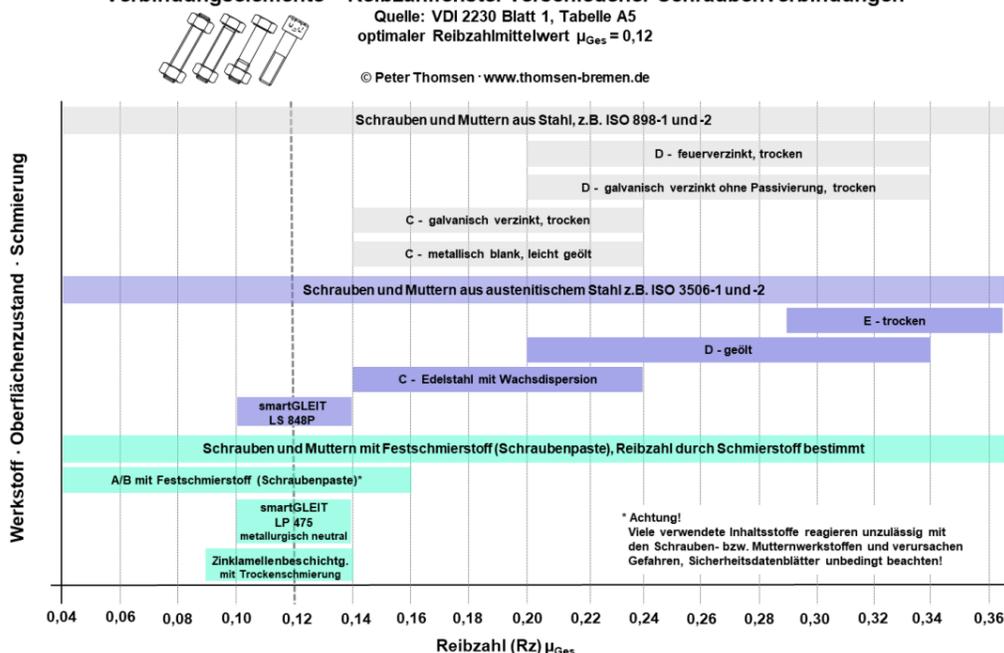


Verbindungselemente - Einfluss der Reibzahl auf die tatsächliche Vorspannkraft
am Beispiel von Vollschraubschrauben M10 · Auslastung mit 70% $R_{p0,2}$ bei Reibzahl $\mu_{Ges} = 0,12$



Verbindungselemente – Reibzahlfenster verschiedener Schraubenverbindungen

Quelle: VDI 2230 Blatt 1, Tabelle A5
optimaler Reibzahlmittelwert $\mu_{Ges} = 0,12$



Sehen sie hierzu auch die technische Information „Einfluss der Reibung auf das erforderliche Montagedrehmoment bei Schrauben“ auf meiner Homepage.

Lediglich mit entsprechender Schraubenschmierung kommt man auf sinnvolle Reibzahlfenster und akzeptable Streuungen. Aus diesem Grund müssen die Schraubenverbindungen mit einer gut geeigneten Montagepaste oder mit einer Oberflächenbeschichtung mit integriertem Schmiermittel versehen werden. Es ist zu beachten, dass eine Schraubenschmierung verwendet wird, die keine negativen Einflüsse auf die Werkstoffe der Verbindungselemente sowie Mensch und Umwelt hat. Sehen Sie hierzu auch die technische Information „Auswahl der richtigen Schraubepaste“ auf meiner Homepage.

Hinweis zu Dichtverbindungen: Montagepasten gehören auf Gewinde und Mutterauftragfläche nicht auf das Dichtelement oder die Dichtfläche!

Die Streuung der Vorspannkraften

Die Berechnungsformel für das Drehmoment nach VDI 2230 zeigt den Einfluss der Reibzahl auf das Montagedrehmoment.

Die erforderlichen Drehmomente werden Anhand der folgenden Formel (127) aus der VDI 2230-1:2015-11 errechnet:

$$M_A = F_M [0,16 \cdot P + 0,58 \cdot d_2 \cdot \mu_G + D_{Km}/2 \cdot \mu_K]$$

wobei

M_A = Montageanziehdrehmoment in Nm

F_M = Montage-Vorspannkraft in N

P = Gewindesteigung

d_2 = Gewinde-Flanken- \varnothing in m

μ_G = Reibungszahl für die Gewindeflanken

μ_K = Reibungszahl für die Kopf-(Muttern)-Auflage

D_{Km} = Kreisringauflage der Schraube = $(d_w + D_{Ki})/2$

d_w = Außen- \varnothing der Kopf-(Muttern)-Auflagefläche

D_{Ki} = \varnothing des Schraubendurchgangsloches

Die Grafik links zeigt die Vorspannkraften von Schrauben, ggfs. mit Muttern, für Verbindungselemente M10 der Festigkeitsklassen 5.6; 8.8, 10.9 und 12.9 nach ISO 898-1 und -2.

Die Auslastung ist basiert auf das optimale Drehmoment für 70% der Streckgrenze $R_{p0,2}$ bei einer Reibzahl 0,12. Das dafür zu verwendende Drehmoment wird in der Legende zur Grafik genannt.

Durch abweichende Reibzahlen bei der Montage entstehen erhebliche Streuungen in den tatsächlich erreichten Vorspannkraften. Diese können bei sehr niedrigen Vorspannkraften zu Überdehnung oder gar Bruch der Schraubenverbindung führen. Bei erhöhten Reibzahlen führt es zu deutlich niedrigeren Vorspannkraften als geplant, bis hin zur Neigung der Schraubenverbindung zu selbsttätigem Lösen.

Eine Angabe für ein Drehmoment ohne die Angabe der Reibzahl ist nicht zulässig!

Die Reibung

Die unter Grafik zeigt die Reibzahlfenster der unterschiedlichen Zustände bei „schwarzen“ (grau) und „weißen“ (blau) Schrauben nach der VDI 2230, Blatt 1, Tabelle A5. Bei den höheren Reibzahlen muss für die gleiche Vorspannkraft ein deutlich höheres Drehmoment verwendet werden. Ohne eine Schraubenschmierung sind erhebliche Streuungen in den tatsächlich erzielten Vorspannkraften zu erwarten.