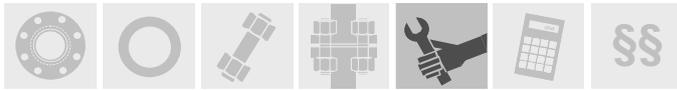


## ● Technische Information



## ● Auswahl der richtigen 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 Schlagschlüssel, spielt die Reibung eine entscheidende Rolle zu Erreichung der gewünschten Montagevorspannkraft. Die Reibung beeinflusst ca. 90% der aufzubringenden Montagekraft, das Drehmoment. Nur ca. 10% des Drehmoments gehen in die Vorspannkraft. Hierzu gibt es weitere Informationen unter [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de) / Information / Technische Informationen / Icon: Montage (Hand mit Schraubenschlüssel) / „Einfluss der Reibung auf das Montageergebnis bei geschraubten Verbindungselementen“ oder „Einfluss der Reibung auf das erforderliche Montagedrehmoment bei Schrauben“.

Gerade für Dichtverbindungen nimmt aktuell die Bedeutung richtig angezogener Flanschschrauben zu. Je höher die Vorspannkraft, umso niedriger die Leckagerate. Aktuell wird mit der VDI 2290 über einen rechnerischen Nachweis die nach der Montage zu erwartende Leckageklasse errechnet und dokumentiert. Die tatsächlich aufgebrachte Vorspannkraft spielt eine entscheidende Rolle für den Sinn und das Ergebnis dieser Vorgehensweise.

Bei Verwendung falscher oder ungeeigneter Schmiermittel entstehen erhebliche Streuungen (Abb.1).

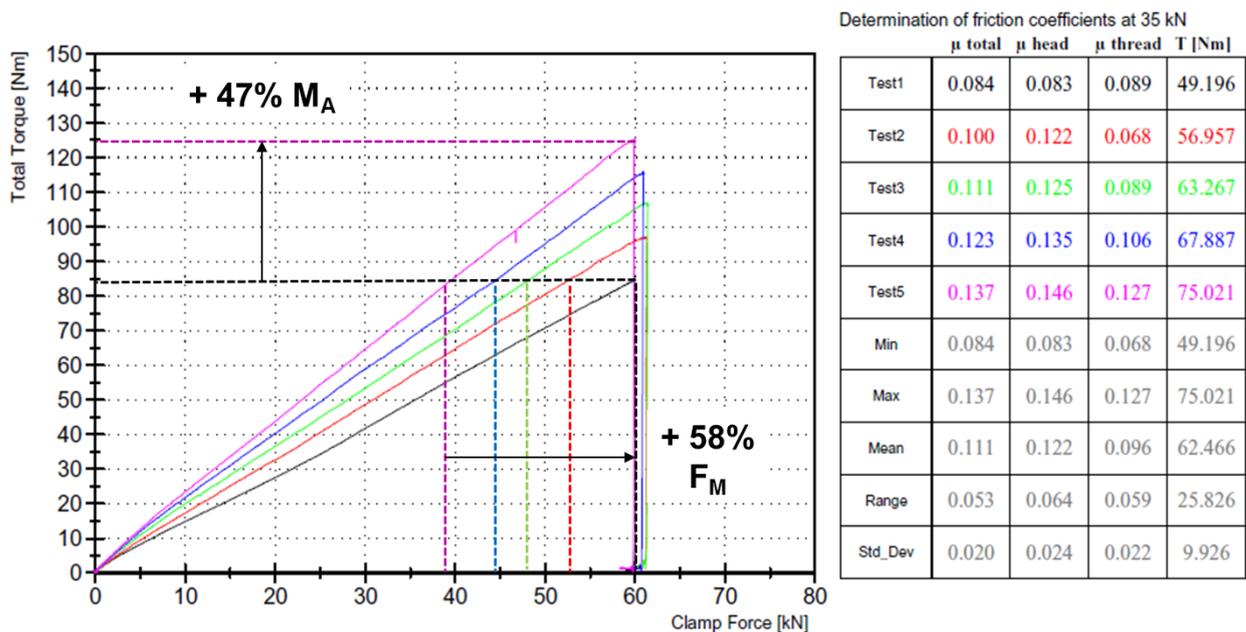


Abb.1: extreme Streuung der Reibwerte bei Verwendung ungeeigneter Schmiermittel bei 5 gleichen Schrauben (Quelle: microGLEIT)

Die Werte der anzuwendenden Drehmomente zur Erreichung der gleichen Vorspannkraft unterliegen einer hohen Streurrate. Umgekehrt bedeutet es, dass beim Ausgehen von einem

einheitlichen Drehmoment sehr unterschiedliche Vorspannkraft und damit in Dichtverbindungen nicht die gewünschte niedrige Leckagerate erreicht wird. Deutlich anders sehen die Ergebnisse für eine qualitativ hochwertige Schraubenschmierung aus (Abb.2).

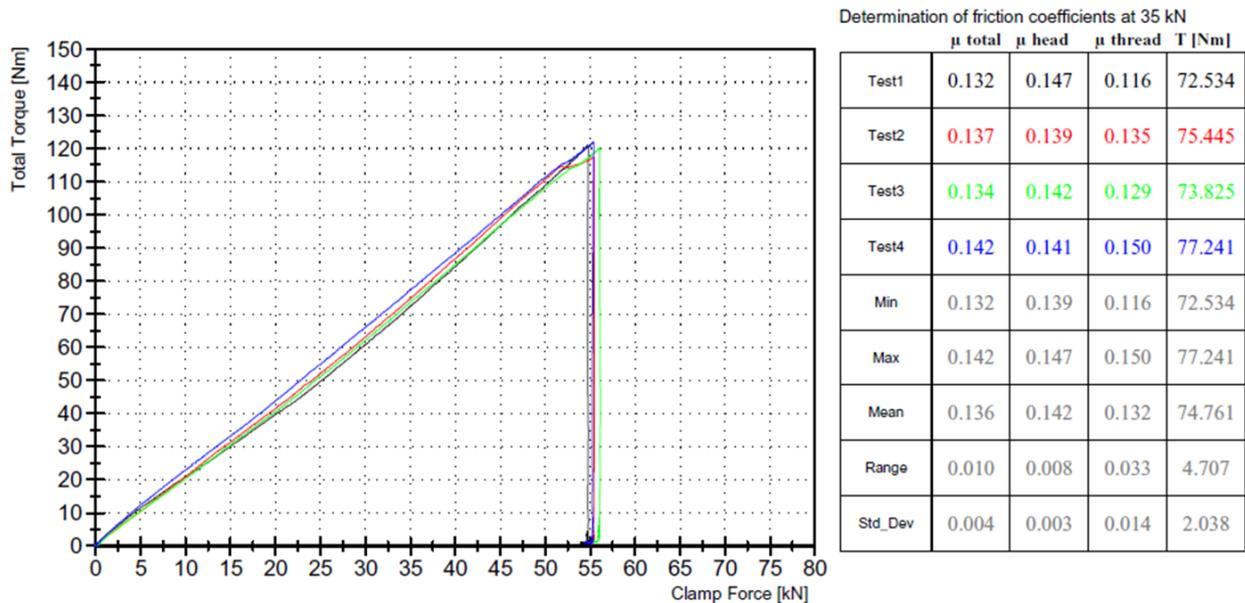


Abb.2: minimale Streuung der Reibwerte bei Anwendung einer hochwertigen Schraubepaste bei 5 gleichen Schrauben (Quelle: microGLEIT)

Bei der Verwendung einer hochwertigen Schraubepaste ergeben sich nahezu einheitliche Montageergebnisse.

Die Folgen der Anwendung eines ungeeigneten Schmiermittels und dadurch unkontrolliert aufgebrauchter Schraubkraft sind:

- nicht ausreichende Vorspannkraft
- erhöhte Leckageraten der Dichtverbindung
- Schwingungsbruchgefahr für die Schraube
- Fressen in der Schraubverbindung
- Beschädigung der Mutterauflagefläche (z.B. der Flansche)

Von entscheidender Bedeutung für die Qualität eines Schraubenschmiermittels sind die Menge der Feststoffanteile, z.B. Graphit und oder Metallpulver. Noch größere Bedeutung hat die Partikelgröße, diese wird mit einem Grindometer festgestellt. Besonders bei der Schmierung der Gewinde ist es wichtig, dass die Partikel nicht zu groß sind und dadurch von den Reibflächen weggeschoben werden.

### Montage ohne geeignete Schraubepaste

Bei Reibungszahlen von  $\mu_{ges} > 0,18$ , dies entspricht ungeschmierten Schraubenwerkstoffen, ist mit Fressen zu rechnen. Es kann nicht mehr von einer stattfindenden Verschraubung ausgegangen werden, die gewünschte Vorspannkraft wird nicht erreicht.

### Ungeeignete Schmiermittel

Für eine hochwertige Schmierung ungeeignet sind Öle, Fette, Wachse und Schmiermittel mit zu großen Partikeln. Öle werden von den Reibflächen verdrängt und zu große Partikel werden von Ihnen weggeschoben. In vielen Montagesprays sind kaum Feststoffpartikel enthalten.

Gänzlich ungeeignet sind Schraubenlöser oder Rostentferner. Diese können durch Anteile von Säuren die Schraubenwerkstoffe nachhaltig schädigen. Schraubenpasten sollten grundsätzlich frei von Chloriden (chloridfrei) sein. Chlorverbindungen in Schraubenpasten können abhängig vom Werkstoff unterschiedliche Korrosionsmechanismen verursachen. Meist Lochkorrosion bei ferritischen Stählen oder transkristalline Spannungsrisskorrosion (SpRK) bei austenitischen Stählen und Nickelbasislegierungen. Ebenso problematisch sind schwefelhaltige Pasten. Molybdänsulfidhaltige Pasten ( $\text{MoS}_2$ ) können bei Nickelbasislegierungen in höheren Temperaturbereichen Spannungsrisskorrosion verursachen. Der durch Oxidationsprozesse freiwerdende Schwefel reagiert und bildet mit dem Nickel Nickelsulfid, welches wiederum an den Korngrenzen mit dem Werkstoff reagiert (kalte Verschweißung). An austenitischen Flanschen und Schrauben kann durch Reaktion des Molybdänsulfids ( $\text{MoS}_2$ ) Schwefelwasserstoff-, Wasserstoff- und Schwefelionen freigesetzt werden, was zu Wasserstoffversprödung führen kann.  $\text{MoS}_2$ -Pasten sollen nach VGB R505 M nicht über  $300^\circ\text{C}$  eingesetzt werden.

### Geeignete Schmiermittel

Zu den geeigneten Schraubenpasten zählen diejenigen mit einem hohen Feststoffanteil an kleinsten Partikeln. Die Partikel sollten eine maximale Korngröße von 40 bis  $50\ \mu\text{m}$  haben. Es gibt auch geeignete Schmiermittel als Spray. Hier ist selbstverständlich der Feststoffanteil entscheidend.

### Anwendung

Einer der häufigsten Fehler ist das Schmieren des Gewindeendes, verbunden mit der Hoffnung, dass ausreichende Mengen das Schmiermittel bis zu der Stelle, an der die Mutter bei der Montage zum Sitz kommt, getrieben werden. Grundsätzlich gilt hier nicht, wie scheinbar häufig angenommen: „Viel hilft viel!“ sondern die richtige Menge an der richtigen Stelle. Folgende Hinweise sollten beachtet werden:

#### bei Verwendung von Schmierpasten

- geeignetes Schmiermittel auswählen
- Schmiermittel auf der Schraube an die Stelle, an der die Mutter zum Sitz kommt, aufbringen
- ausreichende Schmierung der spannungstragenden Seiten der Gewindeflanken
- ausreichende Schmierung der Mutterauflagefläche
- Gewinde erst schmieren, nachdem die Bauteile zusammengefügt sind, um Schmutzaufnahme bei der Montage, z.B. beim Einbringen der Schrauben in Flanschbohrungen zu vermeiden

#### bei Verwendung von Sprays

- geeignetes Schmiermittel auswählen
- Doseninhalt richtig aufschütteln, um die abgesetzten Partikel aufzumischen
- ausreichender Abstand zum Gewinde oder zur Mutterauflagefläche halten (min. 15 bis 20 cm), um ein Wegblasen der Schmierpartikel durch die Treibgase zu vermeiden
- ausreichende Schmierung der spannungstragenden Seiten der Gewindeflanken
- ausreichende Schmierung der Mutterauflagefläche
- Gewinde erst schmieren, nachdem die Bauteile zusammengefügt sind, um Schmutzaufnahme bei der Montage, z.B. beim Einbringen der Schrauben in Flanschbohrungen zu vermeiden

Bei richtiger Anwendung von Schmiermitteln aus Spraydosen ist darauf zu achten, dass die „streuenden“ Schmierstoffe die Umgebung nicht verschmutzen.

### Auswahl

Die folgende Tabelle (Tab.1) zeigt eine Auswahl geeigneter hochqualitativer Schraubenpasten in Abhängigkeit zu üblichen Schraubenwerkstoffen und Einsatztemperaturen.

<b>Tab.1: Schmierstoffempfehlung von microGleit zu Schraubenwerkstoffen nach EN 1515-4</b>							
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen							
Gruppe	Werkstoff		Norm		Temperatur	Druck	empfohlene Schraubenpaste / erwartete Reibungszahl
	Schraube	Mutter	Schraube	Mutter	min. bis max. °C	Einschränkungen	
C-Stahl	5.6	5	EN ISO 898-1	EN ISO 898-2	-10 bis 300	max. PN40 Cl.300 max. PN63 bis 120°C	metallurgiegerechte, physiologisch unbedenkliche, nicht festbrennende <b>Schraubenpaste LP 475</b> / $\mu_{ges}$ ca. 0,11  <b>MoS<sub>2</sub>-Paste LP 410</b> max. bis 450°C einsetzbar / $\mu_{ges}$ ca. 0,11  chemisch beständiges <b>Gleitmittel PP 620</b> max. bis 280 °C einsetzbar / $\mu_{ges}$ ca. 0,09 bis 0,12  a) <b>Gleitack spray</b> maximal bis 450 °C einsetzbar / $\mu_{ges}$ ca. 0,05 bis 0,09
	8.8	8					
Austenit. Stähle	A2-50 <sup>1)</sup>		EN ISO 3506-1	EN ISO 3506-2	-196 bis 400	max. PN40 Cl.300	
	A2-70 <sup>1)</sup>				max. PN100 Cl.600		
	A4-50 <sup>1)</sup>				-60 <sup>5)</sup> bis 400	max. PN40 Cl.300	
	A4-70 <sup>1)</sup>				max. PN100 Cl.600		
Stähle zum Vergüten	25CrMo4 1.7218	C35E 1.1181	EN 10269		-10 bis 400	keine	
		A2-50 o. A2-70 <sup>1) 2)</sup>	EN 10269	EN ISO 3506-2	-60 bis 400		
	42CrMo4 1.7225	C45E 1.1191	EN 10269		-60 bis 500		
		C45E 1.1191			-10 bis 400		
	42CrMo5-6 1.7233	42CrMo4 1.7225			-100 bis 500		
	42CrMoV4-6 1.7711				-10 bis 500		
	21CrMoV5-7 1.7709				-10 <sup>3)</sup> bis 500		
	20CrMoVTiB4-10 1.7729				-10 bis 500		
Austenitische Stähle	X6NiCrTiMoVB25-15-2 1.4980				EN 10269	-196 <sup>4)</sup> bis 650	keine
	X22CrMoV12-1 1.4923					-10 bis 500	
	X7CrNiMoBNb16-16 1.4986		-10 bis 650				
	X5CrNiMo17-12-2 AT <sup>6)</sup> 1.4401		-196 bis 550	max. PN40 Cl.300			
	X5CrNiMo17-12-2 AT+C <sup>6)</sup> 1.4401		-196 bis 200 <sup>7)</sup>	max. PN100 Cl.600			
	X5CrNi18-10 1.4301		-196 bis 550	max. PN40 Cl.300			
	X5CrNi18-10 AT+C 1.4301	X5CrNi18-10 1.4301	-196 bis 200 <sup>7)</sup>	max. PN100 Cl.600			
Ni-Leg.	NiCr20TiAl <sup>8)</sup> 2.4952		EN 10269	bis 650	keine		

<sup>1)</sup> Ausgangswerkstoff muss der EN 10269 entsprechen

<sup>2)</sup> Achtung! Schwarz-Weiß-Verbindung, Werkstoffpaarung sollte vermieden werden! Wärmeausdehnungskoeffizient beachten!

<sup>3)</sup> mit Nachweis der Kerbschlagarbeit KV von mindestens 52 J auch bei niedrigeren Temperaturen einsetzbar, z.B. -50 °C

<sup>4)</sup> bei Verwendung bis -273 °C sind zusätzliche Anforderungen nach EN1515-4, Tabelle 5 zu beachten

<sup>5)</sup> bis -196 °C für Gewindebolzen

<sup>6)</sup> Mutter ohne AT oder AT+C

<sup>7)</sup> zulässige Werte für höhere Temperaturen in Anlehnung an den Werkstoff im Zustand AT

<sup>8)</sup> nicht in EN 1515-4 genannt, erfüllt bei Bruchdehnung A und Kerbschlagarbeit KV nicht die Anforderung der 97/23/EG Druckgeräterichtlinie

Die Tabelle zeigt, dass es Schraubenpasten, z.B. microGLEIT LP 475, gibt, die als Allrounder für alle Werkstoffe und Temperaturen eingesetzt werden können und zu relativ gleichmäßigen Reibungszahlen führen. Weitere, wie MoS<sub>2</sub>-Pasten oder PTFE-haltige Gleitmittel sind in der Anwendung temperaturmäßig eingeschränkt.

### Danksagung

Für die tatkräftige Unterstützung bedanke ich mich bei Eckhard Belschner von der microGLEIT Spezialschmierstoffe GmbH aus D-74357 Bönnigheim ([www.microgleit.de](http://www.microgleit.de)).



Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de).

Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Bremen  
Peter Thomsen

### Haftungsausschluss:

Die Inhalte der Regeln sind zum Teil zitiert, zum Teil in den Worten der Regeln wiedergegeben, die Anmerkungen und Auslegungen beruhen auf langjähriger Erfahrung, dienen der Entscheidungshilfe und begründen keinen Anspruch auf Gewährleistung.

© Peter Thomsen

Stand 29.06.2022