

Richtwerte für den Anziehungsfaktor α_A und der resultierenden Montagevorspannkraften (nach VDI 2230 – 2001)

Gut zu wissen

Der Anziehungsfaktor α_A (Montageunsicherheit) berücksichtigt die Fehler beim Abschätzen der Reibungszahlen, das Anziehverfahren, die Gerätetoleranzen, sowie die Bedienungsfehler und Ablese-ungenauigkeiten. α_A berücksichtigt somit die Streuung der erzielbaren Montagevorspannkraft zwischen $F_{M \max.}$ und $F_{M \min.}$ Die Auslegung der Schraube wird auf das max. Anziehdrehmoment $M_{A \max.}$ ausgerichtet, damit die Schraube bei der Montage nicht überbeansprucht wird. Der Anziehungsfaktor α_A ist somit definiert als:

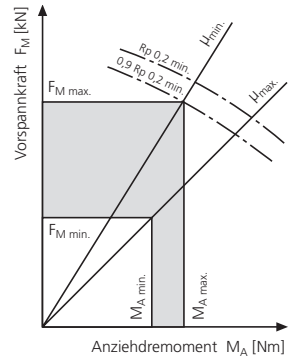
$$\alpha_A = \frac{\text{max. mögliche Montagevorspannkraft } F_{M \max.}}{\text{min. nötige Montagevorspannkraft } F_{M \min.}}$$

Selbst einfache, moderne Drehmoment-schrauber liefern heute Anziehdreh-momente in sehr engen Toleranzen.

Maximale Drehmomentstreuungen im Bereich von $\pm 2\%$ sind übliche Angaben der Hersteller.

Trotzdem streuen die resultierenden Montagevorspannkraften in Abhängigkeit vom Anziehungsfaktor von $\pm 9\%$ bis hinauf zu $\pm 60\%$.

- Anziehverfahren mit Verlängerungs-messung: Hydraulisches Anziehen ist praktisch unabhängig von der Reibung. Ihre α_A -Faktoren sind niedrig.
- Drehmomentgesteuerte Anziehverfahren reagieren auf Reibungseinflüsse. Die α_A -Faktoren sind generell höher: Kleinere Streuungen und damit niedrigere α_A -Faktoren ergeben sich bei Reibungs-koeffizienten, die in praktischen Vor-versuchen ermittelt wurden. Das gleiche gilt für harte Schraubfälle mit kurzen Klemmlängen und für zügige Anzieh-verfahren.



Höhere α_A -Faktoren entstehen bei geschätzten Reibungskoeffizienten, bei weichen Schraubfällen sowie bei Anzieh-verfahren, die nicht zügig verlaufen, wie z.B. bei Schlagschraubern, Impulsschraubern und Handmontage.

Tabelle Y

Teilauszug VDI 2230, Ausgabe 2015

Anziehungsfaktor α_A	Streuung $\frac{\Delta F_M}{2 \cdot F_{M \min.}} = \frac{\alpha_A - 1}{\alpha_A + 1}$	Anziehverfahren	Einstellverfahren	Bemerkungen
1,2 bis 1,4	$\pm 9\%$ bis $\pm 17\%$	Streckgrenzengesteuertes Anziehen, motorisch oder manuell	Vorgabe des relativen Drehmoment-Drehwinkel-Koeffizienten	Die Vorspannkraftstreuung wird wesentlich bestimmt durch die Streuung der Streckgrenze im verbauten Schraubenlos. Die Schrauben werden hier für $F_{M \min.}$ dimensioniert; eine Auslegung der Schrauben für $F_{M \max.}$ mit dem Anziehungsfaktor α_A entfällt deshalb für diese Anziehmethode.
1,2 bis 1,4	$\pm 9\%$ bis $\pm 17\%$	Drehwinkelgesteuertes Anziehen, motorisch oder manuell	Versuchsmässige Bestimmung von Voranziehmoment und Drehwinkel (Stufen)	
1,4 bis 1,6	$\pm 17\%$ bis $\pm 23\%$	Drehmomentgesteuertes Anziehen mit Hydraulikwerkzeug	Einstellung über Druckmessung	- ab ca. M30
1,4 bis 1,6	$\pm 17\%$ bis $\pm 23\%$	Drehmomentgesteuertes Anziehen mit Drehmoment-schlüssel, signalgebendem Originalverschraubungsteil, z.B. durch Längungsmessung der Schraube	Versuchsmässige Bestimmung der Sollanziehmomente am Originalverschraubungsteil, z.B. durch Längungsmessung der Schraube	Niedrige Werte: grosse Zahl von Einstell- bzw. Kontrollversuchen (z.B. 20) erforderlich; geringe Streuung des abgegebenen Moments (z. B. $\pm 5\%$) nötig Niedrige Werte für: - kleine Drehwinkel, das heisst relativ steife Verbindungen - relativ geringe Härte der Gegenlage ^{a)} - Gegenlagen, die nicht zum «Fressen», neigen, z.B. phosphatiert oder bei ausreichender Schmierung
1,6 bis 2,0 (Reibungszahl-klasse B)	$\pm 23\%$ bis $\pm 33\%$	Drehmomentgesteuertes Anziehen mit Drehmoment-schlüssel, signalgebendem Schlüssel oder motorischem Drehschrauber mit dynamischer Drehmomentmessung	Bestimmung des Sollanziehdrehmomentes durch Schätzen der Reibungszahl (Oberflächen- und Schmierverhältnisse von grossem Einfluss)	Niedrige Werte für: messende Drehmoment-schlüssel bei gleichmässigen Anziehen und für Präzisions-drehschrauber Grosse Werte für: signalgebende oder ausknickende Drehmoment-schlüssel
1,7 bis 2,5 (Reibungszahl-klasse A)	$\pm 26\%$ bis $\pm 43\%$			
2,5 bis 4	$\pm 43\%$ bis $\pm 60\%$	Anziehen mit Schlagschrauber, «Abwürgschrauber» oder Impulsschrauber; Anziehen von Hand	Einstellen des Schraubers über Nachziehdrehmoment, das aus Sollanziehmoment (für die geschätzte Reibungszahl) und einem Zuschlag gebildet wird; Handanzug nach subjektivem Ermessen	Niedrige Werte für: - grosse Zahl von Einstellversuchen (Nachziehdrehmoment) - auf horizontalem Ast der Schraubercharakteristik - spielfreie Impulsübertragung Verfahren nur zum Voranziehen geeignet, bei Anziehen von Hand Gefahr der Überdehnung bei M10 und kleiner

^{a)} Gegenlage: verspanntes Teil, dessen Oberfläche mit dem Anziehelement der Verbindung (Schraubenkopf oder Mutter) im Kontakt steht.
Anmerkung: Kleinere Anziehungsfaktoren sind im konkreten Fall möglich. Sie erfordern einen grösseren Anziehungsaufwand bezüglich des Einstellverfahrens, der Qualität des Werkzeugs und/oder der Qualität der Verbindungsmittel und Bauteile.