

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Verfahrensbeschreibung
 - 2.1 Montage/Einschraubvorgang
 - 2.2 Wesentliche Einflussgrößen auf die Verbindungseigenschaften
 - 2.3 Mehrfachmontage
 - 2.4 Versagensarten
 - 2.5 Montagegeräte
- 3 Konstruktive Hinweise/Maßgebliche Einflussgrößen
 - 3.1 Definition des Anforderungsprofils
 - 3.2 Faktoren zur Auswahl von Schrauben
 - 3.3 Gestaltung des Einschraubtubus
 - 3.4 Überschlägige Auslegung des Einschraubtubus
- 4 Direktverschraubung dünnwandiger Bauteile mit Zusatzelementen
- 5 Prüfverfahren zur Kennwertermittlung
- 6 Literatur
- 7 Ausgewählte Anwendungsbeispiele

1 Geltungsbereich

Für das lösbare Verbinden von Bauteilen und Bauelementen werden Kunststoff-Direktverschraubungen mit gewindeformenden/-furchenden Metallschrauben seit Ende der 70er Jahre eingesetzt. Diese Richtlinie gilt für das Fügen von Formteilen mit gewindeformenden Metallschrauben, die bei der Montage ihr

Gegengewinde im Kunststoff selbst formen. Die Richtlinie stellt die wesentlichen Einflussgrößen dieser Verbindungstechnik vor und gibt dem Konstrukteur Kriterien zur Auslegung derartiger Verbindungen zur Hand. Eine rein rechnerische Auslegung ist aufgrund der vielfältigen Einflussgrößen derzeit nicht möglich. Es sind daher immer Experimente und Rückfragen bei Rohstoff- und Schraubenherstellern notwendig.

2 Verfahrensbeschreibung

Das Verbinden von Formteilen und Bauelementen mit metallischen gewindeformenden Schrauben mit besonderen Gewindegeometrien, die in vorgeformte, runde Aufnahmelöcher (Dome, Tuben, Einschraubaugen) eingedreht werden, ist eine wirtschaftliche, recyclinggerechte und lösbare Montageart. Zudem erfolgt die Montage nach dem Formgebungsprozess, so dass ein Einlegen von metallischen Einsätzen oder Hülsen ins Werkzeug mit der Gefahr der Verformung beim Schließen nicht gegeben ist. Der Vorgang des Gewindeformens ist mit einer Materialverdrängung und radialer Dehnung des Doms verbunden. Es sind daher spannungsrissempfindliche Kunststoffe zu bevorzugen. Im Gegensatz zum Schweißen können unterschiedliche Werkstoffe nebeneinander mit der Direktverschraubung gefügt werden.

Die Qualität und Bauteilfunktion einer derartigen Verbindung wird im Wesentlichen bestimmt durch die in Bild 1 dargestellten Einflussgrößen.

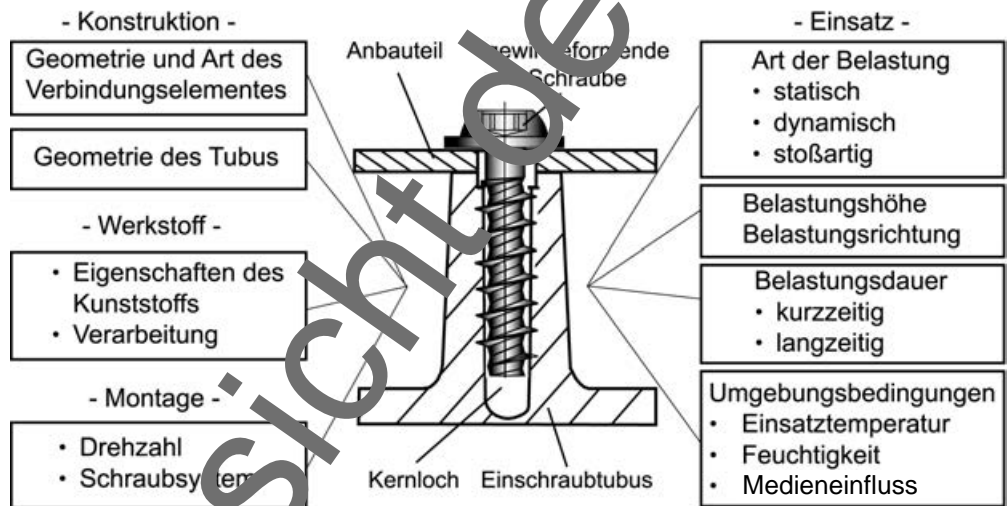


Bild 1. Qualität bestimmende Größen bei der Direktverschraubung von Kunststoff.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Die Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

zurückgezogen

2.1 Montage/Einschraubvorgang

Bei der Montage der Schraube ist zu unterscheiden zwischen dem **Gewindeformmoment** M_{Form} , das wegen des jeweils neuformenden Gewindeabschnittes immer konstant bleibt, und dem **Gewindereibmoment** M_R , das mit zunehmender Einschraubtiefe zunimmt. Beide zusammen ergeben beim Aufliegen des Schraubenkopfs auf dem Anbauteil das **Eindrehmoment** M_E . Nach der Kopfaufgabe kommt je nach Art und Geometrie des Schraubenkopfs das Kopfreibmoment hinzu. Zur Aufbringung einer notwendigen **Vorspannkraft** F_V wird die Schraube bis zum Erreichen des **Montageanzugmoments** M_A weitergedreht. Wird die Schraube darüber hinaus unzulässigerweise bis zum Versagen des Systems, Abschnitt 2.4, weitergedreht, ergibt sich das **Überdrehmoment** $M_{Ü}$, Bild 2.

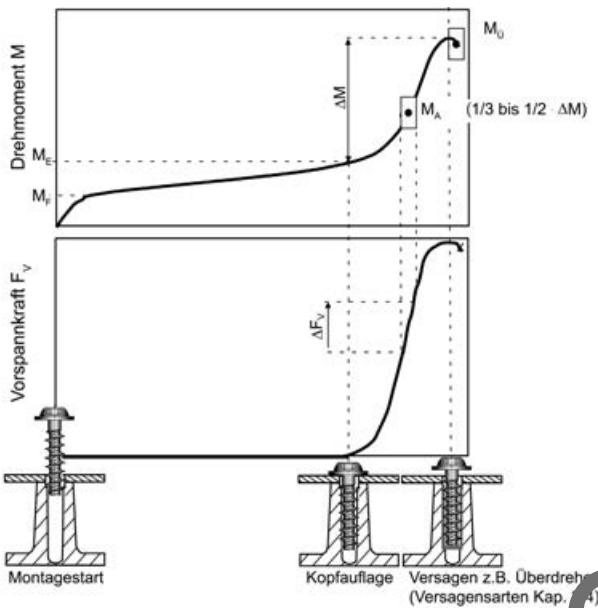


Bild 2. Momentenverlauf und Vorspannkraft beim Einschrauben.

Für die Montagesicherheit ist ein möglichst großer Abstand zwischen Eindreh- und Überdrehmoment sinnvoll. Um eine ausreichende Sicherheit bei den möglichen Schwankungen der Einschraubgeräte zu haben, wird empfohlen, das experimentell ermittelte, maximale **Montageanzugmoment** M_A auf 1/3 bis max. 1/2 der Differenz zwischen Überdreh- und Eindrehmoment zu beschränken.

$$M_{Azul} = M_E + \frac{1}{3} \dots \frac{1}{2} \cdot (M_{Ü} - M_E)$$

Das Anzugsmoment M_A setzt sich zusammen aus den Momenten zur Überwindung der Gewindereibung M_R sowie der Unterkopfreibung M_{KR} . Da die Vorspannkraft der Verbindung in der Regel indirekt über das Anzugsmoment eingestellt wird, wird der erhebliche Einfluss der Reibung und insbesondere eine Veränderung der Gesamtreibung durch z. B. eine zusätzliche Unterkopferverzahnung deutlich. Bild 3 zeigt Vorversuche unter Mitverschraubung eines Kraftsenkers wird die resultierende Vorspannkraft der Verbindung beim Erreichen des Abschaltmoments ermittelt. Durch eine Veränderung der Schraubenkopfgeometrie ohne experimentelle Bestätigungsversuch kann im Extremfall das Abschaltmoment bereits bei einer stark reduzierten Vorspannkraft erreicht werden.

Es liegen umfangreiche Vorschläge für die Berechnung des Eindreh- und Überdrehmomentes sowie der Vorspannkraft vor. Diese gehen von konstanten Fertigungsbedingungen aus, vgl. Abschnitt 2.4. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass übliche Schrauber mit unterschiedlich stark abfallender Drehzahl arbeiten (z. B. Abschalttoleranzen besitzen und je nach verwendetem

Kunststoff, Montagebedingungen und geometrischer Auslegung unterschiedliche Temperaturen während des Montagevorganges auftreten, die bei Thermoplasten bis zum Aufschmelzen führen können, vgl. Abschnitte 2.2 und 2.4.

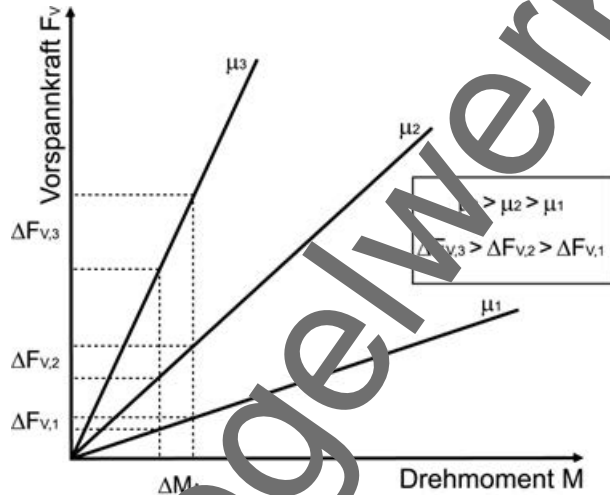


Bild 3. Resultierende Steuerung der Vorspannkraft in Abhängigkeit von der Systemreibung bei konstanter Steuerung des Anzugsmoments.

2.2 Wesentliche Einflussgrößen auf die Verbindungseigenschaften

In diesem Kapitel werden allgemeine Zusammenhänge dargestellt. Für eine detaillierte Verbindungsauslegung ist Abschnitt 3 ff. zu beachten. Eine schematische Übersicht wesentlicher Verbindungsparameter und der resultierenden Verbindungseigenschaften ist in Bild 4 zusammengefasst.

2.2.1 Kernlochdurchmesser d_K

Die Wahl des Kernlochdurchmessers bestimmt die Überdeckung der Gewindeflanke im umgebenden Kunststoff und ist damit maßgebend für die axiale Belastbarkeit, aber auch für die Montierbarkeit der Verbindung. Der Kernlochdurchmesser muss explizit für jede Kombination aus Schraubengeometrie und Kunststoff experimentell in Verschraubungsversuchen ermittelt werden. Für die überschlägige Auslegung kann auf Dimensionierungsempfehlungen in Abschnitt 3 zurückgegriffen werden. Bild 4 zeigt die prinzipielle Abhängigkeit des Eindreh- und Überdrehmomentes vom Kernlochdurchmesser. Der optimale Kernlochdurchmesser d_{Kopt} wird in der Regel bei maximalem Abstand zwischen Eindreh- und Überdrehmoment definiert.

2.2.2 Einschraubtiefe/-länge l_E

Abweichend vom Tragverhalten metallischer Schraube-Mutter-Verbindungen mit gleichem E-Modul findet über die Schraubendlänge eine gleichmäßige Kraftübertragung zwischen der metallischen Schraube und dem sie umgebenden Kunststoff statt. Die Auszugsfestigkeit ist daher der Einschraublänge direkt proportional. Bild 4 zeigt die Abhängigkeit der Kennwerte aus dem Verschraubungsversuch von der Einschraublänge l_E .

2.2.3 Montagedrehzahl

Die Montagedrehzahlen variieren je nach verwendetem Montagegerät zwischen 100 und 1000 Umdrehungen/min. Zudem fällt in Abhängigkeit von dem gewählten Montagegerät die Drehzahl mit zunehmender Einschraubtiefe ab, vgl. Abschnitt 2.4. Je höher die Einschraubdrehzahl ist, desto größer ist in Abhängigkeit von den Reibeffekten die Erwärmung des Kunststoffbauteils im Bereich des Flankeneingriffs. Neben der unter Umständen geringeren Abschaltgenauigkeit bei hohen Drehzahlen muss demnach die Temperaturabhängigkeit des mechanischen Verhaltens des Kunststoffs berücksichtigt werden.

Vorlesung des Regelmerkens