Selbstformende Schrauben für thermoplastische Kunststoffe

- Schrauben-/Schraubzapfenkonstruktionen
- Zuordnung Covestro Thermoplaste

Einleitung

Lösbare Verbindungen von Kunststoffteilen mit selbstformenden Schrauben haben sich seit langem bewährt. Sie sind zuverlässig und erfordern geringen Aufwand. Die Ausreißkräfte liegen bei selbstformenden Schrauben in der gleichen Größenordnung wie bei Schraubverbindungen mit eingebetteten Metall-Gewindebuchsen. Die Gefahr der Spannungsrissbildung ist bei richtiger Montage ebenfalls nicht größer als beim Einsatz von Gewindebuchsen. Bei nicht sachgemäßer Montage kann das Gewinde allerdings beschädigt werden.

Qualität einer Schraubverbindung

Einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität der Schraubverbindung haben:
A – die Momente beim Eindrehen
B – die Schrauben- und Schraubdomgeometrien
C – die Drehmomentabschaltung
D – die Eindrehgeschwindigkeit der Schrauben

A – Momente beim Eindrehen

Mit Eindrehmoment ME wird das maximale Moment bezeichnet, das während des Eindrehens der Schraube bis zum ersten Kontakt des Schraubenkopfs mit der Auflagefläche auftritt. Das zum Verspannen der Schraube aufgebrachte Moment ist das Anzugsmoment MA. Dieses sollte mindestens das 1,2-Fache des Eindrehmoments betragen, aber nicht das 0,5-Fache des zum Überdrehen der Schraube notwendigen Überdrehmoments MÜ überschreiten (Bild 1). Eindreh- und Überdrehmomente sind durch Versuche zu ermitteln. Je größer das Verhältnis MÜ / ME ist, desto größer ist die Montagesicherheit der Schraubverbindung.

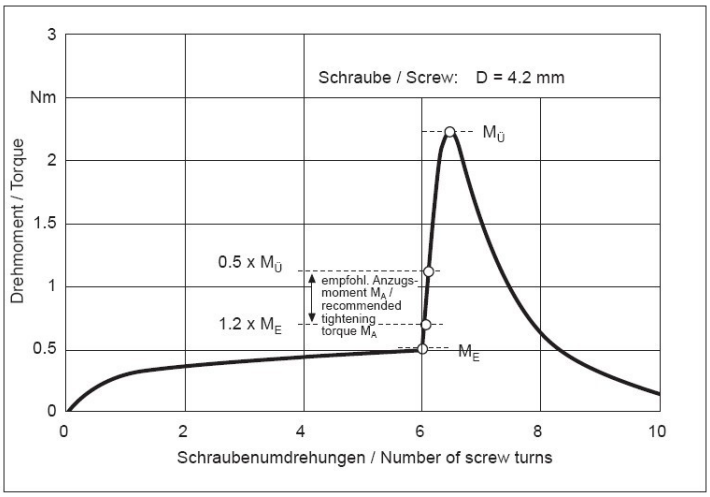


Bild 1: Drehmomente beim Einschrauben, beispielhaft für einen Kunststoff (ME = Eindrehmoment, MA = Anzugsmoment, MÜ = Überdrehmoment)

B – Schrauben- und Schraubdomgeometrien

1. Schrauben:

Als geeignet haben sich Geometrien mit folgenden Merkmalen erwiesen:

spitze Flankenwinkel < 40°
kleine Kerndurchmesser < 0,65 · D
große Gewindesteigungen > 0,35 · D
geringe Fertigungstoleranzen

Senkkopfschrauben sind für Thermoplaste wegen ihrer Spreizwirkung ungeeignet.

1.1 Schrauben mit Schneidkerbe:

Diese gewindeschneidenden Schrauben eignen sich für eine einmalige Montage oder wenige Montagewiederholungen. Sie weisen ein niedriges Eindrehmoment ME und ein relativ großes Überdrehmoment MÜ auf; das Verhältnis MÜ / ME ist damit sehr günstig. Nachteil: Mehrmalige Montage ist nur dann möglich, wenn die Schraube sorgfältig wieder in den alten Gewindegang eingedreht wird (Handarbeit). Deshalb kann es zu Problemen bei der Erfüllung der VDE 0700 kommen.

1.2 Schrauben ohne Schneidkerbe:

Alle entsprechend Bild 2 ausgeführten Schrauben sind für Thermoplaste geeignet, wenn die Dimensionierungshinweise für die Schraubdome beachtet werden (Bild 3). Sie erfüllen dann in der Regel auch die VDE-Anforderungen.

Hinweis zu weniger geeigneten Schraubengeometrien:

Aus logistischen Gründen ist es in Einzelfällen notwendig, auf weniger geeignete Schraubgeometrien, abweichend von den Vorgaben in Bild 2, wie z. B. Blechschrauben, zurückzugreifen. Da es in diesem Fall zu erhöhten Dehnungen der Schraubdome kommt, sind entsprechende Änderungen der Schraubdomgeometrien vorzunehmen. Tabelle 1 zeigt die für diesen Fall bewährten Auslegungsmaße (in Klammern aufgeführt). Durch die wesentlich größeren Belastungen des Kunststoffs sind eigene Versuche zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit durchzuführen.

Kerndurchmesser / Core diameter D_K (mm)	< 0.65 x D
Gewindesteigung / Thread lead P (mm)	0.35 x D bis / to 0.55 x D
Flankenwinkel / Thread angle α	< 40°

D = Gewindedurchmesser[1] / Thread diameter[1]

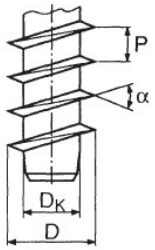
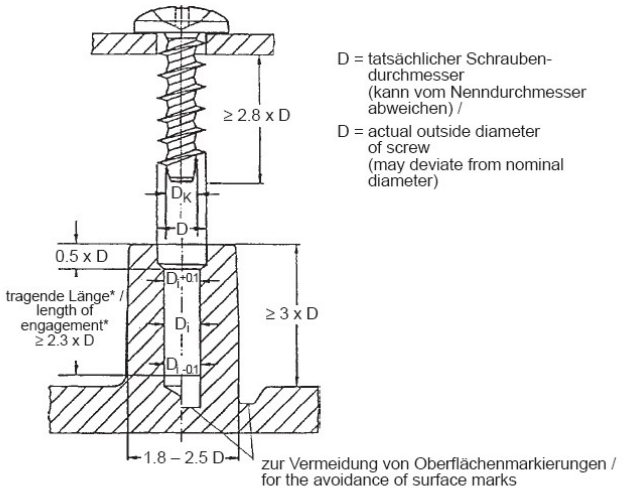


Bild 2

[1] Hinweis: Der Nenndurchmesser kann vom tatsächlichen Außendurchmesser abweichen, da unterschiedliche Toleranzen bei verschiedenen Schraubentypen üblich sind.

Tabelle 1
Selbstformende Schrauben ohne Schneidkerbe
Bemessungsrichtlinien für Schraubzapfen (gültig für D = 2,9 bis 5,1 mm)

Werkstoff	Für die Schraubengeometrie entsprechend Bild 2
Bayblend® (mit niedrigem PC-Anteil)	Di = 0.86 x D
Bayblend® (mit hohem PC-Anteil)	Di = 0.89 x D
Makrolon® (unverstärkt)	Di = 0.90 x D
Makrolon® (glasfaserverstärkt)	Di = 0.92 x D
Apec®	Di = 0.90 x D



* Je größer die Einschraubtiefe, desto besser werden VDE-Vorschriften erfüllt

* The greater the screw-in depth, the better the compliance with VDE regulations

Bild 3

B – Schrauben- und Schraubdomgeometrien

2. Domgeometrien:

Für eine Standardverschraubung sollte die Domgeometrie der Empfehlung von Bild 3 entsprechen. Die Bohrungsdurchmesser sollten ebenso wie die Schrauben eng toleriert sein, um ein gleichmäßiges Qualitätsniveau zu erreichen.

Wird die Forderung nach zehnmaligem Ein- und Ausdrehen nach VDE 0700 wegen der relativ großen geforderten Anzugsmomente nicht erreicht, wird in der Praxis häufig der Bohrungsdurchmesser verringert. Dies führt jedoch zu größerer Aufweitung der Dome und damit auch zu größeren Tangentialspannungen, was die Gefahr langfristiger Spannungsrissbildung und schließlichen Versagens in sich birgt.

Der bessere Weg, große Anzugsmomente sicher aufzunehmen, sind größere Einschraubtiefen. Die Eindrehmomente steigen dadurch nur geringfügig, die Überdrehmomente jedoch erheblich an, wodurch auch die zulässigen Anzugsmomente steigen.

C – Drehmomentabschaltung

Beim Einsatz selbstformender Schrauben kommt es häufig schon bei der Montage durch überhöhte Anzugsmomente zu Schädigungen der Verbindung.

Die häufigsten Ursachen sind:

– kinetische Energie rotierender Schraubermassen, die aufgrund der Massenträgheit nicht schnell genug abgebremst werden können (tritt oft bei hohen Drehzahlen und kleinen Schraubendurchmessern auf)
– Fehleinschätzung oder Unkenntnis des Überdrehmoments
– zu geringe Einschraubtiefen

D – Eindrehgeschwindigkeit

Bei günstigen Eindrehgeschwindigkeiten reicht die entstehende Friktionswärme gerade aus, den Kunststoff im Bereich der Gewindeflanken leicht anzuschmelzen, wodurch das Eindringen der Gewindeflanken in den Kunststoff erleichtert wird. Dadurch werden die Tangentialspannungen reduziert, die Überdrehmomente steigen an.

Entsteht zu viel Friktionswärme (hohe Schrauberdrehzahlen), werden die Aufschmelzbereiche größer, die Überdrehmomente nehmen ab und damit auch die Qualität der Schraubverbindung (Bild 4).

Entsteht wenig Friktionswärme (geringe Schrauberdrehzahl, Eindrehen von Hand), kommt es zu höheren Tangentialspannungen im Schraubdom, was eine geringe Qualität der Verschraubung hervorruft.

Da die Friktionswärme außerdem durch die Einschraubtiefe und die Oberflächenbeschaffenheit der verwendeten Schrauben beeinflusst wird, sind eigene anwendungsbezogene Versuche zur Ermittlung der optimalen Schrauberdrehzahl zweckmäßig.

Für Kunststoffteile aus Covestro Thermoplasten haben sich mittlere Schraubenumfangsgeschwindigkeiten von 3 bis 6 m/min bewährt. Dies entspricht bei der Verwendung von Schrauben mit 4 mm Nenndurchmesser einer Schrauberdrehzahl von 250 bis 500 Umdrehungen pro Minute.

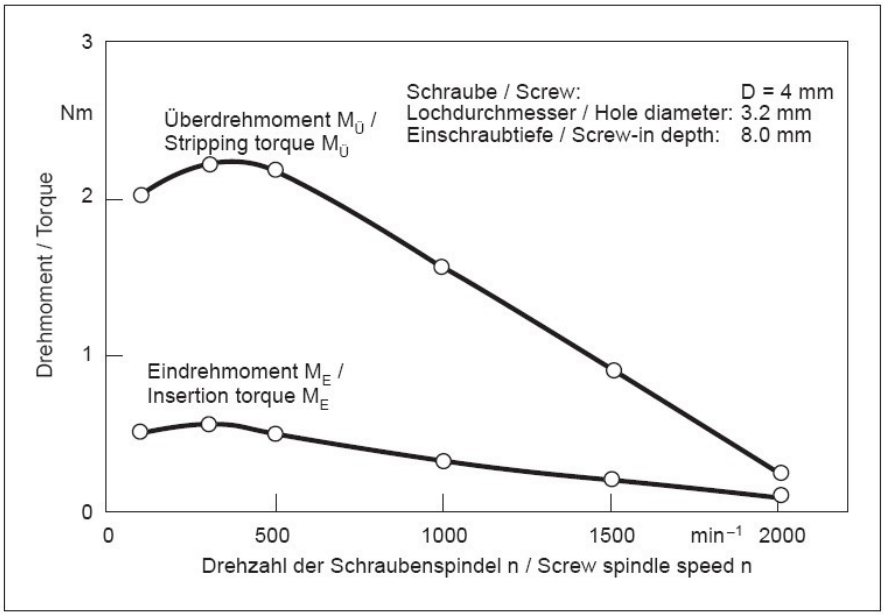


Bild 4: Kunststoff-Beispiel

Anmerkungen

Die angegebene Leerlaufdrehzahl handelsüblicher Schraubgeräte liegt häufig sehr weit über der tatsächlich erzielten Drehzahl unter Last.

Die eingesetzten Schrauben sollten von Produktionsrückständen gereinigt werden. Dies könnten Schneidöle oder Rostschutzmedien sein. Gegebenenfalls sollte die Wirkung dieser Medien auf den eingesetzten Kunststoff getestet werden. Bestimmte Medien können zu Spannungsrissen im Bereich der Verschraubung und so zum Versagen der Verbindung führen. Die Bildung von Rissen kann zum Schraubvorgang zeitlich stark versetzt sein.

Typische Werte
Die angegebenen Werte sind typische Werte. Sofern nicht ausdrücklich schriftlich mit uns vereinbart, stellen sie keine garantierten Werte oder Produktspezifikation im Sinne einer vereinbarten Beschaffenheit dar. Die angegebenen Werte können durch Werkzeuggestaltung, die Verarbeitungsbedingungen oder durch die Einfärbung des Produkts beeinflusst werden. Die angegebenen Eigenschaftswerte wurden, soweit nicht anders angegeben, an genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur ermittelt.

Es liegt außerhalb unserer Kontroll- und Einflussmöglichkeiten, in welcher Art und Weise und zu welchem Zweck Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen sowie Informationen (unabhängig ob mündlich, schriftlich oder anhand von Produktionsbewertungen erhalten), einschließlich vorgeschlagener Formulierungen und Empfehlungen, anwenden und/oder einsetzen. Daher ist es unerlässlich, dass Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen und Informationen sowie Formulierungen und Empfehlungen eigenverantwortlich daraufhin überprüfen, ob sie für die von Ihnen beabsichtigten Zwecke und Anwendungen auch tatsächlich geeignet sind. Eine anwendungsspezifische Untersuchung muss mindestens eine Überprüfung auf Eignung in technischer Hinsicht sowie hinsichtlich Gesundheit, Sicherheit und Umwelt umfassen. Derartige Untersuchungen wurden nicht notwendigerweise von Covestro durchgeführt. Der Verkauf aller Produkte erfolgt – sofern nicht schriftlich anders mit uns vereinbart – ausschließlich nach Maßgabe unserer Allgemeinen Verkaufsbedingungen, die wir Ihnen auf Wunsch gerne zusenden. Alle Informationen und sämtliche technische Unterstützung erfolgen ohne Gewähr (jederzeitige Änderungen vorbehalten). Es wird ausdrücklich vereinbart, dass Sie jegliche Haftung (Verschuldenshaftung, Vertragshaftung und anderweitig) für Folgen aus der Anwendung unserer Produkte, unserer technischen Unterstützung und unserer Informationen selbst übernehmen und uns von aller diesbezüglichen Haftung freistellen. Hierin nicht enthaltene Aussagen oder Empfehlungen sind nicht autorisiert und verpflichten uns nicht. Keine hierin gemachte Aussage darf als Empfehlung verstanden werden, bei der Nutzung eines Produkts etwaige Patentansprüche in Bezug auf Werkstoffe oder deren Verwendung zu verletzen. Es wird keine konkludente oder tatsächliche Lizenz aufgrund irgendwelcher Patentansprüche gewährt.

Zum Schutz von Gesundheit, Sicherheit und Umwelt beachten Sie bitte vor Verarbeitung unserer Produkte das betreffende Sicherheitsdatenblatt (MSDS) und sonstige Produktkennzeichnungen.

Covestro Deutschland AG
Business Unit Polycarbonates
D-51365 Leverkusen

plastics@covestro.com
www.plastics.covestro.com