

Warum Stifte auswandern und wie man sicherstellt, dass dieses verhindert wird

von Miki Shen, Anwendungsingenieur
SPIROL Asien



Die Seitwärtsbewegung der eingebauten Stifte, allgemein als "Auswandern" bezeichnet, kann bei jedem Stift bei einer dynamischen Anwendung auftreten, wenn die entsprechenden Konstruktionsrichtlinien nicht eingehalten werden. Dazu gehören starre massive Zylinderstifte ebenso wie geschlitzte Spannhülsen und Spiralspannstifte. Obwohl jeder Stifttyp auswandern kann, können die Ursachen unterschiedlich sein. Dieses Technische Papier befasst sich mit den häufigsten Ursachen für Seitwärtsbewegungen und gibt Konstruktionsrichtlinien zur Vermeidung dieses Problems.



Die geschlitzte Spannhülse ist bei geschlossenem Schlitz nicht mehr radial elastisch.

Die häufigsten Ursachen für das Auswandern beziehen sich auf alle Typen von Stiften, wie z.B. falsch dimensionierte Bohrungen, unzureichende tragende Stiftlänge und asymmetrische Belastung. Es gibt auch Mechanismen des Auswanderns, die für jedes Produkt einzigartig sind. So können beispielsweise starre massive Stifte die Bohrungen verformen, wodurch Spielraum entsteht und die Haltekraft beeinträchtigt wird. Bei richtiger Auswahl des Grundmaterials und der Belastung sollten radial elastische Stifte die Bohrungen nicht verformen wie starre massive Stifte. Nach dem Einbau einer geschlitzten Spannhülse ist jedoch zu beachten, dass der Schlitz weitgehend geschlossen ist. Wenn weitere Bewegungen erfolgen, kann sich der Schlitz komplett schließen und dann wie ein massives Rohr fungieren (mit den gleichen Eigenschaften wie ein massiver Stift).

Die von **SPIROL** entwickelten Spiralspannstifte wurden so konzipiert, dass sie die Schwachstellen beseitigen, die sowohl beim Einsatz von starren Stiften als auch geschlitzten Spannhülsen auftreten. Spiralspannstifte sind in einer Vielzahl von Ausführungen erhältlich, um die Festigkeit und Flexibilität des Stiftes an die Baugruppe anzupassen, in der sie zum Einsatz kommen. Spiralspannstifte in leichter und Standardausführung können Beschädigungen von Bohrungen in weichen und spröden Materialien verhindern, was bei der Verwendung von massiven Vollstiften oder geschlitzten Spannhülsen häufig der Fall ist. Darüber hinaus können Spiralspannstifte im Gegensatz zu geschlitzten Spannhülsen beim Einbau in Bohrungen nicht "blockieren", da sie eher eine Naht als einen Schlitz aufweisen.



SCHWERE
AUSFÜHRUNG

STANDARD-
AUSFÜHRUNG

LEICHTE
AUSFÜHRUNG

Spiralspannstifte und geschlitzte Spannhülsen sind funktionssichernde Federn. Nach der Installation wird der Stift komprimiert und durch die Federspannung in einer Baugruppe gehalten. Wie bereits erwähnt, können Spiralspannstifte beim Einbau in Bohrungen nicht "blockieren" und bleiben daher in Baugruppen flexibel. Obwohl Spiralspannstifte in starren Baugruppen eine entscheidende Flexibilität ermöglichen, ist es sehr wichtig sicherzustellen, dass sie symmetrisch belastet werden, um die Entstehung eines Winkelkraftvektors zu verhindern. Wenn ein Kraftvektor erzeugt wird, kann er die radiale Kompression oder das Zusammenrollen des Stiftes in eine Seitwärtsbewegung oder ein Auswandern umwandeln. (Wie in *Abbildung 1* dargestellt, führt eine Druckbeanspruchung des Stiftes zu einer Seitwärtsbewegung, wenn der Stift unter Druck steht und asymmetrisch belastet wird).

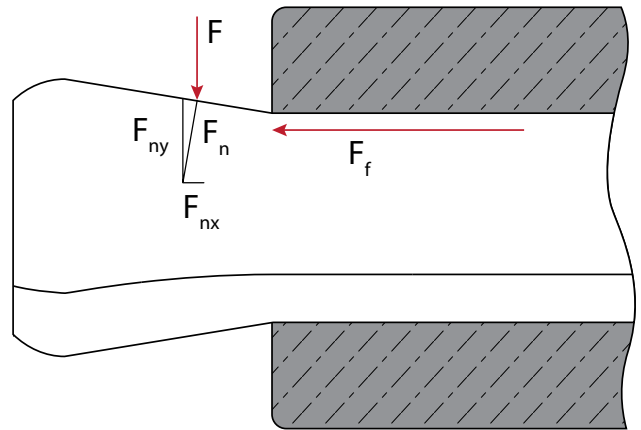


Abbildung 1

Das Auswandern beginnt, wenn $F_{nx} > F_f$.
Der konische Bereich wurde übertrieben dargestellt, um Kräfte zu veranschaulichen.

F = Druckbelastung des Stiftes

F_n = radial ausgeübte Kraft, wenn der Stift zusammengedrückt wird und wieder zurückfedern möchte

F_{nx} und F_{ny} = die Auflösungen von F_n

F_f = die Reibkraft, die den Stift in der Bohrung hält

Die *Abbildungen 2a-c* veranschaulichen einige der häufigsten Ursachen für das Auswandern bei Verwendung beider Ausführungen von radial elastischen Stiften, wenn sie nicht richtig in die Baugruppe eingebaut wurden:

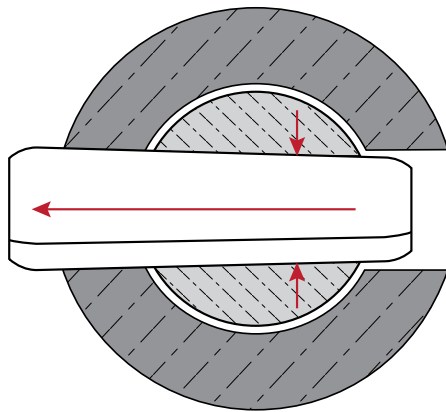


Abbildung 2a

Wenn der Bohrungsdurchmesser in einer Komponente kleiner ist, kann es sein, dass der Stift nicht ausreichend zurückfedert, um die gegenüberliegende Bohrung richtig zu erfassen. In diesem Beispiel ist die mittlere Komponente kleiner dimensioniert. Infolgedessen gibt es an einem Ende keine Rückhaltekraft. Wenn der Stift durch die Bohrungen verjüngt wird, kann dies einen Kraftvektor erzeugen, der die Umwandlung der bei einer Drehbewegung aufgetragenen Last in eine Seitwärtsbewegung ermöglicht.

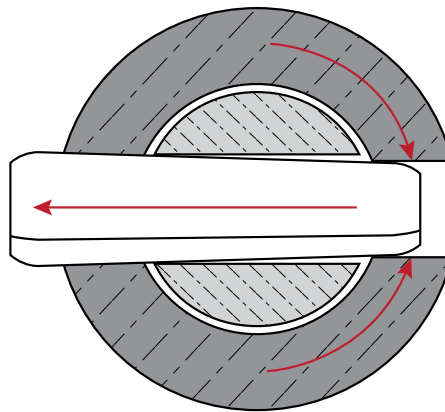


Abbildung 2b

Wenn der Bohrungsdurchmesser auf einer Seite größer als auf der anderen ist, nimmt der Stift eine konische Form an, da er sich den Bohrungen anpasst. Der Stift bleibt auch nach der Installation flexibel. Auch hier kann, wenn der Stift durch die Bohrungen verjüngt wird, ein Kraftvektor erzeugt werden, der die Umwandlung der bei einer Drehbewegung aufgetragenen Last in eine Seitwärtsbewegung ermöglicht.

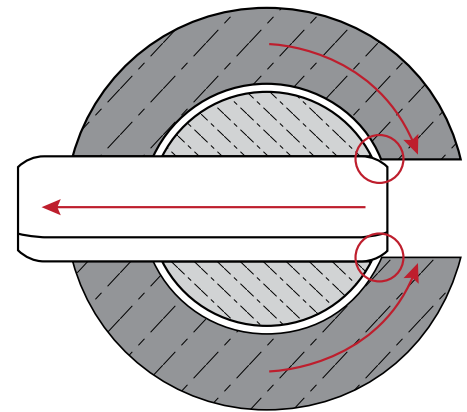


Abbildung 2c

Wenn die Anfasungen des Stiftes in der Scherebene liegen, kann dies einen Kraftvektor erzeugen, der ein Auswandern verursacht, wenn die rotierende Komponente auf den Rand der Bohrung auftrifft.

Wie stellt ein Konstrukteur sicher, dass radial elastische Stifte richtig belastet werden, um ein Auswandern zu verhindern? Nachfolgend werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt:

REIBSCHLÜSSIGE UND FREIBEWEGLICHE SCHARNIERE

Bei reibschlüssigen Scharnieren sollten idealerweise alle Bohrungen sowohl der inneren als auch der äußeren Komponenten präzise aufeinander abgestimmt sein. Oftmals ist es nicht möglich, jeden einzelnen Bohrungsdurchmesser perfekt anzupassen. Wenn dies nicht möglich ist, ist es erforderlich, die Rückfederung des Stiftes (wieder in Richtung des ursprünglich vormontierten Durchmessers) zu berücksichtigen, um die richtigen Toleranzen für die einzelnen

Bohrungen zu ermitteln. *Abbildung 3* veranschaulicht eine Situation, in der die Bohrungen nicht präzise angepasst werden konnten. Der Bohrungsdurchmesser wurde so gewählt, dass der Stift in den etwas kleineren äußeren Bohrungen gehalten wird, während er in der mittleren Bohrung zurückfedern kann. Da die Rückfederung mit größer werdender tragender Länge zunimmt, kann der Stift die Abweichungen der Bohrungen besser ausgleichen, wenn diese in der mittleren Bohrung

erfolgt. Dies kann dazu beitragen, den Kontakt zu den Bohrungswänden in allen Komponenten aufrechtzuerhalten.

Wenn ein Scharnier mit einem frei beweglichem Sitz gewünscht werden sollte, müssten die Gegenstücke mit dem größeren Durchmesser in den äußeren Bohrungen zur Anwendung kommen. Dies würde eine optimale tragende Stiftlänge sicherstellen, und der Stift könnte nur in einem sehr kleinen Bereich in die äußeren Bohrungen zurück federn. Dadurch könnte eine Verbindung ohne übermäßiges Spiel oder Zwischenraum erreicht werden.

Um ein reibschlüssiges Scharnier wie in *Abbildung 3* herzustellen, gelten für eine maximale Funktionalität die gleichen Regeln, da alle Bohrungen nach Möglichkeit präzise aufeinander abgestimmt sein sollten. Der Unterschied zwischen den *Abbildungen 3 und 4* zeigt, in welchem Bereich die Rückfederung des Stiftes stattfindet. In *Abbildung 4* ist die tragende Länge in den äußeren Komponenten am größten, so dass die Rückfederung des Stiftes, wenn die Bohrungen nicht genau aufeinander abgestimmt werden könnten, an den Enden und nicht in der Mitte erfolgt. In diesem Beispiel hat der Stift die beste Sitzfestigkeit in der mittleren Bohrung, während er an jedem Ende zurück federn kann, um den Kontakt mit den äußeren Bohrungswänden aufrecht zu erhalten.

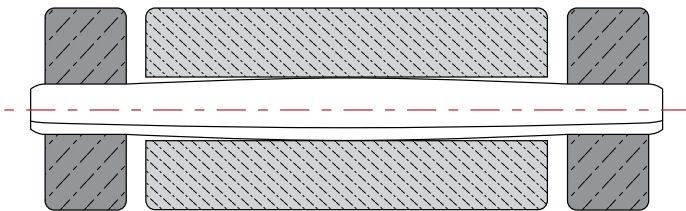


Abbildung 3

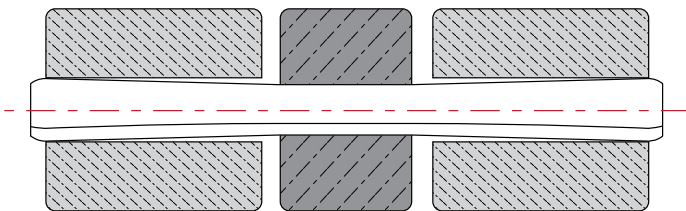


Abbildung 4

Die in den *Abbildungen 3 und 4* dargestellten Gegebenheiten sind aus Gründen der Verständlichkeit übertrieben dargestellt. Auch der Abstand zwischen den Komponenten ist übertrieben. In Wirklichkeit würde ein signifikanter Abstand zwischen den Komponenten ein Biegemoment hervorrufen, das auch zu einem Auswandern des Stiftes führen könnte, wenn das tatsächliche Spaltmaß so groß wäre.

Sowohl *Abbildung 3* als auch *Abbildung 4* würden zu einer erfolgreichen Konzeption führen, wenn die Federeigenschaften des Stiftes für jede Situation exakt berücksichtigt würden. Bei Bedarf ist es möglich, empirische Werte aus der zu erwartenden Rückfederung abzuleiten, die durchmesser- und längenabhängig sind.

Wenn in *Abbildung 4* ein frei bewegliches Scharnier gewünscht wird, stellen Sie einfach sicher, dass der Stift an den Enden gehalten wird, indem Sie die Bohrungen in der mittleren Komponente vergrößern. Diese bietet wenig tragende Länge für die Rückfederung des Stiftes und muss daher nur geringfügig größer sein als die äußeren Bohrungen, um Freigängigkeit zu gewährleisten.

WELLEN-, ZAHNRAD- UND NABENBAUGRUPPEN

Ähnlich wie bei reibschlüssigen Scharnieren erfordern Wellen-, Zahnrad- und Nabenbaugruppen den Eingriff des Stiftes in beide Komponenten. Im Idealfall wird der Durchmesser der Bohrungen sowohl durch die Welle als auch durch das Zahnrad und die Nabe präzise aufeinander abgestimmt, um jede Bewegung des Stiftes innerhalb der Bohrungen zu vermeiden. *Abbildungen 5 und 6* zeigen Beispiele, bei denen die Bohrungen nicht präzise angepasst werden konnten, wobei jedoch die Rückfederung berücksichtigt wurde. Sie sind im wesentlichen identisch mit den *Abbildungen 3 und 4*. In *Abbildung 5* ist die tragende Länge des Stiftes in der Mitte am größten und entspricht im Prinzip der *Abbildung 3*. Der Stift hat die größte Sitzfestigkeit in den äußeren Bohrungen, während er in der Mitte zurückgefедert ist, um den Kontakt mit der Bohrungswand der mittleren Bohrung aufrecht zu erhalten. *Abbildung 6* ist eine ähnliche Situation wie *Abbildung 4*. Die tragende Länge ist an den Enden größer als in der Mitte. Der Stift hat die größte Sitzfestigkeit in der mittleren Bohrung, während er an den Enden zurück federt, um den Kontakt mit den äußeren Bohrungswänden aufrecht zu erhalten. Für alle Wellen-, Zahnrad- und Naben-Anwendungen wird empfohlen, dass der Unterschied zwischen den Bohrungen nicht mehr als 0,05 mm betragen soll. Andernfalls wird der Stift einer dynamischen Belastung ausgesetzt sein, bei der eine sehr kleine Änderung der Geschwindigkeit gleichbedeutend sein könnte mit einer enormen Änderung der Kraft auf die Baugruppe.

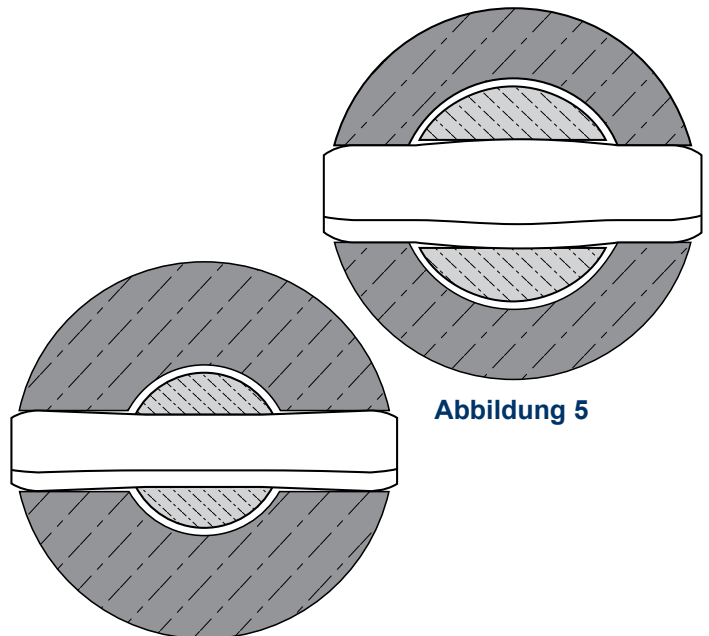


Abbildung 6

Das Auswandern von Stiften kann verhindert werden, wenn die zu verstiftende Verbindung bereits in der Konstruktionsphase der Baugruppe angemessen berücksichtigt wird. SPIROL verfügt über ein Team von erfahrenen Ingenieuren, die Sie vom ersten Entwurf bis zur endgültigen Konzeption unterstützen können. Die SPIROL-Ingenieure sind auch in der Lage, Ursachen für Seitwärtsbewegungen in ausgereiften Konstruktionen zur Unterstützung bei der kontinuierlichen Produktverbesserung zu identifizieren. Wenn Sie an einem neuen Entwurf arbeiten oder Unterstützung bei einer bestehenden Baugruppe benötigen, wenden Sie sich noch heute an Ihren Ansprechpartner bei SPIROL.

Europa SPIROL Deutschland
München
+49 (0) 89 4 111 905 71
info-de@spirol.com

SPIROL Vereinigtes Königreich
Corby, Northants, England
+44 (0) 1536 444800
info-uk@spirol.com

SPIROL Ford
South Shields, Tyne & Wear, England
+44 (0) 1914 540141
contactus@ford-engineering.com

SPIROL Frankreich
Saint-Léonard
+33 (0) 3 26 36 31 42
info-fr@spirol.com

SPIROL Spanien
Barcelona
+34 932 71 64 28
info-es@spirol.com

SPIROL Tschechische Republik
Prag
+420 226 218 935
info-cz@spirol.com

SPIROL Polen
Warschau
+48 510 039 345
info-pl@spirol.com

Amerika SPIROL International Corporation
Connecticut, USA
+1 860 774 8571
info@spirol.com

SPIROL Shim-Abteilung
Ohio, USA
+1 330 920 3655
info@spirol.com

SPIROL Kanada
Windsor, Ontario
+1 519 974 3334
info-ca@spirol.com

SPIROL Mexiko
Apodaca, Nuevo León
+52 81 8385 4390
info-mx@spirol.com

SPIROL Brasilien
Indaiatuba, São Paulo
+55 19 3936 2701
info-br@spirol.com

Asien Pazifik SPIROL China
Shanghai
+86 (0) 21 5046-1451
info-cn@spirol.com

SPIROL Malaysia
Iskandar Puteri, Johor
+60 77 063 960
info-my@spirol.com

SPIROL Korea
Seoul, Südkorea
+82 (0) 10 9429 1451
info-kr@spirol.com



Spiral Spannsteife



Geschlitzte Spannhülsen



Zylinderstifte



Pass-Spannbuchsen & Spannbuchsen



Distanzhülsen & Gerollte rohrförmige Produkte



Compression Limiters



Gewindeeinsätze für Kunststoffe



Tellerfedern



Mechanisch bearbeitete Komponenten für die Luft- und Raumfahrt



Präzisions-Metallscheiben, Unterlegscheiben und Metaldichtungen



Laminierte Metallscheiben



Vibrationszuführsysteme



Installationstechnologie für Stifte



Installationstechnologie für Gewindeeinsätze



Compression Limiter Installationstechnologie

Bitte sehen Sie aktuelle Spezifikationen und das Standard-Produktangebot auf **SPIROL.de** ein.

SPIROL bietet kostenlose anwendungstechnische Unterstützung. Wir helfen Ihnen bei neuen Konstruktionen sowie bei der Lösung von Problemen und empfehlen Kosteneinsparungen bei bestehenden Konstruktionen. Lassen Sie uns Ihnen helfen, indem Sie den **Technischen Service** auf **SPIROL.de** besuchen.