



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

Standardausführung

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).

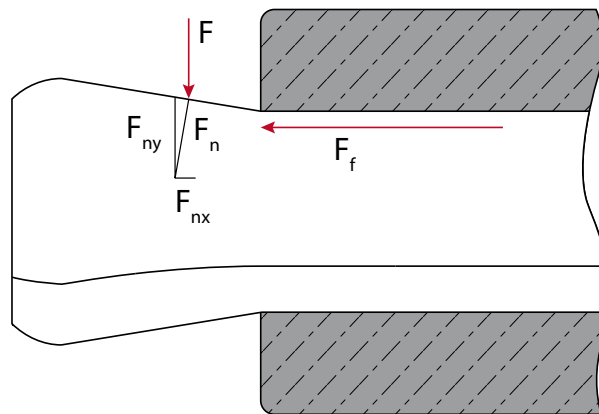


Abbildung 1: Das Auswandern beginnt, wenn $F_{nx} > F_f$. Der konische Bereich wurde übertrieben dargestellt, um Kräfte zu veranschaulichen.

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:

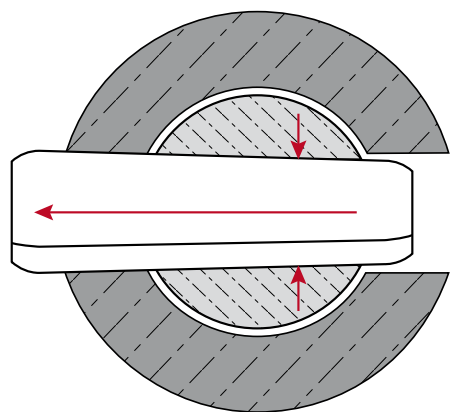


Abbildung 2a

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.

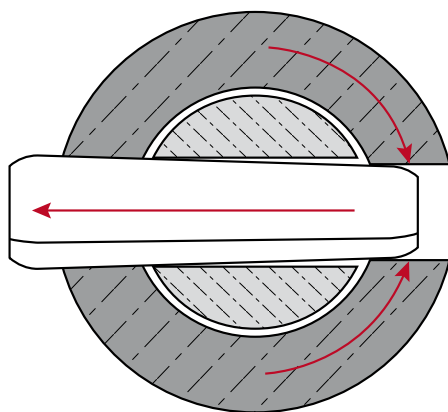


Abbildung 2b

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.

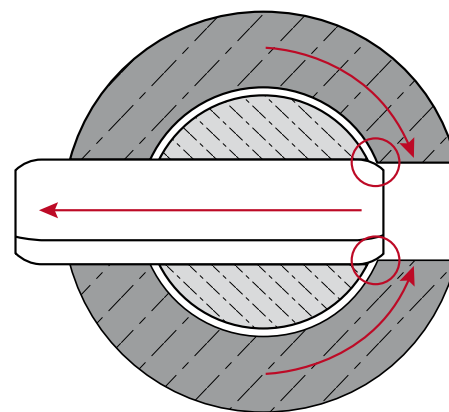


Abbildung 2c

Wenn die Anfänge 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.

WELLEN-, ZAHNRAD- UND NABENBAUGRUPPEN

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 Stifflänge 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 4* 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.

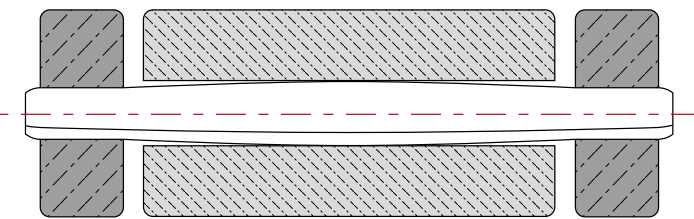


Abbildung 3

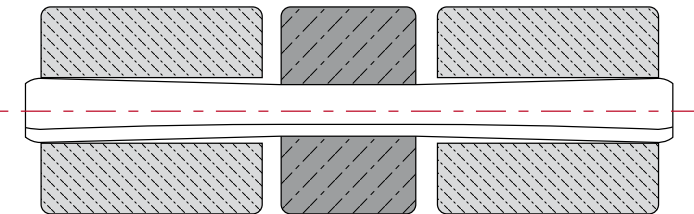


Abbildung 4

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.

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 Stifts 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.

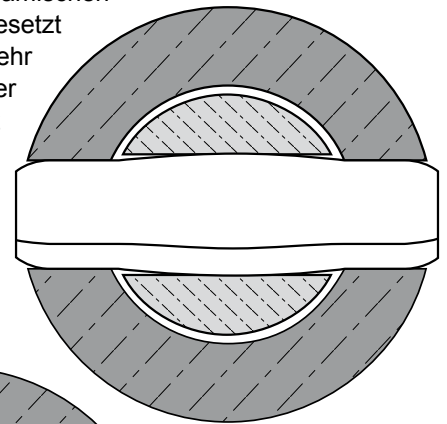


Abbildung 5

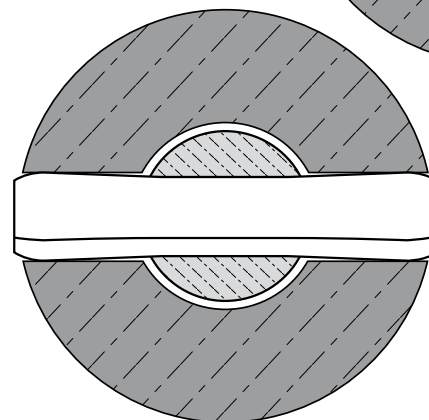


Abbildung 6

Das Auswandern von Stiften kann verhindert werden, wenn die zu verstoffende 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

Ottostr. 4
80333 München, Deutschland
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 -71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 -72

SPIROL Frankreich

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, Frankreich
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Vereinigtes Königreich

17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Vereinigtes Königreich
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Spanien

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Spanien
Tel. +34 93 193 05 32
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL Tschechische Republik

Sokola Tůmy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900,
Tschechische Republik
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Polen

ul. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Polen
Tel. +48 510 039 345

Amerika SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 USA
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL Shim Division

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 USA
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Kanada

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Kanada
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Mexiko

Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brasilien

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasilien
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Asien SPIROL Asien

Pazifik 1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, China 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Südkorea

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Südkorea
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

eMail: info-de@spirol.com

SPIROL.com



Bitte sehen Sie aktuelle Spezifikationen und das
Standard-Produktangebot auf www.SPIROL.com ein.

Die Anwendungsingenieure von **SPIROL** werden jede Möglichkeit in Betracht ziehen, um für Sie die kostengünstigste Lösung zu konstruieren. Eine Möglichkeit diesen Prozess zu beginnen ist, unser Portal der **optimalen technischen Anwendungsberatung** wahrzunehmen unter www.SPIROL.com.