

Das Verbindungselement ist für die Automatisierung genau so wichtig wie die Automatisierungseinrichtung. Die Wahl des richtigen Verbindungselements kann exorbitante Maschinenkosten und Kosten für Spannvorrichtungen verhindern sowie Einricht- und Zykluszeiten verringern und die Herstellungskosten der Komponenten reduzieren.

Eine der größten Motivationen für Unternehmen, die sich entscheiden eine automatische Befestigungslösung einer manuellen vorzuziehen, ist die Erhöhung der Produktivität und die Kostensenkung. Leider realisieren viele Firmen nicht den Einfluss, den Verbindungselemente auf das Erreichen dieser Ziele haben. Nicht alle Verbindungselemente sind einfach auszurichten, zuzuführen oder zu montieren. Je mehr Werkzeuge für das Ausrichten und die Zuführung eines Verbindungselements erforderlich sind, desto teurer wird die Automatisierungseinrichtung sein. Es ist wichtig, ein Verbindungselement zu wählen, das die Anforderungen an die Anwendung erfüllt und für die Automatisierung geeignet ist, damit die Produktivität maximiert und die Kosten minimiert werden können.

In der Planungsphase für die Montage von Baugruppen fallen die Entscheidungen, die ausschlaggebend sind für den Erfolg bzw. Misserfolg einer Automatisierung. Häufig wird bei der Planung der Fehler gemacht, dass die Kosten des Verbindungselements Vorrang haben gegenüber den Kosten der Befestigung. Geld, das bei einem Verbindungselement eingespart wird, kann schnell durch Mehrausgaben beim Einsatz komplizierter Automatisierungsgeräte aufgrund verringerter Produktivität, erhöhter Montagezykluszeiten und Ausfallzeiten der Anlage aufgebraucht werden. Unternehmen sollten sich konzentrieren auf das mit den **geringsten Kosten zu montierende Verbindungselement**. Typischerweise sind dies fest eingebaute Verbindungselemente, die in eine Bohrung eingedrückt anstatt eingeschraubt werden und keine sekundären Arbeitsgänge zur Beibehaltung der Sitzfestigkeit benötigen.

Es gibt einige allgemeine Überlegungen, die zu beachten sind, wenn eine automatische Montage in Betracht gezogen werden sollte. Das Verhältnis von Länge zu Durchmesser des Verbindungselements ist sehr wichtig. Jedes Verbindungselement mit einem Verhältnis von Länge zu Durchmesser von weniger als 1: 1 kann ein Problem verursachen, da die Möglichkeit besteht, dass die Teile im Zuführschlauch taumeln und diesen blockieren. Es wird empfohlen, dass die Verbindungselemente sauber und sortenrein sind. Schmutzige Verbindungselemente verursachen nicht nur, dass Teile im Sortiertopf, sondern auch im Zuführschlauch haften bleiben. Wenn die Verbindungselemente nicht sortiert sind, besteht die Gefahr, dass Störungen in der Montageeinrichtung verursacht werden. Dies kann kostspielig sein, da durch den Abbruch des Montagevorgangs und Beseitigung der Störung wertvolle Zeit verschwendet wird.

Konstrukteure und Monteure sollten sich mit den Merkmalen von Verbindungselementen, die den Erfolg der Automatisierung beeinflussen könnten, vertraut machen.

Um diese näher erörtern zu können, wurden die Merkmale in symmetrische und unsymmetrische Verbindungselemente gegliedert.

**UNSYMETRISCH** Unsymmetrische Verbindungselemente können je nach Merkmal (en) eine Herausforderung sein, diese zu automatisieren. Sie erfordern immer eine Ende-an-Ende-Ausrichtung. Hierfür sind kostspieligere Werkzeuge erforderlich, als sie für symmetrische Verbindungselemente notwendig sind.

Um traditionelle Automatisierungsmethoden zu nutzen, sollten Verbindungselemente mit Kopf an diesem aufgenommen werden können. Eine gute Faustregel ist, dass zwischen Kopf- und Schaftdurchmesser eine Differenz von mindestens 20% sein sollte, um zum Ausrichten und Aufhängen der Teile genügend Unterschied zu haben. Wenn die Durchmesserdifferenz zwischen 20% -30% gehalten werden kann, können zusätzliche Werkzeugkosten vermieden werden. Verbindungselemente mit Kopf, die keinen gleichmäßigen Kopfdurchmesser haben oder unter dem Kopf uneinheitlich sind, neigen dazu, sich in der Zuführschiene zu verklemmen. Für eine automatische Montage sind flache Köpfe besser als runde. Dies deshalb, weil es einfacher ist, einen stirnseitig flachen Einpressdorn auf eine ebene Oberfläche als auf eine runde Oberfläche zu drücken, während gleichzeitig das Verbindungselement gerade gehalten werden soll. Die Mehrkosten für die Zuführung, Ausrichtung und Installation von Verbindungselementen mit Kopf setzen voraus, dass, bevor die Spezifizierung eines solchen erfolgt, die Anwendung auch wirklich ein Verbindungselement mit Kopf erforderlich macht.



Die unsymmetrischen Verbindungselemente ohne Kopf müssen auch einen gewissen Unterschied aufweisen, um die traditionelle Zuführtechnik des Aufhängens auf einem Schienensystem zu nutzen. Dies kann eine Differenz von 20% zwischen Schaft- und Merkmaldurchmesser oder ein signifikantes Ungleichgewicht von mindestens 10% zwischen den Enden des Verbindungselements sein. (Grundsätzlich sollte bei einem Schienensystem die natürliche Tendenz des Verbindungselements sein, immer in eine bestimmte Richtung zu kippen). Wenn dies nicht der Fall ist, ist eine komplexere Ausrichtungsmethode erforderlich. Es gibt mehrere Methoden zur Auswahl: Visuell, Laser, optischer Sensor oder eine Kontrollbuchse. Mit Hilfe eines symmetrischen Verbindungselements können Unternehmen jedoch die Kosten von Automatisierungseinrichtungen deutlich reduzieren.

**SYMMETRISCH** Verbindungselemente die symmetrisch sind und ein gleichbleibendes Profil haben sind ideal für die Automatisierung. Sie sind sehr einfach zuzuführen, da sie nur eine minimale Ausrichtung erfordern. Grundsätzlich benötigt man nur eine Maschine, die die Teile in einer geraden Linie dem Zuführschlauch zuführt. Einmal ausgerichtet, werden diese Teile typischerweise über den Zuführschlauch bis zur Montageposition geführt. Einige Beispiele hierfür sind z. B. Kerbstifte, Zylinderstifte, Rändelstifte, geschlitzte Spannhülsen und Spiralspannstifte.

Mit einigen dieser Verbindungselemente sind auch Nachteile verbunden. So ist zum Beispiel der **Zylinderstift** in einem hohen Maße vom Material des Bauteils abhängig, um einen Festsitz zu erzielen. Dies bedeutet, dass die Kosten zur Vorbereitung der Bohrung hoch sein können, da Reiben erforderlich ist, um die notwendigen engen Toleranzen zu erreichen. (Ausnahme ist der Einsatz dieser Stifte in Kunststoff, da hier die Bohrungen vorgeformt werden.)



Um einige der Nachteile der Zylinderstifte auszugleichen, wurden Kerb- und Rändelstifte entwickelt. Der Durchmesser, gemessen über die Kerben oder dem Rändel, ist größer als die dazu gehörende Bohrung. Wird ein gehärteter Kerbstift wegen seiner Festigkeit verwendet, verformt sich das Material des Bauteils, jedoch nicht im gleichen Ausmaß wie bei einem Zylinderstift. Der Rändelstift ist so ausgelegt, dass er sich in das Material des Bauteils eingräbt. Weder der Kerb- noch der Rändelstift erfordern die engen Toleranzen, die für den Zylinderstift erforderlich sind. Unabhängig davon sind die Einpresskräfte in der Regel wesentlich höher bei allen Ausführungen von massiven



Stiften, die die Kosten von Automatisierungseinrichtungen drastisch beeinflussen können. Da dennoch massive Stifte für die Sitzfestigkeit eine Verformung des Bauteilmaterials erfordern, ist nicht auszuschließen, dass es zu Bruch oder Beschädigung der Bauteile während der Montage kommt.

Um die Nachteile der massiven Stifte auszugleichen, wurden die **Spannstifte** entwickelt. Beim Einschlagen des Spannstifts in eine Bohrung, wird er aufgrund seiner radialen Elastizität zusammengedrückt, da er den Durchmesser der Bohrung annimmt. Nach der Montage sorgt die radiale Kraft des Spannstifts auf die Bohrungswand für einen Festsitz. Da Spannstifte zur Sicherung keine Verformung des Bauteilmaterials benötigen, entstehen keine Schäden am Bauteil und zudem sind die Montagekräfte geringer. Zusätzlich kann der Spannstift Bohrungstoleranzen und kleinere Mittenabweichungen ausgleichen. **Es gibt zwei Arten von Spannstiften: den Spiralspannstift und die geschlitzte Spannhülse.**

Um die Nachteile der massiven Stifte auszugleichen, wurden die **Spannstifte** entwickelt. Beim Einschlagen des Spannstifts in eine Bohrung, wird er aufgrund seiner radialen Elastizität zusammengedrückt, da er den Durchmesser der Bohrung annimmt. Nach der Montage sorgt die radiale Kraft des Spannstifts auf die Bohrungswand für einen Festsitz. Da Spannstifte zur Sicherung keine Verformung des Bauteilmaterials benötigen, entstehen keine Schäden am Bauteil und zudem sind die Montagekräfte geringer. Zusätzlich kann der Spannstift Bohrungstoleranzen und kleinere Mittenabweichungen ausgleichen. **Es gibt zwei Arten von Spannstiften: den Spiralspannstift und die geschlitzte Spannhülse.**

**Geschlitzte Spannhülsen** werden mit einem Schlitz gefertigt, damit sie flexibel sind und sich der Bohrung anpassen können. Bei einigen Herstellungsverfahren für Spannhülsen, wie z. B. dem Rollumformverfahren, führt dies zu ungleichmäßigen Anfasungen und nicht rechtwinkligen Stiften. Für die manuelle Montage ist die geschlitzte Spannhülse eine gute Möglichkeit, Kosten zu reduzieren. Zur Automatisierung ist jedoch der Einsatz dieses Stiftes nicht empfehlenswert. Das größte Problem bei der Automatisierung der geschlitzten Spannhülse sind die nicht rechtwinkligen Stiften. Diese Eigenschaft in Verbindung damit, dass der Spannstift dazu neigt, sich beim Vorschub in die Zuführeinheit der Installationsmaschine mit der darüber liegenden Spannhülse zu verhaken, verhindert den Weitertransport des Spannstifts. Der Schlitz kann auch Ursache dafür sein, dass die Spannstifte sich in der Stifzuführung miteinander verketteten und diese blockieren. Das Herstellungsverfahren mittels Rollumformung dieses Produkts kann bewirken, dass ein gebogener oder bananenförmiger Stift gefertigt wird. Die Spannhülsen neigen ebenfalls dazu, sich am Schlitz zu dehnen und sich 180 Grad vom Schlitz zusammenzuziehen. Die Beanspruchungen, denen die Spannhülsen bei den Wärmebehandlungs- und Abschreckverfahren ausgesetzt sind, können auch zum Verformen der Spannhülsen führen. Wenn Spannhülsen nicht gerade sind, passen sie nicht durch die Führungsbuchse im Sortiertopf und gelangen somit nicht in den Zuführschlauch. Schließlich muss die Spannhülse, um die maximale Abscherkraft zu erzielen so ausgerichtet sein, dass die Belastung senkrecht zum Schlitz aufgebracht wird. Dies ist sehr schwierig zu automatisieren und mit hohen Kosten verbunden.



Um die Nachteile sowohl der massiven Stifte als auch der geschlitzten Spannhülse zu kompensieren, wurde der Spiralspannstift entwickelt. Der Spiralspannstift wird aus Bandmaterial gerollt mit 1½ oder 2¼ Windungen. Er verfügt über viele Eigenschaften, die zu einer problemlosen Automatisierung beitragen. Spiralspannstifte können nicht verketteten oder blockieren, weil sie keinen Schlitz haben. Zusätzlich zur Federcharakteristik der Spiralspannstifte, den rechtwinkligen sauber geschnittenen Stiften, kombiniert mit glatten, konzentrischen Einführfasen, die in einen Radius übergehen, werden scharfe Kanten oder Winkel eliminiert, die die Bohrungswand beschädigen können und somit die Einpresskräfte reduzieren. Die Konzentrität der Einführfase hilft bei der Ausrichtung der Bohrungen in den zu verstiftenden Bauteilen. Darüber hinaus muss der Spiralspannstift nicht ausgerichtet werden, da er von der Krafrichtung nicht beeinflusst wird. Diese wichtigen Eigenschaften können Stillstandszeiten während des Produktionsprozesses erheblich reduzieren, die Anlagenkosten senken und eine problemlose Montage ermöglichen.



Um die Nachteile sowohl der massiven Stifte als auch der geschlitzten Spannhülse zu kompensieren, wurde der Spiralspannstift entwickelt. Der Spiralspannstift wird aus Bandmaterial gerollt mit 1½ oder 2¼ Windungen. Er verfügt über viele Eigenschaften, die zu einer problemlosen Automatisierung beitragen. Spiralspannstifte können nicht verketteten oder blockieren, weil sie keinen Schlitz haben. Zusätzlich zur Federcharakteristik der Spiralspannstifte, den rechtwinkligen sauber geschnittenen Stiften, kombiniert mit glatten, konzentrischen Einführfasen, die in einen Radius übergehen, werden scharfe Kanten oder Winkel eliminiert, die die Bohrungswand beschädigen können und somit die Einpresskräfte reduzieren. Die Konzentrität der Einführfase hilft bei der Ausrichtung der Bohrungen in den zu verstiftenden Bauteilen. Darüber hinaus muss der Spiralspannstift nicht ausgerichtet werden, da er von der Krafrichtung nicht beeinflusst wird. Diese wichtigen Eigenschaften können Stillstandszeiten während des Produktionsprozesses erheblich reduzieren, die Anlagenkosten senken und eine problemlose Montage ermöglichen.



Die Stiftausführung bzw. Materialstärke des Spiralspannstifts kann variiert werden, um die optimale Kombination von Festigkeit und Flexibilität zu erreichen. Die "Leichte

Ausführung" der Spiralspannstifte erfordert geringere Einpresskräfte und reduziert hierdurch die Kosten der Automatisierungseinrichtung, da kleinere Zylinder bzw. eine kleinere Maschine eingesetzt werden können. Anwendungen, die für diesen Spiralspannstift geeignet sind, machen ihn durch die einfache Automatisierung zum kostengünstigsten montierenden Verbindungselement.

Denken Sie daran, dass so ziemlich alles automatisiert werden kann, vorausgesetzt, es ist genug Zeit und Geld vorhanden. Bei Beachtung nachstehender grundsätzlichen Richtlinien werden Unternehmen in der Lage sein durch den Einsatz komplexer Automatisierungsgeräte die Produktivität zu steigern und unnötige Werkzeugkosten zu vermeiden.

- **Spezifizieren Sie Verbindungselemente mit einem Längen-Durchmesser-Verhältnis größer als 1:1.**
- **Stellen Sie sicher, dass die Verbindungselemente sauber und sortiert sind.**
- **Verwenden Sie möglichst symmetrische Verbindungselemente. Dazu gehört auch das Vermeiden von Verbindungselementen, die nach der Kraftrichtung ausgerichtet werden müssen.**
- **Verwenden Sie Verbindungselemente, die geringe Einpresskräfte erfordern (bei einer immer noch ausreichenden Sitzfestigkeit).**
- **Planen Sie mit Verbindungselementen, die größere Bohrungstoleranzen erlauben.**
- **Wenn ein Verbindungselement mit Kopf erforderlich ist, planen Sie mit Verbindungselementen, bei denen die Differenz zwischen Kopf- und Schaftdurchmesser 20%-30% beträgt.**

**Durch die richtige Auslegung des Verbindungselements während der Entwurfsphase können Unternehmen die Automatisierung der Verbindungselemente zu den niedrigsten Installationskosten durchführen.**

## Installationsmaschinen für Stifte und Systeme

SPIROL Installationsmaschinen verarbeiten alle gängigen Arten von Stiften - Stifte mit und ohne Kopf - sowie Buchsen, Nieten, Compression Limiter und viele andere ähnliche Produkte. Ob Sie eine Standard-Installationsmaschine mit oder ohne Aufspannvorrichtung oder ein kundenspezifisches System benötigen, wir sind immer darauf bedacht, Ihnen die beste und kostengünstigste Lösung anzubieten.



### Qualitätszertifikate:

IATF 16949 • AS 9100 • ISO 9001 • ISO 14001  
ITAR-Eingetragen  
Nadcap Chemische Verarbeitung  
Nadcap Laserstrahl-Bearbeitung

© 2017 Spirol International Corporation

Kein Teil dieser Publikation darf in irgendeiner Form oder auf irgendeine Weise elektronisch oder maschinell reproduziert oder übertragen werden, außer im gesetzlich zulässigen Rahmen, ohne eine schriftliche Genehmigung der Spirol International Corporation.

## Technische Zentren

### 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 Vereinigtes Königreich

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

### 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 Spanien

Plantes 3 i 4  
Gran Via de Carles III, 84  
08028, Barcelona, Spanien  
Tel/Fax: +34 932 71 64 28

### SPIROL Tschechische Republik

Pražská 1847  
274 01 Slaný  
Tschechische Republik  
Tel/Fax: +420 313 562 283

### SPIROL Polen

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

### Amerika SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue  
Danielson, Connecticut 06239 U.S.A.  
Tel. +1 860 774 8571  
Fax. +1 860 774 2048

### SPIROL Shim-Abteilung

321 Remington Road  
Stow, Ohio 44224 U.S.A.  
Tel. +1 330 920 3655  
Fax. +1 330 920 3659

### SPIROL Kanada

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

### SPIROL Mexiko

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

### SPIROL Brasilien

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

### Asien Pazifik SPIROL Asien-Zentrale

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 Korea

16th Floor, 396 Seocho-daero,  
Seocho-gu, Seoul, 06619, Südkorea  
Tel: +82 (0) 10 9429 1451

e-mail: [info-de@spirol.com](mailto:info-de@spirol.com)

**SPIROL.de**