

## Reichelt Chemietechnik GmbH & Co: Verbindungstechnik für Schläuche und Rohre aus Kunststoffen

### Die richtige Verbindung: Schlauchverschraubungen im Überblick

Schläuche sind in den unterschiedlichsten Ausführungen erhältlich: Ob flexibel oder starr, ob aus günstigen Massenkunststoffen oder speziellen Hochleistungspolymeren, ob in kleinen oder großen Nennweiten. Nur: Mit einem Schlauch alleine ist es in den seltensten Fällen getan, zumeist muss er auch noch an Anfang und Ende an vorliegende Anschlüsse befestigt werden, etwa an analytischen Apparaturen, Flüssigkeitstanks, innerhalb großer Prozessanlagen in der chemischen Industrie oder mit weiteren Schlauchabschnitten. So vielfältig die in der Praxis eingesetzten Schläuche, so zahlreich sind daher auch die zugehörigen Verbindungsstücke in der Schlauchtechnik. Doch sind alle Schlauchverbinder für meinen Einsatz geeignet?

### Schlauchtüllen als einfache Schlauchverbinder

Die wohl bekannteste Art und Weise, um Gummischläuche zu adaptieren, stellen Schlauchtüllen bzw. Schlauchstutzen dar. Hierbei handelt es sich um zylindrisch oder konisch geformte Nippel mit glatter, gewellter oder geriffelter Oberfläche, über die der Schlauch einfach übergestülpt wird. Der Laie kennt das System vermutlich aus dem Gartenbereich oder von älteren Wasch- und Spülmaschinen. Damit er nicht von der auch als Schlaucholive genannten Tülle abrutscht, kann er zusätzlich mittels Schlauchklemme oder Schlauchschelle gesichert werden.

Der Gebrauch von Schlauchtüllen empfiehlt sich jedoch nur für weiche Gummischläuche, etwa für PVC-Schläuche, Silikon-Schläuche oder EPDM-Schläuche. Doch was ist, wenn ein harter Kunststoffschlauch oder gar eine Metallkapillare adaptiert werden sollen?

### Schlauchverschraubungen – die verschiedenen Adaptierungsmöglichkeiten

Für Schläuche und Kapillaren aus harten Kunststoffen und metallischen Legierungen werden andere Verbindungssysteme genutzt, da sich die Adaptierung mittels Schlauchtüllen meist nicht leckagefrei realisieren lässt. Je nach Schlauchwerkstoff und Dimension kommen dafür verschiedene Verbindungstechniken zum Einsatz.

### Schneidringverschraubungen

Schneidringverschraubungen in der Fluidtechnik sind aus einem Verbindungskörper, Überwurfmutter, Dichtringen und namensgebenden Schneidringen aufgebaut. Bei der Montage

wird der Schlauch durch Überwurfmutter, Schneidring und Dichtring geführt und dann bis zum Anschlag in die Aufnahme des Körpers gesteckt.

Die Verbindung wird über den vorgelagerten Dichtring abgedichtet. Die Arretierung des Kunststoffschlauchs erfolgt über den geschlitzten Schneidring, oftmals aus Polyetheretherketon (PEEK) oder metallischen Legierungen, der sich beim Festziehen der Überwurfmutter in den Schlauch kerbt. Auf diese Weise entsteht eine kraftschlüssige und dichte, dennoch jederzeit lösbare Rohrverbindung. Schneidringverschraubungen werden sowohl aus harten Kunststoffen, wie PFA (Perfluoralkoxy- Polymere), PVDF (Polyvinylidenfluorid) oder PP (Polypropylen), wie auch aus metallischen Legierungen hergestellt.

Weiche Schläuche können durch den einkerbenden Ring gequetscht oder gar beschädigt werden und sind daher nicht mit dieser Verbindungstechnik kompatibel. Mit Schneidringverschraubungen werden daher vorrangig harte Kunststoffschläuche sowie Rohre und Kapillaren aus Metallen und Glas befestigt, etwa PTFE-Schläuche oder PVDF-Schläuche.

Aufgrund ihrer Fähigkeit, hohen Drücken standzuhalten, werden sie auch als Hochdruckfittings bezeichnet. Sie finden Anwendung bei der Verlängerung oder dem Anschluss von Metall- oder Kunststoffleitungen im Labor und Apparatebau.

### **Kapillarverbinder: Hohlschrauben und Ferrulen für die HPLC**

Ein ähnliches Verbindungssystem findet man in der Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (engl.: high performance liquid chromatography, HPLC) zur Verbindung von Titankapillaren und Edelstahlkapillaren oder Kapillaren aus Kunststoffen wie Polyetheretherketon (PEEK). Sie werden zur Verbindung untereinander, zum Anschluss an Gerätesysteme oder vorliegende Leitungen genutzt.

Die Verbindung wird mittels hochdruckfester kegelförmiger Dichtringe aus Edelstahl oder Hochleistungskunststoffen wie PEEK oder Polyimid realisiert. Diese auch als Ferrulen bezeichneten Dichtkegel werden auf das Ende einer Kapillare aufgesetzt und mittels einer Hohlschraube in die Gewindehülse des vorgesehenen Verbinders eingeschraubt.

Die Ferrule übernimmt dabei die Funktion von Schneid- und Dichtring, arretiert den Schlauch und dichtet die Verbindung ab. Viele Analysegeräte in der HPLC sind bereits mit entsprechenden Aufnahmen ausgestattet, sodass zum Anschluss lediglich Kapillare, Ferrule und Hohlschraube benötigt werden. Es können jedoch auch Ausführungen mit separatem Verbindungskörper angeboten werden, beispielsweise zur Verbindung von Kapillaren untereinander.

### **Klemmringverschraubungen**

Klemmringverschraubungen dienen als Schraubverbinder dem Anschluss bzw. der Verlängerung von weichen Elastomerschläuchen und Kunststoffschläuchen moderater Härte, beispielsweise aus Silikon, Polyethylen (PE), Polyurethan (PUR) oder Polytetrafluorethylen (PTFE).

Sie bestehen ebenfalls aus drei Bauteilen: einem Körper, einer Überwurfmutter und einem Klemmring. Im Gegensatz zu Schneidringverschraubungen klemmt sich der Ring beim Drehen der Mutter auf dem Schlauch fest ohne ihn einzuschneiden. Im Körper integrierte Stützhülsen ermöglichen den Anschluss von weichen Schläuchen.

Klemmringverschraubungen werden aus Kunststoffen wie PP, PVDF, PTFE sowie Edelstahl gefertigt. Typischerweise findet man diesen Verschraubungstyp in der Chemietechnik, Labortechnik, Prozesstechnik, Medizintechnik, Konstruktionstechnik, Pneumatik und Hydraulik.

## **Verschraubungen für Mikroschläuche**

Neben Schläuchen zur Durchleitung größerer Flüssigkeits- bzw. Gasströme gilt es, auch feinere Mikroschläuche mittels geeigneter Verschraubungen schnell und sicher anschließen zu können. Darunter versteht man in der Laborpraxis englumige Analysenschläuche aus Kunststoffen wie PTFE oder PFA mit Nennweiten unterhalb von drei Millimetern.

Für die wohldosierte Zufuhr von hochreinem Wasser, anderen Lösungsmitteln, Salzlösungen, Laugen oder Säuren in kleinen Mengen sind solche Leitungen kleinen Querschnitts unverzichtbar. Befestigt werden sie mittels miniaturisierter Verbinder, sogenannten Mikroverschraubungen. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um einen normtechnischen Begriff, sondern lediglich um eine bei Nutzern übliche Bezeichnung für Verschraubungen für kleindimensionierte Kunststoffschläuche und Rohre.

Am Markt wird eine hohe Bandbreite dieser Verschraubungssysteme angeboten, um unterschiedlichsten Anforderungen gerecht zu werden. Je nach Definition können bestimmte Schneidverschraubungen, Klemmring-Verbinder und HPLC-Adapter als Mikroverschraubungen bezeichnet werden. Es werden jedoch auch Mikroverschraubungen angeboten, die auf einem anderen Verbindungssystem basieren und den anzuschließenden Schlauch weder einkerben noch quetschen.

Schlauchverschraubungen mit O-Ring-Arretierung sind für Chromatographie-Säulen und andere Anwendungen mit niedrigem bis keinem Überdruck eine weitere gängige Art, Schläuche mit anderen Bauteilen zu verbinden. Dieser Kupplungstyp adaptiert Kunststoffrohre und Kunststoffschläuche mithilfe eines O-Ringes, etwa aus Fluorkautschuk (FPM bzw. FKM). Beim Festziehen der Überwurfmutter wird der O-Ring komprimiert, wodurch eine feste Abdichtung zwischen Schlauch und Verbinder erreicht wird. Auch hier gilt: Je höher das Anzugsmoment, desto fester die Verbindung. Diese lässt sich in wenigen Sekunden werkzeuglos herstellen und einfach wieder lösen.

## **Steckverbinder aus Polymeren und Metallen**

Steckverbinder stellen spezielle Schlauchverbindungen dar, die ohne den Einsatz von Werkzeugen an harte Kunststoffschläuche und Rohre angebracht werden können. Um den Schlauch zu verbinden reicht es aus, ihn einfach in das Anschlussstück des Steckverbinders zu schieben. Eine integrierte Spannhülse gewährleistet den mechanischen Halt, die Abdichtung wiederum erfolgt durch einen eingebauten Dichtring. Mittels Zurückdrücken der Spannhülse lässt sich der Schlauch ebenso leicht wieder lösen und herausziehen. Das System findet vor allem in Verbindung mit Hydraulik- und Pneumatikschläuchen Verwendung, beispielsweise für PUR-Schläuche oder PA-Schläuche.

## **Weitere Verbindungstypen**

Ergänzend zu den bereits vorgestellten Verschraubungstypen finden sich in der industriellen Praxis auch Klemmbacken, Klebeverbinder und Schweißverbinder für Rohre.

Klemmbacken bestehen aus zwei Schalenhälften aus Aluminium. Der auf einen Schlauchstutzen gestülpte Schlauch wird zwischen die Hälften gelegt und durch gleichmäßiges Anziehen der äußeren Inbusschrauben befestigt. Klemmbacken ermöglichen eine mehrfache Montage und Demontage. Im Gegensatz dazu führen Klebe- und Schweißverbinder zu permanenten, nicht mehr demontierbaren Rohrverbindungen. Die Rohre, häufig aus hartem Polyvinylchlorid (PVC-U), werden dabei entweder mit dem Verbinder verklebt oder durch Erhitzen aufgeschmolzen und miteinander verschweißt, wodurch eine hohe Belastbarkeit und Dichtigkeit der Verbindung erreicht wird.

### **Schlauchverschraubungen in verschiedenen Formen**

Die Form der Schlauchverbindung hängt von der Anzahl der benötigten Anschlüsse ab. Für zwei Leitungen können die Verbindungsstücke gerade, rechtwinklig oder spitzwinklig geformt sein, was entsprechend als I-Form, L-Form oder V-Form bezeichnet wird. Sollen drei Schläuche miteinander verbunden werden, stehen T- und Y-förmige Verbindungsstücke zur Verfügung, sowie solche, bei denen die drei Anschlüsse im Winkel von 120° zueinander angeordnet sind.

Bei vier Schlauchleitungen kommt ein Kreuzverbinder zum Einsatz, bei dem die Enden rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Die Enden der Verbindungsstücke sind in verschiedenen Variationen erhältlich. Kombinationen aus Schlauchtüllen, Schlauchverschraubungen und andersseitigen Außengewinden, Innengewinden oder Luer-Lock-Anschlüssen sind machbar.

### **Welcher Werkstoff ist der richtige für meine Anwendung?**

Wurde der passende Verbindungstyp identifiziert, geht es an die Auswahl geeigneter Werkstoffe für Körper, Überwurfmutter und ggf. integrierte Dichtungen. Die Wahl hängt von den spezifischen Anforderungen der Anwendung ab, einschließlich Druck- und Temperaturbelastung, Medienkompatibilität und Umgebungsfaktoren:

- Kunststoffe wie Polyvinylchlorid (PVC), Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) für Standardanwendungen, bei denen eine geringere Festigkeit und Chemikalienbeständigkeit ausreicht oder ein geringeres Gewicht erwünscht ist.
- Metalle wie Edelstahl, Messing oder Aluminium für Anwendungen, die hohe Festigkeit und Beständigkeit gegen Korrosion und thermische Belastung erfordern.
- Spezielle Polymere wie PTFE oder PFA für Anwendungen mit höheren Ansprüchen an Temperaturbeständigkeit und Chemikalienbeständigkeit.