



In Zeiten, in denen die Herstellung von Impfstoffen in aller Munde ist, sind Chemie und Biotechnologie gefragter denn je. Die stillen Heinzelmännchen im Hintergrund sind dabei die Schlauchbaugruppen.

Smarte Schlauchlösungen

Bei der Komplexität pharmazeutischer und biotechnologischer Prozesse, die vom Entwicklungsstadium bis zur Serienreife gebracht werden müssen, sind die Schlauchsysteme oft nur ein kleines Zahnrad im Getriebe. Meist besteht die Aufgabe des Schlauches „nur“ darin, das Medium von A nach B zu bringen. Aber gerade auf diesem Weg darf dem kostbaren Gut nichts passieren. Weder eine Anreicherung durch Sauerstoff noch eine Durchmischung mit fremden Flüssigkeiten, die in „Totwasserzonen“ stehen bleiben, sind erwünscht. Und plötzlich verwandelt sich der einfache Schlauch in ein spannendes und äußerst anspruchsvolles Thema.

Welches Material ist das Richtige?

Häufig werden Fluorkunststoffmaterialien wegen ihrer breiten chemischen Beständigkeit eingesetzt. Doch gibt es kein Material der Wahl, das für jede Anwendung geeignet ist. Die Polymere bestechen durch ihr sehr breites Eigenschaftsspektrum, das aber auch mit Gegensätzen einhergeht. Es ist deshalb wichtig, den geeigneten Kunststoff für die spezifische Anwendung zu finden.

Der Aufwand einer neuen Materialwahl gilt leider oft als zu hoch. Deshalb wird normalerweise das bereits bekannte Schlauchmaterial eingesetzt. Aus wirtschaftlicher und technischer Sicht lohnt sich jedoch eine strukturierte Auswahl des geeigneten Materials. Dies beinhaltet eine Klärung der genauen Anforderungen – eine Vorauswahl möglicher Materialgruppen – eine Feinauswahl – und eine Validierung der Materialwahl. Bei der konkreten Abklärung eines Schlauches auf die Verträglichkeit von Chemikalien heißt dies: Die Chemikalien, deren Konzentration, die Einsatztemperatur und alle weiteren Anforderungen sollten bekannt sein. Die erste Vorauswahl kann anhand von Tabellen zur chemischen Beständigkeit gemacht werden. Bei der Feinauswahl werden weitere Kriterien wie Druckbeständigkeit, Flexibilität oder zusätzliche Normforderungen berücksichtigt. Beim letzten Schritt, der Validierung, reicht es, den Schlauch über mindestens zwei Tage in das Medium einzulegen, um zu prüfen, ob Änderungen bei Gewicht, Dimension, Optik oder Haptik festzustellen sind. Was zu Beginn eines Projektes als verlorene Zeit erscheint, wird den Anwender später vor bösen Überraschungen bewahren.

Kein Eindringen von Gas dank optimierten Barriereeigenschaften

Die Permeation ist der Vorgang, bei dem ein Stoff (das Permeat) einen Festkörper durchdringt oder durchwandert. Damit ist das Eindringen von Sauerstoff oder anderen Gasen gemeint. Die Höhe der Permeation hängt unter anderem vom Gas selbst ab. Handelt es sich um ein leichtflüchtiges Gas wie Helium, ist sie groß. Bei schwerflüchtigen Gasen wie wässrigen Schwefelsäuren ist die Permeation entsprechend gering. Als weiterer wichtiger Faktor spielt der Aufbau des Materials selbst eine Rolle. Kunststoffe mit einer hohen Glasübergangstemperatur sind bei normaler Gebrauchstemperatur undurchlässiger für Gase. Füllstoffe, Farbstoffe oder elektrostatisch ableitende Zusatzstoffe verstärken die Durchlässigkeit. Zudem forcieren höhere Temperaturen und ein höherer Druck bei der Anwendung die Permeation.

Neben der richtigen Materialwahl kann diese Eigenschaft über eine Beschichtung verbessert werden. Eine weitere Methode ist die Verwendung eines Multilayerschlauches. Hier werden mehrere unterschiedliche Kunststoffe in Schichten zu einem Schlauch verarbeitet, die Barriereeigenschaften des Schlauches werden somit massiv verbessert. Dieses Prinzip wird auch in Lebensmittelverpackungen verwendet: Die Innenseite muss in dieser Anwendung lebensmittelecht sein. Da diese Eigenschaft nicht unbedingt mit guten Barriereeigenschaften einhergeht, sorgen die weiteren äußeren Schichten für die nötige Eigenschaftskombination. Neben den Barriereeigenschaften gibt es weitere Merkmale, die für die Anwendung relevant sind. Erwähnenswert ist die Oberflächenspannung des Kunststoffes. Sie hat einen Einfluss auf das Fließverhalten des Mediums. Führt diese Spannung zu Verwirbelungen, fördert das die Aufnahme von Gasen an der Fließfront. Es ist ebenfalls zu prüfen, ob der Kunststoff dazu neigt, das zu transportierende Medium zu absorbieren. Dies ist vor allem bei transparenten Schläuchen an unerwünschten optischen Veränderungen zu erkennen.

Definition des Schlauches – individuell auf die Anwendung zugeschnitten

Auch bei der Auslegung der Schlauchgeometrie lässt sich einiges herausholen. Neben Standardschläuchen oder den bereits



beschriebenen Multilayerschläuchen, können Multilumen-schläuche extrudiert werden. Diese erlauben das Integrieren von mehreren separaten Medienkanälen, von Drähten um Signale zu leiten oder von Zugdrähten, falls die Spitze des Schlauches bewegt werden soll. Durch den Einsatz von gewebeverstärkten Schläuchen können zusätzlich Axial- und Torsionskräfte übertragen und das Knickverhalten merklich verbessert werden. Über eine Drahtarmierung des Schlauches kann der maximal zu applizierende Druck um ein Vielfaches erhöht werden. So liegt der Berstdruck eines PTFE Schlauches mit einem Innendurchmesser von $\frac{1}{4}$ " und einer Wandstärke von 1 mm, verstärkt mit einem außenanliegenden Drahtgeflecht, bei be-



Aus einer Hand: Die fixfertig konfektionierte Schlauchbaugruppe sorgt mit farblichen und nummerischen Markierungen für eine sichere und schnelle Montage beim Kunden.



Gewebeverstärkte Schläuche: Metall- oder Kunststoffarmierungen halten hohem Innendruck stand und verbessern das Knickverhalten. Zudem ermöglichen sie die Übertragung von Axial- und Torsionskräften.

achtenwerten 720 bar und ist somit 22-mal höher als bei einem unverstärkten PTFE Schlauch. Und das bei ansprechender Flexibilität - der minimale Biegeradius beträgt 80mm.

Auslegung der Schlauchsets maßgebend für Sicherheit

Die Schnittstellen bei den Schlauchsystemen sind entscheidend für die Qualität. Diese sollten frei von Leckagen, „Totwasserstellen“ und starken Durchmesserübergängen sein, bei denen das Medium geschert oder unnötig verwirbelt wird. Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Kopplungsstandards. Sehr häufig wird im Medizin- und Laborumfeld die Luerbindung gewählt. Beim Luer-Slip System werden der männliche und weibliche Teil der konischen Verbindung zusammengesteckt. Durch eine Überwurfmutter am männlichen Kegel kann ein unkontrolliertes Lösen der Verbindung verhindert werden. Dieses Luer-Lock System bietet nun die Sicherheit für einen kontrollierten Flüssigkeits- oder Gastransfer.

Bei der Verwendung von nur einem Verbindungsstandard wächst jedoch das Risiko für Verwechslungen von Schlauchverbindungen. So kann es vor allem im hektischen Alltag zu ernsten Zwischenfällen kommen. Abhilfe bieten hier Farbkodierungen an den Schlauchenden oder verschiedenfarbige Verschraubungen. Eine weitere Variante sind Zahlenreiter, die eine klare Zuweisung der zu verbindenden Stellen erlauben.

Um eine platz- und zeitsparende Montage von Schläuchen zu ermöglichen, formen wir Schläuche vor. Da somit auch verwinkele Leitungen aus einem einzigen Bauteil hergestellt werden können, verringert sich das Risiko von Leckagen und „Totwasserstellen“. Und ganz nebenbei sorgt dies für eine vereinfachte Beschaffung. Selbst der Querschnitt kann entlang des Schlauches variieren. So kann der Schlauch auf verschiedene Durchmesser kalibriert werden. Auch die Form des runden Profils ist flexibel veränderbar, um eine zusätzliche Funktion zu integrieren.

Schlauchbaugruppen werden der Geräte entsprechend in Sets abgepackt, somit können sie vom Kunden effizient und kostensparend direkt verbaut werden.

Wir machen aus einem scheinbar einfachen Schlauch eine wertvolle Komponente, die einen großen Mehrwert zum Gelingen Ihrer Anwendung beiträgt.



Autor:
André Konrad
Geschäftsführer
info@pkm-konrad.ch