

# **Der Werkstoff PTFE in Schlauchsystemen der chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie der Lebensmittelindustrie**

## **Inhaltsverzeichnis**

- 1.** Der Werkstoff PTFE
- 2.** Herstellung von PTFE-Schläuchen
- 3.** PTFE coextrudiert
- 4.** PTFE im Vergleich
- 5.** Anforderung an PTFE
  - 5.1** FDA-Zulassung
  - 5.2** USP Class VI
  - 5.3** Freiheit von GMO/BSE/TSE
  - 5.4** Regeneratfreiheit
  - 5.5** Virginität/Leitfähigkeit
- 6.** Technische Eigenschaften von PTFE
- 7.** Anbindung der Schlaucharmatur
- 8.** Auswahl der Decke
- 9.** Die PTFE Seele im Detail
- 10.** Welcher Schlauch für welche Anwendung
- 11.** Was passieren kann
- 12.** Nachhaltigkeit
- 13.** Why Markert Marsoflex
- 14.** Ansprechpartner

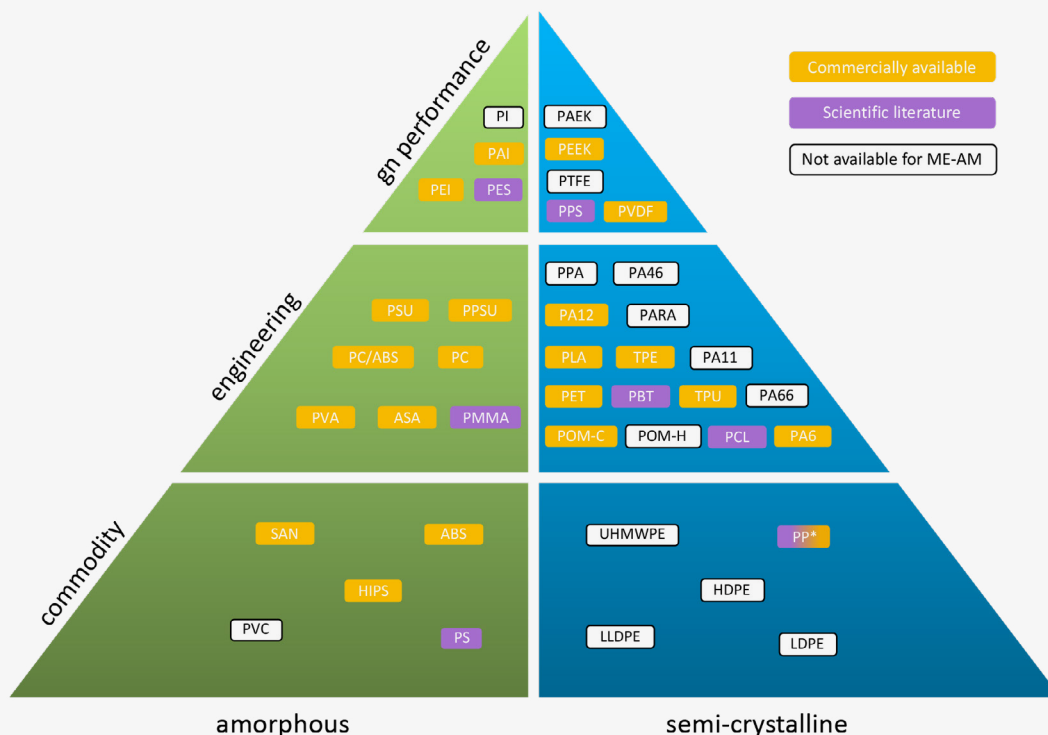
## 1. Der Werkstoff PTFE

Die vier Buchstaben PTFE stehen für **Polytetrafluorethylen**, das ursprünglich auch unter dem Handelsnamen „Teflon“ der Firma DuPont bekannt war. PTFE ist ein teilkristallines Polymer aus Fluor und Kohlenstoff. PTFE wurde 1938 vom Chemiker Roy Plunkett entdeckt, als er mit Tetrafluorethylen (TFE) experimentierte und dieses zu „farblosen Krümeln“ polymerisierte.

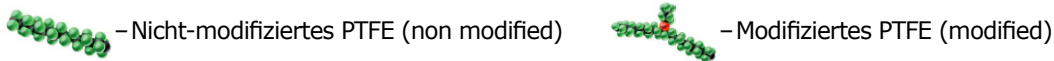
Mittlerweile ist PTFE aus vielen Anwendungen nicht mehr wegzudenken, da es hervorragende Eigenschaften besitzt:

- PTFE ist sehr reaktionsträge und hat dadurch eine sehr **hohe Beständigkeit** gegen nahezu alle Basen, Alkohole, Benzine, Öle.
- PTFE hat einen sehr geringen Reibungskoeffizienten und ist daher ein **ideales Gleitmittel**.
- PTFE hat eine extrem niedrige Oberflächenspannung, somit ist es kaum zu benetzen. Es existieren nahezu keine Materialien, die an PTFE haften bleiben – auch bekannt als **Antihaft-Wirkung** des PTFE.
- PTFE hat eine **hohe Temperaturbeständigkeit** bis zu +260 °C.
- PTFE besitzt eine sehr **geringe elektrische Leitfähigkeit** und hat daher gute Isolationseigenschaften.

PTFE hat gegenüber nahezu allen anderen Kunststoffen deutliche Vorteile und ist für viele Anwendungen die beste technische Lösung.



PTFE kommt in zwei Arten vor:

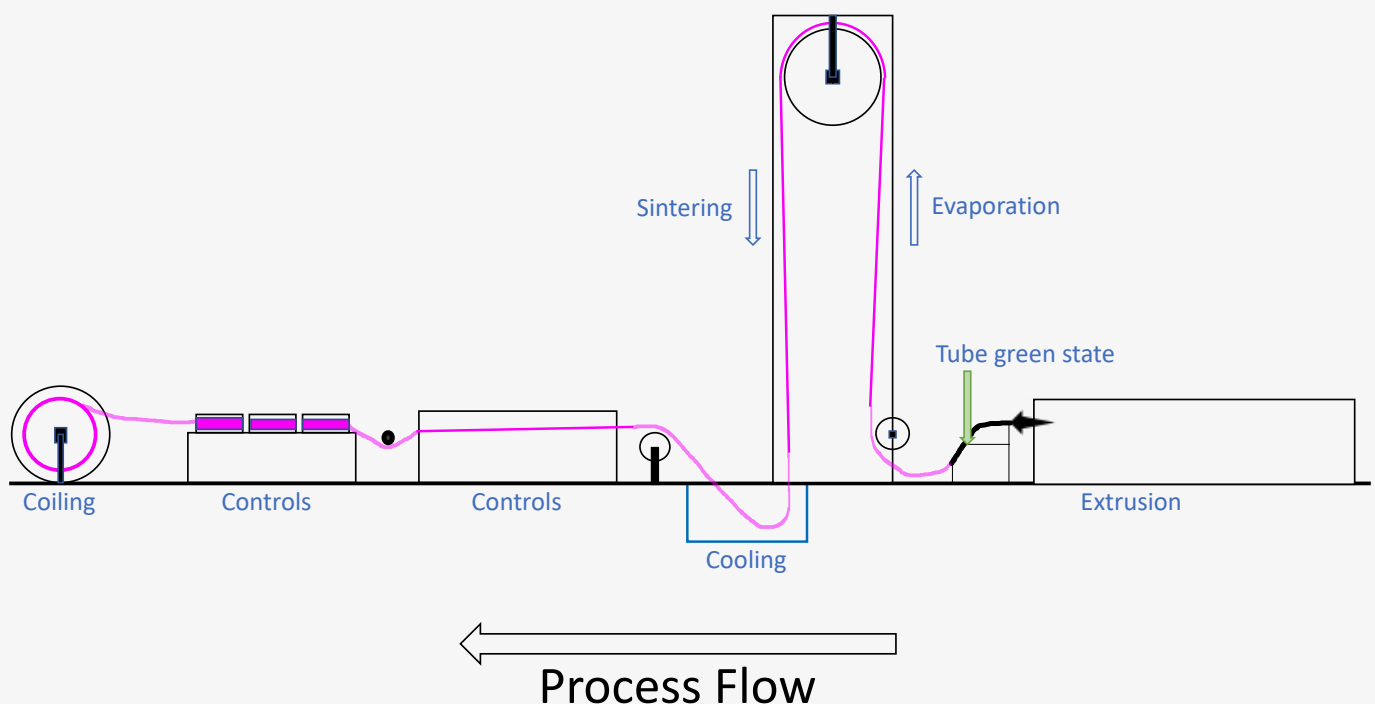


Beim modifizierten PTFE wird PerfluoroPropylVinylEther (PPVE) zugesetzt. Hierdurch werden die Eigenschaften wie z. B. geringere Deformation, geringere Porosität, höhere Reißdehnung sowie geringere Permeation verbessert. Markert verwendet in der Herstellung ausschließlich modifiziertes PTFE.

## 2. Die Herstellung von PTFE-Schläuchen

Durch Polymerisation wird ein weißes PTFE-Pulver hergestellt. Damit entsteht der Rohstoff für die Herstellung von PTFE-Produkten. Marktführer bei der Herstellung von PTFE sind u.a. die Firma DuPont (heute Chemours), DOW (3M™ Dyneon™) und Daikin.

Das PTFE-Pulver wird zur weiteren Verarbeitung mit einem Bindemittel (z. B. ISOPAR) versetzt und wird dadurch verarbeitbar. Die entstandene Emulsion wird bei der Herstellung von PTFE-Schläuchen in einem Extruder thermisch erhitzt und über eine Matrize gepresst. Soll das PTFE leitfähig sein, wird im Mischprozess dem PTFE Kohlenstoff beigemischt (dies ist der Ausgangsstoff für das sogenannte „schwarze“ PTFE). Mittels der Extrusion wird die PTFE-Emulsion auf die gewünschte Form gesintert. Im abschließenden Abkühl- und Ablängungsprozess wird die finale PTFE-Schlauchseele hergestellt.



Der Prozess der Extrusion ist äußerst komplex, da nur durch ausgewogene Temperierungsphasen eine vollständige Polymerisierung des PTFE-Pulvers sichergestellt werden kann. Ferner müssen die Matrize und die Führung des PTFE hochpräzise aufeinander abgestimmt sein, nur so können PTFE-Schlauchseelen prozesssicher hergestellt werden. Kleinste Einschlüsse oder Toleranzabweichungen in der PTFE- Seele können die Festigkeit drastisch beeinflussen.

Für industrielle Schlauchleitungen dürfen ausschließlich Ausgangsstoffe höchster Güte eingesetzt werden. Daher wird bei Markert Marsoflex Schläuchen einzig das PTFE Compound (Zusammensetzung) Teflon T-62 (Chemours ehem. Dupont) eingesetzt.

### **3. PTFE coextrudiert**

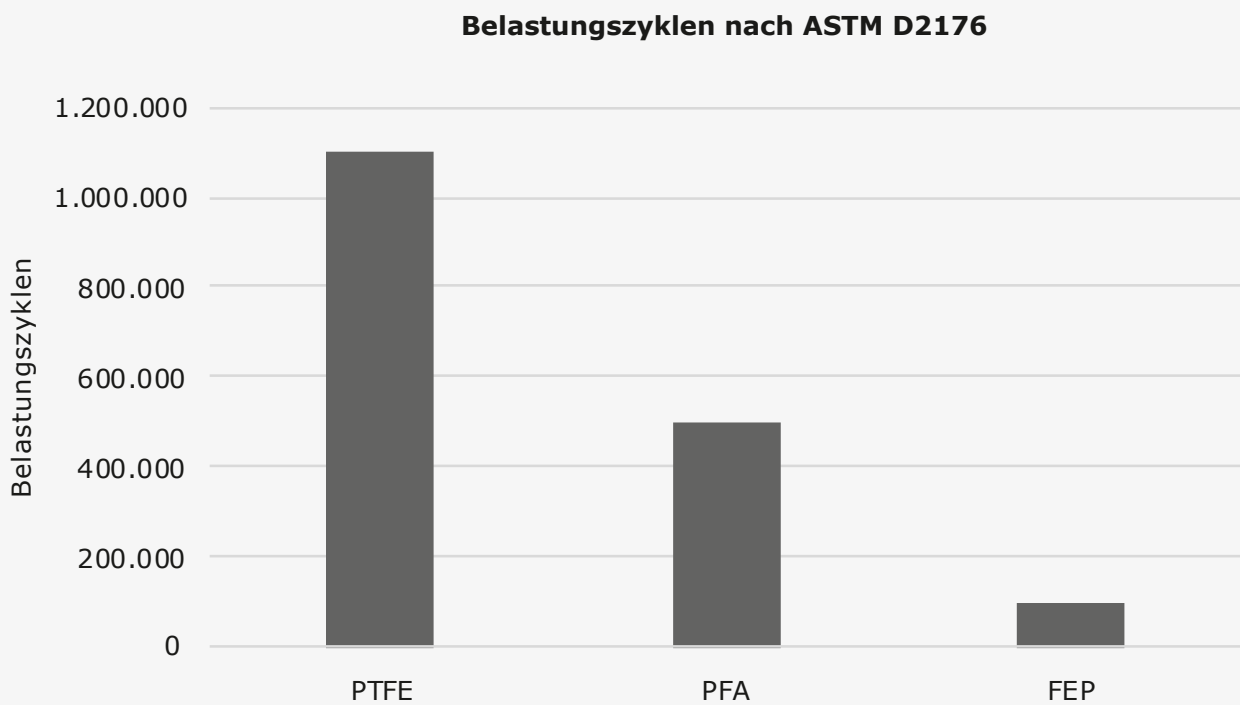
Reines PTFE wird als virginales PTFE bezeichnet. Dieses PTFE bildet enge Verknüpfungsketten und verfügt über eine sehr dichte und somit glatte Oberflächenstruktur. Gerade in pharmazeutischen Anwendungen werden häufig weiße Materialien gefordert. Hierzu wird PTFE mit Pigmenten versehen und es entsteht reinweißes PTFE. Durch die Pigmentierung verändert sich geringfügig die Materialstruktur, weshalb unpigmentiertes PTFE über weniger Poren in der Oberfläche verfügt als pigmentiertes. Durch eine sogenannte Coextrusion kann transparentes PTFE mit pigmentiertem PTFE verbunden werden: Innen transparentes virginales PTFE mit glatter Oberfläche – außen weiß pigmentiertes PTFE: Diese Kombination bietet ein weißes Erscheinungsbild (da das weiß pigmentierte äußere PTFE durch die transparente Innenschicht durchschimmert) und eine sehr glatte, transparente Innenschicht. Markert verwendet coextrudierte PTFE-Seelen bei allen SIL300 PTFE-Schläuchen. Diese Seelen verfügen über eine glattere (porenfreiere) Oberfläche mit geringerer Absorbtionsrate als pigmentierte weiße Seelen.

#### 4. PTFE im Vergleich

PTFE kann aufgrund seiner hervorragenden Materialeigenschaften bis auf wenige Ausnahmen als der „Allzweck“-Werkstoff angesehen werden. Nachfolgend werden die Eigenschaften von PTFE mit anderen hochbeständigen Werkstoffen verglichen.

Werkstoff	Wesentliche Materialeigenschaften PTFE
<b>PTFE vs. Silikon</b>	Dauerhafte Beständigkeit bei Dampfreinigung Bessere Reinigbarkeit Breiteres Temperatur-/Druckspektrum Breitere chemische Beständigkeit Höhere Reinheit
<b>PTFE vs. PFA</b>	Höhere Biegeermüdungsfestigkeit Geringerer Reibungskoeffizient Besserer Temperatur-Einsatzbereich Besseres Preis-/Leistungsverhältnis PFA hat bessere Niedertemperatureigenschaften
<b>PTFE vs. FEP</b>	Höhere Biegeermüdungsfestigkeit Höhere Flexibilität Breitere chemische Beständigkeit Besserer Temperatur-Einsatzbereich PTFE hat einen geringeren Reibungskoeffizienten als FEP (0,02 vs. 0,05) FEP hat bessere Niedertemperatureigenschaften
<b>PTFE vs. UPE</b>	Breiteres Temperaturspektrum Breitere chemische Beständigkeit Bessere UV-/Ozon-Beständigkeit Höhere Reinheit Geringeres Gewicht
<b>PTFE vs. Edelstahl</b>	Höhere Biegeermüdungsfestigkeit Breitere chemische Beständigkeit Höhere Flexibilität Bessere Reinigbarkeit

Die Biegeermüdungsfestigkeit ist ein wichtiger Faktor für die mechanische Lebensdauer einer Schlauchleitung. Hier bietet PTFE deutliche Vorteile gegenüber PFA und FEP. Gemäß Biegeversuchen nach ASTM D2176 hält PTFE deutliche mehr Belastungszyklen als PFA oder FEP aus:



## 5. Anforderung an PTFE

Im Zusammenhang mit dem Werkstoff PTFE taucht eine Vielzahl an Zulassungen, Anforderungen und bestätigten Eigenschaften auf. Wir bringen hier Licht ins Dunkel und erläutern, was für den Einsatz wirklich relevant ist.

### 5.1 FDA-Zulassung

Die FDA ist die US-amerikanische „Food and Drug Administration“, die staatliche Überwachungsbehörde, der die Kontrolle sämtlicher in den USA in Verkehr gebrachter Waren obliegt. Darin eingeschlossen sind auch alle Importe, weswegen die Richtlinien und Bestimmungen der US-Behörde auch für europäische Hersteller bedeutsam sind.

FDA-konforme Anforderungen benötigen Werkstoffe, die eine lange Haltbarkeit aufweisen und dabei keine Inhaltsstoffe an die Lebensmittel abgeben.

Die FDA unterteilt sich in diverse Unterstrukturen. FDA21 steht hierbei für den Bereich Food and Drugs, CFR steht für Code of Federal Regulations und Part 177 für Indirect Food additives: Polymers. Dieser spezifische Bereich der FDA beschreibt die zugelassenen Polymere.

FDA-zugelassenes PTFE ist immer dann erforderlich, wenn die Schlauchleitung in Anwendungen und/oder Anlagen zum Einsatz kommt, die einer FDA-Zulassung unterliegen.

Markert Marsoflex PTFE-Schlauchsysteme verwenden ausschließlich PTFE-Seelen mit FDA 21 CFR 177.1550 Zulassung.

Die **Schlauchdecke** und eventuelle **Zwischenlagen** werden, da diese in der bestimmungsgemäßen Verwendung nicht mit dem Medium in Kontakt stehen, in der Regel nicht gemäß FDA ausgeführt.

### 5.2 USP Class VI

Kunststoffe, die in der Medizintechnik und Pharmazie Anwendung finden, werden in der United States Pharmacopeia (USP), dem US-amerikanischen Arzneibuch, in sechs Bio-kompatibilitäts-Klassen unterteilt. Um Elastomere und andere Polymer-Werkstoffe einer der Klassen zuzuordnen, werden sie verschiedenen Tests unterzogen, mit deren Hilfe die biologische Reaktivität im lebenden Organismus bestimmt wird.

Anhand von verbindlichen Richtlinien für die Herstellung von Arzneimitteln und medizinischen Produkten soll die Qualität der untersuchten Substanzen garantiert werden. Es werden die korrekte Identität des Arzneistoffes, Wirkstoffstärke, Qualität, Reinheit und Zusammensetzung bewertet. Um eine USP Class VI Einstufung zu erhalten, werden folgende Tests am Material selbst sowie von verschiedenen Extrakten dieses Materials in externen Prüflaboratorien durchgeführt. Grob lassen sich drei Testfelder unterscheiden:



- akute systemische Toxizität:  
Es erfolgt die Bestimmung der akuten Reizwirkung bei Hautkontakt, Einatmen und Verschlucken.
- intrakutane Reaktivität:  
Das Testmaterial wird in direkten Kontakt mit dem Gewebe gebracht, für das es im normalen Gebrauch vorgesehen ist.
- Implantationstest:  
Es wird die Reaktion nach Implantation in das Gewebe eines lebenden Organismus untersucht. Die Zeitdauer beträgt in der Regel fünf Tage.

Diese Tests werden bei festgesetzten Expositionszeiten und Temperaturen durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Obwohl die Biokompatibilitätsprüfung am fertigen Medizinprodukt stattfinden muss, ist es für den Hersteller wichtig, dass auch alle verwendeten Ausgangsmaterialien geprüft sind und den Anforderungen des Endproduktes entsprechen.

Bei der USP Class XI wird weiterhin noch im Detail untergruppiert nach EP 3.1.9. Diese Unterkategorie gibt spezifische Prüfungen an Silikonelastomeren vor, wie zum Beispiel den Restgehalt Peroxid.

Eine USP Class VI Zulassung ist streng genommen nur erforderlich, wenn der Schlauch im andauernden Kontakt mit menschlichem Gewebe ist.

Markert Marsoflex PTFE-Schlauchsysteme verwenden ausschließlich PTFE-Seelen mit USP Class VI Zulassung.

### 5.3 Freiheit von GMO/BSE/TSE

In der pharmazeutischen Industrie kann es erforderlich sein, die Freiheit von GMO/BSE/TSE zu bestätigen. Hierbei wird erklärt, dass die Produkte frei von tierischen Bestandteilen und Materialien tierischen oder zellkulturellen Ursprungs sind:

- **BSE** (Bovine Spongiform Encephalopathy → Bei Rindern auftretende schwammartige Veränderung der Gehirns substanz)
- **TSE** (Transmissible Spongiform Encephalopathy → Übertragbares schwammartiges Hirnleiden)
- **GMO** (Genetically Modified Organism → Genetisch modifizierte Organismen)

Die Bescheinigung **ADI-frei** bestätigt, dass bei der Herstellung des Elastomers verwendete Rohstoffe keine tierischen Inhaltsstoffe (Animal derived ingredients = ADI) enthalten.

Markert Marsoflex PTFE-Schlauchsysteme verwenden ausschließlich PTFE-Seelen, die frei von BSE, TSE, GMU und ADI sind.

#### **5.4 Regeneratfreiheit**

Manchmal taucht in Verbindung mit dem Werkstoff PTFE die Eigenschaft „regeneratfrei“ auf. Bei industriellen Schlauchleitungen ist dies vollkommen irrelevant. Regeneratfrei meint, dass bei der Herstellung der PTFE-Seele keine PTFE-Reste mit etwaigen Giftstoffen wiederverwendet werden. Dies kann bei minderwertigen Elastomeren (z. B. bei Teichfolien) ggf. vorkommen.

Markert Marsoflex PTFE-Seelen werden immer aus virginalem PTFE (also reinem PTFE) oder PTFE-Kohleverbindungen (dem virginalem PTFE wird hierfür ein fest definierter Kohleanteil zugemischt) extrudiert.

#### **5.5 Virginität/Leitfähigkeit**

Wie eingangs beschrieben unterscheidet man zwischen virginalem PTFE und PTFE-Verbindungen. Virginales PTFE ist reines PTFE ohne weitere Zusatzstoffe. PTFE-Verbindungen können üblicherweise Kohle (zur Erhöhung der Leitfähigkeit) oder Glas (zur Erhöhung der Festigkeit) enthalten.

## 6. Technische Eigenschaften von PTFE

Nachfolgend sind die wesentlichen technischen Eigenschaften von PTFE und, sofern normativ geregelt, die zugehörigen Normen aufgeführt.

Technische Eigenschaft	Norm	Einheit	Werte für PTFE
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	ca. 2,13-2,23
Streckspannung	ISO 527	MPa	10
Zugfestigkeit	ISO 527	MPa	-
Reißdehnung	ISO 527	%	350
Biege-E-Modul	ISO 527	MPa	420
Schmelztemperatur	-	°C	325-335
Wärmeleitfähigkeit	ISO 22007	W/K m	0,24
Härte			
Reibungskoeffizient			
Maximale Einsatztemperatur		°C	260 °C
Minimale Einsatztemperatur		°C	-270
Brandklasse		-	V-0
Elektr. Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ohm	10 <sup>17</sup>
Spezifischer Durchgangswiderstand	IEC 60093	Ohm m	10 <sup>16</sup>
Brennbarkeit	IEC 60695-11-10	-	unbrennbar

Höhere Temperaturen haben einen relevanten Einfluss auf die Druckbelastbarkeit von PTFE.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen groben Richtwert, welche Abminderungsfaktoren bei Temperaturen >20 °C gelten.

50 °C	75 °C	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C
0,87	0,77	0,68	0,53	0,39	0,28

Die Faktoren sind als Indikation zu verstehen, die exakten Temperatur-/Druckbereiche hängen stark von der Schlauchkonstruktion ab. Wir beraten Sie gerne bei der Prüfung der Einsatzbedingung und der Auswahl der optimalen Schlauchausführung.

## 7. Anbindung der Schlaucharmatur

Zum Einsatz einer Schlauchleitung in der Prozessindustrie wird der Schlauch in der Regel mit Anschlussarmaturen eingebunden.

Dabei wird ein im Schlauch befindlicher Schlauchstutzen von außen mit Klemmschalen oder Presshülsen fest verbunden. Mit der Kombination von Anschlussarmaturen und dem Schlauch entsteht eine Schlauchleitung – ein druckführendes Bauteil, welches der Druckgeräterichtlinie unterliegt.

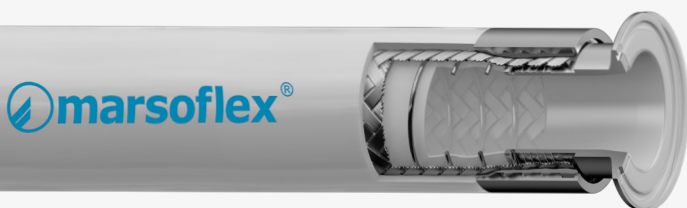
Beim Einbinden der Armatur gibt es bei PTFE Seelen prinzipiell zwei Konstruktionsmöglichkeiten:

- Gebördelte Anschlüsse
- Verpresste Anschlüsse

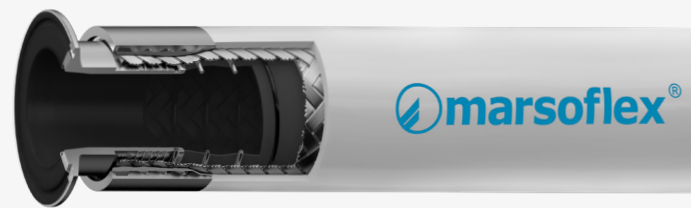
Bei gebördelten Anschlüssen wird die PTFE-Seele durch die Anschlussarmatur geführt und mittels thermischer Verformung (Bördelung, engl. tafting) auf die Dichtfläche der Armatur gebracht. Dadurch entsteht eine 100%ig mit PTFE ausgekleidete Schlauchleitung: vollkommen spaltfrei und mit vollständigem Schutz gegen das Medium. Dies findet häufig Anwendung bei hochkorrosiven Medien oder Prozessen mit Anforderungen an Totraumfreiheit (Pharma-/Lebensmittelanwendungen).

Bei verpressten (engl. crimping) Anschlüssen wird der in den Schlauch eingebrachte Schlauchstutzen mittels einer Presshülse von außen mit dem Schlauch verpresst. Dabei entsteht im Inneren der Schlauchleitung ein Übergang zwischen der PTFE-Seele und dem Werkstoff des Schlauchstutzens (i.d.R. Edelstahl).

### Verpresste Tri-Clamp Verbindung



### Gebördelte Tri-Clamp Verbindung



Bis auf die Dichtfläche des Tri-Clamps durchgezogener Liner.

## 8. Auswahl der Decke


Die Außendecke schützt die Seele vor äußerer mechanischer Belastung und verleiht ihr die entsprechende Druck- und Biegefestigkeit. Für die richtige Auswahl der Decke gelten folgende Kriterien (✓ = hervorragende Eigenschaften, ○ = befriedigende Eigenschaften, ✗ = je nach Anwendung bedingt geeignet):

Decke	Anwendung	Reinigbar- keit	Abrieb- festigkeit	Eigen- gewicht	Flexi- bilität	Leitfähig
Edelstahl- geflecht B1	Das Edelstahlgeflecht aus 1.4301 ist die häufigste Ausführung zum Schutz der Seele. Sie bietet zum einen eine hohe Leitfähigkeit und hat eine hohe mechanische Belastbarkeit. Bei starker äußerer Schmutzbelastung sind jedoch glatte Decken aus z. B. Silikon oder EPDM zu empfehlen, da sich im Geflecht Partikel ansammeln können.	✗	✓	✗	○	✓
Silikon (in Verbindung mit B1)	Eine Silikondecke ist aufgrund der glatten Oberfläche die richtige Wahl, wenn der Schlauch auch außen leicht reinigbar sein muss. Zudem besitzt das Silikon eine breite chemische Beständigkeit. Das Silikon wird in der Regel auf einem Metallgeflecht aufextrudiert.	✓	○	○	○	✗
EPDM/CR (in Verbindung mit B1)	Eine EPDM/CR-Decke bietet im Vergleich zu einer Silikondecke den Vorteil, dass EPDM/CR eine höhere Abriebfestigkeit besitzt. Bei einer hohen Abriebbelastung (Schleifen des Schlauches über dem Boden) ist EPDM/CR dem Silikon vorzuziehen. Ebenfalls fallen Verschmutzungen auf der schwarzen Oberfläche nicht so auf wie bei einer weißen Silikondecke. Die EPDM/CR -Decke ist der Standard in der Chemie- und Lebensmittelindustrie.	○	○	○	✓	✓
Modifiziertes Kunststoffge- flecht B3	Die Deckenausführung wirkt sich auf das Eigengewicht des Schlauches und auf die Flexibilität aus. Mit dem Einsatz eines Kunststoffgeflechtes wird eine sehr leichte und flexible Decke erreicht. Zudem verfügt das Geflecht über eine hohe Reißfestigkeit und chemische Beständigkeit und ist bis 230 ° einsetzbar. Dank eingewobener Metallfilamente ist das Geflecht elektrisch leitfähig (M-Leitfähigkeit) und kann im Ex-Bereich eingesetzt werden.	✗	✗	✓	✓	✓
Polypropylen- geflecht B6	Das B6-Geflecht verfügt über vergleichbare Eigenschaften wie das B3 Geflecht und kann überall dort eingesetzt werden, wo eine geringe Leitfähigkeit (Ω Leitfähigkeit) gefordert ist.	✗	✗	✓	✓	✓

## 9. Die PTFE Seele im Detail

Durch Extrudieren entsteht aus dem pulverförmigen Ausgangsstoff eine glatte zylindrische Schlauchseele.

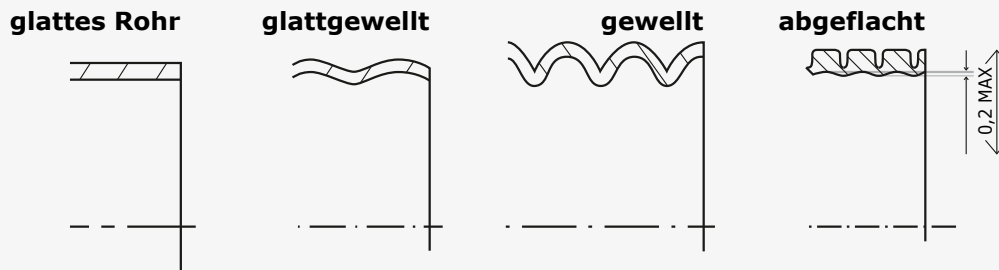
Diese kann durch weitere Bearbeitung einseitig oder beidseitig (innen/außen) gewellt werden, um die Flexibilität und den Biegeradius zu erhöhen. Was sich einfach anhört, ist ein komplexes Verfahren und beim Markert Marsoflex HygienicPureFlex® patentiert. Hieraus ergeben sich vier mögliche Oberflächenstrukturen einer PTFE-Seele:

Seele innen	Seele außen	Einsatz	
Glatt	Glatt	Glatte Antihaft-Innenoberfläche mit höchster Reinigbarkeit. Begrenzte Flexibilität und begrenzter Biegeradius. Optimaler Einsatz bei festen Verbindungen mit geringer Biegung der Schlauchleitung.	Typ G
Glatt gewellt	Glatt gewellt	Der Typ GC/GA verfügt über eine geringe Wellung zur Reduzierung des Biegeradius im Vergleich zum verhältnismäßig starren Rohr des Typ G.	Typ GC/GA
Gewellt* <sup>1</sup>	Gewellt	Gewellte Antihaft-Innenoberfläche. Maximale Flexibilität und maximaler Biegeradius für Anwendungen mit geringen Biegeradien und leichter Handhabung.	Typ C/CA
Abgeflacht* <sup>2</sup>	Profiliert	Glatte, abgeflachte Antihaft-Innenoberfläche mit Flex-Außenprofil, kombiniert eine glatte Innenoberfläche bei profilierter, flexibler Außenoberfläche. Die perfekte Kombination aus hoher Flexibilität und leicht zu reinigender Innenoberfläche.	Typ Hygienic PureFlex®

\*<sup>1</sup> Gewellt: Markert Marsoflex PTFE-Wellschläuche verfügen über ein Highflow Design, welches durch die Kombination von Wellenkontur und Wandstärke einen deutlich höheren Durchsatzquerschnitt garantiert als Wettbewerbsprodukte (z. B. bei DN25 35% mehr Leitungsdurchsatzfläche).

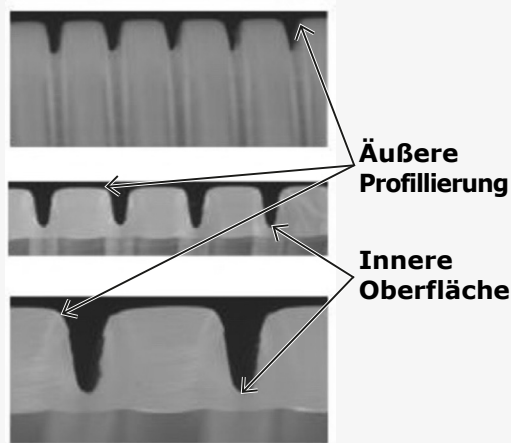
\*<sup>2</sup> „Abgeflacht“ heißt, dass die Schlauchseele über eine flexible, profilierte Außenoberfläche verfügt, bei einer geglätteten Innenoberfläche.

Die von Markert angebotenen PTFE Liner mit den verschiedenen Oberflächenstrukturen sind nachfolgend dargestellt.



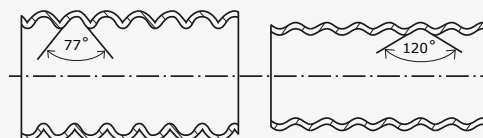
Links sehen Sie die Hygienic PureFlex Seele im Detail. Das äußere Profil sorgt für die Flexibilität des Liners, an der Innenseite ist die leichte Wellung zu erkennen, welche max. 0,2 mm beträgt. Die äußere Profilierung sorgt zudem für Vakuumbeständigkeit und dies ohne zusätzliche Metallsiprale. Rechts sehen sie unser Highflow Design des Typs GC/GA im Detail, welches bis zu 35 % höhere Durchflussraten garantiert.

#### Hygienic PureFlex unter der Lupe



#### Das Highflow Design

Das Highflow Design des Wellenschlauchs Typ GC/GA im Vergleich zur Ausführung von Marktbegleitern. Hier ist schematisch die Nennweite 25 dargestellt. Durch die Wellenkontur wird bei gleicher Nennweite ein deutlich größerer Durchsatzquerschnitt erreicht.






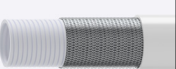


Markert bietet im Markt das breiteste Produktspektrum im Bereich PTFE Schlauchleitungen an: Schlauch-Seelen in Teflon-T62-Qualität und PTFE mit Antihaft-Wirkung – vollkommen glatt, mit hochflexibler Wellenstruktur, mit abgeflachter Innenoberfläche und profilierter Flex-Außenoberfläche. Hinzu kommen fünf verschiedene Deckenqualitäten oder nur die Seele – mit oder ohne Vakuumsiprale, mit gebördelter Anschlussarmatur und in weiteren Ausführungen.

→ Das Markert Marsoflex PTFE-Produktprogramm garantiert mit über 40 verschiedenen Produkt-Basisvarianten die beste Lösung für Ihre Anwendung.



## 10. Welcher Schlauch für welche Anwendung

Durch die Kombination der verschiedenen PTFE Seelen mit den unterschiedlichen Deckenausführungen ergibt sich ein breites Produktspektrum. Die nachfolgende Tabelle gibt eine einfache Übersicht über die wesentlichen Produkteigenschaften der jeweiligen Ausführung. Die jeweiligen Eigenschaften sind wie folgt bewertet: ✓ = hervorragende Eigenschaften, ○ = befriedigende Eigenschaften, ✗ = je nach Anwendung bedingt geeignet.

Darstellung	Produktbeschreibung	Ebenheit Innenoberfläche	Flexibilität <sup>1</sup>	Spaltfrei gebördete Anschlussarmatur
	<b>Typ G:</b> Ebene Oberflächenstruktur, Medienrückstände ausgeschlossen. Begrenzte Flexibilität für i.d.R feste Einbausituationen. Für geringe Volumenströme (max DN 25).	✓	✗	✓
	<b>Typ GC/GA:</b> Leicht gewellte Oberflächenstruktur, die dennoch Medienrückstände ausschliesst und die Flexibilität verbessert. I.d.R für feste Einbausituationen und grosse Volumenströme.		○	
	<b>Typ C/CA:</b> Gewellte Oberflächenstruktur sorgt für maximale Flexibilität und somit einfache Handhabung.	○	✓	✓
	<b>HygienicPureFlex®</b> Kombination aus profilierter Außenoberfläche und geglätteter Innenoberfläche sorgt für hohe Flexibilität bei glatter Innenoberfläche.	○	✓	✓
	<b>Typ SIL 300/350:</b> PTFE Ebene Oberflächenstruktur, Medienrückstände ausgeschlossen. Gute Flexibilität. Für große Volumenströme. Fest verätzte Silikondecke mit ultraglatte Oberfläche sorgt für höchste Reinigbarkeit von außen.	✓	○	✗
	<b>Typ 50HW:</b> Ebene PTFE Oberflächenstruktur, Medienrückstände ausgeschlossen. Gute Flexibilität. Für große Volumenströme. EPDM-Decke in festem Verbund mit breiter Beständigkeit und hoher Belastbarkeit.			

<sup>1</sup> Hierbei handelt es sich um eine einfache Indikation. Im Anwendungsfall muss bewertet werden, ob die Biegefreudigkeit (Biegekraft) oder der Biegeradius entscheidend ist.

## 11. Was passieren kann

Die Verwendung von hochwertigen PTFE-Rohstoffen, die präzise Fertigung und Prüfung der Schlauchseele, die richtige Auswahl des Schlauchdesigns zusammen mit der Deckenkonfiguration und schlussendlich die hochwertige Fertigung und Prüfung der Schlauchleitung sind essenziell, damit die Schlauchleitung eine lange Lebensdauer hat. Nur so können Schäden an Maschinen und Anlagen sowie am Prozess und schlussendlich an Mensch und Umwelt ausgeschlossen werden. Falsche Produktauswahl, kleinste Materialfehler sowie Fertigungsfehler bei der Herstellung der Schlauchleitung können schnell großen Schaden anrichten. Bereits kleine Schadstellen in der PTFE-Seele können dazu führen, dass sich die Seele von der Schlauchdecke löst und dadurch unter Umständen der Produktionsprozess gestoppt werden muss – oder sogar ganze Produktionschargen unbrauchbar werden.

Um dies zu vermeiden, steht unser Expertenteam stets für Sie bereit, um in unserem umfassenden Produktspektrum die beste Lösung für Ihre Anwendung zu finden.

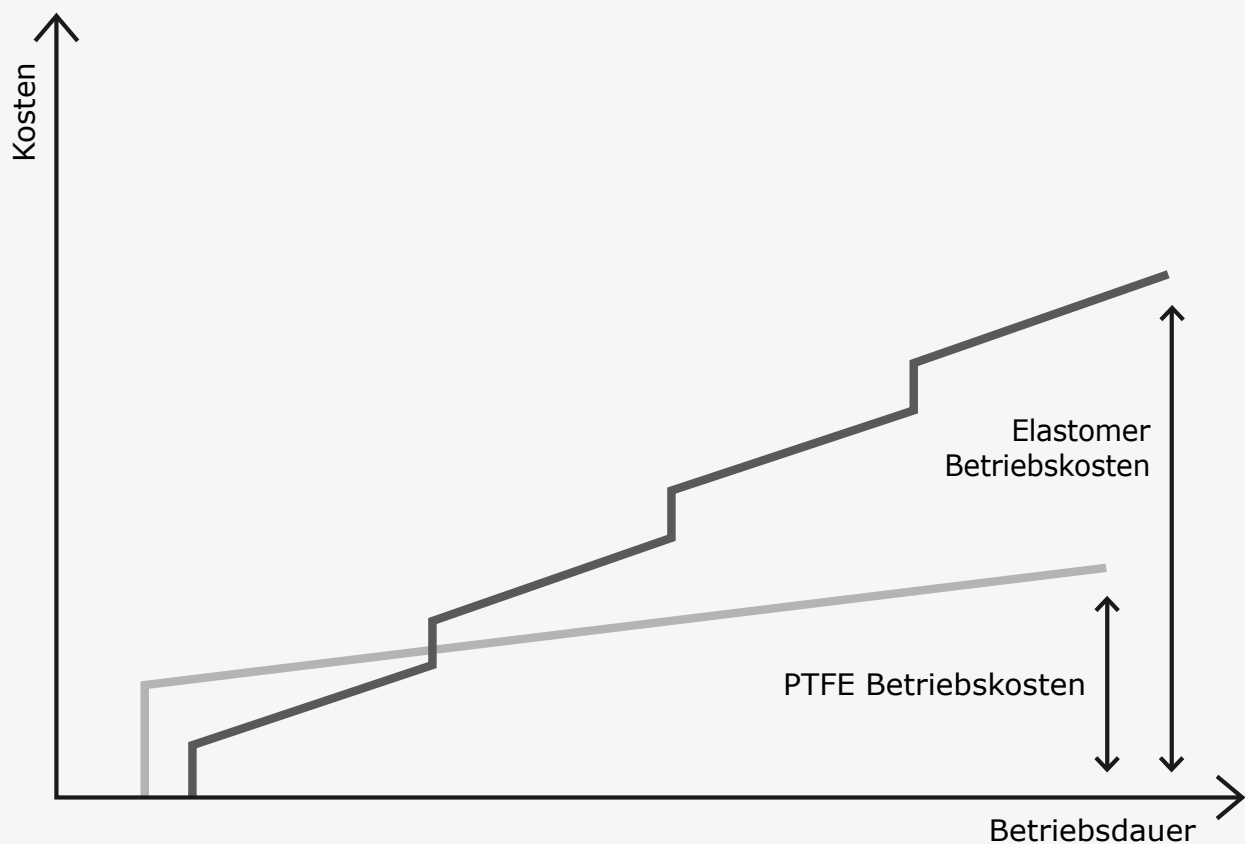


Abbildung: von Schlauchdecke gelöste PTFE Seele

## 12. Nachhaltigkeit

Neben den vielzähligen herausragenden Eigenschaften von PTFE besteht ein wesentliches Problem: die Nachhaltigkeit. Der Herstellungsprozess von PTFE ist zum einen nicht ganz unbedenklich, da hierbei langlebige perfluorierte Alkylverbindungen entstehen, die auf natürlichem Wege kaum abgebaut werden können. Zum anderen kann PTFE nur bedingt recycelt werden. Geringe Mengen von PTFE können in z. B. Schmiermitteln einer erneuten Verwendung zugeführt werden. Der Großteil muss jedoch thermisch entsorgt werden. Hierbei können Fluorverbindungen in die Umwelt gelangen.

PTFE punktet jedoch in seiner Nachhaltigkeitsbilanz bei seiner Lebensdauer, da Alternativprodukte über eine deutlich geringere Lebensdauer verfügen und somit zu deutlich höheren Energie- und Betriebskosten führen. Nachfolgende Grafik gibt hierzu einen vereinfachten Vergleich.



### 13. Why Markert Marsoflex

Die Markert Gruppe hat den Anspruch, die Nummer eins in Filter- und Schlauchtechnik zu sein – führend in Qualität und Innovation. Von diesen beiden Säulen unserer Unternehmensvision leiten wir unser Selbstverständnis ab.

Innovation heißt für uns, das breiteste Zulassungsspektrum im Markt zu haben und umfangreiche Produktfeatures im Bereich Schlauchleitungen zu bieten.

Qualität spiegelt sich in den eingesetzten Grundstoffen der Schlauchleitungen, ihrem Aufbau, den Anschlussteilen und einer umfassenden Prüfung des Endproduktes wider.

#### Markert Marsoflex steht in diesem Kontext für:

##### Kompetenz

Langjährige Experten mit umfassendem Produkt- und Anwendungswissen sorgen für technisch hochwertige Produkte. Im Dschungel von Extractable-Studien und Normen wie EN1761/EN12115, EN10204 3.1, DNV, TRbF-131/2, USP XXXVI class VI, FDA 21 CFR 177 und 3a Sanitary Standard sowie platin vernetztem Silikon sorgen wir für Klarheit. Und erarbeiten für Sie die beste Lösung.

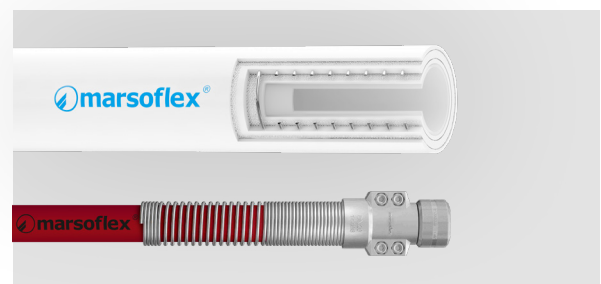
**Ihr Vorteil:** alle Antworten rund um das Thema industrielle Schlauchleitung aus einer Hand



##### Flexibilität

Von der Trockenkupplung über Sonderwerkstoffe bis hin zu maßgeschneiderten Schlauchleitungen bieten wir Ihnen ein umfassendes Produktprogramm – von Spezialisten „engineered“ für Ihre Anwendung.

**Ihr Vorteil:** flexible und schnelle Produktlösungen



### Lagerverfügbarkeit

Mit einem Lagerbestand im Wert von mehreren Millionen Euro, mehreren dezentralen Lägern vor Ort und automatisierten Umformanlagen haben wir sowohl Qualität als auch Lieferzeiten sicher im Griff.

**Ihr Vorteil:** schnellste Verfügbarkeit

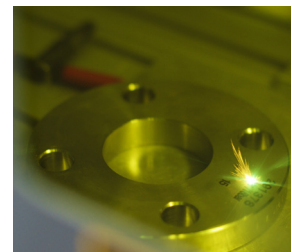


### Qualität

Schlauchleitungen werden häufig in ihrem Gefährdungspotential unterschätzt. Damit der Schlauch allen erforderlichen Regelwerken, wie der Druckgeräterichtlinie PED, entspricht, in allen technischen Merkmalen geprüft unser Werk verlässt und in Ihrer Anwendung zuverlässig eingesetzt wird, sorgen wir für:

- eigene Press-, Umform- und Lasertechnologie
- 100 % Druck- und Dichtheitsprüfung
- 100 % Materialrückverfolgbarkeit

**Ihr Vorteil:** Qualität, auf die Sie sich verlassen können



### Kundennähe

Ob zur Inspektion Ihrer Anlage, zur Erarbeitung von technischen Lösungen oder aber zur regelmäßigen Prüfung Ihrer installierten Schlauchleitungen: Wir sind vor Ort – entweder mit unseren regionalen Vertriebs- und Anwendungsspezialisten oder mit unserem eigenen Service-Team.

**Ihr Vorteil:** Spezialisten in Ihrer Nähe



## 14. Ansprechpartner

Sie haben Fragen zu den oben genannten Themen oder sind auf der Suche nach einer Fachberatung für den Bereich Schlauchleitungen und Armaturen? Kommen Sie jederzeit auf unsere Außendienstmitarbeiter zu.

### Deutschland



Bayern

**Frank Siemering**  
+491703594801  
f.siemering@markert-group.com



Nordrhein-Westfalen

**Sönke Schmalfeld**  
+491718901704  
s.schmalfeld@markert-group.com



Nordrhein-Westfalen |  
Rheinland-Pfalz | Hessen |  
Thüringen | Sachsen-Anhalt |  
Sachsen

**David Katholy**  
+491718901715  
d.katholy@markert-group.com



Bremen | Hamburg |  
Niedersachsen | Schleswig-  
Holstein | Mecklenburg-  
Vorpommern | Berlin |  
Brandenburg | Sachsen-Anhalt

**Jan-Phillip Matthies**  
+491718901710  
j.matthies@markert-group.com



Baden-Württemberg | Saarland |  
Rheinland-Pfalz

**Claus Mehner**  
+491758529810  
c.mehner@markert-group.com

### Österreich | Schweiz



**Markus Simhandl**  
+436645351600  
m.simhandl@markert-group.com

### Export



**Tobias Stoltz**  
+491718901709  
t.stoltz@markert-group.com