

# Mehr Wirtschaftlichkeit mit PTFE

## Grenzen beim Korrosionsschutz überwinden

»1 Lamine auf Basis von PTFE und modifiziertem PTFE am Beispiel einer Kesselauskleidung

**PROZESSINDUSTRIE\_WERKSTOFFE – Analysiert ein Anlagenbetreiber die Kosten, die ihm jährlich durch Korrosion und den damit verbundenen Ausfallzeiten, Reparaturen und Ersatzbeschaffungen entstehen, so stellt er häufig fest, dass hierdurch Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit seines gesamten Prozesses schnell infrage gestellt werden können. Nach einer Studie der World Corrosion Organisation (WCO) belaufen sich die durch Korrosion verursachten Kosten auf ca. 3 bis 4% des Bruttoinlandsproduktes eines Industrielandes. Neben dem monetären Aspekt darf man unter keinen Umständen die sicherheits- und umwelttechnischen Aspekte außer Acht lassen. Durch Einsatz von PTFE-, modifiziertem PTFE- oder hochgefüllten PTFE-Compound-Systemlösungen können, z.B. für die Prozesschemie, Konstruktionsbauteile ausgelegt und hergestellt werden, die – angefangen von besseren Reaktionsbedingungen bis hin zur Kostenreduzierung – für eine nachgeschaltete Produktaufbereitung viele Vorteile bieten.**

Ob in der chemischen, petrochemischen oder in der Halbleiterindustrie – der Einsatz von korrosionsbeständigen Anlagen und deren Prozesstechnik ist eine der wichtigsten Prämissen für die Produktion von qualitativ hochwertigen chemischen Produkten. Dabei sind die besonderen Anforderungen des schweren Korrosionsschutzes wie geschaffen für den Einsatz von PTFE »1. Dennoch kann es im Einzelfall dazu kommen, dass eine Voll-PTFE-Systemlösung nicht funktioniert, obwohl der verwendete Werkstoff an sich eigentlich beständig sein müsste – der Grund: Permeation. Diese kann dann anwendungsspezifisch durch verschiedene Maßnahmen verringert werden, z.B. durch:

- den Einsatz von modifiziertem PTFE,
- Erhöhung der Wandstärke oder
- eine Temperaturabsenkung.

Wichtig und hilfreich sind zudem Hinterlüftung und die Vermeidung von Taupunktunterschreitung, z.B. durch Isolierung.

### Vorteile von modifiziertem PTFE im Vergleich zu PTFE, PFA und FEP

Für den schweren Korrosionsschutz werden üblicherweise nur vollfluorierte Fluorpolymere eingesetzt. Die Kohlenstoff-Fluorverbindung ist mit einer Bindungsenergie von 406 kJ/mol die stärkste Bindung in der organischen Chemie und kann deshalb – energetisch bedingt – durch keine andere Chemikalie „abgelöst“ werden. Die helikale Anordnung der Fluoratome entlang der Kohlenstoffkette schirmt das „Kohlenstoff-Rückgrat“ und schützt es wirkungsvoll vor chemischen Angriffen. Beide Effekte zusammen bewirken die nahezu universelle Chemikalienbeständigkeit der Fluorpolymere Polytetrafluorethylen (PTFE), modifiziertes PTFE, PFA und FEP.

Aufgrund der um 50 °C reduzierten Dauergebrauchstemperatur und der Spannungsrissempfindlichkeit (ESCR) dicker Schichten spielt FEP praktisch keine Rolle im schweren Korrosionsschutz. Die unterschiedlichen Eigenschaften der anderen Werkstoffe PTFE, modifiziertes PTFE und PFA, werden anhand ihrer Permeationseigenschaften, neben der Chemikalienbeständigkeit die zweite Kenngröße im Korrosionsschutz, deutlich. PFA ist als ein aus der Schmelze verarbeitbarer Werkstoff praktisch frei von Hohlräumen (Voids) und zeigt deshalb die höchste Barrierewirkung gegenüber den gasförmigen Chemikalien SO<sub>2</sub>, HCL und Cl<sub>2</sub> bei Raumtemperatur »2. Vergleicht man jedoch das Permeationsverhalten von PTFE, modifiziertem PTFE und PFA gegenüber HCl-Gas bei Raumtemperatur mit dem bei 100 °C, so stellt man fest, dass modifiziertes PTFE bei erhöhter Temperatur die höchste Barrierewirkung hat »3. Dies wird auch bestätigt, wenn man Wasserdampf als Permeat zugrunde legt »4. Dieser Effekt wird dadurch verursacht, dass es infolge ihres – im Vergleich zu PFA – geringeren Gehaltes an Modifier polare Substanzen schwerer haben, durch das Polymer hindurchzuwandern. Zu diesen polaren Substanzen zählen HCl, SO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O. Da die Wanderungsgeschwindigkeit mit zunehmender Tempera-

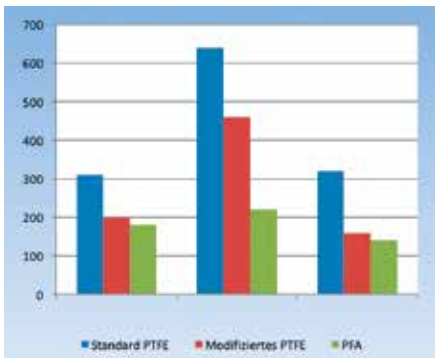
tur ansteigt, nimmt auch der Effekt in dieser Richtung zu. Nichtmodifiziertes PTFE weist als modifizierfreies Polymer die niedrigste Polarität auf. Dennoch zeigt es höhere Permeationswerte als modifiziertes PTFE oder PFA. Der Grund hierfür ist der zwar geringe, aber dennoch im Promillebereich vorhandene Void-Gehalt als Folge der unvollständigen Partikelkoaleszenz während des Sinterns.

### Maßgeschneiderte Vollkunststofflösungen sind eine Alternative

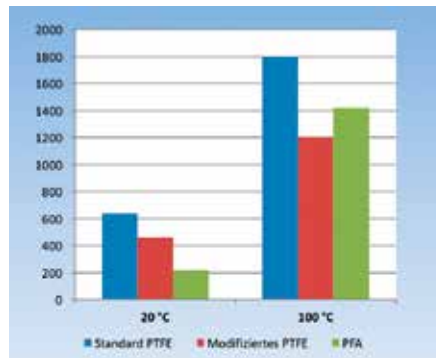
Einleit- und Verteilersysteme für flüssige Chemikalien oder Gase, wie sie z.B. in Großreaktoren zum Einsatz kommen, wurden bisher als Stahl/Email-, als Glaslösungen, Stahl/PTFE-ummantelte oder hochlegierte Edelstahlösungen umgesetzt. Diese Konzeptlösungen haben ihre Vor- und Nachteile und ein Vergleich macht die Vorzüge einer Vollkunststofflösung auf Basis von modifiziertem PTFE deutlich.

Email-Beschichtungen sind besonders gut bei sauren Medien einsetzbar. Solche Beschichtungen weisen jedoch eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Einflüssen auf. Zudem neigen sie bei Wärmeausdehnung der zu schützenden Stahlkonstruktion zur Rissbildung. Bei unentdeckten Poren läuft man Gefahr, dass es aufgrund von Hinterrostung zu einem plötzlichen Chemikalienaustritt kommen kann.

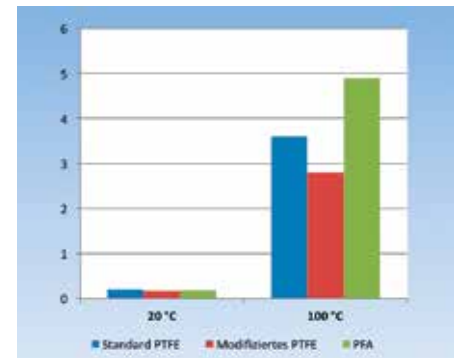
Als Korrosionsschutzwerkstoff hat Glas eine sehr breite Chemikalienbeständigkeit. Es zeigt nur Schwächen in stark alkalischer Umgebung auf und ist bei Flusssäure ungeeignet. Ein Vorteil ist jedoch die Durchsichtigkeit zur Beobachtung von Reaktionen. Dem Einsatz in der Großchemie steht jedoch die hohe Empfindlichkeit bei mechanischem Einwirken entgegen. Zudem wäre auch das Thema „Abdichten im Flanschbereich“ aufgrund der geringen möglichen Flächenpressung schwierig umzusetzen. Der Schutz von Stahl mithilfe von Fluorkunststoffen, z.B. PTFE, ist eine bekannte und bewährte Technik. So können Komponenten mit einer hohen Zuverlässigkeit und Lebensdauer gebaut werden. Zu berück-



»2 Permeation Chemikalien bei 23 °C [cm³ x 1 mm/m² x Tag x bar]



»3 Permeation HCl-Gas [cm³ x 1 mm/m² x Tag x bar]



»4 Permeation Wasserdampf [cm³ x 1 mm/m² x Tag x bar]

sichtigen ist, dass es sich hierbei um zwei unterschiedliche Werkstoffe handelt, die zwei sehr ungleiche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. Bei thermischer Beanspruchung wird dadurch das Risiko erhöht, dass die Chemikalie durch den Fluorkunststoff hindurch diffundiert und es folglich zu Hinterrostung kommen kann.

Edelstahl bzw. Edelmetalllösungen kommen im Korrosionsschutz immer dann zum Einsatz, wenn hohe Festigkeiten gefordert sind. Ein Vorteil ist, dass es bzgl. des Korrosionsschutzes kurz- bis mittelfristig keiner besonderen Beschichtung bedarf. Dem gegenüber stehen ein hoher Preis und das Risiko der zeitlich verzögerten Korrosion.

Voll-PTFE-Systemlösungen aus modifiziertem PTFE als auch hochgefülltem Compound bieten den Anwendern verschiedene Vorteile. Zu der hervorragenden Barrierewirkung kommt der hohe Grad an Designfreiheit hinzu, der es ermöglicht, auf Basis spezieller Fertigungstechnologien Systemlösungen so auszulegen, dass sie optimal an bauliche und prozesstechnische Gegebenheiten angepasst werden können. Dies führt – je nach Einsatzzweck – z.B. zu hö-

herer Reaktionsausbeute, optimalen Reaktionsbedingungen und damit zu reduzierten Kosten für die Produktaufbereitung und zur höheren Anlagenverfügbarkeit.

### Fazit

Korrosionsschutz dient in erster Linie dem Ziel, Kosten zu sparen, die Anlagenverfügbarkeit sowie die Anlagensicherheit zu erhöhen und eine Produktkontamination zu vermeiden. Er sollte daher möglichst früh, im Idealfall noch in der Entwicklungsphase einer Anwendung oder eines Produktes, ansetzen.

PTFE-Lösungen haben sich für Korrosionsschutz bewährt. Immer wieder belegen allerdings Schadensfälle, dass PTFE nicht immer gleich PTFE ist. Das gilt auch für modifiziertes PTFE und für PTFE-Compounds. Hier wird eine kompetente Anwendungsberatung wichtig, zu der sehr viel Know-how seitens des PTFE-Verarbeiters gehört. Denn beim schweren Korrosionsschutz ist der Einzelfall zu analysieren und zu bewerten. Erfolg und Misserfolg liegen hier nah beieinander. Werden wichtige Kriterien übersehen ist der Grundstein für ein mögliches Bauteilversagen mit gravierenden Folgen gelegt.

### Fakten für Konstrukteure

- Vollkunststofflösungen aus modifiziertem PTFE bieten Vorteile gegenüber vielen Werkstoffen und erlauben konstruktive Freiheitsgrade

### Fakten für Einkäufer

- Die Basis für ein langlebiges Bauteil im hochkorrosiven Umfeld fängt bei der Wahl des passenden Werkstoffs an, geht über das Halbzeugherstellungsverfahren bis hin zu den geeignetsten Füge- und Bearbeitungsverfahren

### Fakten für Qualitätsmanager

- Beim Korrosionsschutz gibt es keinen Standard, er ist im Einzelfall zu analysieren und bewerten

### Weitere Informationen

ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH  
[www.elringklinger-kunststoff.de](http://www.elringklinger-kunststoff.de)

Autor: Dejan Gauland,  
 Key Account Chemietechnik