

Fachverband der
Kunststoffrohr-Industrie



KRV Fachinformation

**Chemische Widerstandsfähigkeit und
Permeationsverhalten von Kunststoffrohren
für den Einsatz in Industrieanlagen**

Einführung

Durch ihre besonderen Eigenschaften haben Kunststoffrohrsysteme im industriellen Anlagenbau einen hohen Stellenwert und leisten einen wichtigen Beitrag zur Betriebssicherheit der Anlagen.

Um den Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz zu gewährleisten muss sichergestellt werden, dass die Rohrsysteme chemisch widerstandsfähig sind und ein definiertes Permeationsverhalten aufweisen. Durch standardisierte Prüfungen z.B. der Zeitstand-Innendruckprüfung oder speziellen Untersuchungen des mechanischen Verhaltens unter Einwirkung von aggressiven, umwelt- und gesundheitsgefährdenden Flüssigkeiten und Gasen, wird der technisch- wissenschaftliche Nachweis der Einsatzfähigkeit geführt.

Die Einsatzbereiche von Kunststoffrohrsystemen werden durch Weiterentwicklung der Materialien ständig vergrößert. Für besondere Anwendungsfelder bietet die Kunststoffrohrindustrie spezialisierte Werkstoffe und maßgeschneiderte Rohrkonstruktionen.

Anwendungsbereiche und Einsatzgrenzen

Aufgrund ihres vielfältigen Einsatzspektrums sind Kunststoffrohrsysteme oftmals auch für Anwendungsfälle abseits der in den Produktnormen definierten Bereiche anderen Rohrwerkstoffen technisch und wirtschaftlich überlegen. Gewichtige Argumente für ein Kunststoffrohrsystem sind:

- Widerstandsfähigkeit gegenüber aggressiven Flüssigkeit und Gasen
- Korrosionsbeständigkeit
- geringe Gefahr von Inkrustationen
- Dichtheit
- stoffschlüssige Schweißverbindungen
- mechanische Belastbarkeit
- Abriebfestigkeit
- geringes Gewicht
- mechanische und thermische Bearbeitbarkeit

Insbesondere die hohe chemische Widerstandsfähigkeit eröffnet Anwendungsmöglichkeiten, für die bisher weniger geeigneten Werkstoffe zur Verfügung standen.

Die Auswahl des jeweiligen Kunststoffes und die Dimensionierung des Rohres bedürfen dabei eines gründlichen Nachweisführung sowie der anwendungstechnischen Beratung und Eignungsfreigabe durch den Rohrhersteller

Die Beratungsleistung des Rohrherstellers muss dabei auf Grundlage der ihm bekannten Anwendungsparameter erfolgen. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass der Auftraggeber die Einsatzrandbedingungen so ausführlich wie möglich definiert. Hierbei unterstützen spezielle Fragebögen und Checklisten der Rohrhersteller.

Obgleich der hervorragenden Eigenschaften der Kunststoffe, gibt es auch hier material- und anwendungsbedingte Einsatzgrenzen. Diese werden durch Temperaturbereiche, Durchflussmedien, Systemdrücke oder andere periphere Betriebsrandbedingungen aufgezeigt. In diesem Fall sollte vom Rohrhersteller eine klare Aussage bezüglich der Eignung erfolgen. Anforderungen an die chemische Widerstandsfähigkeit, die Korrosionsbeständigkeit, die Dichtheit, das Permeationsverhalten oder die Spannungsrissbeständigkeit, die von einem Kunststoff allein nicht gleichzeitig erfüllt werden können, bedürfen des Einsatzes von Materialkombinationen oder von Verbundwerkstoffen.

Chemische Widerstandsfähigkeit und Permeationsverhalten

Für die Auslegung von Rohrleitungssystemen aus Kunststoff im Industriebau, insbesondere in der chemischen Industrie, sind Grundkenntnisse über die chemische Widerstandsfähigkeit und das Permeationsverhalten der Rohrwerkstoffe zwingend erforderlich.

- **Chemische Widerstandsfähigkeit**

Chemikalien haben als Reinstoff oder Stoffgemisch in Kombination mit Druck- und Temperaturbedingungen einen wesentlichen Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Kunststoffrohren.

Die chemische Widerstandsfähigkeit ist eine Anforderung, die das Verhalten eines Rohres gegenüber einem Durchflussmedium beschreibt. Sie ist nur bedingt mit Dichtheit gleichzusetzen. Stoffe können sehr wohl die Rohrwand durchdringen, ohne diese durch quellende, spannungsrisssfördernde oder oxidierende Wirkung zu schädigen. Dies trifft insbesondere für Gase, flüchtige Kohlenwasserstoffe oder Chlorkohlenwasserstoffe zu.

Auf Basis von Bewertungskriterien werden Polyolefinen nach ISO 4433 klassifiziert in widerstandsfähig, bedingt widerstandsfähig oder nicht widerstandsfähig. Bewertungskriterien für die chemische Widerstandsfähigkeit sind die relative Masseänderung sowie Quotienten für Elastizitätsmodul, Streckspannung, Bruchdehnung, Streckdehnung und Reißdehnung eines Probekörpers im Vergleich zu einer Nullprobe.

Bedingt widerstandsfähig gegenüber einem Durchflussstoff mit einer bestimmten Temperatur bedeutet, dass das Rohr für Anwendungen ohne Innendruck oder andere mechanische Belastung verwendet werden kann, jedoch mit einem gewissen, aber begrenzten Angriff auf die Rohrwand gerechnet werden muss. Für die Anwendung ist die Permeation bestimmter Flüssigkeiten durch die Rohrwand zu berücksichtigen. Bei bedingter Widerstandsfähigkeit, ist die Eignung des Rohrwandwerkstoffes für den jeweiligen Anwendungsfall zu prüfen.

- **Permeationsverhalten**

Permeation bezeichnet das „wandern“ von niedermolekularen Gasen, Dämpfen oder Flüssigkeiten durch die poren- und rissfreie Molekularstruktur eines Festkörpers. Bei Rohrleitungssystemen entsteht Permeation durch den Konzentrationsunterschied des Permeanten innerhalb und außerhalb des Rohres.

Permeation vollzieht sich in den Einzelschritten Adsorption, Absorption, Diffusion und Desorption. Das Volumen, welches bei einer gegebenen Partialdruckdifferenz in einer bestimmten Zeit durch einen Körper bekannter Fläche und Dicke wandert, wird durch den Permeationskoeffizient beschrieben.

Die Kunststoffrohrhersteller können z.B. durch spezielle mehrschichtige Verbundrohrkonstruktionen mit Sperrschicht das Permeationsverhalten der Rohrwand so steuern, dass sicherheitstechnische, wirtschaftliche und umweltpolitische Vorgaben erfüllt werden.

Regelsetzung und wissenschaftlicher Hintergrund

Normung und Standardisierung in Deutschland dienen Wirtschaft und Gesellschaft zur Stärkung, Gestaltung und Erschließung regionaler und globaler Märkte. Nach einer Entscheidung des BGH vom 14. Mai 1998 - VII ZR 184/97 sind DIN-Normen private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter.

Der Stand der Technik bezeichnet, basierend auf gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung, ein entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt. Technische Festlegungen, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird entsprechen den anerkannten Regeln der Technik

Die Prüfung der Medienbeständigkeit von Kunststoffen wird in der ISO 4433 Teile 1 und 2 sowie DIN EN ISO 175 beschrieben. In DIN 16888 wird die Bewertung der chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren aus Thermoplasten beschrieben. In Teil 1 der Norm werden Rohre aus Polyolefinen und in Teil 2 Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid behandelt. Beiblatt 1 zur DIN 8061 enthält Angaben zur chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen aus PVC-U. Beiblatt 1 zu DIN 8075 bzw. ISO/TR 10358 enthält Angaben zur chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen aus PE-HD

In Medienlisten z.B. des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) oder des Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS) werden Anhaltswerte für die Einsatzmöglichkeit angegeben. Die Medienlisten 40 des DIBt und die Technische Regel DVS 2205-1 geben in Abhängigkeit der Konzentration und Temperatur Abminderungsfaktoren vor, um die eine erwartete Lebensdauer reduziert werden muss, wenn dauerhaft Kontakt mit dem jeweiligen Stoff auftritt. Entsprechende Informationen sind auch von den Rohstoff- und Rohrherstellern zu beziehen.

Abminderungsfaktoren, sogenannte chemischen Resistenzfaktoren sind auch in DIN 16889 Teil 1 enthalten. Dieser chemische Resistenzfaktor f_{CR} ist ein Abminderungsfaktor, der für einen Durchflussstoff bestimmter Temperatur bei der Berechnung der Zeitstand-Innendruckfestigkeit von Rohren aus Polyolefinen gegenüber Wasser - nicht das Material beeinflussendes, unkritisches Medium - von gleicher Temperatur als Durchflussstoff angesetzt wird.

Innovative Kunststoffrohrsysteme für anspruchsvolle Anwendungen

Seit Ende der 1950er Jahre haben sich Kunststoffe im Industriebau durchgesetzt. Mit steigenden Anforderungen an die chemische Widerstandsfähigkeit und die mechanische Belastbarkeit der Kunststoff-Rohrleitungssysteme wurden die Werkstoffe kontinuierlich weiterentwickelt.

Es ist Stand der Technik, dass Rohre aus Hochleistungskunststoffen mit den entsprechenden Verbindungstechniken auch für aggressive Gemische in allen Konzentrationsstufen und unter komplexen Betriebs- und Installationsbedingungen verwendet werden. Für extreme Anwendungen werden Rohre mit funktionalen Schutzschichten, Doppelrohrsysteme mit kontinuierlicher optischer oder elektronischer Überwachung oder Verbundsysteme eingesetzt. Diese Entwicklungen ermöglichen es, Kunststoffrohrsysteme im industriellen Anlagenbau sicher für Mensch und Umwelt einzusetzen.

Normen und Regelwerk

DIN 8061 Beiblatt 1	Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid; Chemische Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen aus PVC-U
DIN 8075 Beiblatt 1	Rohre aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD); Chemische Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen
DIN 16888-1	Bewertung der chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren aus Thermoplasten; Rohre aus Polyolefinen
DIN 16888-2	Bewertung der chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren aus Thermoplasten; Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid
DIN 16889-1	Bestimmung der chemischen Resistenzfaktoren an Rohren aus Thermoplasten; Rohre aus Polyolefinen
DIN EN ISO 175	Kunststoffe - Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien
ISO 4433-2	Thermoplastische Rohre - Widerstand gegen chemische Fluide - Klassifizierung - Teil 2: Polyolefine-Rohre
ISO 4433-3	Thermoplastische Rohre - Widerstand gegen chemische Fluide - Klassifizierung - Teil 3: Weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U), hochschlagzähes Polyvinylchlorid (PVC-HI) und chlorierte Polyvinylchlorid (PVC-C) Rohre
ISO/TR 10358	Kunststoffrohre und Formstücke; Zusammengefasste Klassifikationstafel für chemische Beständigkeit
DVS 2205-1	Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten – Kennwerte
Medienliste 40	DIBt-Medienlisten für Behälter, Auffangvorrichtungen und Rohre aus Kunststoff

Herausgeber:

Kunststoffrohrverband e.V.

Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie

Kennedyallee 1-5

D-53175 Bonn

Telefon: 02 28 / 9 14 77-0

Telefax: 02 28 / 9 14 77-19

kunststoffrohrverband@krv.de

<http://www.krv.de>