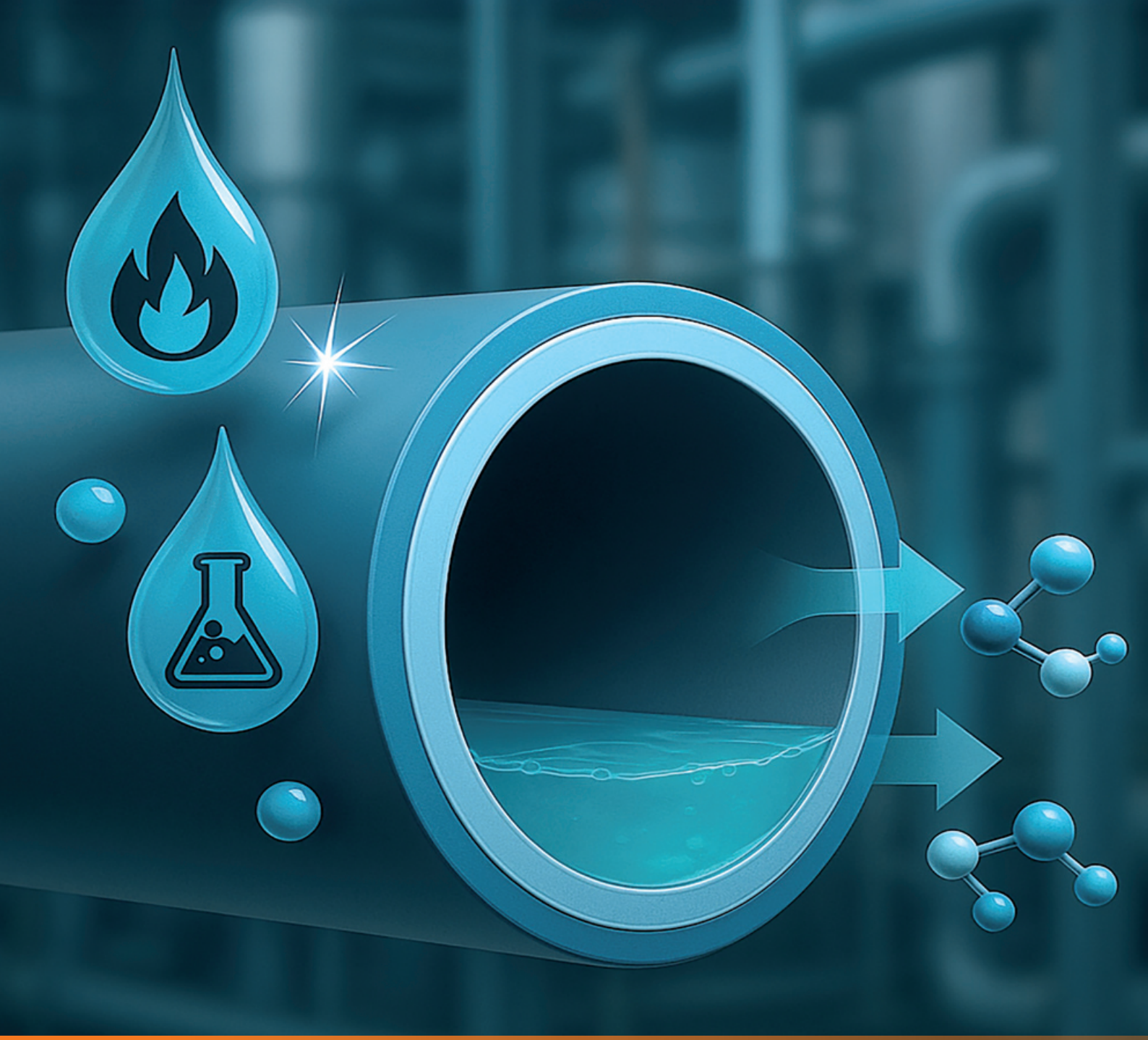


Chemische Widerstandsfähigkeit und Permeationsverhalten von Kunststoffrohren für den Einsatz in Industrieanlagen

Fachinformationen des Kunststoffrohrverbandes

KRV

SEITE INHALT

3 Einführung

4 Anwendungsbereiche und Einsatzgrenzen

5 Chemische Widerstandsfähigkeit und Permeationsverhalten

6 Regelsetzung und wissenschaftlicher Hintergrund

6 Innovative Kunststoffrohrsysteme für anspruchsvolle Anwendungen

7 Normen und Regelwerk

Diese Fachinformation wurde von der KRV Fachgruppe „Industrierohre“ erstellt und basieren auf den Erfahrungen ihrer Mitglieder. Ziel der Fachinformation ist es, die in diesem Bereich bestehenden technischen Vorgaben und Handlungsanweisungen nach bestem Wissen zusammenzustellen. Eine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz sorgfältiger Recherche weder von dem Herausgeber noch den beteiligten Firmen übernommen werden.

CHEMISCHE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT UND PERMEATIONSVERHALTEN VON KUNSTSTOFFROHREN FÜR DEN EINSATZ IN INDUSTRIEANLAGEN

Fachinformationen des Kunststoffrohrverbandes

November 2025

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 aggressiver, umwelt- und gesundheitsgefährdender 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 Kunststoffrohr-Industrie spezialisierte Werkstoffe und maßgeschneiderte Rohrkonstruktionen.

Quelle: Generiert mit KI ©chartchai/stock.adobe.com

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 Flüssigkeiten und Gasen**
- **Korrosionsbeständigkeit**
- **geringe Gefahr von Inkrustationen**
- **Dichtheit**
- **stoffschlüssige Schweißverbindungen**
- **mechanische Belastbarkeit**
- **Abriebfestigkeit**
- **geringes Gewicht**
- **mechanische und thermische Bearbeitbarkeit**

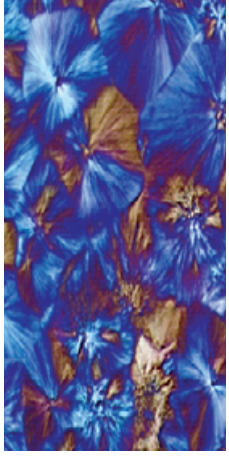
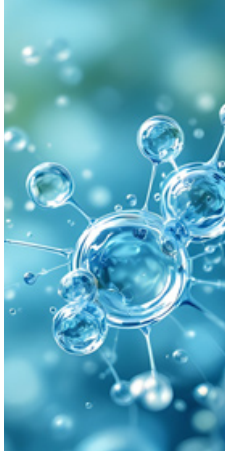
Insbesondere die hohe chemische Widerstandsfähigkeit eröffnet Anwendungsmöglichkeiten, für die bisher wenige geeignete Werkstoffe zur Verfügung standen.

Die Auswahl des jeweiligen Kunststoffes und die Dimensionierung des Rohres bedürfen dabei einer 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.

Trotz der hervorragenden Eigenschaften der Kunststoffe gibt es auch hier material- und anwendungsbedingte Einsatzgrenzen. Diese werden durch Temperaturbereiche, Durchflussmedien, Systemdrücke oder andere betriebsbedingte Einflussgrößen 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.

Quelle: Generiert mit KI ©Naput/stock.adobe.com

Chemische Widerstandsfähigkeit und Permeationsverhalten

Für die Auslegung von Rohrleitungssystemen aus Kunststoff im Industrieanlagenbau, 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, spannungsrissfördernde oder oxidierende Wirkung zu schädigen. Dies trifft insbesondere für Gase, flüchtige Kohlenwasserstoffe oder Chlorkohlenwasserstoffe zu.

Auf Basis von Bewertungskriterien werden Polyolefine nach ISO 4433 klassifiziert in widerstandsfähig; bedingt widerstandsfähig; nicht widerstandsfähig. Bewertungskriterien für die chemische Widerstandsfähigkeit sind die relative Masseänderung sowie Quotienten für Elastizitätsmodul, Streckspannung, Bruchdehnung und Streckdehnung 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.

Bildquellen von links nach rechts:
1. Georg Fischer GmbH; 2. ©raeva/stock.adobe.com; 3. + 4. SIMONA AG;
5. generiert mit KI ©Din Nasahrudin/stock.adobe.com; 6. generiert mit KI ©Din Naput/stock.adobe.com

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 (14. Mai 1998 – VII ZR 184/97) sind DIN-Normen private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter.

Der Stand der Technik bezeichnet ein entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, das auf gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik sowie Erfahrung basiert. Technische Festlegungen, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Stands der Technik angesehen werden, entsprechen den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.).

Die Prüfung der Medienbeständigkeit von Kunststoffen wird in der ISO 4433 Teile 1 bis 5 sowie DIN EN ISO 175 beschrieben.

In der zurückgezogenen ISO 8584-1 wurde der sogenannte „DECHEMA-Prüfstand" beschrieben. Dieser ermöglicht Langzeitinnendruckprüfungen bis zum Bersten der Prüfrohre, auch bei leicht entzündlichen Medien oder rauchenden Säuren.

Die DIN 16888 beschreibt die Bewertung der chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren aus Thermoplasten. Teil 1 behandelt Rohre aus Polyolefinen und Teil 2 Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid. Beiblatt 1 zur DIN 8061 enthält Angaben zur chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen aus PVC-U. Beiblatt 1 zu DIN 8075 enthält entsprechende Angaben für PE-HD. Beiblatt 1 zu DIN 8078 enthält Angaben zur chemischen Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen aus Polypropylen. Diese Regelwerke wurden zurückgezogen, sind aber weiterhin über die DIN Media GmbH erhältlich.

Daten zur chemischen Beständigkeit von Kunststoffrohren können dem ISO/TR 10358 entnommen werden. 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 chemische Resistenzfaktoren, sind auch in DIN 16889 Teil 1 enthalten. Durch den Resistenzfaktor f_{CR} ist das Zeitstandverhalten eines Rohres aus Polyolefinen unter Einwirkung eines Durchflussstoffes bei gleichzeitiger mechanischer Belastung durch Innendruck im Vergleich zum Verhalten des gleichen Rohres mit Wasser als Durchflussstoff bei gleicher Temperatur zahlenmäßig beschrieben. Dieses Regelwerk wurde ersatzlos zurückgezogen, kann jedoch weiterhin über die DIN Media GmbH bezogen werden.

Der Herausgeber der ersatzlos zurückgezogen DIN 16889-1 empfiehlt, die DIN 16463 anzuwenden. Diese Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung des Einflusses chemischer, im Rohr transportierter Fluide auf das Zeitstand-Innendruckverhalten von Druckrohren aus thermoplastischem Kunststoff fest, sofern Anwendungsbedingungen wie Betriebsdruck und Betriebstemperatur bekannt sind und für das Rohrmaterial die Bestimmung des Zeitstand-Innendruckverhaltens gemäß DIN EN ISO 9080 (mit Wasser) vorliegen.

Innovative Kunststoffrohrsysteme für anspruchsvolle Anwendungen

Seit Ende der 1950er Jahre haben sich Kunststoffe im Industrieanlagenbau 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, Verbundsysteme oder Doppelrohrsysteme mit kontinuierlicher optischer oder elektronischer Überwachung 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 8078 Beiblatt 1	Rohre aus Polypropylen (PP); Chemische Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen
DIN 16463	Bestimmung des Einflusses von chemischen Fluiden auf das Zeitstand-Innendruckverhalten von Druckrohren aus thermoplastischen Kunststoffen
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 4433-4	Thermoplastische Rohre – Widerstand gegen chemische Fluide – Klassifizierung – Teil 4: Polyvinylidenfluorid-Rohre (PVDF)
ISO 4433-5	Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten – Vorläufige Bewertung der Widerstandsfähigkeit gegen chemische Stoffe – Teil 5: Rohrleitungsbauteile aus weichmacherfreiem Polyamid (PA-U) [*Derzeit in Erarbeitung im ISO/TC 138/SC 3/WG 1*]
ISO 8584-1	Druckrohre aus Thermoplasten für die industrielle Anwendung – Bestimmung der chemischen Beständigkeitsfaktoren und der Basisspannung – Teil 1: Rohre aus Polyolefinen
ISO/TR 10358	Kunststoffrohre und Formstücke für industrielle Anwendungen – Datensammlung zur kombinierten chemischen Beständigkeit
DVS 2205-1	Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten – Kennwerte
Medienliste 40	DIBt-Medienlisten für Behälter, Auffangvorrichtungen und Rohre aus Kunststoff

WWW.KRV.DE

Impressum/Herausgeber
Kunststoffrohrverband e.V.
Münsterstraße 5, Haus 2a
59065 Hamm

Telefon: +49-(0)2381/97 55 98-0
E-mail: info@krv.de

Ihre Ansprechpartner
Geschäftsführer
Dr. Johannes Lis
johnnes.lis@krv.de

Projektmanager
Andreas Redmann
andreas.redmann@krv.de

Office-Managerin
Julia Vedder
julia.vedder@krv.de

EU Transparenzregister ID 072774045378-70
Lobby-Register des Deutschen Bundestages ID R001014

Impressum:
Herausgeber:
Kunststoffrohrverband e.V.
Münsterstraße 5, Haus 2a,
59065 Hamm
Telefon: +49 (0) 23 81 97 55 98-0
E-Mail: kunststoffrohrverband@krv.de

Stand: November 2025

Layout und Herstellung: ad@addc.de, Anke Detlefsen
Titelbild: generiert mit KI über ChatGPT/DALL·E,
©OpenAI 2025