

ZAHLEN | FAKTEN | HINTERGRÜNDE

# Industrie

Kunststoffrohre in der Industrie: Die richtige Wahl!

Oktober 2021



Foto: ©Georg Fischer GmbH

ZAHLEN | FAKTEN | HINTERGRÜNDE

# Industrie

KUNSTSTOFFFROHRE IN DER INDUSTRIE:  
DIE RICHTIGE WAHL!

Oktober 2021

# Inhalt

KUNSTSTOFFROHRE – NACHHALTIG UND WIRTSCHAFTLICH ANFORDERUNGEN DER CHEMISCHEN PROZESS-INDUSTRIE (CPI) AN DIE ROHRLEITUNGSSYSTEME	SEITE 5
DIE CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT VON KUNSTSTOFFROHREN	SEITE 6
NORMUNG – QUALITÄTSSICHERUNG – ZERTIFIZIERUNG – ZULASSUNG	SEITE 7
NACHHALTIGKEIT	SEITE 8
WERKSTOFFE UND WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN	SEITE 9
VERBINDUNGSTECHNIK	SEITE 14
AUSBILDUNG UND QUALIFIKATION IM BEREICH VERBINDUNGSTECHNIK	SEITE 21
HINWEISE ZUR INSTALLATION	SEITE 26
GESETZLICHE VORGABEN AN KUNSTSTOFFROHRLEITUNGEN	SEITE 28
ZUM UMGANG MIT WASSERGEFÄHRDENDEN STOFFEN	SEITE 29
VIELFÄLTIGE LEITUNGSKONZEPTE	SEITE 32
ANWENDUNGSBEISPIELE	SEITE 33
AUSBLICK	SEITE 38
DER KUNSTSTOFFROHRVERBAND E.V.	SEITE 40
DIE MITGLIEDER DER FACHGRUPPE INDUSTRIEROHRE	SEITE 41
KONTAKT, IMPRESSUM	SEITE 43



## Kunststoffrohre – nachhaltig und wirtschaftlich

MEGATRENDS WIE DIGITALISIERUNG, KLIMAWANDEL UND URBANISIERUNG FORDERN GESELLSCHAFT UND WIRTSCHAFT HERAUS. DIE IM KUNSTSTOFFROHRVERBAND E.V. ENGAGIERTEN AKTEURE NEHMEN DIESE HERAUSFORDERUNGEN AN UND ENTWICKELN INNOVATIVE, NACHHALTIGE LÖSUNGEN ZU IHRER BEWÄLTIGUNG.

Kunststoffrohrsysteme stellen umweltverträgliche High-Tech-Produkte dar, die Daten, Energie, Kälte, Wärme, alle Arten von Wasser, aber auch die Grundstoffe der chemischen Industrie transportieren.

Seit nunmehr 70 Jahren bestimmen Kunststoffe unseren Alltag. Wesentliche Bedeutung haben die Kunststoffe für die chemische Industrie bei der Beförderung fester, flüssiger und gasförmiger Medien. In den 1950er Jahren wurden die ersten Kunststoffrohre in Frankfurt bei der Fa. Hoechst installiert. Heute spielen Kunststoffrohre bei

praktisch jedem industriellen Prozess eine maßgebliche Rolle. Grund dafür ist die enorme Vielseitigkeit von Kunststofflösungen.

Je nach Anwendungsgebiet weisen sie Merkmale wie spezifische Isolationsfähigkeit, thermische Beständigkeit, hohe Chemikalienbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit auf. Ausgereifte Verbindungstechniken und ein umfassender Normungsrahmen garantieren effiziente, ökonomische und vor allem sichere Lösungen.

Armaturen sind integraler Bestandteil zum Regeln, Absperrn, Überwachen und Steuern von Industrierohrsystemen. Pneumatische oder elektrische Automatik-Armaturen sind aus Industrieanwendungen nicht wegzudenken.

Nur auf diese Weise werden Kunststoffrohrsysteme den vielfältigen Anforderungen gerecht, die sie beispielsweise in der Halbleiter-, Pharma- oder Chemische-Prozess-Industrie, bei der Lebensmittelproduktion, im Bergbau oder in Kraftwerken erfüllen müssen.





# Anforderungen der Chemischen Prozess-Industrie (CPI) an die Rohrleitungssysteme

„Beim Recycling von Edelmetallen und zur Herstellung von edelmetallhaltigen Produkten benötigen wir eine Vielzahl von Chemikalien, vor allem auch konzentrierte Säuren und Laugen. Der Einsatz von Kunststoffrohrleitungen gibt uns die nötige Flexibilität für die Planung und den Bau unserer Chemieanlagen.“

*Hans-Joachim Alt; Heraeus Precious Metals-Engineering, Heraeus Holding GmbH, Hanau*

Die Verwendung von Kunststoffrohrsystemen zum Transport von Chemikalien oder besonderen Wasserqualitäten abseits von Trinkwasser stellt ganz eigene Anforderungen an die hierzu notwendigen Leitungskomponenten. Neben einer möglichst außergewöhnlichen Sortimentsbreite und -tiefe rückt die Medienbeständigkeit der Produkte an die erste Stelle der Forderungen.

In keinem anderen Segment des Kunststoffrohrleitungsbaus begegnet uns daher eine derartige Vielfalt an unterschiedlichen Poly-

mermaterialien. Die nebenstehende Aufzählung gibt eine kurze Übersicht über zentrale Forderungen der Kunden in diesem Segment.

In Bezug auf die Größe des Gesamtmarktes für alle Anwendungsbereiche von Kunststoffrohrsystemen vereinen Industrierohre nur einen vergleichsweise kleinen Anteil auf sich. Sie können aber infolge des oft sehr individuellen hohen Anforderungsprofils und genauen Spezifikationsbedarfs zu Recht als „Königsklasse“ des Kunststoffrohrleitungsbaus bezeichnet werden.



## Anforderungen an Industrierohrsysteme:

- Hohe Sicherheit; Leckagemeldung und Bruchwachstumsindikation
- Funktionsfähigkeit auch im Störfall z. B. bei temporärer Überlast
- Medienbeständigkeit; Minimales Auswaschverhalten
- Rechtskonformität
- Hohe Standzeiten
- Vielfältige Referenzen
- Systemlösungen
- Einfache Wartung, Reparatur, Installation
- Hohe Wirtschaftlichkeit

# Kunststoffrohre – die chemische Beständigkeit

„Die Korrosion von Polymeren wurde in den letzten Jahrzehnten eingehend untersucht. Heutzutage kann die chemische Beständigkeit von Kunststoffrohrsystemen effektiv gesteuert werden, indem ein geeignetes Polymer mit einer für eine bestimmte Umgebung und Anwendung gut geeigneten Formulierung verwendet wird.“

*Olivier Rod MSc, Vice President Material & Production, RISE Research Institutes of Sweden, Stockholm*

Die große Materialvielfalt und außergewöhnlich große Bandbreite der chemischen Beständigkeit gegenüber zahlreichen Medienklassen ist der zentrale Faktor für den dauerhaften Erfolg von Kunststoffrohrsystemen im Bereich des industriellen Anlagenbaus.

Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass die Medienresistenz eines Rohrsystems von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. nebenstehend Abbildung zeigt die wesentlichen Einflussgrößen.

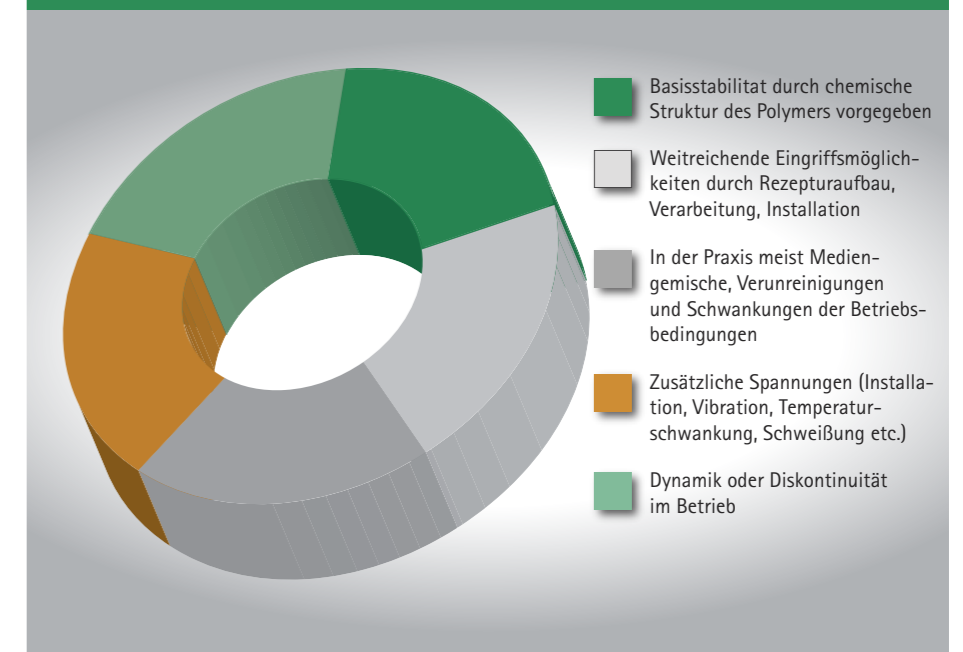
Basierend auf mittlerweile nahezu 70 Jahren praktischer Erfahrung und einem schon sehr ausgereiften Verständnis in der Erforschung der Korrosionsmechanismen kann die Werkstoffverträglichkeit der einzelnen Materialien in den allermeisten Fällen zuverlässig beschrieben werden. In vielen Fällen sind sogar schon sehr gut quantifizierende Vorhersagen möglich. Nach heutiger Erkenntnis können Kunststoffrohrsysteme im chemischen Anlagenbau für die Durchleitung praktisch aller Chemikalien bei Betriebstem-

peraturen von 100 °C und darüber hinaus eingesetzt werden.

Wichtig ist bei der Auswahl und Spezifikation der Materialien und Systeme die enge

Zusammenarbeit von Anwendern und Herstellern. Die oft zitierten „Beständigkeitslisten“ sollten dabei immer nur als eine allererste Orientierung betrachtet werden.

## Einflussgrößen auf die chemische Beständigkeit von Kunststoffrohren



# Normung – Qualitätssicherung – Zertifizierung – Zulassung

„Die Produktzertifizierung sichert im Bereich des industriellen Anlagenbaus, in dem flüssige, gasförmige und auch feste Medien in Rohrleitungen transportiert werden, das vom Anwender erwartete Qualitätsniveau und leistet so einen unverzichtbaren Beitrag zum sicheren Betrieb der aus Kunststoffrohrsystemen gefertigten Anlagen.“

*Dr.-Ing. Jürgen Heinemann, Leiter Rohrsysteme bei der DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH, Berlin*

Die Rezeptierung und Verarbeitung beeinflussen wesentlich die Eigenschaften der Komponenten von Kunststoffrohrleitungssystemen. Der Qualitätssicherung dieser Produkte wird durch ein hochentwickeltes Normenwerk Rechnung getragen, das einer kontinuierlichen Aktualisierung unterliegt. Die relevanten deutschen Grundnormen oder europäischen Anwendungsnormen gelten auch im Ausland häufig als Grundlage international gültiger Spezifikationen.

Besonderen Stellenwert zur Sicherstellung eines sehr hohen Standards genießen Zertifizierungen und Zulassungen, die auf Basis zusätzlicher Güterichtlinien und der Fremdüberwachung neutraler Zertifizierer und Prüfinstitute basieren. Ein für den Industrierohrmarkt prominentes Beispiel hierfür ist die Zulassung des Deutschen Instituts für Bau-technik (DIBt). Aufgrund der bauaufsichtlich geforderten, sehr engmaschigen Prüf- und Überwachungsanforderungen sowie der Vorgaben zu den verwendeten Werkstoffen ist diese DIBt-Zulassung auch im industriellen Anlagenbau übergreifend relevant.

Die Zertifizierung ist die unabhängige Bestätigung, dass ein Produkt alle geforderten Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Die DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH setzt seit 2004 die Grundsätze der Qualitätspolitik für Kunststoffrohrsysteme als Nachfolger der Gütegemeinschaft für Kunststoffrohre GKR fort. In Zusammenarbeit mit dem KRV, den Rohstoff- und Rohrherstellern, Anwendern, Prüflaboratorien und allen interessierten Kreisen werden für unterschiedlichste Anwendungsbereiche Zertifizierungsprogramme entwickelt, die auf den aktuellen Normen aufbauen und darüber hinaus herausragende Qualitätsmerkmale festschreiben. Kompetent und transparent unterstützt DIN CERTCO mit der DINplus-Zertifizierung so die unabhängige und freiwillige Qualitätssicherung für Kunststoffrohrsysteme.

Mit der freiwilligen Prüfung und Zertifizierung können Hersteller ihre Produkte freiwillig auf Standards, wie die Einhaltung von

technischen Vorgaben, prüfen und zertifizieren lassen. Weitere unabhängige akkreditierte Stellen für Produktzertifizierung sind neben der DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH zum Beispiel die TÜV SÜD AG, die Kiwa Deutschland GmbH oder die MPA Darmstadt.

International werden deutsche und europäische Normen durch internationale Normen (z. B. ISO, ASTM, BS, JS) ergänzt.

Die Standardisierung der Schweiß-, Klebe- und Verbindungstechnik von Kunststoffrohren wird seit vielen Jahren sehr verlässlich – auch auf globaler Ebene – durch das Regelwerk des Deutschen Vereins für Schweißtechnik (DVS) geregelt. Die Harmonisierung mit entsprechenden Standards aus dem Ausland ist ein stets aktuelles Thema.

Abgerundet werden diese Regelwerke durch eine Vielzahl von Werksnormen und zahlreichen Kunden- oder Sonderzulassungen, die sich seit Jahrzehnten entwickelt haben.

Rohrleitungskomponenten sind Bauprodukte entsprechend der Bauproduktenverordnung, deren CE-Kennzeichnung bislang noch nicht zulässig ist, da die hierzu nötigen harmonisierten europäischen Normen noch nicht vorliegen.

Armaturen ab einer Nennweite > DN 25 hingegen unterliegen der Druck- bzw. Maschinenrichtlinie und sind auf dieser Basis mit einer CE-Kennzeichnung versehen.



## Nachhaltigkeit

Kunststoffrohrsysteme spielen eine wesentliche Rolle im industriellen Anlagenbau. Sie sind nicht nur für sich selbst genommen ein High-Tech-Produkt, sondern verhelfen auch anderen Technologien zu deren Erfolg. Im industriellen Anlagenbau sind bei der Erfüllung der Anforderungen, die an Rohrssysteme gestellt werden, nicht nur technische oder ökonomische Aspekte relevant. Neben dem „hier und heute“ sind auch die Belange der nachfolgenden Generationen wesentlich. Die Anforderungen von morgen hinsichtlich des Umwelt- und Klimaschutzes und damit der Energie- und Ressourceneffizienz bilden die Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung.

Die pauschale Forderung und der Wunsch nach Nachhaltigkeit der Kunststoffe ist in zunehmendem Maße in allen Anwendungsbereichen auch mit der Frage nach der zukünftigen Akzeptanz der Kunststoffe verknüpft. Gleichzeitig stellt der Markt immer höhere Anforderungen an die thermomechanischen Eigenschaften, die Reinheit und gleichbleibende Qualität von Polymeren und Polymerprodukten.

Für die Kunststoff-Industrierohranwendungen gilt dies ganz besonders, da hier das Anforderungsprofil noch durch den Wunsch nach einer möglichst hohen Chemikalienbeständigkeit erweitert wird. In den vergange-

nen 70 Jahren hat im Segment der Kunststoff-Industrierohrsysteme eine beachtliche Evolution bei Rezepturen, Materialien, Verarbeitung, Anwendung und Endprodukten stattgefunden. Heute basieren alle Systeme in diesem Marktsegment auf sehr detailliert gefassten Spezifikationen unter Einsatz von definierten Additiv-Kombinationen, klaren Vorgaben für die Kenngrößen der Basispolymere, Verarbeitungsparametern und Installations- und Betriebsweisen.

**Nachhaltige Monomer-Quellen**  
Werden Kunststoffe heute überwiegend auf Basis endlicher, fossiler Rohstoffe hergestellt, wird der Kunststoff der Zukunft zunehmend



Foto: ©Georg Fischer DEKA GmbH

Bioreaktoren aus Kunststoffrohren zur Kultivierung von Algen als Rohstoff für die Kosmetikindustrie, Nahrungsmittelproduktion oder zur Herstellung von Biokraftstoff



Foto: ©Borealis AG

Produktion von Phenol für Polycarbonate aus Kohlenwasserstoff unter Verwendung 100 % erneuerbarer Rohstoffe

aus biobasierten, nachwachsenden Rohstoffen, Produkten des chemischen oder werkstofflichen Recyclings sowie aus der Umsetzung von CO<sub>2</sub> produziert. Die hierfür erforderlichen Techniken werden bereits heute entwickelt. Die Verwendung von ökologisch abbaubaren Kunststoffen ist in zahlreichen Anwendungen im Consumer-Bereich eine Option zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft. Im industriellen Rohrleitungsbau besteht jedoch für derartige Kunststoffe infolge ihres chemischen Aufbaus und der daraus

abgeleiteten relativ schlechten chemischen Beständigkeit kein Markt.

#### Lange Nutzungsdauern

Anders als bei Rohrsystemen im öffentlichen Versorgungsbereich, bei der heute Nutzungsdauern bis zu 100 Jahren angestrebt werden, werden industrielle Anlagen durchschnittlich etwa 25 Jahren betrieben. Mit den Produkten der Kunststoffrohr-Industrie kann diese angestrebte Nutzungsdauer sicher erreicht werden.

#### Kreislaufwirtschaft

Das klassische werkstoffliche Recycling, bei dem Produkte nach Erreichen ihrer Lebensdauer nach Zerkleinerung erneut durch Standardmethoden der Kunststoffverarbeitung zu neuen Produkten verarbeitet werden, ist für die Herstellung von Industrierohrsystemen meist nicht möglich. Die Gründe hierfür liegen in der schrittweisen Veränderung der thermo-mechanischen Eigenschaften („Down-Cycling“) einer gegebenen Formmasse bei wiederholter Verar-

beitung infolge von Veränderung der Kettenlänge (→ Molekulargewicht) durch Vernetzung oder Spaltung und dem schrittweisen Verbrauch von Additiven (z. B. Stabilisatoren, Verarbeitungshilfen). Der Einfluss von Chemikalien auf die Rohrleitungskomponenten während der Gebrauchsdauer kann in vielen Fällen ähnliche Effekte auf die Eigenschaften des Materials haben.

#### Chemisches Recycling

Der Umgang mit Kunststoffabfällen, insbesondere Verpackungen, stellen die Gesellschaft aktuell vor enorme Herausforderungen. Bei der Zementherstellung werden z. B. aufbereitete Kunststoffabfälle als sogenannter Ersatzbrennstoff verwendet und damit fossile Rohstoffe eingespart.

#### Quellen für nachhaltigen Kunststoff

- Werkstoffliches Recycling
- Chemisches/molekulares Recycling
- Ökologisch abbaubare Kunststoffe

#### Nachhaltige Monomer-Quellen

- Produkte des chemischen/molekularen Recyclings
- Bio-Monomere
- Aus der Umsetzung von CO<sub>2</sub> gebildet

Zunehmend wird aber erkannt, dass Kunststoffabfälle eine wertvolle Ressource darstellen. Nicht für das werkstoffliche Recycling, aber als Grundstoff zur Herstellung neuer Kunststoffe.

Ein aktuell sehr interessanter Weg zur Rückführung von gebrauchten Kunststoffen und Kunststoffabfällen eröffnet sich durch das sogenannte „chemische Recycling“ (synonym mit „molekularem Recycling“), bei dem Polymere/Kunststoff-Mischungen in einem thermochemischen Behandlungsprozess unter Einsatz spezieller Katalysatoren bei hohen Temperaturen unter Sauerstoffabschluss in niedermolekulare organische Komponenten gepalten werden (Pyrolyse). Aus dem Produkt dieser Umsetzung („Pyrolyseöl“) können durch weitere Aufarbeitungsschritte gezielt organische Komponenten (z. B. Ethylen) gewonnen werden, welche dann wieder als Monomere in den konventionellen Herstellungsprozess von Polymeren eingespeist werden.

Diese Verfahren zum chemischen Recycling werden bereits in Anlagen zur Kunststoffherstellung eingesetzt. Aus ausgedienten Einwegprodukten entstehen so neue Produkte in Qualitäten, wie sie auch im industriellen Anlagenbau gefordert werden. Auch nutzt man bereits heute beispielsweise kommerziell aus Altreifen hergestelltes Pyrolyseöl oder Tallöl (ein holzbasierendes Abfall-

produkt aus der Papierherstellung) zur Synthese von Ethylen und damit zur Herstellung von nachhaltigem PVC oder PE.

Ausgediente Rohre und Rohrauskleidungen aus PTFE, PTFE-M, PFA oder FEP werden bereits seit 2015 in größerer Tonnagen in einer sogenannten „Fluorpolymer-Upcycling-Anlage“ mittels Pyrolyse in das Ausgangsmonomer Tetrafluorethylen (TFE) überführt. Nach der Reinigung wird das Monomer erneut für die Polymerisation eingesetzt. Die in diesem Verfahren hergestellten Rohre unterscheiden sich in ihren Eigenschaften nicht von „Originalware“ und verfügen im Vergleich zu gebrauchten, „end-of-Life“-Produkten über verbesserte Eigenschaften.

#### Energieeffizienz

Die Unternehmen der Kunststoffrohr-Industrie leisten vielfache Anstrengungen, um ihre eigene Energieeffizienz in der Produktion kontinuierlich zu erhöhen. Auf Kunden-seite erhöhen Kunststoffrohrsysteme beispielsweise als Geothermie-Anwendungen oder Baukomponenten für Wärmetauschersysteme innerhalb und außerhalb von Gebäuden die Energieeffizienz und verringern CO<sub>2</sub>-Emissionen.

#### Dekarbonisierung

Der globale Trend zur Dekarbonisierung der Energiewirtschaft unter schrittweiser Umstellung von fossilen Energieträgern auf



Foto: ©Aliaxis Deutschland GmbH

1,4 Megawatt Brennstoffzelle (MCFC) zur Energieversorgung des Produktionsstandorts

Wasserstoff sowie die aktuell bereits entwickelten skalierbaren Technologien zur elektrolytischen Wasserspaltung und CO<sub>2</sub>-Reduktion zu Kohlenmonoxid führen zu einer veränderten Betrachtung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. In Verbindung mit mittlerweile sehr hochentwickelten und etablierten Wäscher- und Filtertechnologien zur Abscheidung von schwefel- und chlorhaltigen Schadstoffen im Abgas rückt die thermische Verwertung von Kunststoffabfällen dadurch in ein neues Blickfeld. Das Verbrennen von Kunststoff wird damit zu einem Glied im Kohlenstoff-Kreislauf: Aus freiwerdendem CO<sub>2</sub> lassen sich so durch Elektrosynthese/elektrokatalytischer Umsetzung unter Einsatz geeigneter Katalysatoren gezielt niedermolekulare organische Grundstoffe synthetisieren. Aktuell etablieren sich Verfahren, mithilfe derer CO<sub>2</sub> aus Abgas oder der Atmosphäre unter Einsatz von nachhaltig

hergestelltem Wasserstoff zu Methanol hydriert werden kann. Über derartige Technologien eröffnet sich auch ein Zugang zu nachhaltigen synthetischen Treibstoffen für konventionelle Verbrennungsmotoren.

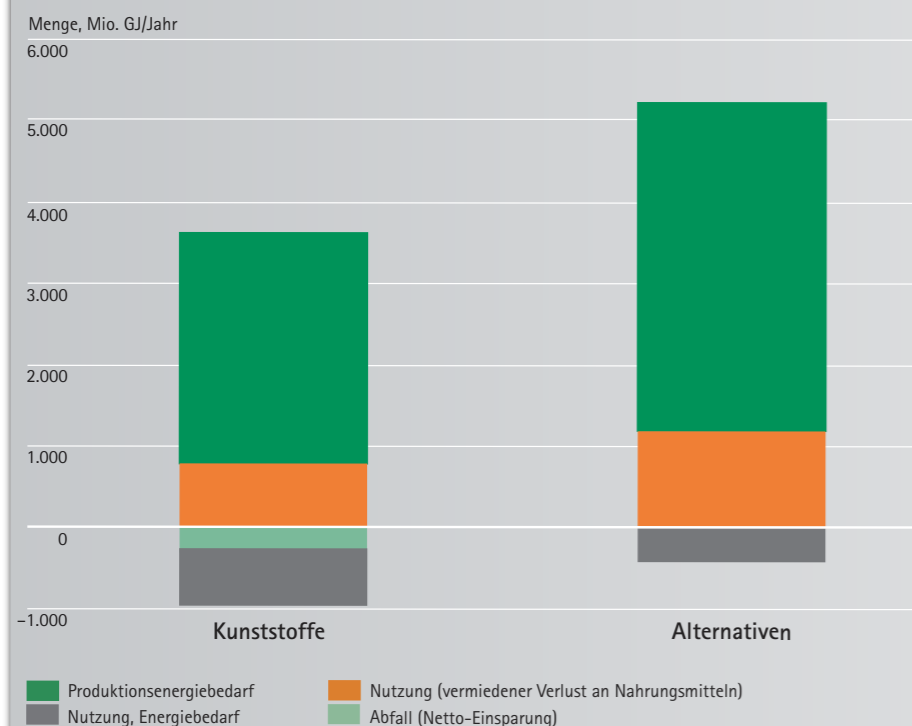
Weltweit wird intensiv an skalierbaren Verfahren zur Schließung von Kohlenstoff-Kreisläufen und intelligenter Kopplung von Prozessen unter Verwendung von „grünem“ Wasserstoff geforscht. All diese Verfahren sollen auch beim Produkt-Lebenszyklus beim Kunststoff dazu führen, dass der im Kunststoff gebundene Kohlenstoff zukünftig zunehmend aus nachhaltigen Quellen stammt und fossile Kohlenstoff-Quellen mittel- bis langfristig zur Herstellung von Polymeren nicht mehr nötig sind – ohne jegliche Einschränkungen der vom Markt so geschätzten Funktionalität und Qualität der betreffenden Kunststoffe.

Natürlich verursachen diese Aufbereitungsverfahren der Kreislaufwirtschaft zusätzliche Kosten. Es müssen in einem Wirtschaftsraum also Rahmenbedingungen geschaffen werden, die nach o. g. Muster erzeugte, nachhaltige Kunststoffe auch gegenüber den auf fossiler Basis erzeugten Pendanten konkurrenzfähig werden lässt. Dies ist ein wesentliches Ziel des CO<sub>2</sub>-Zertifikatshandels, welcher bei Einsatz von fossilen Kohlenstoffquellen die Rückführung des daraus entstehenden CO<sub>2</sub> in den Kreislauf finanziell abfängt.

#### Kunststoffprodukte verbrauchen weniger Energie als Alternativprodukte

- Der Energiebedarf für Produktion, Nutzung, Verwertung und Entsorgung von Kunststoffen in Europa (EU27+2) liegt bei 4.300 Millionen GJ/Jahr.
- Die Gesamtemissionen an Treibhausgasen

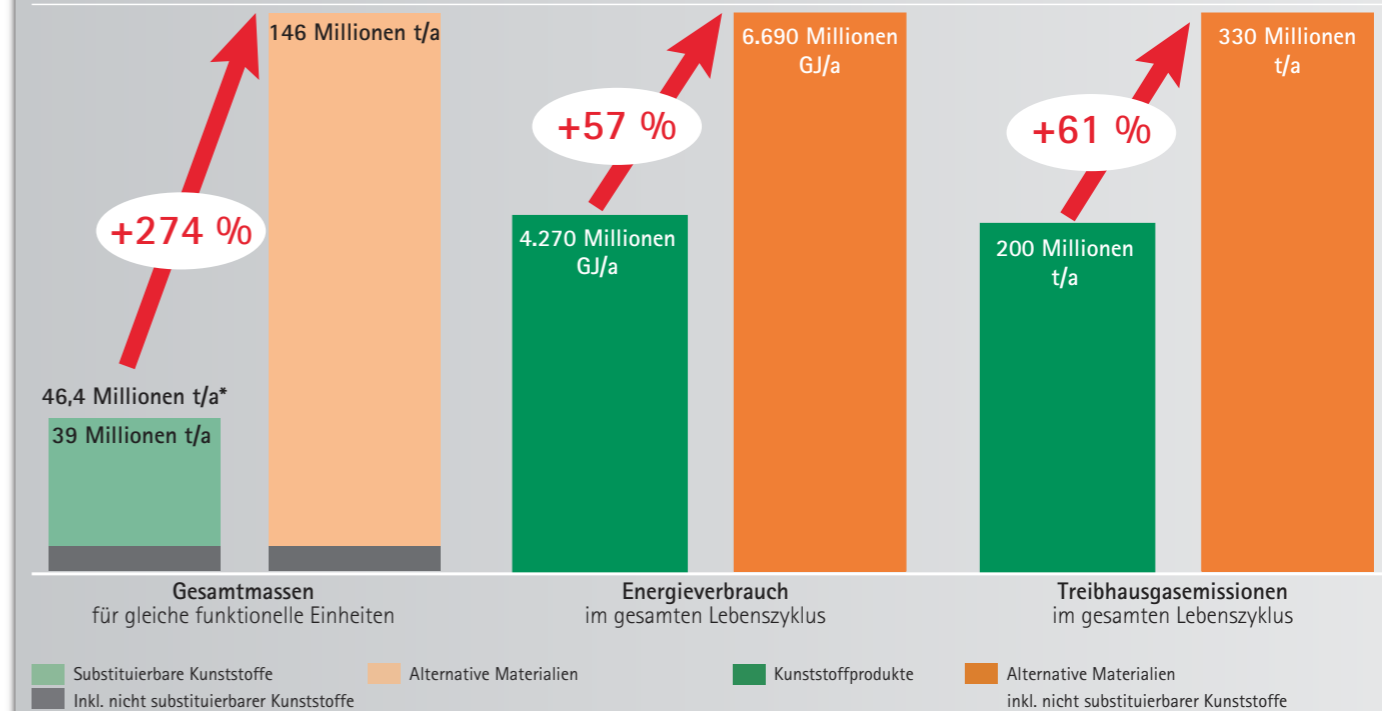
### Gesamtenergie – Verbrauch und Einsparungen



Energieverbrauch von Kunststoffprodukten im Laufe ihres Lebenszyklus (untersuchte Fallstudien, die 63 % des Gesamtmarktes abdecken) und ihrer potenziellen Ersatzstoffe, aufgeteilt nach Lebenszyklusphasen Produktion, Nutzung und Abfallmanagement. Die positiven Werte stellen den Energieverbrauch dar, negative Werte Energieeinsparungen für vermiedene Verluste bei Nahrungsmitteln, ersparte Primärproduktion (durch Recycling) und eingesparte Erzeugung von Strom und Wärme (durch thermische Verwertung).

Quelle: Die Auswirkungen von Kunststoffen auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in Europa, DENKSTATT GmbH, Juni 2010

### Kunststoffprodukte haben Energieeinsparungen von 2.400 Mio. GJ pa ermöglicht



Veränderungen in der Produktmasse, am Energieverbrauch und an Treibhausgasemissionen, wenn Kunststoffprodukte theoretisch durch alternative Materialien ersetzt würden

Quelle: Die Auswirkungen von Kunststoffen auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in Europa, DENKSTATT GmbH, Juni 2010

- betragen 200 Mio. t/Jahr.
- Es lässt sich ableiten, dass die Substitution von Kunststoffprodukten durch andere Materialien, wo immer dies möglich ist, etwa 57 % (1.500–3.300 Mio. GJ/Jahr) mehr Energie erfordern würde als heute während des gesamten Lebenszyklus aller Kunststoffprodukte verbraucht wird.
- Kunststoffprodukte ermöglichen erhebliche Einsparungen an Energie und Treibhausgasemissionen (wobei die Produktions- und die Nutzungsphase für die genannten Einsparungen am wichtigsten sind).
- Obige Studie hat den Einfluss verschiedener Materialien auf den Gesamtenergiebedarf von Produkten im Laufe ihres Lebenszyklus untersucht.

- Die Studie geht von einer Menge von 46.4 Mio. t/Jahr an Kunststoffen, die in Europa (EU27+2) im Jahr 2007 von kunststoffverarbeitenden Betrieben verwendet wurden, aus.
- Etwa 16 % des gesamten Kunststoffeinsatzes können realistisch nicht durch andere Materialien ersetzt werden.
- Hier zeigen die Ergebnisse, dass Kunststoffe ressourceneffiziente Lösungen ermöglichen.
- Die Substitution von Kunststoffprodukten durch andere Materialien erhöht in den meisten Fällen sowohl den Energieverbrauch als auch den Ausstoß von Treibhausgasen.
- Aus dem Blickwinkel ihres Gesamt-Lebenszyklus zählen Kunststoffe daher zu den

- energieeffizientesten Materialien.
- Kunststoffe ermöglichen oft eine Reduktion des Materialverbrauchs.

#### Weitere Informationen im Internet

[www.krv.de/umwelt](http://www.krv.de/umwelt)





# Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften

„Innovative Polyolefin-Lösungen haben das Potential, den industriellen Rohrleitungssektor noch weiter zu revolutionieren. Neben überragenden Eigenschaften, wie beispiellose Effizienz, höchste Leistungsstandards und Sicherheit, tragen langlebige und zuverlässige Rohrlösungen aus Kunststoff auch zur Nachhaltigkeit von Rohrnetzen bei, indem sie wesentliche Energieeinsparungen ermöglichen. Es braucht weiterhin die Innovationskraft unserer Branche, um globale Herausforderungen gemeinsam zu meistern“

Alfred Stern, CEO Borealis AG, Wien

## Kunststoffe für jede Anwendung

Kunststoffe werden in die 3 Hauptgruppen der Polymere eingeteilt. Man unterscheidet hierbei je nach dem Vernetzungsgrad zwischen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren. Thermo- und Duroplaste finden sich in vielfältigen Anwendungen des Rohrleitungsbaus wieder, während Elastomere als Dichtungssysteme zum Einsatz kommen.

## Thermoplaste

Unter den Thermoplasten zeichnen sich die Polymere Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid und Polyamid durch Langlebigkeit, einen hohen Korrosionswiderstand und geringes Gewicht aus. Damit nehmen sie einen wichtigen Platz im chemischen Apparatebau ein. Diese Kunststoffe lassen sich hervorragend auf den jeweiligen Einsatzzweck einstellen. Die optimale Einstellung der Werkstoffe in Bezug auf ihre Morphologie und Rezeptur ermöglicht eine große Bandbreite an Anwendungen. Im Vordergrund

stehen dabei stets Sicherheit und Langlebigkeit. Die Produkte lassen sich stoffschlüssig entweder durch Kleben oder Schweißen verbinden und bieten allein dadurch ein hohes Maß an Sicherheit im chemischen Apparate- und Rohrleitungsbau.

Sehr glatte Oberflächen von Rohren und Formstücken minimieren den hydraulischen Widerstand und reduzieren den Energiebedarf für den Betrieb der Anlage.

Den ständig steigenden Anforderungen an die Kunststoffrohrsysteme im chemischen Apparatebau wird durch die stetige Weiterentwicklung der Basispolymere Rechnung getragen.

Aufgrund ihrer sehr guten Langzeiteigenschaften bei erhöhten Temperaturen sowie ihres hohen Widerstandes gegen Chemikalien, bieten sie dem Anwender einen hohen Nutzen, bei gleichzeitig guter Kostenposition.

## Fluorkunststoffe

Fluorkunststoffe zeichnen sich durch ihre ausgezeichnete Chemikalien- und hohe Temperaturbeständigkeit aus. Die Chemikalienbeständigkeit ist in der hohen Bindungsenergie der Kohlenstoff-Fluor-Bindung und der entsprechenden Abschirmung der Kohlenstoffkette durch die Fluoratome begründet. Beim Grad dieser Abschirmung vor chemischem Angriff unterscheidet man die Fluorkunststoffe zwischen den teilfluorierten (PVDF, ECTFE) und vollfluorierten (FEP, PFA, PTFE-M, PTFE).

Im Falle von PVDF werden sie bei Umgebungstemperatur als selbsttragende Rohrsysteme für die Reinstwasserversorgung verwendet. Bei den meisten anderen Anwendungen werden die Fluorpolymere als Liner eingesetzt.

Die Linerwerkstoffe werden als lose Auskleidungen verwendet, oder sie werden nach

Ausrüstung mit einer rückseitigen Gewebelage mittels Kleber fest mit dem Stahluntergrund bzw. faserverstärkten Harzkonstruktionen verbunden. Trotz des bei i. d. R. höheren Einsatztemperaturen vergleichsweise niedrigeren E-Moduls können so hochfeste Rohrleitungssysteme, Tankanlagen, Destillationskolonnen und viele weitere Anlagenkomponenten der chemischen Industrie hergestellt werden.

## Duroplaste

Duroplaste, auch Duromere genannt, sind Kunststoffe, die nach ihrer Aushärtung nicht mehr verformt werden können. Duroplaste sind thermisch stabile Polymerwerkstoffe, die über chemische Hauptvalenzbindungen dreidimensional fest vernetzt sind. Diese räumliche Vernetzung ist die Basis der sehr hohen Temperaturbeständigkeit, Festigkeit und Steifigkeit duroplastischer Reaktionsharzsysteme. Zu den für GFK-Rohrleitungssysteme wichtigsten Duroplasten zählen die Polyesterharze, die Epoxidharze, aber auch weitere vernetzte Polymere wie z. B. Polyurethane.

## Elastomere

Elastomere sind weitmaschig vernetzte, formfeste, aber elastisch verformbare Kunststoffe. Die elastomeren Kunststoffe (z. B.

Dichtungsringe, Gummipuffer zur Druckkompensation oder Längenausdehnungskompensation) können sich bei Zug- und Druckbelastung elastisch verformen, finden aber danach wieder in ihre ursprüngliche, unverformte Gestalt zurück. Die bekanntesten Elastomere sind Naturkautschuk (NR), Silikonkautschuk (VMQ), Isopren-Kautschuk (IR), Fluor-Polymer-Kautschuk (FKM, FPM).

Rohrsysteme aus Kunststoff haben sich in der Industrie bewährt. Sie sind das ideale Transportsystem für sicherheitsrelevante Anwendungen unter sehr aggressiven Bedingungen. Die Vielfalt an unterschiedlichen Kunststoffen verfolgt stets das Ziel, für jede Herausforderung die wirtschaftlichste Lösung zu bieten.

Die nachfolgende Auflistung gibt nur exemplarisch einige der verfügbaren Werkstoffe und ihrer Eigenschaften wieder. Informationen zu weiteren Werkstoffen und deren Eigenschaften erhalten Sie bei den auf Seite 41 genannten Unternehmen.

## Polyethylen (PE)

PE ist ein thermoplastischer Kunststoff, der durch die Polymerisation von Ethen hergestellt wird. Abhängig vom Grad der Verzwei-

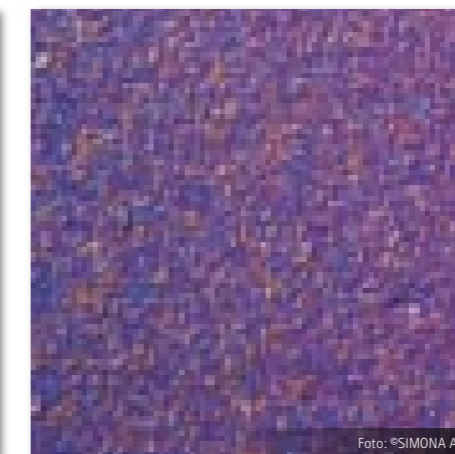
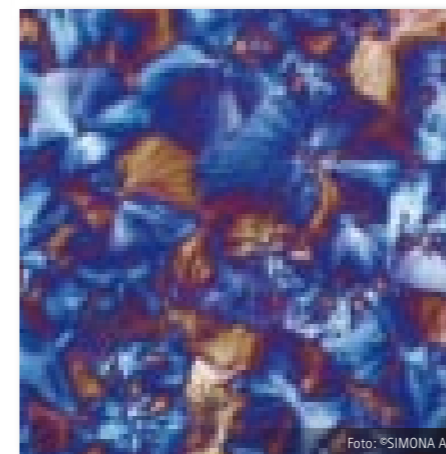
gung der Polyethylen-Makromoleküle und der Verteilung der Kettenlängen werden unterschiedliche PE-Typen (PE80, PE100, PE100-RC oder PE-RT) für unterschiedliche Einsatzzwecke angeboten. PE zeichnet sich besonders durch eine hervorragende Verarbeitbarkeit in Verbindung mit der hohen Flexibilität und aufgrund geeigneter Additive durch eine sehr gute UV-Beständigkeit aus. Die gute chemische Resistenz, gepaart mit Zähigkeit und Steifigkeit des Werkstoffs, erlaubt einen vielfältigen Einsatzbereich.



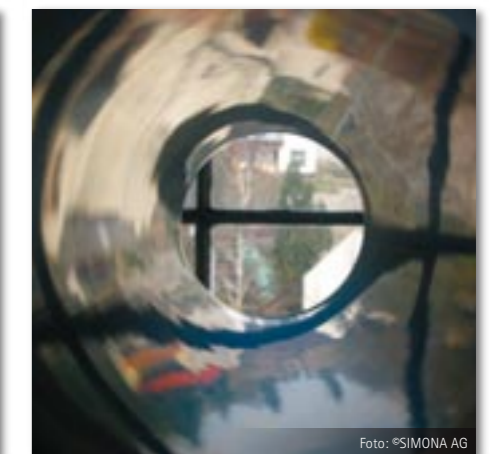
## Polypropylen (PP)

PP ist ein thermoplastischer Kunststoff, der durch die Polymerisation von Propen hergestellt wird.

PP-H-Kristallgefüge unter dem Mikroskop (linear polarisiertes Licht); links ohne, rechts mit Nukleierung



Ein Ergebnis der Nukleierung ist eine geringere Oberflächenrauigkeit und somit eine glattere Rohrinnenfläche – Vorteile für die Hydraulik.





stellt wird. Er bietet darüber hinaus die Möglichkeit, eine Eigenschaftsverbesserung durch eine sogenannte Nukleierung zu erzielen. Das dadurch erzielte sehr feine Polymergefüge führt zu einer höheren Festigkeit bei gleichzeitig guter Schlagzähigkeit, was sich natürlich positiv auf den Widerstand gegen Chemikalien auswirkt. Abhängig vom Grad der Verzweigung und von der molaren Masse der Polypropylen-Makromoleküle und dem Einsatz von Copolymeren werden unterschiedlichste PP-Typen (PP-H, PP-B, PP-R und PP-RCT) für eine große Bandbreite an Anwendungen erzeugt.



PP weist eine erhöhte Steifigkeit insbesondere im oberen Temperatureinsatzbereich auf – ein idealer Werkstoff für die oberirdische Rohrinstallation. Charakteristisch sind die hohe chemische Beständigkeit und die guten Langzeiteigenschaften gegenüber vielen Medien auch bei hohen Temperaturen.

#### Polyvinylchlorid (PVC)

PVC ist ein thermoplastischer Kunststoff, der durch die Polymerisation von Vinylchlorid hergestellt wird.

Bei PVC wird zwischen PVC-U und PVC-C unterschieden. Beide Werkstoffe zeichnen sich durch ihre Schwerentflammbarkeit aus. Das weichmacherfreie PVC-U (U = unplasticized) ist einer der ältesten Massenkunststoffe und zeichnet sich als universeller

Werkstoff durch gute Wirtschaftlichkeit und einfache thermomechanische Bearbeitbarkeit aus.



PVC-C entsteht durch Nachchlorierung von PVC. Dadurch ergibt sich gegenüber PVC-U eine höhere Temperaturbeständigkeit sowie in einigen Fällen eine verbesserte chemische Beständigkeit.

#### Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)

ABS ist ein amorpher Thermoplast, der mittels Klebtechnik verbunden wird. Aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften, seiner guten chemischen Beständigkeit und seiner hohen Schlagzähigkeit auch im unteren Temperaturbereich eignet sich der Werkstoff für eine Vielzahl von Anwendungen speziell in der Kälte- und Klimatechnik.



#### Polyamid 12 (PA-U12)

PA-U12 ist ein weichmacherfreier (U = unplasticized), teilkristalliner, thermoplastischer

Hochleistungskunststoff, dessen hohe Festigkeit auf Wasserstoffbrücken zwischen den Makromolekülen beruht.

PA-U12 zeichnet sich über den typischen Einsatztemperaturbereich hinaus durch eine sehr hohe Innendruckfestigkeit aus, die z. B. in der Gasverteilung zwischen 10 und 16 bar Betriebsdruck zum Ersatz von Stahl genutzt wird.

Die chemische Resistenz von PA-U12 ist hervorragend, sowohl gegenüber wässrigen Salzlösungen, Lösemitteln, flüssigen oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen als auch gegenüber schwach sauren und basischen Medien und deren Mischungen wie sie z. B. in Industrieabwässern vorkommen.



Darüber hinaus nehmen langkettige, semikristalline Polyamide nur wenig Wasser auf und zeigen einen hohen Widerstand gegenüber Quellung durch migrierende Medien. Die Permeabilität ist vergleichsweise niedrig – je nach Medium sogar sehr niedrig. Zudem weist PA-U12 eine geringe Kriechneigung und hohe Schlagzähigkeit auf und kann in einem breiten Temperaturbereich eingesetzt werden. Hervorzuheben ist auch der außerordentlich hohe Widerstand gegen langsames Risswachstum.

Das vergleichsweise hohe Druck-Temperatur-Niveau von PA-U12-Rohrleitungssystemen bleibt bei vielen Medien auch unter Abminderung durch Betriebs- und Designparameter erhalten.

#### Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)

GFK ist ein hochfester Verbundwerkstoff bestehend aus Reaktionsharz, Glasfaser und reinen, nicht quellfähigen Füllstoffen, der besonders bei mechanisch, thermisch oder chemisch hoch beanspruchten Rohrleitungssystemen zum Einsatz kommt. Das Herstellungsverfahren erlaubt die Kombination der verschiedensten Rohstoffe (Glasfaser, Reaktionsharz, Zuschlagstoffe) zum fertigen Endprodukt. So können GFK-Rohre individuell den spezifischen Anforderungen der Anwendung entsprechend hergestellt werden.

Die Glasfasern mit einer guten Korrosionsbeständigkeit sorgen für die notwendige Elastizität des Verbundstoffes bei einem ansonsten sehr hochfesten und steifen Kunststoff. Die sehr hohe Steifigkeit und Festigkeit insbesondere bei hohen Temperaturen und unter chemischem Angriff zeichnen GFK aus. In Verbindung mit dem geringen Gewicht hat der Werkstoff besonders bei großen Nennweiten entscheidende Vorteile. Im Verbund mit thermoplastischen Auskleidungen (z. B. PP oder PVDF) kann die chemische Resistenz zusätzlich erhöht werden.



Als Verbund-Liner-Rohre bezeichnet man zum Beispiel Rohre aus GFK mit einem Innenrohr (Inliner) aus Thermoplasten wie PE, PP, PVC-U, PVC-C, PA oder PVDF. Mit dem Inliner werden die gewünschte chemische Widerstandsfähigkeit und mit dem GFK-Ver-

bund die nötigen Festigkeitseigenschaften erreicht. Verbundkonstruktionen haben im chemischen Apparate- und Rohrleitungsbau in den letzten Jahren eine immer größere Bedeutung gewonnen.

#### Polyvinylidenfluorid (PVDF)

PVDF zählt zu den hochkristallinen thermoplastischen Hochleistungskunststoffen. Er weist gleichfalls eine hohe Steifigkeit auch im oberen Temperaturbereich auf. Der Werkstoff ist schwer entflammbar und hervorragend widerstandsfähig gegenüber einer Vielzahl von organischen und anorganischen Medien. PVDF weist ausgezeichnete Widerstandswerte gegen die Auswaschungen von Rezepturbestandteilen auf (insbesondere bei Reinstmedienkontakt).



#### Ethylen-Chlortrifluorethylen (E-CTFE)

E-CTFE ist ein thermoplastischer, schlagzäher Kunststoff. Er ist abriebfest und gegenüber Chemikalien außerordentlich beständig. Er ist hervorragend zur Auskleidung von Rohren in Anlagen zur Förderung von bioaktiven Lösungen oder flüssigen Medien in der Pharma- und Lebensmittelindustrie und für Reinstgas- und Reinstwasser-Leitungen in der Medizintechnik und Halbleiterindustrie geeignet.



#### Polytetrafluorethylen (PTFE)

PTFE ist ein teilkristalliner thermoplastischer Kunststoff, der umgangssprachlich oft mit dem Handelsnamen Teflon bezeichnet wird. Seine nahezu universelle Chemikalienbeständigkeit ist in der hohen Bindungsenergie der Kohlenstoff-Fluor-Bindung und in der ausgezeichneten sterischen Abschirmung der Kohlenstoffkette durch die Fluoratome begründet.

Aufgrund des sehr geringen Reibungskoeffizienten existieren nahezu keine Materialien, die an PTFE haften bleiben.

PTFE ist nicht schweißbar und wird daher i. d. R. als lose zwischen den Flanschen geklemmte Auskleidung von Stahlrohrleitungskomponenten eingesetzt.

#### Modifiziertes PTFE (PTFE-M)

PTFE-M bietet im Vergleich zu Standard PTFE die folgenden zusätzlichen Anwendungsvorteile: Es kann im Heizelement-Stumpfschweißverfahren ohne weitere Schweißzusätze gefügt sowie im Warmgasdraht-Schweißverfahren (WZ) mittels PFA-Schweißdraht verschweißt werden. Die nahezu universelle Chemikalienbeständigkeit des PTFE wird durch die höhere Barrierewirkung gegenüber eindringenden Chemikalien noch weiter verbessert. Insbesondere bei hohen Anwendungstemperaturen bis ca. 200 °C kommt die geringe Permeationsrate

zum Tragen. Seine Verarbeitung erfolgt nach den für PTFE üblichen Verfahren.

**Perfluoralkoxylalkan (PFA)**

PFA ist eine thermoplastische Variante des Werkstoffes PTFE. Sie verfügt über ausgezeichnete Antihafteigenschaften, einen hohen Permeationswiderstand insbesondere im Temperatur-Anwendungsbereich bis ca. 120 °C, nahezu universelle Chemikalienbeständigkeit und eine sehr hohe Temperaturfestigkeit. Die Kratzfestigkeit ist jedoch geringer. PFA eignet sich zum Spritzgießen, für das Transfermolding-Verfahren und Extrudieren. Der Werkstoff kann geschweißt werden.

Neben der Verwendung als Schlauch- und Fittingwerkstoff für aggressive Chemikalien wird PFA zur korrosionsfesten Auskleidung im Chemieanlagenbau eingesetzt.

**Fluorinated Ethylene-Propylene (FEP)**

FEP ist, ähnlich dem PFA, ein vollfluorierter, thermoplastisch verarbeitbarer Werkstoff mit ausgezeichneten Antihafteigenschaften und einem hohen Permeationswiderstand. Die Beständigkeit gegenüber Chemikalien ist mit denen von PFA und PTFE-M gleichwertig.

Er ist gut schweißbar und äußerst witterungsbeständig. Bauteile aus FEP werden in der Chemischen Prozess-Industrie, Pharmaindustrie sowie im Halbleiterbau eingesetzt. Sie kommen bei der Abgasreinigung zum

Einsatz und werden als medienbeständige Liner zur Auskleidung von Stahlbehältern verwendet.

**Polyetheretherketon (PEEK)**

PEEK ist ein hochtemperaturbeständiger, teilkristalliner, thermoplastischer Kunststoff. Er ist beständig gegenüber fast allen organischen und anorganischen Chemikalien, hat eine hohe Beständigkeit gegenüber Gammastrahlung und weist eine hohe mechanische Festigkeit auf.

Bauteile aus PEEK werden in der chemischen Industrie, der Öl- und Gasindustrie, der pharmazeutischen Industrie und der Medizintechnik und der Lebensmittelindustrie eingesetzt.

Tabelle 1: Richtwerte der jeweiligen Werkstoffe als mögliche Planungshilfe

Werkstoff	PE	PP	PVC	ABS
Werkstofftyp	PE100	PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT	PVC-U	PVC-C
Werkstoffstruktur	Teilkristalliner Thermoplast	Teilkristalliner Thermoplast	Amorpher Thermoplast	Amorpher Thermoplast
Schmelzbereich	°C 130-135	140-150 und 160-165 (PP-H, PP-B)	100-150	100-150
Glasübergangsbereich	°C		73-83 (T <sub>g</sub> )	100-120 (T <sub>g</sub> )
E-Modul <sup>1)</sup>	MPa 900-1.000	750-2.000	2.500-3.000	2.500
Schlagzähigkeit	+	+	0/+ (je nach Formulierung)	++
Längenausdehnung	K <sup>-1</sup> 170-200 · 10 <sup>-6</sup>	100-200 · 10 <sup>-6</sup>	70-80 · 10 <sup>-6</sup>	60-70 · 10 <sup>-6</sup>
Chemische Widerstandsfähigkeit	Gut gegen wässrige Salzlösungen, Säuren, Basen	Gut gegen wässrige Salzlösungen, Säuren, Basen, Lösemittel	Sehr universelle chemische Beständigkeit gegenüber Säuren, Basen, wässrigen Lösungen, oxidierenden Substanzen und vielen organischen Stoffklassen. Vorsicht bei bestimmten organischen Medien	In vielen Bereichen zu PVC-U ähnliches Beständigkeitsprofil – jedoch mit einigen Ergänzungen (z. B. sehr gute Beständigkeit gegenüber feuchtem Chlor); jedoch sehr eingeschränkte Eignung im Kontakt mit basischen Medien
Temperatureinsatz als vollwandiges tragendes Rohr	°C -40 bis +60	-20 bis +95	0 bis +60	0 bis +80
Maximaltemperatur als Liner von GFK	MPa +70	+90	+60	+90

... Fortsetzung Tabelle 1: Richtwerte der jeweiligen Werkstoffe als mögliche Planungshilfe					
Werkstoff	PA	GFK	PVDF	E-CTFE	FEP
Werkstofftyp	PA-U12	UP-GF, VE-GF, EP-GF			
Werkstoffstruktur	Teilkristalliner Thermoplast	Duroplast	Teilkristalliner, teilfluorierter Thermoplast	Teilkristalliner, teilfluorierter Thermoplast	Teilkristalliner, vollfluorierter Thermoplast
Schmelzbereich	°C 172	k. A.	175	225	250-260
Glasübergangsbereich	°C				
E-Modul <sup>1)</sup>	MPa 1.300-1.500	900-1.500	2.000-2.500	1.400-1.700	500-550
Schlagzähigkeit	++	0	++	++ (ohne Bruch)	+++ (ohne Bruch)
Längenausdehnung	K <sup>-1</sup> 80 · 10 <sup>-6</sup>	10-50 · 10 <sup>-6</sup>	120-140 <sup>3)</sup> · 10 <sup>-6</sup>	70-80 <sup>3)</sup> · 10 <sup>-6</sup>	120 <sup>3)</sup> · 10 <sup>-6</sup>
Chemische Widerstandsfähigkeit	Gut gegen wässrige Salzlösungen, schwachsaure und basische Medien und Lösemittel; sehr gut gegen Kohlenstoffe oder Hydraulikfluid; geringe Neigung zum Quellen; niedrige Permeabilität	Hohe Beständigkeit gegen Chemikalien, Treibstoffe und Öle. Das Bindemittel Harz lässt sich einsatzgerecht auswählen	Sehr breite chemische Beständigkeit; Einschränkungen im basischen Bereich, im Kontakt mit einigen oxidierenden, sehr hoch konzentrierten Mineralsäuren und diversen organischen Medien	Sehr gut auch im alkalischen Bereich	Nahezu universell chemikalienbeständig
Temperatureinsatz als vollwandiges tragendes Rohr	°C -50 bis +110	-60 bis +120 (bzw. +150 <sup>4)</sup> )	-30 bis +110	-40 bis +100	k. A.
Maximaltemperatur als Liner von GFK	MPa k.A.	-	110	120	130

Werkstoff	PFA	PTFE	PEEK
Werkstofftyp		PTFE-M <sup>2)</sup>	
Werkstoffstruktur	Teilkristalliner, vollfluorierter Thermoplast	Teilkristalliner, vollfluorierter Thermoplast	Teilkristalliner Thermoplast
Schmelzbereich	°C 308 (Schmelze)	330 (Gel)	350
Glasübergangsbereich	°C 110 (T <sub>g</sub> )	142 (T <sub>g</sub> )	
E-Modul <sup>1)</sup>	MPa 550-600	620-650	3.700
Schlagzähigkeit	+++ (ohne Bruch)	+++ (ohne Bruch)	+++ (ohne Bruch)
Längenausdehnung	K <sup>-1</sup> 140 <sup>3)</sup> · 10 <sup>-6</sup>	120 <sup>3)</sup> · 10 <sup>-6</sup>	40-50 · 10 <sup>-6</sup>
Chemische Widerstandsfähigkeit	Nahezu universell chemikalienbeständig	Nahezu universell chemikalienbeständig	Nahezu universell chemikalienbeständig
Temperatureinsatz als vollwandiges tragendes Rohr	°C k. A.	k. A.	fallbezogen
Maximaltemperatur als Liner von GFK	MPa 130 (bzw. 150 <sup>4)</sup> )	130 (bzw. 150 <sup>4)</sup> )	k. A.

- +++ = Unempfindlich gegen Schlagbeanspruchung
- ++ = Sehr guter Widerstand gegen Schlagbeanspruchung
- + = Guter Widerstand gegen Schlagbeanspruchung
- 0 = unter bestimmten Bedingungen empfindlich gegen Schlagbeanspruchung
- = empfindlich gegen Schlagbeanspruchung
- k. A. = keine Anwendung

- 1) Kurzzeit Zug-E-Modul bei 20 °C
- 2) PTFE-M kann im Stumpfschweißverfahren ohne Schweißzusatz geschweißt werden. Bei Anwendung des Heißgasziehschweißens wird mittels PFA-Schweißdraht geschweißt
- 3) bis 100 °C Anwendungstemperatur
- 4) im Verbund mit GFK mit spezieller Hochtemperatur-Hybridharz-Matrix

Die Tabellen beinhalten Richtwerte des jeweiligen Werkstoffes, die als Planungshilfe verwendet werden können. Diese technischen Kennwerte können in Abhängigkeit von Verarbeitungsverfahren und Probekörperherstellung variieren. Die Eignung der

Materialien für einen konkreten Verwendungszweck, ist vom Verarbeiter bzw. Anwender zu prüfen. Rechtliche Verbindlichkeiten können aus den Angaben nicht abgeleitet werden, insbesondere stellen sie keine zugesicherten Eigenschaften dar.

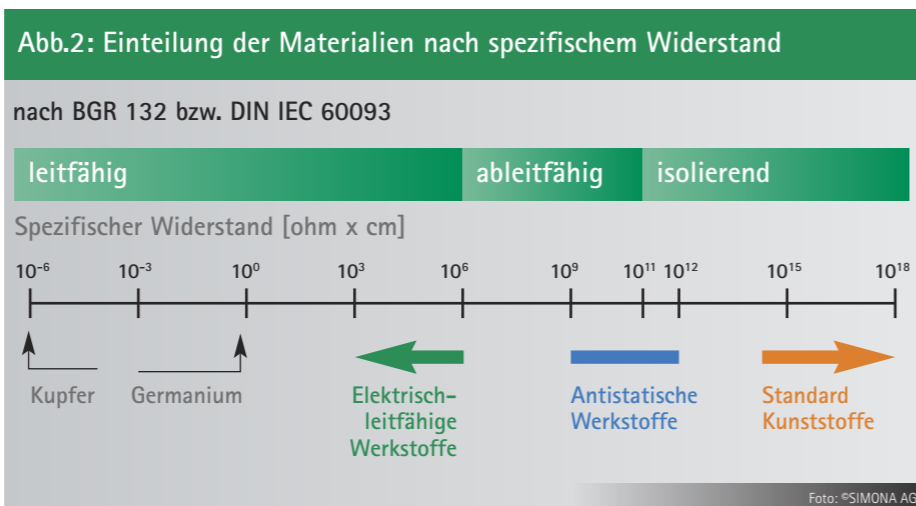
### Angepasst an Ihre Anforderungen

Im Gegensatz zu traditionellen Werkstoffen bieten Kunststoffe auch langfristig hohe Innovations- und Individualisierungsmöglichkeiten.

Anwendungen in der chemischen Prozessindustrie bedürfen oftmals individueller Anpassungen. „Customizing“ heißt hier, gezielt Problemlösungen zu entwickeln.

In Bereichen, in denen Explosionsgefahr besteht, können Kunststoffe mit der per se guten elektrischen Isolation durch spezielle Zusätze antistatisch oder elektrisch leitfähig eingestellt werden. Durch das Hinzufügen von Rußen wird der elektrische Oberflächenwiderstand gesenkt. (Die Ergebnisse dazu stehen in Abb. 2)

Eine nachgewiesene Schwerentflammbarkeit schützt im Brandfall und ist bei Lüftungssystemen unabdingbar. Die Sondertypen PPs und PP-ELs weisen aufgrund ihres hohen Sauerstoffindexes selbstverlöschende Eigenschaften auf, die PVC und PVDF generell gewährleisten. Bei GFK-Rohren wird dieser Zustand durch die Zugabe einer übereutektischen Legierung aus ca. 78 % Aluminium und 17 % Silizium erreicht.



Rohrleitungen müssen häufig einem vorgegebenen, verzweigten Verlauf folgen und dabei Hindernisse umgehen, überbrücken oder unterqueren. Stoffströme werden beispielsweise in Schachtbauwerken zusammengeführt oder getrennt und an vorgegebene Übergabepunkte geführt. Dort, wo die Kombination standardisierter Rohre und Formteile zur Erfüllung individueller Konstruktionsvorgaben an ihre Grenzen stößt, erlaubt es die Variabilität des Kunststoffes in Formgebung und Design, maßgeschneiderte Sonderlösungen herzustellen. Entsprechend der Planungsvorgaben werden dann indivi-

duelle Bauteile oder Sonderbauwerke wie z. B. Schachtbauwerke oder Rohrbrücken werkseitig hergestellt.

#### Sonderlösungen:

- Doppelrohrsysteme mit passenden Formteilen
- Rohre mit speziellen Einstellungen, wie z. B. Abmessungen und Farben oder Werkstoffmodifikationen
- Individuell konstruierte Sonderformteile als Systemkomponenten
- Komplexe Konstruktionen, wie z. B. Schachtbauwerke oder Verteilersysteme.

Brandtest an einem Kunststoffrohr nach IMO 753 Standard



Sammelbalken aus elektrisch leitfähigem Polyethylen



## Verbindungstechnik

„Kunststoff-Rohrleitungssysteme können Lebensdauern von über 100 Jahre erreichen, weil langfristige sichere Verbindungen (sogar unter extremen Bedingungen) möglich sind. Dieses hohe Qualitätsniveau ist dank speziell hierfür entwickelter Materialien, bewährter Verarbeitungstechnologien (wie z. B. auf Basis anerkannter DVS-Richtlinien beim Fügen) sowie etablierter erfolgreicher Installationstechniken gesichert.“

*Dr. rer. nat. Benjamin Baudrit; Prokurist, Bereichsleiter „Produkte und Prozesse“ sowie „Fügen und Oberflächentechnik“ am SKZ – Das Kunststoff-Zentrum in Würzburg*

Die Möglichkeiten zur Verbindung von Kunststoff-Rohrleitungskomponenten sind vielseitig und zunächst auch von der Materialwahl abhängig. Bei der Auslegung eines Kunststoff-Rohrleitungssystems ist es deshalb wichtig, sich schon in der Planungsphase über mögliche Verbindungsverfahren und deren Anwendbarkeit zu informieren. Die Auswahl des am besten geeigneten Verbindungsverfahrens wird von einer Vielzahl ver-

schiedener Faktoren beeinflusst. Letztendlich hängt die Entscheidung über das geeignete Verbindungsverfahren von der Wirtschaftlichkeit, der Konstruktion der Bauteile, inneren und äußeren Einflüssen auf das System, den Transportmedien sowie den örtlichen Gegebenheiten ab. Die nachstehende Aufstellung gibt eine grobe Übersicht über die gängigen Verbindungstechniken im Kunststoff-Rohrleitungsbau.





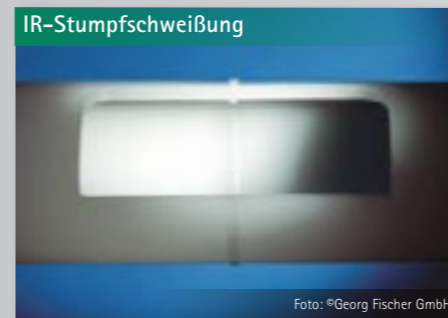
- Einfache Handhabung während der Schweißung
- Einfache Schweißnahtvorbereitung
- Unkomplizierte Bedienung der Schweißgeräte
- Gleichbleibende Schweißnahtqualität
- Schweißwulst im Inneren der Verbindung
- Ausreißsichere Verbindung
- Schnell, kostengünstig, stabil
- Für Dimensionen bis 160 mm geeignet



- Einfache Handhabung während der Schweißung
- Einfache Schweißnahtvorbereitung
- Unkomplizierte Bedienung der Schweißgeräte
- Gleichbleibende Schweißnahtqualität
- Schweißwulst innen und außen
- Ausreißsichere Verbindung
- Schnell, kostengünstig, stabil
- Für alle Dimensionen geeignet



- Einfache Handhabung während der Schweißung
- Einfache Schweißnahtvorbereitung
- Unkomplizierte Bedienung der Schweißgeräte, integrierte Prozessüberwachung
- Gleichbleibende Schweißnahtqualität
- Kein Absatz oder Schweißwulst im Inneren
- Schweißen an schwerzugänglichen Stellen möglich
- Ausreißsichere Verbindung
- Schnell, kostengünstig, stabil



- Schnell, automatisierbar
- Deutlich kleinerer Wulst
- Kein direkter Kontakt des Strahlers zum Werkstück
- Ausreißsichere Verbindung



- Manuell, hoher Erfahrungsfaktor benötigt
- Universell, geeignet für beliebige Bauteilgeometrien
- Standardverfahren im Verbundrohrleitungsbau, Apparatebau (Schächte und Behälter), Rohrleitungsbau (Mantelrohre)
- Ausreißsichere Verbindung



- Extruder-Schweißung ist ein teilmechanisiertes Warmgasschweißverfahren
- Nut und Kehle werden in nur einem Verarbeitungsschritt gefüllt
- Schnell, kostengünstig





- Wulstfrei, höchste Schweißfaktoren
- Auf bestimmte Wandstärken limitiert
- Bislang auf Polyolefine/PVDF beschränkt



- Einfach, schnell, ohne Maschine
- Auf bestimmte max. Dimensionen limitiert
- Manuell je nach Medienbelastung
- Korrekte Kleberwahl wichtig
- Ausreißsichere Verbindung



- Schneller Austausch, Anpassbarkeit
- Verbindung mit anderen Werkstoffen
- Lagenweiser Aufbau in Stärke und Fläche



- Schneller Austausch, Anpassbarkeit
- Ausführung als Los- oder Festflanschvariante
- Gut für Vorfertigungsmontagen
- Vorschweißbund, Dichtungen und Schrauben erforderlich
- Keine längskraftschlüssige Verbindung (lösbar)



- Einfache Montage auf der Baustelle
- Schneller Einbau durch einseitig im Werk aufgezogene Kupplungen
- Eignung für muffenlose Rohre
- Ausführung auch für längskraftschlüssige und nicht kraftschlüssige Verbindungen verfügbar



- Schnellverbindungsmöglichkeit
- Einfache Montage, Demontage und Wiedermontage
- Ausreißsichere Verbindung (lösbar)



### Digitale Rohrnetzdokumentation

Eine moderne Netzwerkdokumentation beschränkt sich nicht auf die Bereitstellung von elektronischen Schweißprotokollen entsprechend der gängigen Anforderungen, sondern hat den Anspruch, den gesamten Lebenszyklus aller Bauteile einer Rohrleitung von der Herstellung, dem Einbau bis zum Betrieb darzustellen. Durch den Einsatz von neuen

Technologien wird gewährleistet, dass die Datensätze an einem zentralen Speicherort sicher vorliegen und jederzeit von überall abrufbar sind.

Informationen wie Baustellenbezeichnungen, Auftragsnummern, die Schweißer-ID, Schweißprotokolle und GPS Koordinaten, die Ergebnisse der Druckprüfung oder das Pro-

tokoll einer zerstörungsfreien Materialprüfung sowie Bilder und Videos können online in Datenbanken gesichert werden. Wartungszyklen für Ventile und Armaturen können im System hinterlegt werden und erleichtern so den Unterhalt einer Anlage.

# Ausbildung und Qualifikation im Bereich Verbindungstechnik

„Die vom IKV in Zusammenarbeit mit den Bildungseinrichtungen in mehr als 70 Jahren entwickelten Qualifikationsmaßnahmen sind ein Garant für eine qualitativ hochwertige Kunststoffrohrinstallation in Deutschland und finden auch international hohe Anerkennung.“

Dipl.-Ing. Leo Wolters, Leiter der Abteilung Aus- und Weiterbildung, Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen

Die zunehmende Anwendung von Kunststoffrohren sowohl im industriellen Bereich als auch im Abwasser- und Trinkwasserbereich in den 1950er Jahren führte schnell dazu, dass das IKV bereits kurz nach seiner Gründung eine Qualifikationsmaßnahme „Verlegung von Frischwasserleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen“ entwickelte, die im Jahr 1955 erstmalig erfolgreich von vielen Lehrgangsteilnehmern besucht und im Lehrgangsprogramm des IKV aufgenommen wurde. Kurze Zeit später folgte die Entwicklung weiterer Qualifikationsmaßnahmen u. a. für den Bereich der Kunststoffrohrinstallation innerhalb von Gebäuden.



Ausbildung seit den 1950er Jahren

Gemeinsam mit den Fachverbänden (DVS, DVGW, KRV, ZVSHK, RBV) wurden die vom IKV entwickelten Qualifikationsmaßnahmen in DVS-Richtlinien, DVGW-Regelwerken oder Rahmenlehrplänen für das Handwerk überführt. Die Entwicklung der Kunststofflehrgänge ist zertifiziert nach ISO 9001:2015.



Ausbildung heute

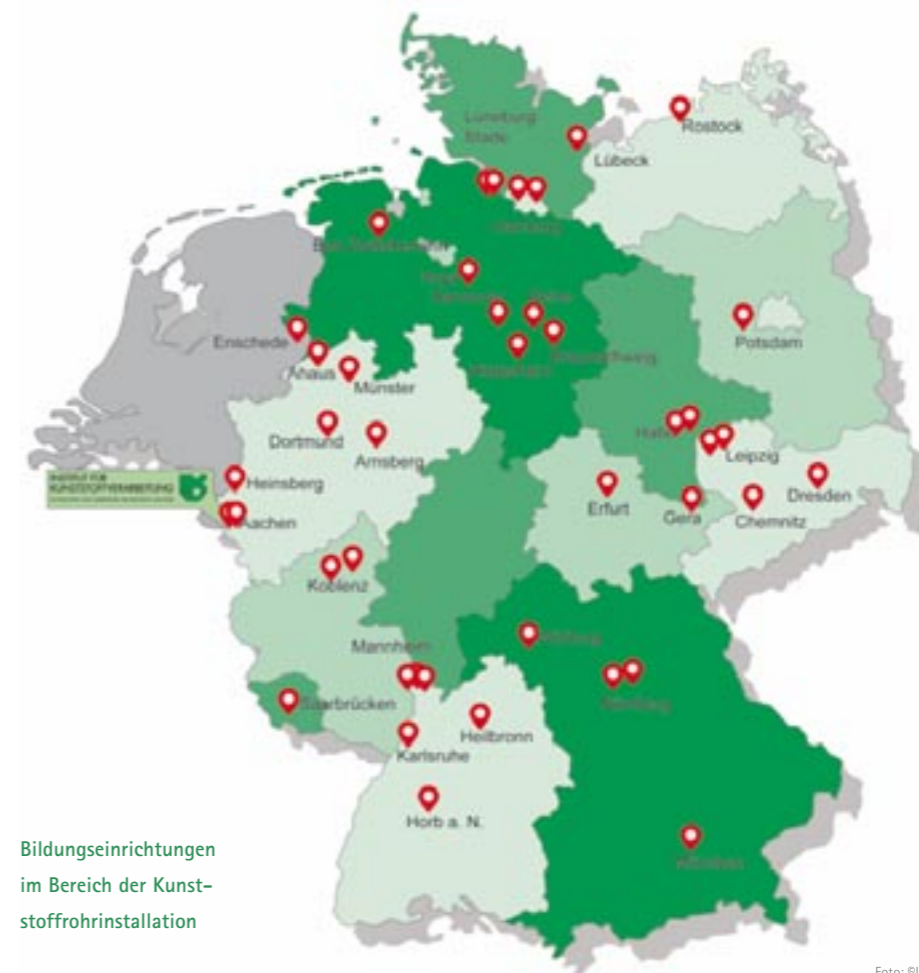
Das IKV fungiert als bundesweite Leitstelle für die Qualifikationsmaßnahmen, die von den durch regionale Handwerkskammern, durch das SKZ oder durch Innungen oder der

Bauindustrie betriebenen Ausbildungszentren durchgeführt werden. Im Bereich der Kunststoffrohrinstallation wird das Portfolio an über 20 der derzeit bestehenden 42 Bildungseinrichtungen mit über 40 der derzeit 100 vom IKV fachlich qualifizierten und betreuten Ausbildern umgesetzt.

Die Qualifikationsmaßnahmen zur Kunststoffrohrinstallation werden jährlich von ca. 15.000 Lehrgangsteilnehmern genutzt. Der Anteil der industriellen Kunststoffrohrinstallation liegt bei etwa 20 %. Dabei werden alle Fügeverfahren (Heizelement-Stumpfschweißen, Heizelement-Muffenschweißen, Heizwendelschweißen, das mechanische Verbinden sowie das Kleben und das Laminieren), je nach Anwendung geschult. Die Lehrgänge sind so konzipiert, dass alle zugelassenen Rohr- und Fitting-Hersteller sowie alle Schweißmaschinenhersteller nebeneinander vorgestellt werden und dass jeder Lehrgangsteilnehmer den Umgang mit allen Systemen praktisch kennenlernt. Abgerundet wird die Ausbildung der Kunststoffschweißer, -kleber und -laminierer durch die Ausbildung von Schweißfachpersonal nach DVS 2213.

Für die Kunststoffrohrinstallation stehen derzeit die nachfolgenden Qualifikationsmaßnahmen zur Verfügung:

- DVS 2212-1 „Prüfung von Kunststoffschweißern Prüfgruppen I und II“
- DVS 2212-4 „Prüfung von Kunststoffschweißern; Schweißen von PE Mantelrohren – Rohre und Rohrleitungsteile“
- DVS 2213 „Fachmann für Kunststoffschweißen“
- DVS 2220 „Prüfung von Kunststofflaminierern und -klebern – Laminat- und Klebverbindungen aus GFK (UP-GF und EP-GF)“
- DVS 2221 „Prüfung von Kunststoffklebern – Rohrverbindungen aus PVC-U, PVC-C und ABS mit lösenden Klebstoffen“.



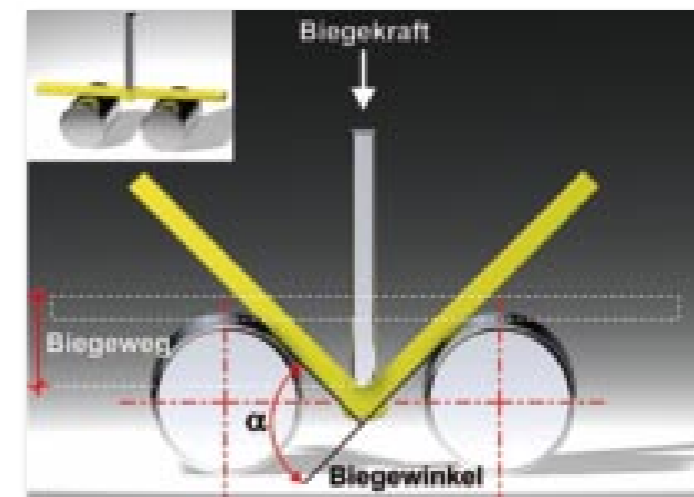
Bildungseinrichtungen im Bereich der Kunststoffrohrinstallation

Foto: ©IKV



Torsionsscherversuch zur Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von Heizwendel- und Heizelementmuffenschweißverbindungen

Foto: ©IKV



Technologischer Biegeversuch zur Überprüfung der Kaltverformbarkeit der Schweißnaht

## Weitere Informationen im Internet

[www.kunststoffausbildung.de](http://www.kunststoffausbildung.de)



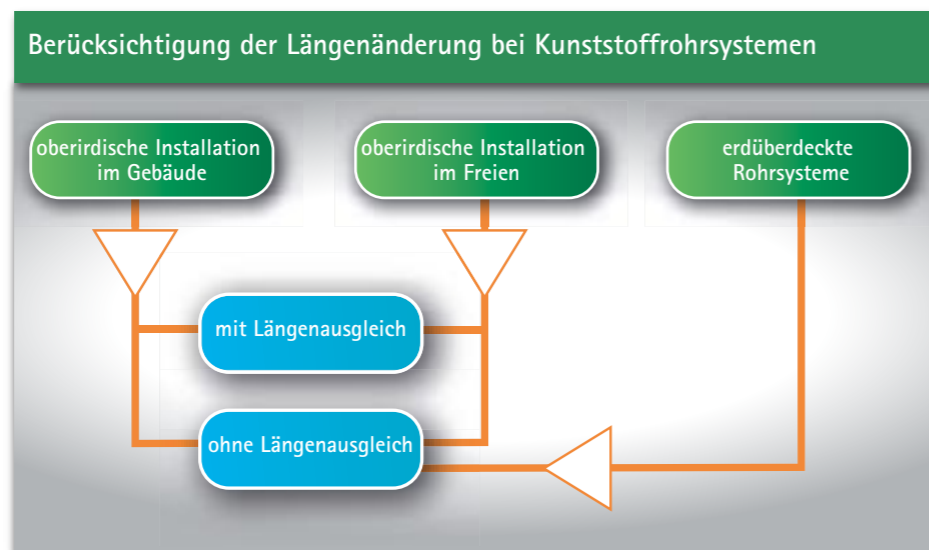


## Hinweise zur Installation

Kunststoffrohrleitungen weisen gegenüber Systemen aus metallischen Werkstoffen ein deutlich zeit- und temperaturabhängigeres Werkstoffverhalten auf. Grundsätzlich können auf ein Rohrleitungssystem mehrere innere und/oder äußere Belastungen einwirken. Dies gilt besonders bei erdüberdeckten Rohrleitungssystemen. Nachfolgend werden mögliche Belastungsarten aufgezeigt.

Grundvoraussetzung für ein fachgerecht ausgelegtes Rohrleitungssystem sind gute Fachkenntnisse, gepaart mit Erfahrung in der Anwendungs- und Verfahrenstechnik. Kunststoffe bieten hier die Möglichkeit zum Einsatz umweltschonender, wartungsfreundlicher, wirtschaftlicher und langlebiger Rohrleitungssysteme.

Bei der Projektierung und der Installation von thermoplastischen Rohrleitungssystemen müssen aber stets die werkstoffcharakteristischen Eigenschaften (z. B. höherer Ausdehnungskoeffizient) berücksichtigt werden. Hierzu stehen heute moderne Berechnungsprogramme zur Verfügung.



## Gesetzliche Vorgaben an Kunststoffrohrleitungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

„Der Schutz und die Bewahrung unserer Umwelt und Gewässer gehört zu den vornehmsten Pflichten insbesondere im industriellen Anlagenbau. Der Transport von wassergefährdenden Stoffen in Kunststoffrohrleitungen ist eine elegante Lösung, diesem hohen Anspruch Rechnung zu tragen.“

Dipl.-Ing. Matthias Doll, Sachverständiger nach § 53 AwSV, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München

Mit den EU-Richtlinien hat Brüssel einen großen Einfluss auf die Gestaltung des Umweltschutzes (Boden, Wasser, Luft) in Deutschland. EU-Vorgaben findet man z. B. in der:

- Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL) und den Tochterrichtlinien zum Grundwasserschutz
- Abfallrahmen-Richtlinie (ARRL)
- Industrieemissions-Richtlinie oder in der
- Chemikalienverordnung (REACH).

Diese Vorgaben werden mit dem Deutschen Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dem Baurecht und dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) weitgehend umgesetzt.

Die gesetzlichen Vorgaben für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, findet man im Wesentlichen in den § 62 und § 63 des WHG, der Bundesverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) sowie den allgemein anerkannten



Regeln der Technik gemäß § 62 des WHG. Diese wären (nach aktuellem Stand der bauordnungsrechtlichen Vorschriften):

- Technische Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- Technische Regeln, die in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Bau-

bestimmungen (MwV TB), veröffentlicht in den „Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik“, aufgeführt sind, soweit sie den Gewässerschutz betreffen, sowie die den Gewässerschutz betreffen und nicht in der Bauordnungsliste des DIBt enthalten sind.

Nach § 62 WHG richten sich die Anforderungen des anlagenbezogenen Gewässerschutzes an:

- Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU-Anlagen),
- Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden (HBV-Anlagen) sowie an
- Rohrleitungsanlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Jedem Betreiber solcher Anlagen muss bewusst sein, dass austretende wassergefährdende Stoffe Boden, Gewässer oder das Grundwasser nachteilig und nachhaltig verändern und große Umweltschäden verursachen.

chen können. Der Besorgnisgrundsatz des § 62 WHG ist so zu verstehen, dass von der Errichtung einer Anlage über deren Nutzung bis hin zur Stilllegung keine auch noch so wenig naheliegende Wahrscheinlichkeit für eine Beeinträchtigung der Gewässereigenschaften zuzulassen ist.

§ 63 WHG – Eignungsfeststellung – wurde 2017 geändert und ist im Januar 2018 in Kraft getreten. Diese Änderung wurde zum einen erforderlich, um das novellierte Bauordnungsrecht im Hinblick auf die europäischen Regelungen zu Bauprodukten und deren Eignung zu berücksichtigen. Zum anderen wurde das Gesetzgebungsverfahren genutzt, um auch die Systematik und Verständlichkeit der Regelungen zu verbessern.

Besonders zu würdigen ist, dass die Eignungsfeststellung nur für die LAU-Anlage in ihrer Gesamtheit von der Behörde festzustellen ist. Mit § 63 Abs. 4 WHG werden dann noch ergänzende Regelungen zur (möglichen) Eignung von Anlagenteilen getroffen.

Also wird nun über § 63 Abs. 4 WHG für folgende Anlagenteile von LAU-Anlagen die Eignung durch den Gesetzgeber gesetzt:

- Bauprodukte, die unter den Regelungen des Europäischen Bauproduktenrechts hergestellt und in Verkehr gebracht worden sind, sofern bestimmte Anforderungen erfüllt werden (u. a. CE-Kennzeichnung mit Leistungserklärung zu wesentlichen Merkmalen der harmonisierten Norm, die dem Gewässerschutz dienen),
- Bauprodukte oder Bauarten, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung bzw. Bauartgenehmigung durch das DIBt unter Berücksichtigung der wasserrechtlichen Anforderungen erteilt wurde,
- Druckgeräte im Sinne der europäischen Druckgeräte-Richtlinie (DGRL) mit entsprechender CE-Kennzeichnung, sofern sie auch entsprechend der DGRL in Betrieb genommen werden,



Foto: ©Borealis AG



Foto: ©Amiblu Germany GmbH

- Maschinen im Sinne der europäischen Maschinenrichtlinie (MRL) mit entsprechender CE-Kennzeichnung, sofern sie auch entsprechend der MRL in Betrieb genommen werden.

Mit Einführung der Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) im August 2017 wurde nach Jahren der Vorbereitung und Überwindung vieler Hürden ein einheitliches Bundesrecht eingeführt. Damit wurden nicht nur 16 Länderverordnungen (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe VAWS), sondern auch die Verwaltungs-Vorschriften für wassergefährdende Stoffe (VwVwS) ersetzt. Die Vorschriften zur Einstufung von wassergefährdenden Stoffen in Wassergefährdungsklassen (WGK) wurden komplett in die AwSV – Anlage 1 überführt. Und weiter wurden neben Biogas- nun auch Jauche-, Gülle- und Silagesickersaft-Anlagen in die AwSV aufgenommen.

Die AwSV fasst die organisatorischen Anforderungen an den Betrieb von Anlagen, wie z. B. Anzeige- und Genehmigungspflichten, Prüfung durch Sachverständige oder auch die Pflichten zur Mängelbeseitigung, teilweise neu. So sind die Regelungen zur Prüfung von Anlagen durch Sachverständige detaillierter aufgeschlüsselt worden, was bei besonderen Risiken, wie z. B. Anlagenstandort im überschwemmungsgefährdeten Gebiet, zu einer Verschärfung gegenüber den bisherigen Regelungen führte. Auch wurde die Notwendigkeit der fachgerechten Planung von Anlagen betont. Damit reagierte man auf in der Vergangenheit häufig gemachte Fehler, die bei ordnungsgemäßer Planung vermieden worden wären. Es wurde eine Dokumentationspflicht des Betreibers für seine Anlagen eingeführt (§ 43). Die Fachbetriebspflicht (§ 45) wurde erweitert, die Anforderungen an das Personal im Fachbetrieb nach WHG wurden insbesondere hinsichtlich Weiterbildungspflichten verschärft.

Hinsichtlich der technischen Anforderungen sind in § 21 AwSV die Anforderungen an die Rückhaltung bei Rohrleitungen zum Transport wassergefährdender Stoffe zu finden. Auch nach AwSV kann bei oberirdischen Rohrleitungen weiterhin unter bestimmten Voraussetzungen mittels einer Gefährdungsabschätzung (Anwendung der Technischen Regel für wassergefährdende Stoffe TRwS 780) ganz oder teilweise auf Rückhaltemaßnahmen verzichtet werden. Hinsichtlich der Anwendung der TRwS 780 ist zu beachten, dass beide Teile in aktueller Fassung von Mai 2018 vorliegen. Unberührt davon, sind natürlich auch weitere Regelungen für doppelwandige Rohrleitungen nach Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) bzw. Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) zum Schutz der Mitarbeiter zu beachten (u. a. Notwendigkeit von Spritzschutz-Maßnahmen).

Mit dem Entwurf zur Neufassung der TA Luft (erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz) vom Juli 2018 werden zudem neue Anforderungen an Flanschverbindungen gestellt. Die bisherige Forderung einer „hochwertigen Dichtung“ für die Erfüllung der TA Luft, ist nicht mehr ausreichend.

In dieser neuen Entwurfsfassung der TA Luft geht man von der Einzelbetrachtung der „Dichtung mit TA Luft Zertifikat“ über zu einer systembezogenen Betrachtung der gesamten „Flanschverbindung mit TA Luft Zertifikat“. Die Dichtheitsklasse von Kunststoff-Flanschverbindungen ist in Anlehnung an die Technische Regel VDI 2200 „Dichte Flanschverbindungen – Auswahl, Auslegung, Gestaltung und Montage von verschraubten Flanschverbindungen“ mit einem harmonisierten Bauteilversuch, für die gesamte Flanschverbindung nachzuweisen. Die maximal zulässige Leckage-Rate beträgt  $L = 0,01 \text{ mg/s} \cdot \text{m}$ .







Foto: ©Georg Fischer GmbH

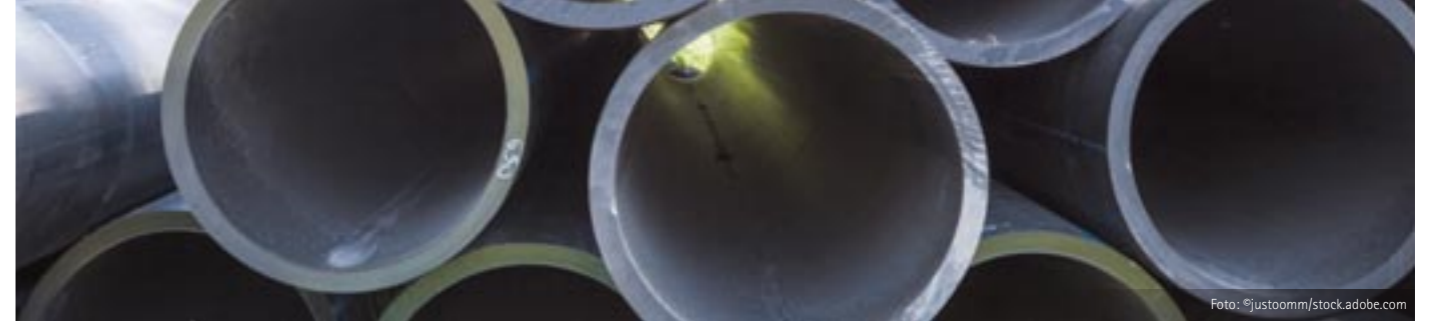


Foto: ©justoomm/stock.adobe.com

## Vielfältige Leitungskonzepte

„Kunststoffrohrsysteme in der Elektrolyse-Technologie haben sich in den letzten fünf Jahren erheblich verbessert. Ein tiefgreifendes Verständnis des Materials unter Betriebsbedingungen hat es uns ermöglicht, diese Komponenten in ihrer spezifischen Anwendung in der chemischen Industrie zu optimieren.“

Dr. Sami Pelkonen, Chief Executive Officer, ThyssenKrupp Industrial Solutions BU Chemical and Process Technologies, Dortmund

Keine andere Rohrleitungsklasse als die der Kunststoffrohrsysteme kann eine größere Bandbreite an unterschiedlichen Leitungskonzepten vorweisen. Dies gilt vor allem im Bereich des industriellen Anlagenbaus.

Bandbreite der Leitungskonzepte von Kunststoffrohrsystemen im industriellen Anlagenbau			
Konzept	Verbindungstechnik	Typischer Durchmesserbereich [mm]	Charakteristik
Doppel-Rohr	Klebeverbindung, Schweißung	20–225 (Innenrohr)	Größere Sicherheit durch Rohr-in-Rohr-Konzept. Leckageüberwachung durch Unterdrucksystem. Durch Sensoren visuelle Kontrolle (Außenrohr aus transparentem PVC) oder Unterdruckmessung
GFK Rohr	Muffenverbindung, Klebeverbindung, Laminatverbindung, Flanschverbindung	25–4.000	Große Sicherheit durch Rohr-in-Rohr-Verbindung. Vielfältigkeit der Harztypen ermöglicht passende Lösungen in Bezug auf Temperatur und Medium
Lüftungsrohre	Muffenverbindung in Kombination von Kleben und Draht- oder Stumpfschweißung	< 800	Oftmals die wirtschaftlichste Alternative, um korrosive Abluft/Dämpfe zu transportieren
Schläuche	Steckverbindung, Schraubverbindung sowie Sonderlösungen	< 2 Zoll	Oft Rollenware; Schläuche aus vollfluorierten Kunststoffen finden in der Halbleiterindustrie oft als Innenrohr in Doppel-Rohr-Systemen Anwendung
Sonderlösungen	Extrem vielfältig und individuell in Material und Anwendung	i.d.R. < 2.500	Rohre als „Halbzeug“; i. d. R. kein Systemkonzept benötigt
Thermoplastische Rohrsysteme	Schweißung, Klebeverbindung, Flanschverbindung	16–4.000	Standard im Industriebereich
Liner-Verbundrohr	Draht- oder Stumpfschweißung, Flanschverbindung	16–2.000	Erhöhte Sicherheit durch Rohr-in-Rohr-Konzept; oft deutliche Erweiterung der Anwendungstemperaturen da Inliner nur als Korrosionsbarriere agiert; die mechanische Last übernimmt der GFK-Mantel

## Anwendungsbeispiele

„Eine moderne Chloranlage kann ohne Kunststoffrohrsysteme nicht nachhaltig ausgelegt werden.“

Bernhard Rijpkema, Manager Materials Technology, Nouryon Industrial Chemicals Arnheim, Niederlande

### Chemische Prozess-Industrie

**Leitungssysteme für Prozesskühlwasser**  
Bei einem Wassergemisch mit Schwefelsäuregehalt (36 %) bei 40 °C kommen Rohrsysteme aus PE, PP und PVC zum Einsatz.

- Salpetersäure und Flusssäure bei 70 °C: PP-H
- Destilliertes Wasser bei 80 °C: PP-H
- Wässrige Schwefelsäure bei 90 °C: PVDF
- Schwefelsäure (95 %): PVC-C, PVC-U
- Natriumsulfat bei 85 °C: PVC-C.

wird die Zellreaktion stark verändert, und es ergeben sich neue Bedingungen, bei denen die Chlorgewinnung gegenüber dem Standard-Membranprozess mit bis zu 25 % Ersparnis von elektrischer Energie erfolgen kann. Ein gewaltiger Schritt zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes bei der Chlorherstellung. Bei dieser Technologie kommen Liner-Verbundrohre aus einem speziell modifizierten PVC-U-Werkstoff auf der Laugenseite zum Einsatz. Grundsätzlich ist die Chlorelektrolyse eine Referenztechnologie, bei welcher im direkten Umfeld der Elektrolysezelle wie auch in der Peripherie und Weiterverarbeitung des gewonnenen Chlors und der Lauge seit jeher sehr viele Kunststoffrohre unter außergewöhnlich anspruchsvollen Betriebsbedingungen zum Einsatz kommen. Ein weiterer Beweis für die Leistungsfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit dieser Materialklasse.



Foto: ©SIMONA AG



Foto: ©SIMONA AG



Foto: ©SIMONA AG

### Langlebige Komplettlösung für Beisanlagen

Kunststoffrohrsysteme sind für zahlreiche chemische Anforderungen die richtige Lösung:

**Bis zu 25 % Energieeinsparung bei der industriellen Chlorherstellung**  
Die elektrolytische Chlor- und Laugenerstellung aus Steinsalz oder Kaliumchlorid ist ein seit vielen Jahrzehnten weltweit im Mega-Tonnen-Maßstab eingesetzter chemischer Grundprozess. Das Verfahren ist mit einem sehr hohen Energieverbrauch verknüpft. In einer sehr innovativen Weiterentwicklung des aktuell von allen relevanten Anbietern dieser Technologie verwendeten Membranverfahren wird der Elektrolyseprozess auf der Kathodenseite (Laugengewinnung) unter Sauerstoffatmosphäre bei Temperaturen im Bereich 85–90 °C betrieben (sog. ODC-Verfahren). Durch diesen Schritt



Foto: ©thyssenkrupp Uhde Chlorine Engineers GmbH

### Carbon Capture and Utilization (CCU) nutzt PA-U12 Re-Lining zur Rehabilitation von CO<sub>2</sub>-Transportleitungen

In Veracruz (Mexico) werden zur Harnstoff-Produktion jährlich 880.000 t Kohlendioxid eingesetzt, die in der Petrochemie anfallen. Die vorhandenen Stahlrohrleitungen mit Innendurchmessern von 305 mm (12") und 460 mm (18") wiesen nach 20 Jahren Betriebsdauer eine dramatische Reduzierung der Wanddicke auf, was auch auf Feuchtigkeit im CO<sub>2</sub> zurückschließen lässt. Ab einer Restwanddicke von 20 % wurden Kunststoffrohr-Liner in die Stahlrohre eingezogen.

So bietet das Linerrohr für die Wasserquerung die sicherste Wahl bei lebenslanger Wartungsfreiheit.



Foto: ©Evonik Industries AG  
Linerrohr aus PA-U 12

Kleinste Löcher, aber auch die CO<sub>2</sub>-Permeation durch konventionelle Liner können zur Bildung von Kohlensäure führen, die die Oxidation von Stahl selbst in geringen Mengen beschleunigt. Die Leitungen in Veracruz verlaufen 700 m weit als kaum zugängliche Rohrbrücke über einen Fluss. Die Wahl des Linermaterials fiel auf PA-U12, da die CO<sub>2</sub>-Permeation durch eine PA-U12 Rohrwand vernachlässigbar ist. Darüber hinaus sind die Steifigkeit in mit CO<sub>2</sub> gesättigtem Zustand und der Kriechwiderstand bei PA-U12 so hoch, dass für die 25-jährige Lebensdauer der durch Rost vermutlich mit größeren Löchern beschädigten Stahlrohre bei einem Betriebsdruck von 27,5 bar (400 psi) die Sicherheit zur Überbrückung der angenommenen Löcher auf einem verlässlich hohen Niveau liegt.

### Hohe chemische Beständigkeit

Bei dem Rückgewinnungsprozess von Säurebeize (Salpetersäure 20 % und Flußsäure 5 %) zur Oberflächenbehandlung von Metallen gewährleisteten Rohrsysteme aus PP-H einen störungsfreien Betrieb.



Foto: ©SIMONA AG

Um die Linerrohre in die aufgearbeiteten Stahlrohre einzuziehen, wurde ihr Durchmesser durch Hindurchziehen durch ein Rollen-Gestell reduziert. Im Stahlrohr relaxierten die Liner und legten sich so an den Innendurchmesser der Stahlrohre an. Die in den PA-U12-Linern eingebrachten Längsnuten bilden zwischen Liner und dem Stahlrohr einen mit Luft gespülten Raum, an den in regelmäßigen Abständen ein Leckschutz-Überwachungssystem angeschlossen wird.

### Hochbelastetes Industrieabwasser von Peroxid-Produktion

In einem Chemiapark in Gibbons (Canada) entstehen bei der Peroxid-Produktion hoch belastete Abwässer. Eine Druckrohrleitung hat unter einer wohl nicht ausreichend berücksichtigten chemischen Belastung vorzeitig sein Lebensende erreicht. Aus diesem Grunde wurde ein Polyamid 12-Rohr (Da 114 mm, SDR 13,5) lose in das versprödete Altrrohr (Da 219) eingezogen.

Für Betriebstemperaturen über 50 °C konnte für Polyamid 12 basierend auf Erfahrungen bei Off-Shore-Anwendungen eine sehr hohe Beständigkeit gegenüber Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff und Kohlendioxid in wässriger Lösung nachgewiesen werden. Bei der Verkleinerung vom Rohrdurchmesser konnte der notwendige Durchfluss durch eine entsprechende Erhöhung vom Betriebsdruck gewährleistet werden. Das PA-U 12-Druckrohr wurde bei SDR 13,5 auf einen Betriebsdruck von 10 bar (150 psi) ausgelegt. Der PA-U 12-Liner ist seit 2015 ohne Auffälligkeiten im Betrieb.



Foto: ©Evonik Industries AG  
Linerrohr aus PA-U 12

## Wasseraufbereitung



Foto: ©SIMONA AG

Attraktionsverteiler mit Rohren und Formteilen aus PP-H in einer Wasseraufbereitungsanlage



Foto: ©SIMONA AG

Entsalzungsanlage mit Rohren und Formteilen aus PE100



Foto: ©Allaxis Deutschland GmbH



Foto: ©SIMONA AG

### Moderne Werkstoffe für Wasseraufbereitungsanlagen

Korrosionsbeständige Kunststoffrohre sind das ideale Transportsystem für Wasser. Sie erfüllen die hygienischen Anforderungen zuverlässig und garantieren lange Standzeiten und hohe Betriebssicherheit. Rohrsysteme aus Kunststoff finden Anwendung in Aufbereitungsanlagen für industrielle und kommunale Abwässer, Schwimmbadtechnik und Entsalzungsanlagen. Standardisierte Systemkomponenten und individuelle Sonderformteile ermöglichen eine flexible Anpassung an bauliche Gegebenheiten.

### Reinstwasser-Anlagen

Material PVDF und PP-H; Reinstwasser (bis 18 Megaohm); IR-Schweißung; Polishing Stufe in einer Halbleiterfabrik; Verwendung von Membranventilen/Absperrklappen.



Foto: ©Georg Fischer GmbH

## Lüftungs- und Klimatechnik



Foto: ©SIMONA AG



Foto: ©SIMONA AG

### Sicheres Ableiten von chemisch belasteter Abluft

Lüftungs- und Klimasysteme aus Kunststoff überzeugen durch geringes Gewicht und einfache Installation. Besonders die chemische Beständigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit zeichnen sie aus.

Selbstverlöschendes Brandverhalten sind Grundvoraussetzungen für den Einsatz in Gebäuden. Besonders geeignet sind die Werkstoffe PPS und PP-EL-s, PE-EL, PVC und PVDF.

## Energie- und Wärmetransport

### Korrosionsfreier Transport von mit Schwefelwasserstoff belastetem Biomethan

In Fortaleza (Brasilien) werden in Biotonnen organische Abfälle kommunal gesammelt. Eine Biogasanlage gewinnt hieraus Biomethan, welches vom dortigen Versorger an einen Keramikproduzenten geliefert wird, der für den Keramikbrand vormals Biomasse als Brennstoff nutzte. In 2017 wurden hierzu 24 km Gas-Druckrohrleitungen der Dimension Da 160, SDR 11 aus Polyamid (PA-U 12) eingebaut, wobei auf Teilstücken auch das horizontale Spülbohrverfahren genutzt wurde.

Die Leitung war für 18 bar auszulegen und wird bei 16 bar betrieben. Neben seiner Druckbeständigkeit hat auch die chemische Resistenz den Ausschlag zum Einsatz von Polyamid 12 gegeben. Der hohe Anteil vom Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) im Biomethan hätte in der anfallenden Höhe Stahlleitungen korrosiv zu stark angegriffen. Für den bislang störungsfreien Betrieb wurde die chemische Widerstandsfähigkeit von Polyamid 12 für den Transport von schwefelwasserstoffhaltigem Biomethan bereits in der Planungsphase nachgewiesen.



Anlage zur Umwandlung von Biogas aus Siedlungsabfällen in Biomethan



Druckrohrleitungen der Dimension Da 160 SDR 11 aus Polyamid (PA-U 12)

### Kühlanlagen

Vorisoliertes PE100-Rohr mit Außenrohr in PE100 und Fittings als kondensations- und korrosionsfreie Lösung für die Sekundärkühlung als Transportleitung von Kaltwasser, Sole, Glykol in großen Wohn- und Geschäftshäusern, Rechenzentren, Prozesskühlanlagen und in der Lebensmittelkühlung (Obst- und Gemüseverarbeiter, Schlachtbetriebe, Brauereien und Supermärkte). Es eignet sich ideal für den Bereich von -50 bis 60 °C. Die 3-in-1-Konstruktion verkürzt die Installationszeit auf ein Minimum.



Foto: Georg Fischer GmbH

### Energieeffiziente Systemlösungen

Geothermischer Wärmetauscher unter Lager, Straßen- sowie Parkplatzflächen kühlen Prozesswasser zwischen 20 und 50 °C mithilfe der Außentemperatur.

Der Nutzungszeitraum beträgt je nach Prozess- sowie Kühlwassertemperatur bis zu 4.000 Jahresvolllaststunden. Erhöhung der Energieeffizienz durch einfache Pumpensteuerung und Nutzung der Umweltkälte. Leistungszahlen >100 realisiert.

Eis- und Schneefreihaltung von Straßen, Brücken, Park- und Lagerplätzen. In Kombination mit der Kühlung von Produktionswässern entsteht eine hocheffiziente, ressourcenschonende Kälteanlage bestehend aus einem Kunststoffrohr-Wärmetauschersystem.



Foto: Gerodur MPM Kunststoffverarbeitung GmbH & Co. KG

Installation des Wärmetauschers

### Kraftwerkstechnik



Foto: SIMONA AG

Düsenlanzen und Siebkörbe aus PP-H einer Rauchgasentschwefelungsanlage in einem Kohlekraftwerk



Foto: Amiblu Germany GmbH

Kühlwasserleitung aus GFK in einem Gaskraftwerk

### Längere Standzeiten in Energiekraftwerken

Kunststoffrohre können eine lange und erfolgreiche Tradition in der Kraftwerkstechnik aufweisen. Sie gewährleisten sowohl lange Nutzungszeiten als auch eine hohe Betriebssicherheit und damit eine Reduzierung der laufenden Kosten.

In Rauchgasentschwefelungsanlagen kommt Polypropylen zum Einsatz. Die ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber chemischen und abrasiven Medien erübrigt zusätzliche Schutzsysteme.

GFK und PE finden in Kühlwassersystemen Einsatzfelder. Besonders das geringe Gewicht bei großen Nennweiten und das mechanische Langzeitverhalten sind deutliche Vorteile gegenüber traditionellen Werkstoffen.

## Lebensmittelindustrie

Nach gültigem Recht sind Kunststoffrohre im Lebensmittelkontakt sogenannte Lebensmittelbedarfsgegenstände, für die ein EU-weit geregelter und gesetzlich vorgeschriebener Zulassungsbedarf besteht. Zusätzliche Auflagen bei der Prüfung definieren den Status der „Physiologischen Unbedenklichkeit“. Die Zulassung der Systemkomponenten erfolgt daher durch spezielle und aufwendige Fertigteilverfahren in klar definierten Medienklassen. Der Einsatz von Kunststoffrohren stellt also sehr anspruchsvolle und individuelle Anforderungen an Material, Verbindungstechnik und Systemkomponenten. Einige bekannte Kunststoffe haben sich bereits in diesem Markt als kostengünstige und nachhaltige Alternativen zu Edelstahl etabliert.



Foto: Georg Fischer DEKA GmbH

Einsatz von lebensmittelzugelassenen PVC-Rohrsystemen in der Essig- und Konservenindustrie (hier: 25 % Essigsäure (Eisessig) bei T = 15 °C)

## Ausblick

„Kunststoffrohre sind mit die ältesten Beispiele für den Erfolg von Kunststoffen in zuverlässigen Anwendungen, die über viele Jahrzehnte ihre Funktion erfüllen und für den jeweiligen Einsatzbereich, wie im anspruchsvollen industriellen Rohrleitungsbau, maßgeschneidert werden können. Eine gezielte Weiterentwicklung der Technologien, der Materialien und der Formulierungen wird auch in Zukunft diese Erfolgsgeschichte fortschreiben, sodass auch besondere Ansprüche hinsichtlich Beständigkeit und Sicherheit erfüllt werden können. Kreislaufwirtschaft und Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen stellen weitere Optionen für eine neue Herangehensweise an Produkte und für mögliche neue Konzepte dar.“

*Prof. Dr. Rudolf Pfaendner, Bereichsleiter Kunststoffe  
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt*

Kunststoffrohrsysteme stehen im industriellen Rohrleitungsbau für höchste Zuverlässigkeit auch bei extremen Anforderungen. Sie sind korrosionsbeständig und weisen gegenüber einer Vielzahl von Chemikalien und aggressiven Medien eine hohe Beständigkeit auf. Stetige Weiterentwicklungen bei den Standardkunststoffen PE, PP und PVC, der zunehmende Einsatz von technischen Kunststoffen z. B. PA12 sowie der Hochtemperaturkunststoffe PTFE und PVDF vergrößern das Anwendungsspektrum. Der Trend zum Einsatz von druckbeständigeren Kunststoffrohrleitungen hält weiter an. Technische Kunststoffe, der Einsatz verstrecker Wickelungen, innovativer Copolymere oder Füllstof-

fe und mehrschichtige Rohrkonstruktionen ermöglichen dies. Die Themen „Funktionsbeschichtung“ und „Nanotechnologie“ werden auch bei Industrieanwendungen zu neuen Einsatzbereichen und Produkten führen.

Anwendungsabhängige Anforderungen an die Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit sowie die mechanischen Eigenschaften erfordern kundenspezifische Lösungen. Die anwendungstechnische Beratung hilft bei der Auswahl geeigneter anforderungsspezifischer Werkstoffe.

Um aggressive Medien und für die Umwelt gefährliche Flüssigkeiten besonders sicher zu

transportieren, werden Doppelrohrleitungen in industriellen Anlagen verbaut. Um dem Austritt von gasförmigen Stoffen entgegenzuwirken, kommen permeationsdichte Kunststoffrohrsysteme mit Sperrschicht zum Einsatz.

Mit der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) schafft die Bundesregierung einen kohärenten Handlungsrahmen für die künftige Erzeugung, den Transport, die Nutzung und Weiterverwendung von Wasserstoff und damit für entsprechende Innovationen und Investitionen. Auch hier werden Kunststoffrohrsysteme helfen, die angestrebten Ziele zu erreichen.

Die Verbindungstechnik der einzelnen Rohrleitungskomponenten muss genauso wie die Komponenten selber auf die jeweilige Anwendung abgestimmt sein. Nur so kann die Dauerhaftigkeit der gesamten Anlage gewährleistet werden. Neben der Weiterentwicklung der Werkstoffe spielt die Füge-technik daher eine Schlüsselrolle im industriellen Anlagenbau.

So haben sich neben der herkömmlichen Klebetechnik die Stumpfschweißverfahren für PVC-U und PVC-C etabliert. Auch die Schweißbarkeit neuer, biobasierter Kunststoffe muss sichergestellt sein, um das Potenzial der Biokunststoffe zur Herstellung innovativer Produkte effizienter nutzen zu können

Das industrielle Internet der Dinge, auch als Industrie 4.0 bezeichnet, verändert partiell

Handels- und Produktionsketten und bietet innovative Möglichkeiten in den Beziehungen zwischen Kunden und Lieferanten. Computer verschwinden zunehmend als eigenständiges Gerät. Sie werden durch „intelligente Gegenstände“ (Dinge) ersetzt. Das industrielle Internet der Dinge ermöglicht es, Daten über Produktionsprozesse hinweg einfacher zu erfassen und zu kontrollieren. Für die Wartung von Anlagen oder im Reparaturfall kann so auf Informationen zurückgegriffen werden, die eine effizientere Handlung sicherstellen.

Additive Fertigung, d. h. die Nutzung des 3D-Drucks, entwickelt sich stetig zu einem etablierten Produktionsverfahren. Durch die enormen Freiheiten in der Konstruktion sowie schneller Entwicklungs- und Fertigungsprozesse, kann additive Fertigung den Werkzeugbau ergänzen, Produktionszeiten

verkürzen und Prozessketten in der Produktion optimieren. Auch können additive Endprodukte direkt aus CAD-Daten in kleinen Serien und mit Geometrie, die mit herkömmlichen Methoden nicht oder schwer zu realisieren sind, produziert werden.

Ressourcenschonung und Recycling sind Themen, die für alle Kunststoffrohrsysteme anwendungsübergreifend Bedeutung haben. „Cradle to Cradle“, d. h. sinngemäß „vom Ursprung zum Ursprung“ ist der Ansatz einer durchgängigen und konsequenten Kreislaufwirtschaft (Circular Economy). Intelligente Produktdesign-Konzepte, die auf erneuerbaren Energien basieren, werden helfen, dieses Ziel auch für den industriellen Anlagenbau umzusetzen.



Foto: ©SFIGO CRACHIO - stock.adobe.com

# Der Kunststoffrohrverband e.V.

## DIALOG-PARTNER IN SACHEN KUNSTSTOFFROHRSYSTEME

Der Kunststoffrohrverband e.V. ist seit über 60 Jahren das Sprachrohr der Kunststoffrohr-Industrie in Deutschland. Standen zu Beginn das technische Regelwerk und die Gütesicherung von Rohren und Formstücken im Vordergrund der Verbandsaktivitäten, kamen später die Öffentlichkeitsarbeit und damit die Vermittlung von Wissen über Einsatzmöglichkeiten und die Leistungspotentiale von Kunststoffrohrsystemen als neue Aufgaben hinzu.

Zu den Mitgliedern des Verbandes zählen namhafte, zum Teil weltweit agierende Hersteller von Kunststoffrohrsystemen sowie Kunststoffproduzenten. Unsere Unternehmen sind in den Gremien zur technischen Regelsetzung aktiv und setzen sich hier für die Qualität, Sicherheit, Ökologie und den Verbraucherschutz der von ihnen hergestell-

ten Produkte ein. Die KRV-Geschäftsstelle ist dabei Plattform für den Informations- und Meinungsaustausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Industrie. Der Verband koordiniert den Wissenstransfer und stellt Know-how über Kunststoffrohrsysteme und ihre Anwendungsmöglichkeiten bereit. Bei der Meinungsbildung in Hinblick auf Kunststoffrohrsysteme ist der KRV der neutrale, also firmen- und produktübergreifende Ansprechpartner für alle.

In der Gas- und Trinkwasserversorgung, der Abwasserableitung, dem Kabelschutz, der Gebäude- und Haustechnik sowie dem Industrieanlagenbau haben sich Kunststoffrohrsysteme bewährt. Ob für den sicheren Transport von Wässern oder Gasen, als Schutzrohr für Energie- und Telekommunikationsleitungen, in offener oder grabenlo-

ser Bauweise eingebaut, mit Druck oder drucklos betrieben: Eine moderne Industriegesellschaft kann auf Kunststoffrohrsysteme nicht verzichten.

Dabei werden diese Produkte ständig weiterentwickelt, um höchsten technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Standards zu genügen.

Aus unserer modernen, hochkomplexen Gesellschaft sind Kunststoffrohre somit nicht wegzudenken. Kunststoffrohre stiften einen hohen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen. Sie helfen, die neuen Herausforderungen durch Megatrends wie Digitalisierung, Klimawandel und Urbanisierung zu bewältigen, und sorgen weltweit für mehr Lebensqualität.



# Mitgliedsunternehmen

## FACHGRUPPE INDUSTRIEROHRE



Aliaxis Deutschland GmbH  
[www.aliaxis.de](http://www.aliaxis.de)



egeplast international GmbH  
[www.egeplast.de](http://www.egeplast.de)



LyondellBasell  
[www.lyondellbasell.com](http://www.lyondellbasell.com)



Amiblu Deutschland GmbH  
[www.amiblu.com/de](http://www.amiblu.com/de)



Evonik Industries AG  
[www.evonik.com](http://www.evonik.com)



SABIC  
[www.sabic.com](http://www.sabic.com)



Bänninger Kunststoff-Produkte GmbH  
[www.baenninger.de](http://www.baenninger.de)



Georg Fischer GmbH  
[www.gfps.com/country\\_DE/de.html](http://www.gfps.com/country_DE/de.html)



SIMONA AG  
[www.simona.de](http://www.simona.de)



Borealis AG  
[www.borealisgroup.com](http://www.borealisgroup.com)



Georg Fischer DEKA GmbH  
[www.gfps.com/deka](http://www.gfps.com/deka)



Westfälische Kunststoff Technik GmbH  
[www.wkt-online.de](http://www.wkt-online.de)



GERODUR MPM Kunststoffverarbeitung  
GmbH & Co. KG  
[www.gerodur.de](http://www.gerodur.de)



Fachverband der  
Kunststoffrohr-Industrie



## ZAHLEN | FAKTEN | HINTERGRÜNDE

### Kunststoffrohre in der Industrie: Die richtige Wahl!

Bonn, Oktober 2021

#### HERAUSGEBER

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

Diese Broschüre wurde von der KRV-Fachgruppe „Industrierohre“ erstellt und basiert auf den Erfahrungen ihrer Mitglieder. Ziel der Broschüre 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.

Telefon: +49 2381 97 55 98-0

E-Mail: [info@krv.de](mailto:info@krv.de)  
Internet: [www.krv.de](http://www.krv.de)



#### IHRE ANSPRECHPARTNER

Geschäftsführer  
Dipl.-Ing. Markus Hartmann  
[markus.hartmann@krv.de](mailto:markus.hartmann@krv.de)

Projektmanager  
Technik/Hochschulen  
Dipl.-Ing. Andreas Redmann  
[andreas.redmann@krv.de](mailto:andreas.redmann@krv.de)

Office-Assistentin  
Julia Vedder  
[julia.vedder@krv.de](mailto:julia.vedder@krv.de)

©KUNSTSTOFFROHRVERBAND E.V.

Der Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie (KRV) ist zentrales Sprachrohr seiner 27 Mitgliedsunternehmen, die im Bereich der Kunststoffherzeugung und Herstellung von Kunststoffrohrsystemen vielfach als Weltmarktführer tätig sind.