

Die Spezifikation von Kunststoff-Industrierohren – Der Schlüssel für einen sicheren Betrieb

Dr. Stephan Schübler, Georg Fischer DEKA GmbH, Dautphetal

Der Einsatz von Polymeren beim Bau von industriell genutzten Rohrleitungen stellt ein außerordentlich interessantes und komplexes Arbeitsgebiet dar. Neben einer kurzen Charakterisierung dieses Segmentes und seiner Qualitätsansprüche unterstreicht der vorliegende Artikel den Bedarf an direkter Kommunikation zwischen Rohrhersteller und Endanwender als Teilnehmer der Wertschöpfungskette. Die Bedeutung und der potentielle Nutzen einer bedarfsgerecht erarbeiteten Material-Spezifikation als verbindliche Leitlinie werden betont. Es wird deutlich, dass den Grundnormen hierbei lediglich eine Basisfunktion zukommen kann. Fallbeispiele aus der täglichen Praxis veranschaulichen die Bandbreite und Notwendigkeit von zusätzlich spezifizierbaren Details für einen dauerhaft sicheren Betrieb.

Einleitung

„PVC-U nach DIN 8061.... ist sowohl für Ozongasleitungen als auch für Leitungen mit wässriger Lösung beliebiger Konzentration geeignet“; soweit zur Werkstoffspezifikation der gesetzlichen Unfallversicherung GUV 18.13 („Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung“). Nach der Betriebszeit von wenigen Monaten wunderte sich ein Betreiber jedoch über die ersten auftretenden Risse und Versprödungserscheinungen an seiner Rohrleitung. Die anschließenden Untersuchungen identifizierten sehr schnell eine mangelhafte Thermostabilisierung der Rohre als Kern des Problems; im vorliegenden Fall zeigte das Rohr eine gegenüber „echten“ PVC-U-Industrierohren um den Faktor zehn niedrigere Resistabilität.

Egal, ob es sich um PE, PP, PVC-U oder PVC-C handelt: Die betroffenen Endanwender konsultierten besonders dann die technischen Abteilungen kompetenter Industrierohrhersteller, wenn der tägliche Industrieinsatz von Kunststoffrohren klare Grenzen der Leistungsfähigkeit von minderwertigeren Produkten aufzeigt.

Der Regelkreis

An dieser Stelle ist die Frage berechtigt, warum es zu solchen Problemen kommen kann, wo doch Polymere als Werkstoffe schon seit Jahrzehnten weltweit sehr erfolgreich im industriellen Anlagenbau eingesetzt werden [1]. Die Antwort eröffnet sich, wenn man die Wertschöpfungskette von der Herstellung bis zum Einsatz von Kunststoffrohrleitungen genauer betrachtet (Bild 1):

Entlang dieser Kette ist der direkte Kontakt zwischen dem Hersteller und Anwender durch Vertriebsstationen, Veredler, Planer, Anlagenbauer und Verleger unterbrochen. Berücksichtigt man zusätzlich, dass im Anlagenbau

- ▶ Kunststoffrohre aus komplexen Rezepturen mit mannigfaltigen Modifikationsmöglichkeiten bestehen,



Bild 1: Die Wertschöpfungskette bei der Herstellung von Kunststoff-Industrierohren

- ▶ jeder Endanwendungsfall durch einen speziellen Satz von Rand- und Betriebsbedingungen zum Individualfall wird,
- ▶ die technischen Aspekte bei der Material- und Systemauswahl oft sehr tief in natur- und ingenieurtechnische Wissensgebiete hineinreichen,
- ▶ Kunststoffe vielfach immer noch als „neue“ Werkstoffe angesehen werden,

so wird schnell deutlich, dass eine stabile und gute Kommunikationsverbindung zwischen Betreiber und Hersteller eine hervorragende Möglichkeit zur effizienten Klärung von technischen Fragen bietet. Bild 2 skizziert das Wissenspotenzial beider Seiten.



Bild 2: Wissenspotential und Bedarf von Rohrersteller und Anwender

Die Praxis zeigt aber, dass diese direkte Verbindung vielfach nicht effizient oder auch gar nicht genutzt und der „Regelkreis“ damit geschwächt, bzw. ganz unterbrochen wird. Stattdessen läuft der Informationsfluss über die zwischengeschalteten „Kettenglieder“, mitunter nach einem System, das zeitweise gewisse Ähnlichkeiten mit der „stillen Post“ aufweist. Es ist angesichts der äußerst inhomogenen Zielvorgaben, Ressourcen und Wissensstandards dieser Regelkreisteilnehmer leicht verständlich, dass es dabei oft zu Kommunikationsstörungen kommt. Der Ruf aller Beteiligten nach Standards, Normen und Bezugsgrößen ist

dann leicht nachzuvollziehen. In vielen Fällen werden aus dieser Not heraus auch Spezifikationen als verbindliche „Übersetzungshilfe“ und Verhandlungsgrundlage vom Endkunden in die Kommunikationskette eingespeist.

Welche Informationen finden nun ihren Weg in derartige Spezifikationen?

Die Spezifikation versteht sich als Festschreibung von technischen Mindeststandards samt akzeptierbarer Toleranzfelder, um in einer technischen Anwendung dauerhaft zu bestehen, bzw. diese überhaupt erst zu ermöglichen.

Im hier relevanten Anlagenbau fließen in eine Spezifikation zunächst die praktischen Langzeiterfahrungen der Anwender mit ein. Ein weiterer, zentraler Spezifikationsaspekt ist der Bezug auf existierende Normen.

Zentrale Bezugspunkte sind in erster Linie die jeweiligen bekannten deutschen Grundnormen; diese Normen für PE-HD-, PP-, PVC-U- oder PVC-C-Rohre bilden zudem auch inhaltlich die Grundlage für die entsprechenden europäischen Anwendungsnormen (DIN EN ISO 15493 und 15494) oder technische Regeln. Selbst im nicht-europäischen Ausland stößt man sehr oft auf Verweise auf diese Normen. Obwohl die hohe Bedeutung dieser Normen zur Sicherung eines Mindest-Standards unbestritten ist, müssen bei der Betrachtung anspruchsvoller Anwendungen im chemischen Anlagenbau auch die Schwachpunkte dieser Regelwerke angesprochen werden:

- ▶ Schwerpunkt Wasseranwendung; nur untergeordnete Berücksichtigung der chemischen Widerstandsfähigkeit
- ▶ sehr weites Toleranzfeld in der Rezepturgestaltung
- ▶ keine Forderung nach Prüfhäufigkeit und Dokumentationspflicht.

Einen deutlichen Schritt in die richtige Richtung stellen die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) ausgestellten Zulassungen für Rohre dar, da diese Zulassungen an eine Fremdüberwachung auf Basis der entsprechenden Zertifizierungsprogramme der DIN CERTCO GmbH geknüpft sind. Derart zertifizierte Produkte geben die Gewissheit, dass sie gegenüber den Grundnormen oft deutlich erhöhte Prüfanforderungen erfüllen und dass eine dokumentationspflichtige, engmaschige Eigenüberwachung erfolgt; zusätzlich sind die Rezepturen festgeschrieben, bzw. gelistet und werden ebenso überwacht; des Weiteren stellt das Zulassungsverfahren eine Kompatibilität der Produkte mit den DIBt-Medienlisten sicher. Damit stellt die DIBt-Zulassung weit aus mehr als eine rein nationale Zulassung dar. Vielmehr qualifiziert sie die betreffenden Rohre zu echten Industrierohren und kann somit als ein wichtiges Spezifikationskriterium dienen. Es soll nur am Rande bemerkt werden, dass Derartiges keinesfalls für die in Zukunft erwartete CE-Kennzeichnung zutrifft; diese stellt kein Qualitätszeichen dar und reicht bei weitem nicht an die Forderungen der Grundnormen heran [2].

Chemische Beständigkeit

Ziel einer jeden Spezifikation von Kunststoff-Industrierohren muss auch die Sicherstellung der chemischen Beständigkeit sein; diese kann per se natürlich nicht spezifiziert werden; vielmehr muss die Spezifikation alle zentralen Faktoren erkennen und erfassen, durch die chemische Beständigkeiten definiert und beeinflusst werden ([3], [4]).

Neben der Wahl des Basispolymers prägen vor allem die Rezeptierung und die Verarbeitungseinflüsse das Beständigkeits-

profil. Auch die Verlegeeinflüsse spielen eine Rolle. Zudem ist die Aussage zur chemischen Beständigkeit stets an die Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur, Konzentration, Dynamik-Effekte, etc.) und die Art der Verbindungstechnik geknüpft.

In der Praxis beobachtet man bei Anbietern und Anwendern gleichermaßen immer wieder den Trend, diese komplexe Materie in kurzen „Beständigkeitslisten“ zu simplifizieren, die wesentliche Einflussgrößen schlichtweg ignorieren. Ein seriöser Ansatz bei der Betrachtung der chemischen Beständigkeit geht jedoch immer von einer gesamtheitlichen Betrachtung des individuellen Anwendungsfalles vor dem Hintergrund eines entsprechend tief entwickelten Verständnisses für chemische Zusammenhänge, praktische Erfahrungen, den Rezepturaufbau und die Verarbeitungseinflüsse aus. Gerade an dieser Stelle wird der o.g. direkte Kommunikationsbedarf Hersteller – Anwender hochaktuell. Verantwortungsbewusste Industrierohr-Hersteller weisen daher den im Markt befindlichen „Beständigkeits-

Sicherheit planen heißt: Details genau prüfen!

Besonders hochwertige Kunststoffrohre für Chemie und Industrie

Mehr als 500 Abmessungen von 6 – 600 mm Ø in verschiedenen Werkstoffen ab Lager lieferbar.

+GF+

Georg Fischer DEKA GmbH
Postfach 1145
D-35228 Dautphetal
Kreuzstrasse 22
D-35232 Dautphetal-Mornshausen
Tel. +49 (0)6468 915-0
Fax +49 (0)6468 915-221/2
deka.ps@georgfischer.com
<http://www.dekapipe.de>



listen“ lediglich eine „erste Orientierungsfunktion“ im Sinne einer Negativliste zu, die eine gründliche Werkstoffberatung nicht ersetzen kann und darf.

Zusätzlich spezifizierbare Details

Um dem oben erwähnten großen Einfluss von Rezeptur und Verarbeitung über den Bezug auf vorgenannte Normen hinaus Rechnung zu tragen, ist es in vielen Fällen sinnvoll, bestimmte Rohstoff-Typen und/oder bestimmte Rezeptur-Bestandteile detailliert zu spezifizieren. Die Erstellung und Begrenzung entsprechender Listen zugelassener Werkstofftypen sollte ausschließlich auf Basis nachvollziehbarer technischer Fakten erfolgen und sollte eine Kompatibilität mit anderen verfügbaren Systemkomponenten beinhalten.

Dass die Missachtung dieses Aspektes bemerkenswerte Unterschiede im Korrosionsverhalten offen legen kann, zeigt Bild 3.



Bild 3: Grundsätzlich unterschiedlich formulierte Systemkomponenten aus PVC-C können immense Unterschiede im Korrosionsverhalten zeigen. Das Bild zeigt DEKADUR-C PVC-C Rohre zusammen mit einem Platten-Fremdfabrikat; die aus der Platte gefertigte Reduktion ist nach 4-jährigem Betrieb im Anolyt einer Chloralkali-Elektrolyse ($T=91^{\circ}\text{C}$; $\text{pH } 4\text{-}5$) komplett zersetzt worden.

Bei PVC-U/-C Anwendungen bietet sich vor allem die zusätzliche Spezifikation der Thermostabilität sowie der maximal zulässige Anteil bestimmter korrosionsempfindlicher Rezeptur-Bestandteile (z.B. Kreide) an; des Weiteren sollten bei Anwendungen am Temperaturlimit der Werkstoffklasse unbedingt auch Größen wie die Wärmeformbeständigkeit (z.B. über den sog. Vicat-Wert) spezifiziert werden.

Bei Verbundrohranwendungen ist die Spezifikation von thermisch induzierten Schrumpfvorgängen ebenfalls von zentraler Bedeutung. All diese Größen lassen sich einfach unter Abstützung auf akzeptierte internationale Prüfnormen festschreiben.

Bei den teilkristallinen Polymeren, wie den Polyolefinen, bieten sich weitere, zusätzlich spezifikationsfähige Details mit hoher Relevanz auf die Praxistauglichkeit der Produkte an:

Diffusions- und Migrationseffekte erfolgen stets über die amorphen Bereiche der Rohrwand [5]; folglich stellen Kristallinitätsanteile und die Verteilung relativ zur Größe der Kristallite einen wichtigen Faktor für die Korrosionsbeständigkeit der Produkte dar, der ebenfalls spezifiziert werden kann. In diesem Kontext

sei auch die Oberflächengüte (\rightarrow Ra-Werte) genannt, da eine glatte Oberfläche stets eine minimierte Kontaktfläche darstellt – ein weiterer spezifizierbarer Parameter im Bereich der Industrieohre.

Speziell beim Werkstoff Polypropylen (PP) besteht besonderer Bedarf einer genauen Materialspezifikation: Obwohl schon seit Jahrzehnten im Markt etabliert, ist vielen Anwendern offensichtlich nicht bewusst, dass die Werkstoffklasse PP bei den Druckrohrmaterialien mehrere deutlich unterschiedliche Materialtypen zusammenfasst [6]. Bedauerlicherweise tragen selbst die Grundnormen (DIN 8077/78) der Aufspaltung innerhalb der PPH-Werkstoffe in α - und β -PPH immer noch nicht Rechnung. Auf Grund dieser Unterschiede innerhalb der Kategorie der PP-Werkstoffe ergeben sich oft auch deutliche Abstufungen in der Chemikalienresistenz von unzureichend spezifizierten PP-Bauteilen.



Bild 4 macht die Unterschiede in der chemischen Beständigkeit bei unterschiedlicher Materialauswahl und Verarbeitung innerhalb der PP-Werkstoffe deutlich. Das Bild zeigt Resultate aus einem 6-jährigen Betrieb einer PP-Druckrohrleitung im kontinuierlichen Kontakt mit 30 % Wasserstoffperoxid-Lösung bei $T = 20\text{-}30^{\circ}\text{C}$. Rohr: DEKAPROP Beta-PPH 32 x 2,9 mm; Formteil: PP-Copolymer Fremdfabrikat.



Bild 5: Versprödung von PPH-Rohren nach 3-jährigem Einsatz in 25 % H_2SO_4 ($T = 40^{\circ}\text{C}$) infolge nicht beachteter Chlor-Anteile im Medium; Anwendung: Herstellung von Lithographie-Druckplatten: Der Werkstoff PP ist zum Transport einer derartigen Mischung nicht geeignet.

Ganz entscheidend im Zusammenhang mit der Erstellung einer Rohrwerkstoff-Spezifikation ist auch die Festsetzung der Bandbreite von Schwankungen in der Medienzusammensetzung (durch z.B. Verunreinigungen, Nebenprodukte). Immer wieder kommt es vor, dass Leitungen mit Stoffgemischen betrieben werden, für die sie ursprünglich nicht ausgelegt wurden. Vielen Betreibern ist nicht bewusst, dass zusätzliche Medienbestandteile – auch in sehr geringen Mengen – großen Einfluss auf die (Langzeit-)Beständigkeit von Rohrleitungen oder Behälterauskleidungen haben können.

Abb. 5 zeigt einen Rohrabschnitt aus einer PPH-Leitung (ursprünglich zum Transport von 25 % H₂SO₄ ausgelegt), die durch einen derartigen Umstand nach nur 3-jährigem Betrieb gegen eine PVC-U-Leitung ausgetauscht werden musste.

Zusammenfassung

- ▶ Bedingt durch die Schlüsselrolle der chemischen Beständigkeit und die sehr individuellen Betriebsbedingungen besteht ein hoher Spezifikationsbedarf für Kunststoffrohrprodukte bei Verwendung im industriellen Anlagenbau.
- ▶ Bei der Erstellung und Pflege dieser Spezifikation kommt dem direkten Kontakt zwischen Endkunde und Rohrhersteller eine entscheidende Bedeutung zu.

- ▶ Etablierte Grundnormen dienen als Basis und müssen bedarfsbezogen durch zahlreiche Attribute ergänzt werden.
- ▶ Die DIBt-Zulassung ist für dieses Segment ein echtes spezifizierbares Qualitätsmerkmal.
- ▶ Bedarfsgerecht erstellte Spezifikationen erleichtern die Kommunikation entlang der Wertschöpfungskette und leisten einen wesentlichen Beitrag zum dauerhaft sicheren Anlagenbetrieb.
- ▶ Damit wird das Image des Werkstoffs „Kunststoff“ nachhaltig gefördert, Qualität wird messbar und ein seriöser Wettbewerb und Innovationstätigkeit werden angeregt. ■

Literatur

- [1] Schüßler, S., „Kunststoff-Industrierohre – Gründe genug für eine eigene Klasse“; KRV-Nachrichten 1/2004, 31-35.
- [2] „Welche Bedeutung hat die CE-Kennzeichnung für Kunststoffrohrleitungssysteme?“; Informationsbroschüre TEPPFA 3/2005.
- [3] Dolezel, B., „Die Beständigkeit von Kunststoffen und Gummi“; Carl Heuser Verlag München/New York 1978.
- [4] „Handbuch der chemischen Beständigkeit“; HT Troplast AG 1991.
- [5] Schlotter, N. E.; Furian, P.Y.; „A review of small molecule diffusion in polyolefins“; Polymer 1992, 32, 3323.
- [6] Schüßler, S.; „PP-pipes for industrial piping – What makes the difference?“; Chemie Technik; Hüthig-Verlag 9/98.
- [7] Schüßler, S.; Rytka, C.; „Beta-PPH von GEORG FISCHER“; Technische Fachinformation GEORG FISCHER Rohrleitungssysteme; Schaffhausen 5/2003.

PVC hat sich über Jahrzehnte als Werkstoff in der Bauindustrie etabliert. Bauherren und Architekten weltweit setzen auf seine Langlebigkeit und Vielseitigkeit. Ob für Rohre, Fensterprofile oder Verkleidungen, ob für Kabel oder Bodenbelag – die Eigenschaften von PVC können feinfühlig definiert werden. Die dafür nötigen Additive bezieht die kunststoffverarbeitende Industrie von uns. Seit über 175 Jahren stehen wir unseren Kunden mit Produkten und Know-how zur Seite.
www.baerlocher.com

we add character to plastics

**Baerlocher Additive
 verleihen PVC
 Charakter**

BÄRLOCHER

