Polybutene
Piping Systems Association

Polybuten-1-Rohrleitungssysteme

Antworten auf häufig gestellte Fragen

www.pbpsa.com

Antworten auf häufig gestellte Fragen

Die Polybutene Piping Systems Association (PBPSA, Verband für Polybuten-Rohrleitungssysteme) liefert Antworten auf viele der Fragen, die wir zu Polybuten-1 (PB-1) erhalten, und umfasst fachmännische Beurteilungen von unabhängigen Bau- und Normungsbehörden.

Polybuten-1 kam in Europa Mitte der 1960er-Jahre auf den Markt und wurde seitdem erfolgreich in druckbeaufschlagten Warm- und Kaltwassersystemen eingesetzt. Darum ist PB-1 in solchen Systemen für viele Rohrleitungssystem-hersteller und -installateure in Europa und Asien das Material der Wahl in solchen Systemen.

Im direkten Gegensatz zu der über 50-jährigen Erfolgsgeschichte in Europa waren Rohrleitungen aus Polybuten (oder Polybutylen) in den 1990er-Jahren Gegenstand eines Gerichtsverfahrens in den USA.

> Wie kann es sein, dass Rohrleitungssysteme in einem entwickelten Markt einen Rekord für langfristige Zuverlässigkeit und hohe Leistung halten und in einem anderen Markt Gegenstand von Gerichtsverfahren aufgrund von Systemmängeln sind?

Was ist in dem US-amerikanischen Rechtsfall passiert?

In den USA kam es Mitte der 1990er-Jahre zu einer Sammelklage, bei der Mängel in Bezug auf „Polybutylen-Leitungssysteme“ vorgebracht wurden.

- Die angegebenen „Polybutylen-Leitungssysteme“, die in dem US-amerikanischen Rechtsfall genannt werden, waren Rohre aus Polybuten, die mit Verbindern aus Polyacetal kombiniert waren.
- Frühzeitige Mängel wurden durch den Gebrauch von Verbindern aus Acetal und unsachgemäßen Verbindungstechniken verursacht.
- Acetal ist nicht für den Transport von warmem Wasser mit hohem Chlorgehalt geeignet. PB-1 ist unter vergleichbaren Bedingungen hingegen gut geeignet.
- Aus dem Rechtsfall, dargestellt auf Seite 6, sind Beispiele für Armaturen aus einer Vielzahl an Materialien aufgeführt, die in der Klage gegen die sogenannten „Polybutylen-Leitungssysteme“ enthalten waren.

  WICHTIG: In Europa und Asien werden sowohl durch Hersteller als auch durch Installateure höherwertige Installationsstandards für Polybuten-1-Rohrleitungssysteme erreicht. Sei es im Rahmen der Methode bei der Herstellung von Verbindungen (PB-1 mit PB-1 oder PB-1 mit

Metall), beim Verbinden von vorgefertigten Abschnitten in der Werkstatt oder beim Verbinden vor Ort – es gibt vier Möglichkeiten, PB-1-Rohrleitungen mit Armaturen zu verbinden. Dazu zählen: Kompression, Heizelementmuffenschweißen, Heizwendelschweißen und Leitungssysteme mit Steckverbindung. Die Kombination aus Materialien und Verbindungsmethode muss richtig sein, um eine nachhaltige Verbindung herzustellen.

Sind PB-1-Rohrleitungen in den USA verboten?

- Nein, in den USA gibt es kein Verbot von Polybuten-1 für Rohrleitungssysteme, aber die PBPSA-Mitglieder haben sich angesichts des Ausgangs des vorausgegangenen US-Rechtsstreits entschieden, keine PB-1-Leitungen in Nordamerika zu verkaufen.

Wichtiges zu Polybuten-1-Rohrleitungssystemen

Ruf und Vielseitigkeit

- Rohre aus Polybuten-1 (PB-1) werden in Europa und Asien weitläufig für Sanitäreinrichtungen angewendet. Polybuten-1 entspricht den europäischen Richtlinien und Zulassungs-/ Qualifikationsanforderungen.
- PB-1-Rohre können mit gut bekannten Rohrverbindungsmethoden montiert werden, darunter mit Steckmuffen und verschiedenen Schweißtechniken, z. B. Heizelementmuffen-, Stumpf- und Heizwendelschweißen. (Siehe S. 8)
- Bei einer unabhängigen Untersuchung von PB-1-Rohren, die in einem Wohnungskomplex in den USA durchgeführt wurde, konnten nach 18 Jahren im Einsatz keine Materialmängel oder Verschlechterungen nachgewiesen werden**

  „Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 Years of Service“, Dale Edwards and Donald Duvall, Proceedings of the Society of Plastics Engineers Annual Technical Conference, Cincinnati, OH, April 22-24, 2013. (Anhang I, siehe S. 11)

Kundenbasis und Erfolgsbilanz

- Die Hersteller von Polybuten-1-Rohrleitungsytemen sind erstklassige Rohrleitungsverarbeiter, die PB-1-Rohrleitungen weltweit fertigen und verkaufen (außerhalb von Nordamerika).
- PB-1-Rohre sind sowohl in Wohngebäuden als auch in öffentlichen Einrichtungen und Geschäftsgebäuden installiert, darunter viele bekannte Örtlichkeiten, wie z. B. die Royal Albert Hall in London. (Siehe S. 10)

Fertigung und Qualität

- PB-1 wird in einer hochmodernen Fertigungsstätte in den Niederlanden unter strikter Befolgung von ISO-Normen und Qualitätsverfahren gefertigt.
- Jede produzierte Charge von PB-1 ist zurückverfolgbar und entspricht vordefinierten Produktspezifikationen.
- PB-1 ist durch die internationale Kunststoffrohrnormung anerkannt, z. B. EN ISO 15876, ISO 12230, DIN 16968 und DIN 16969. (eine umfassende Liste finden Sie unter www.pbpsa.com)

- Die Wasserqualität von PB-1-Rohrleitungen wurde vom TZW (Technologiezentrum Wasser, Deutschland), vom WRAS (Water Regulations Advisory Scheme, GB) and NSF (National Science Foundation, USA) bestätigt.

Leistungfähigkeitsüberprüfung – Langzeitbetrieb

- Langfristige ISO 9080-Tests an PB-1-Rohrleitungen beweisen eine Lebensdauer von über 50 Jahren. Referenzkurven zu PB-1-Homopolymer- und Copolymertypen sind auf Anfrage erhältlich.
- ISO 9080-Tests werden gemäß internationalen Protokollen unabhängiger und akkreditierter Prüfstellen wie EXOVA durchgeführt.
- Chlorbeständigkeit: Für PB-1-Rohrleitungen wird eine Lebensdauer von mindestens 50 Jahren erwartet, wenn diese Wasser mit einem Chlorgehalt von 4 ppm und einer Temperatur von 60 °C ausgesetzt sind (Prüfbericht Bodycote/P-07/09, EXOVA, 2007). Außerdem wurde gezeigt, dass eine PB-1-Rohrleitung >1.000 Stunden bei einem Chlorgehalt von 30 ppm und 30 °C/6 bar betrieben werden kann (Prüfbericht-Nr. PB 1087C, Infraserv Höchst Technik, 2004).

Was sind die wichtigsten Vorteile von Polybuten-1-Rohrleitungssystemen?

Materialvorteile

- Polybuten-1 (PB-1) ist von Natur aus biegsam, stabil, elastisch und leicht und hat eine Dichte von 0,92 g/cm³, was fast der Dichte von Wasser entspricht.
- PB-1-Rohrleitungen und -Armaturen sind geruchs- und geschmacksneutral und erfüllen die Lebensmittelzulassungen. Sie sind daher ideal für den Gebrauch in Trinkwasseranwendungen geeignet.

Einbauvorteile

- Die meisten PB-1-Leitungen können auf einer Rolle geliefert werden und bis zu 600 Meter lang sein. Dadurch können lange Leitungsführungen durchgehend installiert werden, ohne dass Rohrverbindungen nötig sind.
- Leitungen können in aufgeständerten Böden vor dem Einbau der Decken von unten installiert werden.
- Die gelieferten Rollen sind einfach zu handhaben und lassen sich in geraden Längen abwickeln.
- In PB-1-Rohrleitungssystemen ist kein Lötzinn, Fluss- oder Schmiermittel erforderlich.
- Lieferanten von PB-1-Systemen liefern komplette Systeme, einschließlich Rohren, Verbindern und Zubehör, wodurch Leistungsfähigkeit und Passgenauigkeit bei sachgemäßer Verwendung garantiert sind.
- Rohre mit einem Durchmesser bis 22 mm können um Hindernisse herum und durch Balken hindurch geleitet werden. Darum sind weniger Verbindungen als bei herkömmlichen Materialien notwendig.

- Es werden keine Biegewerkzeuge benötigt – eine vollständige Rohrinstallation kann tatsächlich mit nur einer Zange ausgeführt werden.
- Es ist kein Erhitzen bei offener Flamme erforderlich, um zuverlässige wasserdichte Verbindungen herzustellen. In Rohren mit größerem Durchmesser (> 32 mm) können vorgefertigte Systeme des Heizelementmuffenschweißens und/oder des modernen Heizwendelschweißens vor Ort installiert werden.
- Viele Installationen können ohne präzise Vorvermessung durchgeführt werden, da das Material einfach gemessen und vor Ort zugeschnitten werden kann.
- Größere Rohrdurchmesser (32–225 mm), die in großen Installationsprojekten verwendet werden, können vor Ort mit computergesteuerten, ausfallsicheren Heizwendelschweißtechniken zusammengefügt werden. Die erforderliche Ausrüstung ist klein, leicht und tragbar und es ist nur eine Stromquelle zur Stromversorgung notwendig.

Betriebsvorteile

- PB-1-Rohre ermöglichen vollständig korrosionsfreie Trinkwasser- und Heizungsrohrsysteme.
- In Umgebungen mit hartem Wasser wird das Ausbleiben von Kesselsteinbildung und Inkrustation garantiert.
- Widerstandsfähigkeit gegen Frost – Flexibilität und Biegeeigenschaften von PB-1 garantieren, dass die Rohre durch Frost bei kaltem Wetter weder platzen noch beschädigt werden (z. B. verwendet von Säntis 2000).
- Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von PB-1 fühlt sich die Oberfläche der Heißwasserleitungen kühler an als bei herkömmlichen Metallrohren und das Auftreten von Kondensation auf den Rohren wird verringert, was das System von Natur aus sicherer macht.
- Durch die geringe Wärmeleitfähigkeit und die Tatsache, dass die Wärmeausdehnung durch die Flexibilität des Materials ausgeglichen wird, sind Rohrleitungssysteme aus Polybuten-1 (PB-1) leise ohne Druckschlag und mit nur minimalem Knacken im System.
- PB-1-Rohrleitungssysteme sind elektrisch nichtleitend und bilden so ein sicheres System mit minimalem Erdungsbedarf.
- PB-1-Rohrleitungen können als Rohr-in-Rohr-Leitungssystem durch Betonböden und -wände verlegt werden und machen dadurch den Austausch von verlegten Rohren dank der Flexibilität von PB-1-Rohren zu einer einfachen Angelegenheit.

Betriebsnachhaltigkeit

- In Europa installierte PB-1-Rohrleitungen für Fußbodenheizungen (seit Mitte der 1960er-Jahren) und Fernwärme (seit den frühen 1980er-Jahren) sind nach wie vor mit Erfolg in Betrieb.
- PB-1-Rohrleitungen wurden beispielsweise 1974 im Rahmen des Wiener Geothermieprojekts installiert; dabei ersetzten sie Metallrohre, die sich aufgrund von schneller Korrosion als ungeeignet herausstellten, und funktionierten problemlos, bis 2010 ein erweitertes System

installiert wurde. Im Geothermieprojekt wird sehr aggressives Thermalwasser als Heizmedium genutzt. Das PB-1-Rohrleitungssystem war 36 Jahre lang bei einer konstanten Temperatur von 54 °C und einem Druck von 10 bar ohne Unterbrechung in Betrieb.

Seit diesen ersten erfolgreichen Installationen wurden Leistung und Zuverlässigkeit von PB-1-Systemen durch Fortschritte in der Materialtechnik und den Produktionsverfahren in Kombination mit der Einführung von strengen internationalen und nationalen Normen noch weiter verbessert. Internationale Normen schreiben nun eine Mindestleistung für Polybuten-1 Warmwasserleitungen von 70°C und 10 bar über 50 Jahre vor.

“ Seit diesen ersten erfolgreichen Installationen wurden Leistung und Zuverlässigkeit von PB-1-Systemen durch Fortschritte in der Materialtechnik und den Produktionsverfahren in Kombination mit der Einführung von strengen internationalen und nationalen Normen noch weiter verbessert. Internationale Normen schreiben nun eine Mindestleistung für Polybuten-1-Warmwasserleitungen von 70 °C und 10 bar über 50 Jahre vor. ”

Innendruckfestigkeit

- ISO 12230-Normen, die den Einfluss von Zeit und Temperatur auf die zu erwartende Festigkeit von Materialien darlegen, decken sowohl PB-H als auch PB-R ab.

  Entsprechende Standards zu ISO 12230 bestehen für PE-X (ISO 10146), PP-H, PP-R und PP-B und PP-RCT (ISO 3213) und PE-RT (ISO 24033). Diese Normen liefern die Grunddaten für die vier entsprechenden Rohrleitungssystem-Normen, nämlich ISO 15876 für

  Polybuten-1, ISO 15875 für PE-X, ISO 22391 für PE-RT und ISO 15874 für die vier Polypropylen-Produkte PP-H, PP-B, PP-R und PP-RCT. Nach 10 Jahren

  ununterbrochener Belastung behält Polybuten-1 40 % mehr Festigkeit als PE-X und fast doppelt so viel wie PP-R und PE-RT Typ 1 bei.

Umweltbelastung

- Die Umweltbelastung eines Materials in Bereichen wie Landschaftsverbrauch, Emissionen in die Atmosphäre, Boden und Wasser und Recyclingpotenzial wird in Lebenszyklusstudien untersucht.

  Solch eine Studie wurde von der Technischen Universität Berlin an verschiedenen Rohrinstallationssystemen für Trinkwasser durchgeführt, darunter solche aus verzinktem Stahl, Kupfer und aus folgenden Kunststoffen: Vernetztes PE-X, PB-1, PP-R und PVC-C. PB-1 wurde als „umweltfreundlich“ klassifiziert und verbraucht während Herstellung,

  Umwandlung, Installation und Verwendung weniger Energie als Konkurrenzprodukte. Darüber hinaus ist PB-1 recyclingfähig.

Häufig gestellte Fragen (FAQs)

Die 10 am häufigsten an die PBPSA gestellten Fragen und unsere Antworten sind unten aufgeführt.

1. **Wie lange wurden Rohre und Armaturen aus Polybuten-1 in Sanitäranwendungen verwendet?**
   Polybuten-1 wurde über 50 Jahre lang erfolgreich in Heizungsrohranwendungen und über 35 Jahre lang in Trinkwasseranwendungen eingesetzt.

2. **Ist Polybuten-1 das gleiche Produkt wie Polybutylen?**
   in den Vereinigten Staaten häufig verwendet, in Europa entstand jedoch ein wenig Verwirrung wegen eines anderen Materials, das Polyisobutylen heißt und häufig auch als Polybutylen bezeichnet wurde. Polyisobutylen wird tatsächlich bei der Herstellung von Schmelzklebern und Kaugummi verwendet. Daher entschied man sich, den chemisch genaueren Namen „Polybuten-1“ zu verwenden.

3. **Wenn Polybuten-1 nichts Neues ist, warum dauerte es dann so lange, bis seine Verwendung in Rohrinstallationen weit verbreitet war?**
   Auch wenn Polybuten seit den frühen 1970ern erfolgreich in Druckrohrleitungsanwendungen eingesetzt wird, war die Verfügbarkeit von Rohmaterialien auf ein Werk für die Produktion von 27.000 t/a in den Vereinigten Staaten und eine kleine Produktionskapazität in Japan begrenzt. 2003 wurde in den Niederlanden ein neues Werk für Verfahrenstechnik für die Produktion von 45.000 t Polybuten-1 in Betrieb genommen, das später auf eine Produktion von über 65.000 t erweitert wurde.

4. **Wie schnell wächst der Markt für Rohre und Armaturen aus Polybuten-1?**
   Bei der PBPSA gehen wir davon aus, dass es nur eine Frage der Zeit ist, bis thermoplastische Produkte herkömmliche Materialien wie Kupfer und Stahl in den meisten Heizungs- und Sanitäranwendungen ersetzen werden. Dieser Prozess ist evolutionär – in den 1950ern hat Kupfer das Blei ersetzt, und heutzutage bieten Kunststoffmaterialien brauchbare Alternativen zu Kupfer und anderen Metallen. Diese Evolution findet in verschiedenen

   Ländern unterschiedlich schnell statt. In der Schweiz erreicht die Marktdurchdringung durch Kunststoffe 80%, während sie in Frankreich weniger als 20 % beträgt. In ganz Europa verbleiben noch 50% des Marktanteils für die Ersetzung, wobei Polybuten-1 in der Technik als bevorzugtes Material gilt. Daher haben wir hohe Erwartungen an das Wachstum des Marktes für Rohre und Armaturen aus Polybuten-1.

5. **Stimmt es, dass in der Mitte der 90er-Jahre in Nordamerika eine Sammelklage wegen Rohrleitungsfehlern erhoben wurde?**
   Ja, die Verteidigung waren gezwungen viel Geld zu zahlen, um sich gegen die Forderungen aufgrund mutmaßlicher Fehler in „Polybutylen-Leitungssystemen“ zu verteidigen. Die Beschwerden, soweit sie überhaupt rechtsgültig waren, bezogen sich fast ausschließlich auf Produkte aus anderen Kunststoffen als PB-1, die von anderen Rohstofflieferanten für die Herstellung von Rohrarmaturen produziert wurden. Diese Unternehmen traten als Mitankläger in diesem Prozess auf. Doch solch einen Misserfolg hat man

   in den knapp 50 Jahren nicht erfahren, in denen Produkte für Sanitärinstallationen aus PB-1 in Europa und Asien verwendet wurden. Die PBPSA ist der Ansicht, dass ordnungsgemäß hergestellte und installierte Rohre und Armaturen aus PB-1

alle nationalen und internationalen Normen erfüllen und dass sie technisch die beste Wahl für Produkte für Sanitär- und Rohrleitungssysteme mit warmem und kaltem Druckwasser sind. Angesichts des Ausgangs des US-Rechtsstreits gegen die Mitangeklagten haben sich die PBPSA Mitglieder dennoch entschieden, keine Materialien oder Produkte aus PB-1 für Rohrleitungssysteme im nordamerikanischen Markt zu vertreiben.

6. **Lassen sich Polybuten-1-Leitungssysteme leicht installieren?**
   In manchen Märkten werden Polybuten-1-Rohrleitungen als „Flexibler Freund des Sanitärinstallateurs" bezeichnet. Durch seine Flexibilität kombiniert mit ausgezeichneter Druckfestigkeit bei hohen Temperaturen lässt es sich sehr leicht verarbeiten. In Kombination mit der Entwicklung neuer auf PB-1-Produkte anwendbare Verbindungstechniken und spezialisierter Rohrleitungssysteme ergeben sich verschiedene Installationsmöglichkeiten und langfristige Wartungsvorteile gegenüber herkömmlichen Materialien.

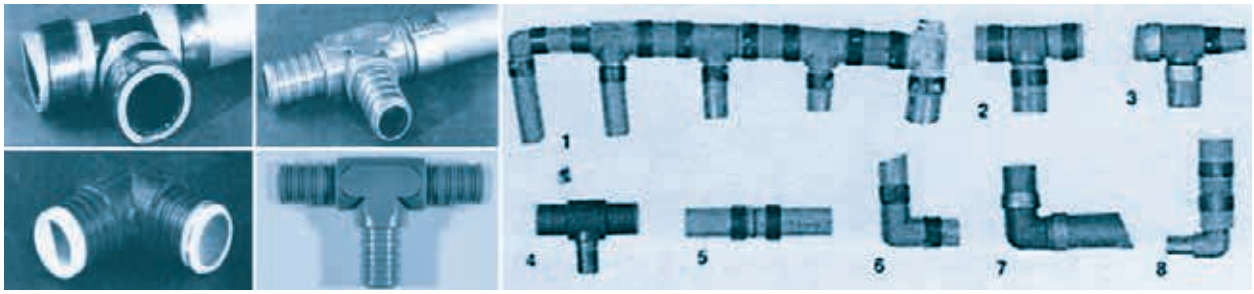
7. **Sind Rohrleitungssysteme aus Polybuten-1 genauso hygienisch wie herkömmliche Metallprodukte?**
   Wir würden sagen, dass Polybuten-1-Systeme sogar hygienischer sind als herkömmliche Metallprodukte. Durch Korrosion in Metallleitungen gelangen die chemischen Produkte der Korrosion in die Wasserzufuhr. Polybuten-1 korrodiert nicht. Bei der Installation von PB-1-Systemen wird weder Flussmittel, Schmierfett noch Lötzinn verwendet. Die Zusätze, wie beispielsweise Antioxidantien und Pigmente, die bei der Herstellung des PB-1-Rohrmaterials verwendet werden, sind für den mit Lebensmitteln in Kontakt stehenden Gebrauch zugelassen. PB-1-Rohrleitungssysteme besitzen daher hervorragende hygienische Eigenschaften und sind für den Transport von Trinkwasser sehr gut geeignet.

8. **Wo bekomme ich weitere Informationen über den Kostenvergleich von Polybuten-1-Rohrleitungssystemen?**
   Polybuten-1-Rohrleitungssysteme sind kostengünstig, und der Installateur profitiert von der einfachen Einbauweise und den niedrigen Arbeitskosten. Für spezifische Informationen ist es jedoch notwendig, sich an die Hersteller der verschiedenen Systeme zu wenden. Besuchen Sie die Kontaktseite, von der aus Sie auf alle Websites der PBPSA-Mitglieder zugreifen können, um Hilfe zu Kosten, Einbauweise und Überprüfung von Projektspezifikationen zu erhalten.

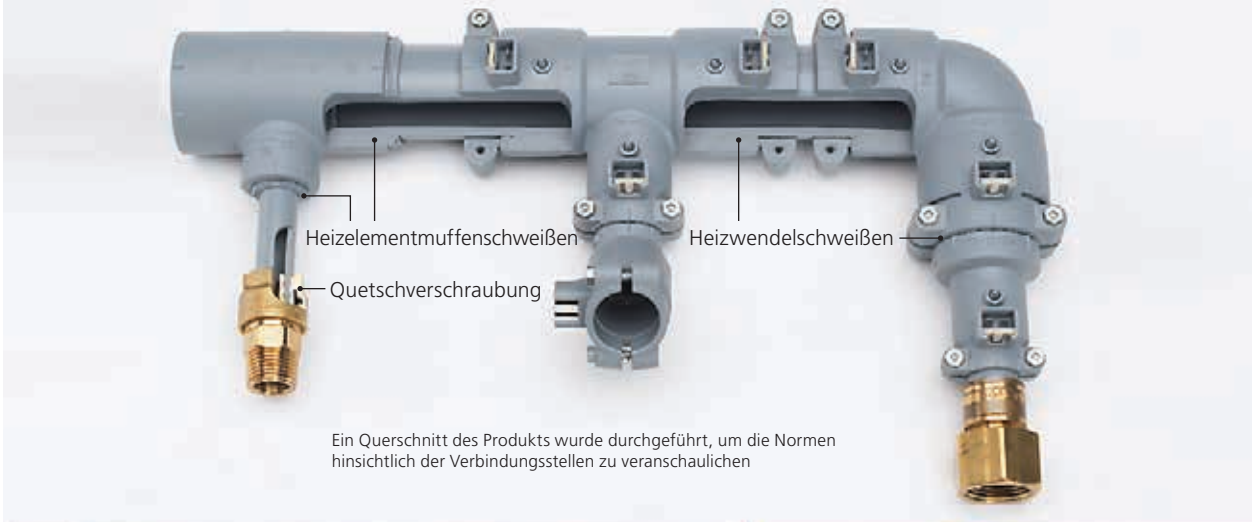
9. **Ich habe schon mein ganzes Leben lang Rohre und Armaturen aus Kupfer verwendet. Warum sollte ich wechseln?**
   Manchmal ist es schwierig, die Vorteile einer Veränderung zu sehen. Kupfer war zweifellos jahrzehntelang das bevorzugte Material für Sanitärinstallationen. Die Sanitärinstallateure der 1950er-Jahre wollten ungern geschweißte Führungsgelenke austauschen. Wir befinden uns allerdings inzwischen im Zeitalter des Kunststoffs, der ein vielseitiges Material ist und in vielen Bereichen neue Lösungen und Vorteile bietet. Sie haben die Wahl, abe der neueste Stand der Technik und der technologische Fortschritt gehören den Kunststoffsystemen – bleiben sie nicht außen vor!

Wie lassen sich mit Polybuten-1-Rohrleitungssystemen hochwertige Verbindungen erreichen?

Auf den europäischen und asiatischen PB-1-Märkten wird der Verbindung von Rohr und Armaturen zur Erzeugung einer nachhaltigen Verknüpfung für langlebige Verlässlichkeit und Leistung von Rohrleistungssystemen höchste Wichtigkeit beigemessen. Es scheint, dass in den Vereinigten Staaten während der 1980er- und 1990er-Jahre nicht der gleiche Schwerpunkt auf die gemeinsame Kompatibilität und Leistung von Rohren und Armaturen gelegt wurde wie in anderen Ländern. Unten sind einige Beispiele von Armaturtypen dargestellt, die aus anderen Materialien als Polybuten-1 hergestellt und in Nordamerika genutzt wurden und Gegenstand vieler Klagen waren, die gegen sogenannte „Polybutylen-Leitungssysteme“ geführt wurden. Den US-amerikanischen Beispielen stehen typische Beispiele (s. unten) von über viele Jahre hinweg entwickelten Armaturtypen gegenüber, die einen wesentlichen Teil des Erfolgs der heutigen Rohrleitungssysteme auf europäischen und asiatischen Märkten darstellen.



Inkompatible und unterschiedliche Materialien und Verbindungsmethoden, die auf das US-Gerichtsverfahren zu „Polybutylen-Leitungssystemen“ zurückzuführen sind



Ein Querschnitt des Produkts wurde durchgeführt, um die Normen hinsichtlich der Verbindungsstellen zu veranschaulichen

Was sind die Anwendungsbereiche für Polybuten-1-Rohrleitungssysteme?

Rohrleitungssysteme aus Polybuten-1 weisen bei einer Vielzahl kritischer Langzeitanwendungen eine bemerkenswerte Leistungsfähigkeit auf und sind ein unverzichtbarer Teil moderner, energieeffizienter und ökologisch vertretbarer Gebäudetechnik geworden, was in den letzten Jahren zu einer starken Wachstumsrate von PB-1-Rohrleitungssystemen geführt hat. Zu den Anwendungen gehören:

Großprojekte

Sanitärinstallationen

Fernwärme

Heizen und Kühlen

Wo wurden Polybuten-1-Rohrleitungssysteme erfolgreich genutzt?

Die Entwicklung und der Einsatzbereich von Polybuten-1-Rohrleitungssystemen weiten sich ständig aus. Neue Armaturen und Installationstechniken sowie die zunehmende Ausgereiftheit in der Anwendung zeigen die Vorteile und Nutzen dieses vielseitigen Materials auf. Immer öfter kommen PB-1-Rohrleitungssysteme in Großprojekten weltweit zum Einsatz, darunter in den unten gezeigten Beispielen.

The British Museum, UK

Canary Wharf - Wintergarden, UK

Monarch of the Seas

Royal Albert Hall, UK

Säntis 2000 Expansion, CH

The Imperial War Museum North, UK

Tschuggen Mountain Oasis - Arosa, CH

Hotel Les Trois - Basel, CH

Davos Hospital - Davos, CH

District Heating - Almere, NL

Ulster Universtity - Colerain, IE

Thermal Spa Rogner-Bad - Blumau, AT

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 Years of Service

Dale B. Edwards and Donald E. Duvall
Engineering Systems Inc., Aurora, IL 60504

INTRODUCTION

Engineering Systems Inc. (ESI) was retained by a property owner to evaluate the condition of the polybutylene (PB) plumbing system in a multi-unit apartment complex. The owner was doing a general rehabilitation project on the apartment units and desired to know the condition of the behind-the-wall PB plumbing pipe. The analysis included a site inspection of the plumbing system in the complex and laboratory testing of pipe samples removed from the apartments.

The on-site inspection of the plumbing system was conducted in November, 2011. At that time, PB pipe samples were selected and removed for laboratory testing. The hot water pipe closest to the water heater connection was selected from several apartments for testing, as well as a few cold water pipes from the same units. The laboratory testing of the PB pipe samples included a visual and microscopic inspection of the samples, dimensional measurements, quick burst testing, oxidation induction time testing, long-term hydrostatic pressure testing, and Fourier Transfer Infrared Spectroscopy (FTIR).

SITE INSPECTION DETAILS

During the site inspection, the plumbing connections near the water heater were examined in sixteen units that were undergoing rehabilitation. Table 1 lists the units that were inspected and the samples that were taken. The test samples included four different production date codes for Qest PB pipe and one date code for Vanguard PB pipe. The PB piping entered each apartment building under the concrete slab from a valve box in front of each building. As part of the rehabilitation project, the drywall had been removed in the mechanical room that housed the furnace and water heater. The typical layout of the PB piping is shown in Figures 1 and 2 for one of the first floor apartments and upstairs apartments, respectively.

In general the installation of the PB pipe in the apartment complex was excellent. The tubing was properly secured to studs and was not excessively bent. Approximately 18 inches of copper pipe was present between each water heater and the beginning of the PB hot water piping. The system utilized wrought copper fittings and either Qest or Vanguard ¾" PB tubing. The crimp ring diameters were within specification as measured with a Qest "Go-No Go" gage for PB piping with copper crimp rings. The crimp diameters were at the high end of the range (0.945" to 0.960"), which is common for crimped connections using wrought copper fittings. The crimp rings from all of the samples that were removed for testing were within the proper diameter range. There were no problems with the installation of the PB piping that were noted during the inspection. The chlorine level was measured at a sink faucet in the office at the site, using the DPD (N,N diethyl-p-phenylenediamine) method and Aquacheck chlorine strips. The free chlorine measurement for the cold water was approximately zero with both methods, while the total combined chlorine was approximately 3 ppm.

TESTING OF PB SAMPLES

A total of 17 pipe samples from fifteen of the sixteen units that were inspected (no samples were taken from Bldg. A, Unit #1). The testing included dimensional analysis, micro-Fourier Transform infrared spectroscopy (micro-FTIR), oxidation induction time (OIT), short-term burst pressure and long-term hydrostatic stress-rupture tests.

Dimensions

The dimensions of the samples were measured per ASTM D 2122 [1], for average outside diameter (O.D.) and minimum wall thickness. The wall thickness was measured at eight locations around the circumference of the pipe, noting the average and minimum value. The average O.D. was measured using a circumferential wrap tape. The measured dimensions of pipe from each of the five date codes are shown in Table 2. The pipe outside diameters were still all within that specified in ASTM D 3309 [2]. The wall thicknesses generally still met the 0.080-inch minimum wall except for a few pipes where the measured minimum wall was 0.078 to 0.079. This is not unusual for pipe that has been in service for 18 years at elevated temperature, causing some creep of the material. It is apparent from these dimensional measurements that the pipes all originally met the dimensional requirements for new pipe in the ASTM D 3309 standard.

Table 1. Units Inspected and PB Samples Taken.

Building #	Unit #	Samples Taken
A	6	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	5	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	4	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	3	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	2	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	1	None
B	2	Qest (2-1-93) hot water pipe
B	1	Qest (apparently 2-1-93) hot water pipe
C	8	None – This unit had been changed out to PEX due to a fire.
C	7	Unit above unit where fire had occurred Qest (11-30-92) hot water pipe Qest (12-1-92) cold water pipe Qest (11-30-92) cold water pipe
C	6	Qest (11-30-92) hot water pipe
C	5	Qest (2-1-93) hot water pipe
C	4	Qest (12-2-92) hot water pipe
C (removed by owner prior to inspection)	3	Qest (12-1-92) hot water pipe Qest (12-2-92) cold water pipe
C	2	Qest (12-1-92) hot water pipe
C	1	Qest (11-30-92) hot water pipe

Table 2. Dimensions of ¾" PB Tubing Samples

Sample Designation	Average O.D., in.	Avg. Minimum Wall, in.
Qest 11-30-92	0.876	0.080 (avg. 0.081)
Qest 12-01-92	0.877	0.078 – 0.079 (avg. 0.080)
Qest 12-02-92	0.878	0.082 (avg. 0.083)
Qest 02-01-93	0.878	0.080 (avg. 0.081)
Vanguard 08-10-93	0.878	0.078 – 0.079 (avg. 0.080)
ASTM D 3309 Requirement	0.875 ± 0.004	0.080 + 0.010

Micro-FTIR – Check for Oxidation

Seventeen PB pipe samples that were removed from the site were analyzed by micro-FTIR spectroscopy for extent and depth of oxidation at the inner wall of the PB tubing. Most of the samples chosen were from the hot water side nearest to the water heater, areas that represent the most aggressive in-service environment.

Oxidation of polyolefins such as PB results in the formation of carbonyl groups onto the PB molecules [3]. These groups have characteristic infrared absorption frequencies. Among these groups, the strongest absorption peak is observed at about 1715 to 1720 cm^{-1}. Weaker peaks are observed at 1735 and 1775 cm^{-1}. The stabilizer compounded into the PB has a small carbonyl peak at 1740 cm^{-1}. When oxidation occurs, a peak around 1715 cm^{-1} is formed, which progressively increases in intensity as the degree of oxidation increases. The carbonyl index is defined as the ratio of this carbonyl absorbance to that of the polymer backbone absorption band at 1465 cm^{-1}. The use of this ratio compensates for any differences in sample thickness and serves as an internal standard.

In the present study, the carbonyl index was profiled through the thickness of the PB tubing in order to determine the extent and depth of the oxidation, if it existed. This profiling is possible with a Micro-FTIR instrument that allows one to focus the infrared beam at a precise location on the sample. The analysis was conducted using a Perkin Elmer Spectrum 100 FTIR instrument with a Multi-Scope micro-FTIR accessory. The samples consisted of microtomed cross sections of the tubing wall. The infrared spectra were recorded in 0.03 mm increments (~0.0012 inches), using an aperture of approximately 0.3 mm x 0.03 mm. The profiling was continued inward from the inner surface of the tubing until no absorbance at 1715 cm^{-1} was detected. The carbonyl index was also measured at the core of the tubing for comparison with the inner surface measurements.

Table 3 shows the carbonyl index measurements obtained on the PB pipe samples. There was very little indication of any oxidation in the samples tested. Carbonyl indices of less than approximately 0.05 indicate insignificant

oxidation of the PB material. Any minimal oxidation that was detected in the samples was less than one thousandth of an inch in depth. In order for oxidation to negatively affect the PB pipes, the carbonyl index should be at least 0.1 and the depth of oxidation at least two thousandths of inch deep. None of the pipes analyzed show anything but superficial oxidation that will not negatively affect the long-term performance of the pipe.

Table 3. Carbonyl Index (C.I.) Measurements on PB Pipe Samples.

Sample Building-Unit	C.I. 0 to 0.0012 in.	C.I. 0.0012 to 0.0024 in.	C.I. 0.0024 to 0.0036 in.	C.I. Core
B-1-Hot	0.018	0.009	--	0.004
B-2-Hot	N.D.*	N.D.*	--	0.009 (1740 cm^{-1})
A-2-Hot	0.017	0.006	--	0.005
A-3-Hot	0.011	0.0001	--	0.007 (1740 cm^{-1})
A-4-Hot	0.007	0.008	--	N.D.
A-5-Hot	0.023	0.004	--	0.009 (1740 cm^{-1})
A-6-Hot	0.0002	0.0005	--	0.0149 (1740 cm^{-1})
C-1-Hot	0.058	0.042	--	0.012 (1740 cm-1)
C-2-Hot	0.033	0.013	--	0.005 (1740 cm^{-1})
C-3-Hot	0.036	0.006	--	0.011 (1740 cm^{-1})
C-3-Cold	0.009	0.007 (1740 cm^{-1})	--	0.007 (1740 cm^{-1})
C-4-Hot	0.020	0.002 (1740 cm^{-1})	--	0.013 (1740 cm^{-1})
C-5-Hot	0.014	0.006	--	0.007 (1740 cm^{-1})
C-6-Hot	0.019	0.010 (1740 cm^{-1})	--	0.011 (1740 cm^{-1})
C-6-Cold	0.070	0.009	0.007	0.009 (1740 cm^{-1})
C-7-Hot	0.051	0.016	0.014 (1740 cm^{-1})	0.003 (1740 cm^{-1})
C-7-Cold	0.020	0.015	0.007	0.017 (1740 cm^{-1})

*N.D. = Not Detected

Oxidation Induction Time (OIT)

The oxidation induction time (OIT) was measured on ten of the pipe samples at 200°C per ASTM D3895 [4]. This test is a relative measure of the amount of antioxidant still remaining in the pipe after extrusion and service. OIT was measured at the core of the tubing samples in order to ascertain whether residual levels of anti-oxidant still exist in the samples. The core OIT's are shown in Table 4.

Table 4. Core OIT Measurements on PB Samples at 200°C

Sample (Building-Unit)	Core OIT at 200°C, minutes
B-2-Hot	19.1
A-3-Hot	35.6
A-5-Hot	30.8
C-1-Hot	30.4
C-2-Hot	45.0
C-3-Cold	55.1
C-4-Hot	54.2
C-6-Hot	24.5
C-7-Cold	54.0
C-7-Hot	8.8

OIT testing is significant because it demonstrates that there is still antioxidant present after more than 18 years of service. This is consistent with observations made in some of the FTIR spectra of the presence of antioxidant at the core and the inside surface (at 1740 cm^{-1}). The lower value for the hot water pipe from Bldg. C - 7 is likely due to the fact that this unit was above a unit that had a fire and the pipe sample had smoke damage on the outer surface of the pipe and likely was exposed to higher temperatures. The 20 to 50 minute values indicate that a substantial portion of the antioxidant remains in the pipes to protect them from oxidation.

Quick Burst Tests

Quick burst tests were performed on several of the PB pipe samples. These tests were performed according to ASTM D1599 [5]. This test method determines the maximum pressure that will fail a plastic pipe when the pressure is ramped from zero to the burst pressure within 60 to 70 seconds. The minimum requirements for PB pipe and fitting assemblies are 440 psi at 23°C and 250 psig at 82°C [2]. All of the PB pipe samples tested far exceeded these minimum requirements at both temperatures, as shown in Table 5, demonstrating that the 18-year-old pipe still meets the ASTM burst requirement for new, unused PB pipe.

Table 5. Quick Burst Test Results on PB pipe Samples

Sample (Building-Unit)	Test Temperature, °C	Burst Pressure, psig
C-3-H-1	23.0	674
C-1-H-1	23.0	692
C-2-H-1	23.0	685
C-4-H-1	23.0	715
B-1-H-1	23.0	712
A-2-H-1	23.0	641
ASTM D 3039 Minimum Requirement	23.0	440
C-1-H-2	82.2	309
C-6-H-1	82.2	310
A-2-H-2	82.2	318
ASTM D 3039 Minimum Requirement	82.2	250

Sustained Pressure Tests

Hydrostatic stress rupture tests are being performed on samples of the PB pipe removed from the apartment complex. This testing is above and beyond the required 1000-hour sustained pressure tests called out in ASTM D3309 for the pipe. Testing was initiated on the PB pipe samples following the protocol in ASTM D 2837 [6]. In this case testing was initiated to obtain an E-2 data set (per Plastics Pipe Institute TR-3 [7]) to demonstrate how the 18-year-old PB pipe compares to the stress rupture data for new, unused pipe.

The E-2 data set includes a minimum of 10 data points with failure times ranging from 10 to more than 2000 hours. This data was then analyzed according to the procedure in ASTM D2837 to estimate the hydrostatic design basis (HDB) for the PB samples. The data were plotted on a graph with 107,000 hours of long term hydrostatic test data obtained on new, unused PB pipe that was reported by Springborn Laboratories in 1995 [8] (Figure 3). This testing continued for more than 3000 hours and established that the long-term sustained pressure performance of the pipe is comparable to or better than published data on new, unused PB pipes. The pipes have surpassed the expected failure times at the test hoop stresses, as shown in Table 6 below.

Table 6. Hydrostatic Pressure Test Results

Sample	Test Pressure, psig	Hoop Stress, psi	Test or Failure Time	Remarks
2921-6-H-2	475	2334	3051.2	On Test
2921-5-H-1	475	2334	3051.2	On Test
2905-6-H-1	475	2334	3051.2	On Test
2905-3-H-2	490	2438	3051.2	On Test
2905-4-H-1	490	2438	3051.2	On Test
2905-6-H-2	490	2441	3051.2	On Test
2921-2-H-2	507	2525	3053	On Test
2921-5-H-2	507	2525	3053	On Test
2905-3-H-1	507	2525	3053	On Test
2921-7-H-1	525	2648	935.0	On Test
2905-4-H-2	550	2778	35	Failure between 21 and 50 hours
2921-4-H-2	560	2711	53	Failed

CONCLUSIONS

Based on the site inspection, examination and testing of PB samples that were removed from the apartments (detailed above) and experience in plastic pipe materials performance, the PB piping system in this apartment complex appeared to be in excellent condition and had not degraded to any significant extent during its 18 years of service. The pipe samples appear to have met the ASTM requirements for dimensions and burst strength. It is anticipated that the pipe will also perform as well as new pipe in the long-term pressure tests that are under way. There is no evidence of any significant oxidation of the pipe and OIT measurements demonstrate that the PB pipe is still well protected by antioxidants.

The PB compound used in the Qest and Vanguard piping at the site was PB4137, a compound manufactured by Shell Chemical that had approximately twice as much stabilizer as the earlier PB compounds that were used in PB piping, and thus, should have approximately twice the life expectancy. Data from Shell suggests that the

lifetime of PB in a plumbing system at 1 ppm free chlorine (higher than that measured on-site) should have a projected lifetime of 88 years, if the daily hot water consumption is 6 hours per day [9]. According to a Stevens Institute of Technology report, the average hot water usage in single-family homes in the U.S. is less than 1 hour per day. The lifetime calculation goes up to 170 years if the hot water usage is 2 hours per day. The OIT and FTIR measurements on these PB pipe samples confirm that the pipe has not degraded as a result of their 18 years in service. In addition to the good properties exhibited by the pipe, the installation of the system was very good. The pipes were properly restrained and did not appear to be severely bent or stressed. The piping is not routed through any attic spaces either, which eliminates any additional heating from the environment. The crimping of the fittings was also according to manufacturer's specifications in terms of outer diameter and position.

The PB plumbing system should continue to perform well into the future. It is very hard to predict when and if a plumbing system will develop a leak, since there are many potential causes of leaks. This plumbing system should continue to perform as well or better than any plumbing system that has been in service for 18 years. We have seen no evidence of material defects or degradation that should shorten the lifetime of this system. Excessive stress on PB pipe can lead to failure in some cases. We did not observe any evidence that excessive stress was applied to the PB piping in this system. In fact, as stated above, the installation was very good. However, we cannot rule out the fact that there may be a few pipes that are highly stressed and could possibly leak at some time in the future.

References

1. ASTM D 2122-98 (Reapproved 2010), "Standard Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings," *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04,* ASTM International, West Conshohocken, PA.
2. ASTM D 3309-96a, "Standard Specification for Polybutylene (PB) Plastic Hot- and old-Water Distribution Systems", *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04,* ASTM International, West Conshohocken, PA.
3. K. Karlsson, G.D. Smith and U.W. Gedde, *Polym. Eng. & Sci.* **32**(10), 649 (1992).
4. ASTM D3895-07, "Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry," *2011 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.02,* ASTM International, West Conshohocken, PA.
5. ASTM D1599-11, "Standard Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings," *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04,* ASTM International, West Conshohocken, PA.
6. ASTM D 2837-11, "Standard Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials or Pressure Design Basis for Thermoplastic Pipe Products," *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04,* ASTM International, West Conshohocken, PA.
7. PPI TR3 / 2010 / HDB / HDS / PDB / SDB / MRS Policies, *Policies and Procedures for Developing Hydrostatic Design Basis (HDB), Hydrostatic Design Stresses (HDS), Pressure Design Basis (PDB), Strength Design Basis (SDB), and Minimum Required Strength (MRS) Ratings for Thermoplastic Piping Materials or Pipe,* Plastics Pipe Institute, Irving, TX (2010).
8. Springborn Laboratories Project 2621.30 Test Report (107,000 hour level), to Shell Oil Company, March 21, 1995.
9. Shell Oil Company, private communication.

Figure 1. Typical layout of PB piping in a first floor apartment.

Figure 2. Typical layout of PB piping in a second floor apartment.

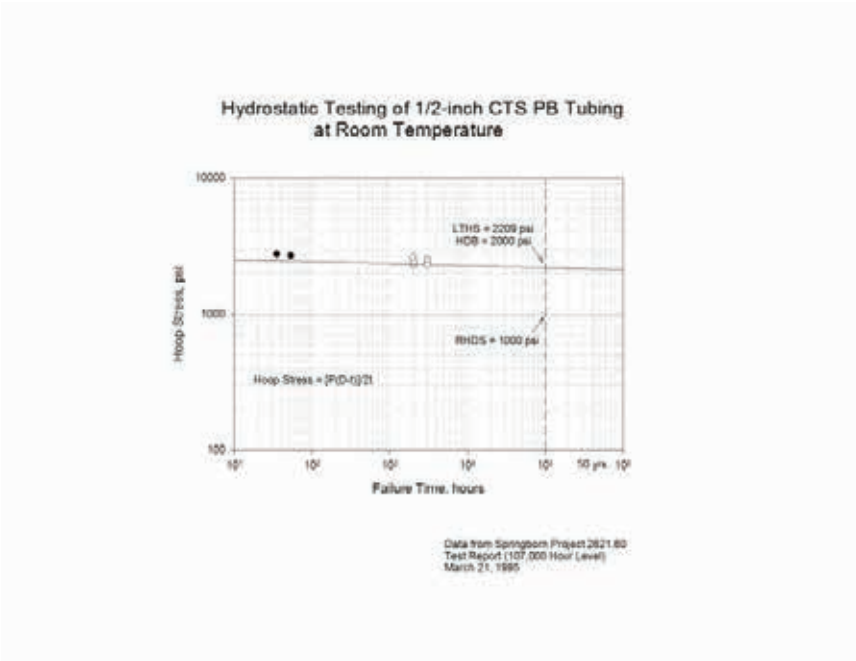


Figure 3. Hydrostatic pressure test results (symbols) superimposed on results of testing of new, unused PB pipe (line).

PBPSA | Polybutene Piping Systems Association

The Polybutene Piping Systems Association (PBPSA) is an international association of market leading companies committed to the use of the thermoplastic material, Polybutene-1 (PB-1) for the manufacture of piping systems. Also known as polybutylene, PB-1 is used worldwide in applications including piping systems for large-scale building projects, district energy networks, heating and cooling, and plumbing installations.

Polybutene Piping Systems Association
Postfach 3377
8021 Zürich
SWITZERLAND
info@pbpsa.com
www.pbpsa.com

PBPSA Members

GF Piping Systems	www.gfps.com
wavin	www.wavin.com
RWC	www.rwc.com
LyondellBasell	www.lyondellbasell.com
NUEVA TERRAIN S.L.	www.nuevaterrain.com
THERMAFLEX ®	www.thermaflex.com

© 2024 – Polybutene Piping Systems Association (PBPSA)

The information and technical data (altogether "Data") herein are not binding, unless explicitly confirmed in writing. The data does not constitute explicit, implicit, or warranted characteristics, nor guaranteed properties or guaranteed durability. All data are subject to modification. Before using a product made from Polybutene-1 users should make their own independent determination that the product is suitable for the intended use and can be used safely and legally. Polybutene-1 may not be used in the manufacture of any US FDA Class III Medical Device or Health Canada Class IV Medical Device and may not be used in the manufacture of any US FDA Class II Medical Device or Health Canada Class II or Class III Medical Device without the prior written approval by Seller of each specific product or application. PB-1 may not be used in the manufacture of pipe applications intended for sale or shipment to North America, without prior written approval by Seller for each specific product and application.