KRV
KUNSTSTOFFROHRVERBAND E.V.

Kunststoffrohre in der Industrie: Die richtige Wahl!

Impressum / Herausgeber:

Kunststoffrohrverband e.V.
Kennedyallee 1-5
53175 Bonn

Telefon: +49-(0)2 28 / 9 14 77-0
Telefax: +49-(0)2 28 / 9 14 77-19

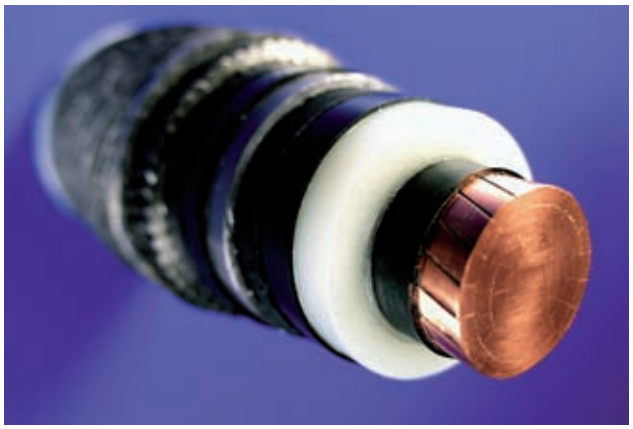
e-mail: kunststoffrohrverband@krv.de
Internet: http://www.krv.de oder http://www.wipo.krv.de

Inhalt

- Einleitung Seite 4
- Anforderungen der Chemischen Prozess-Industrie (CPI) an die Rohrleitungssysteme Seite 5
- Die chemische Beständigkeit von Kunststoffrohren Seite 6
- Normung / Qualitätssicherung / Zulassung Seite 7
- Nachhaltigkeit Seite 8
- Werkstoffe Seite 10
- Verbindungstechnik Seite 15
- Verlegung Seite 18
- Vielfältige Leitungskonzepte Seite 19
- Anwendungsbeispiele Seite 20
- Ausblick Seite 24
- Der Kunststoffrohrverband e.V. Seite 25
- Die Mitgliedsunternehmen im Fachbereich Industrierohre Seite 26

Einleitung

Seit nunmehr 60 Jahren bestimmen Kunststoffe unseren Alltag. Ein modernes Auto ist ohne Kunststoff undenkbar, Verpackungsfolien schützen unsere Nahrungsmittel, Kunststoffrohre transportieren Gas und Wasser.



Hochspannungskabel mit funktioneller Mehrschichtenummantelung aus Kunststoff im Industriepark Höchst verlegt. PVC-Rohre feiern in 2012 sogar schon ihren 80-jährigen Geburtstag.

Hochleistungsfolien versiegeln Deponien und feinste Kunststofffasern sind die Basis für moderne Sport- und Funktionskleidung.

Hoher Kunststoffanteil in der Automobilindustrie

Wesentliche Bedeutung haben die Kunststoffe für die chemische Industrie. Vor ca. 60 Jahren wurden die ersten Kunststoffrohre in Frankfurt im Industriepark Höchst verlegt. Heute spielen Kunststoffrohre bei praktisch jedem industriellen Prozess eine maßgebliche Rolle.

Grund dafür ist die enorme Vielseitigkeit von Kunststofflösungen. Je nach Anwendung werden maßgeschneiderte Kunststoffrohre eingesetzt. Hohe Chemikalienbeständigkeit, ausgereifte Verbindungstechniken und ein umfassender Normungsrahmen garantieren effiziente, ökonomische und vor allem sichere Lösungen.

Nassabscheider aus GFK

Polymerisationsanlage

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

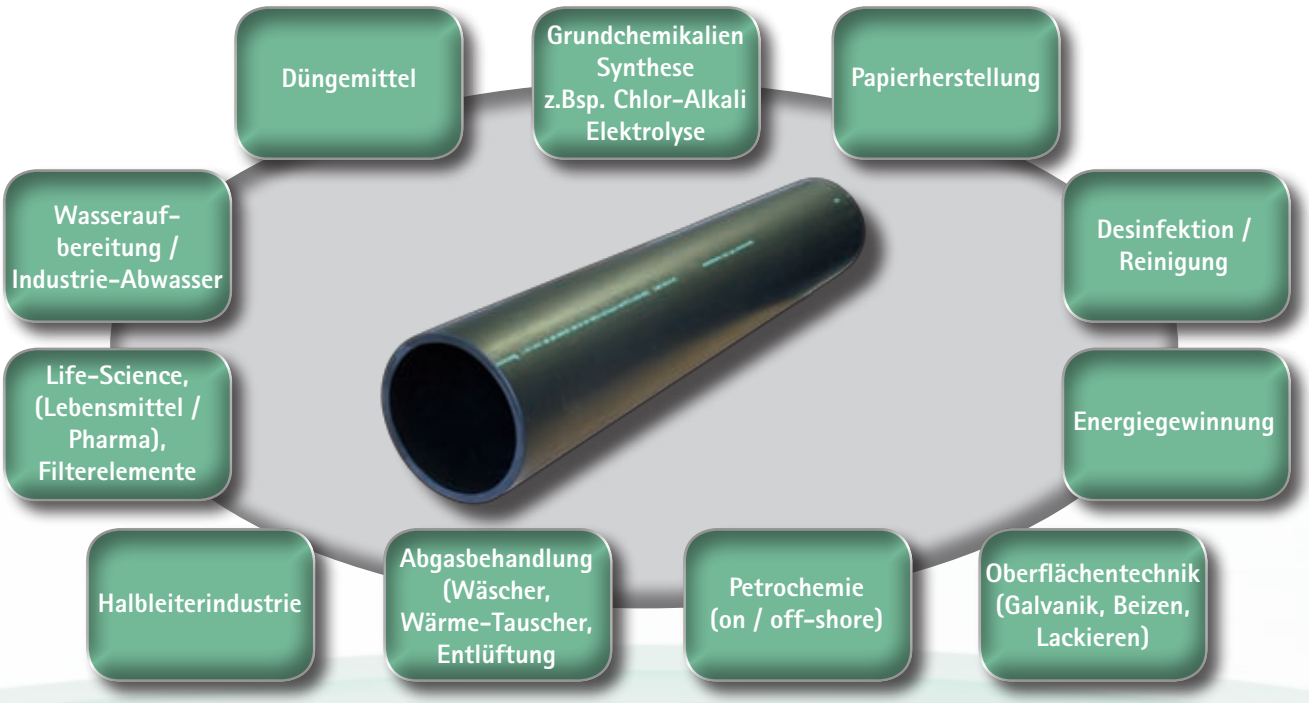
„Über 40 Jahre Erfahrung mit verschiedenen Kunststoffrohren und deren Verbindungsmöglichkeiten im Umgang mit konzentrierten Säuren und Laugen im chemischen Apparatebau bei Heraeus in Hanau gibt uns auch in Zukunft Vertrauen." (H. Lipp; Instandhaltungstechnik; W.C. Heraeus GmbH, Hanau)

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 Anforderungen. In keinem anderen Segment des Kunststoffrohrleitungsbaus begegnet uns daher eine derartige Vielfalt an unterschiedlichen Polymermaterialien. Die Tabelle gibt eine kurze Übersicht über zentrale Forderungen der Kunden in diesem Segment.

Anforderungen an Industrierohrsysteme

- Hohe Sicherheit / Notlaufeigenschaften
- Medienbeständigkeit/ Minimales Auswaschverhalten
- Rechtskonformität
- Hohe Standzeiten und Referenzen
- Systemlösungen
- Einfache Wartung, Reparatur, Verlegung
- Hohe Wirtschaftlichkeit

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.



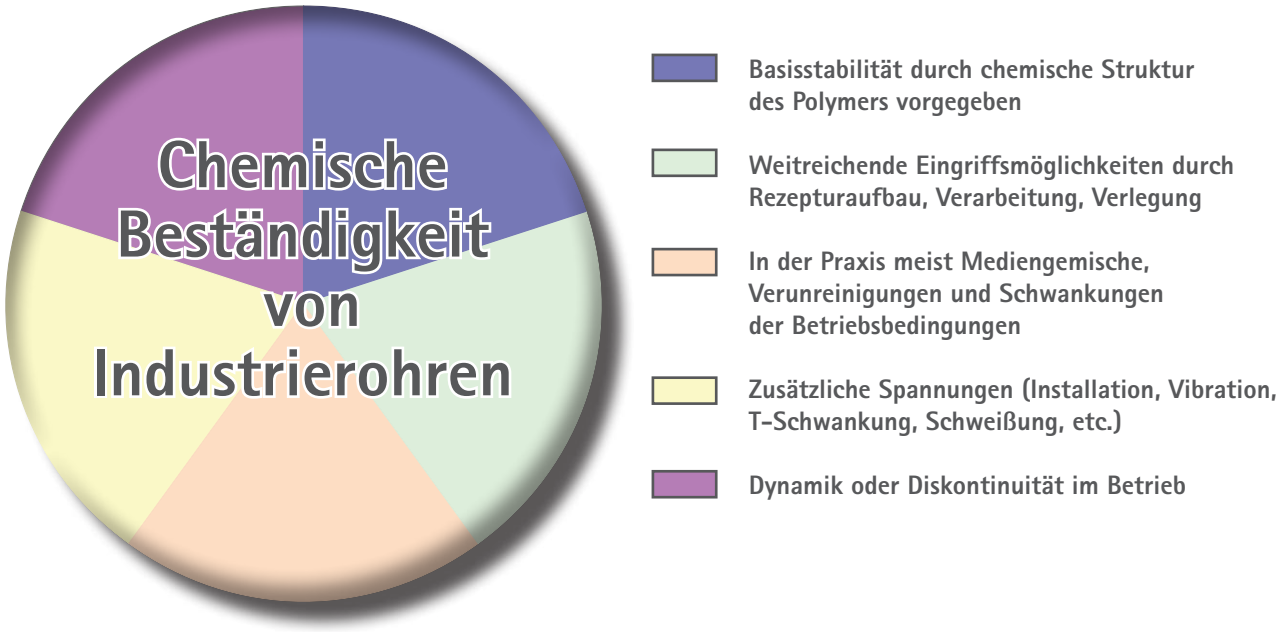
Anwendungsbereiche für Kunststoffrohrsysteme

Die chemische Beständigkeit von Kunststoffrohren

„Bei Verwendung von Kunststoff-basierenden Rohrleitungssystemen in Kontakt mit aggressiven Chemikalien sind die hierbei auftretenden Korrosionserscheinungen heutzutage abschätz- und kontrollierbar ". (Dr. P. Bergsjo, Forschungsleiter „Polymeric Materials Dept." am Swerea KIMAB, Stockholm, Schweden)

Die große Materialvielfalt und außergewöhnlich gute chemische 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 gewählten Rohrsystems von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. Folgende Grafik zeigt die wesentlichen Einflussgrößen:



Basierend auf mittlerweile über 50 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 sehr gut quantifizierende Vorhersagen möglich. Nach heutiger Erkenntnis können Kunststoffrohrsysteme im chemischen Anlagenbau für die Durchleitung praktisch aller Chemikalien bei Betriebstemperaturen von 100°C und darüber hinaus eingesetzt werden.

Wichtig ist bei der Auswahl/Spezifikation der Materialien und Systeme die enge Zusammenarbeit von Anwender und Hersteller. Die im Markt oft zitierten „Beständigkeitslisten" sollten dabei immer nur als eine allererste Orientierung betrachtet werden.

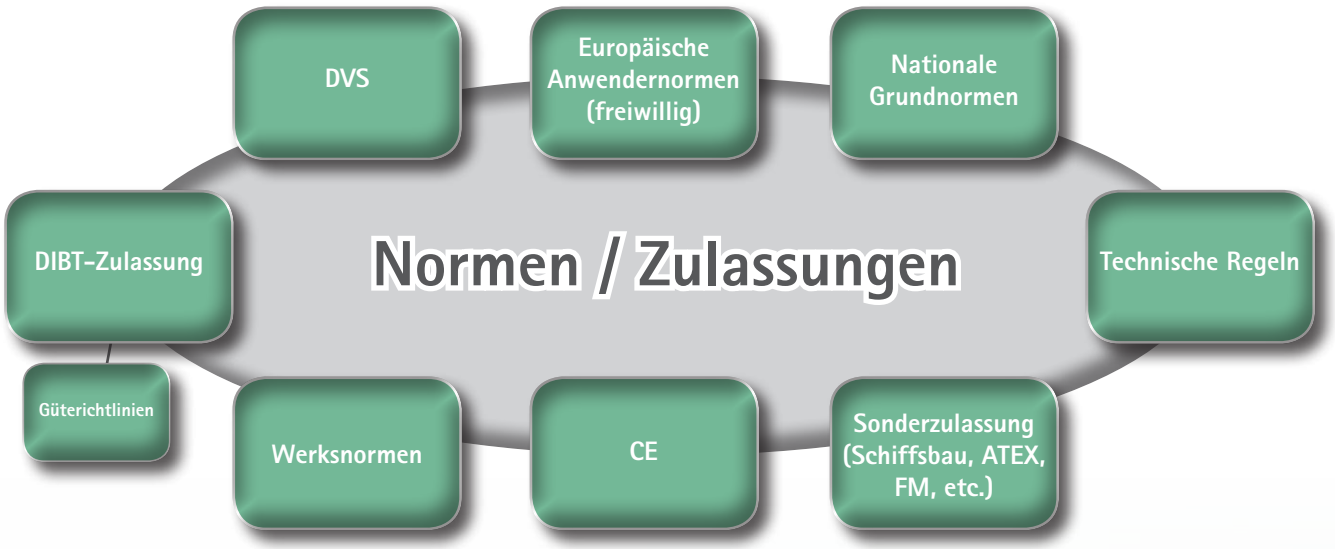
Normung / Qualitätssicherung / Zulassung

„Ein ausgereiftes und auf internationaler Ebene koordiniertes und stetig aktualisiertes Normen- und Standardisierungssystem für Halbzeuge und Rohstoffe ist das Rückgrat jeglicher Qualitätssicherung von Rohrleitungssystemen auf Kunststoffbasis. Damit leistet das hohe Niveau der Normen auf diesem Gebiet einen sehr großen Beitrag zum erwiesenermaßen sicheren Betrieb der aus diesen Produkten gefertigten Anlagen gerade im Segment des industriellen Anlagenbaus."

(Hans Telgen, Präsident des Europäischen Kunststoffrohrverbandes (TEPPFA))

Die Rezeptierung und Verarbeitung beeinflussen wesentlich die Eigenschaften der Komponenten von Kunststoffrohrleitungssystemen. Der Qualitätssicherung dieser Produkte wird durch ein hoch entwickeltes 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 Zulassungen, die auf Basis zusätzlicher Güterichtlinien und der Fremdüberwachung neutraler Prüfinstitute basieren.

Ein für den Industrierohrmarkt prominentes Beispiel hierfür ist die Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Aufgrund der bauaufsichtlich geforderten, sehr hohen Prüf- und Überwachungsanforderungen sowie der Vorgaben zu den verwendeten Werkstoffen, ist diese DIBt-Zulassung auch im industriellen Anlagenbau länderübergreifend relevant.



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.

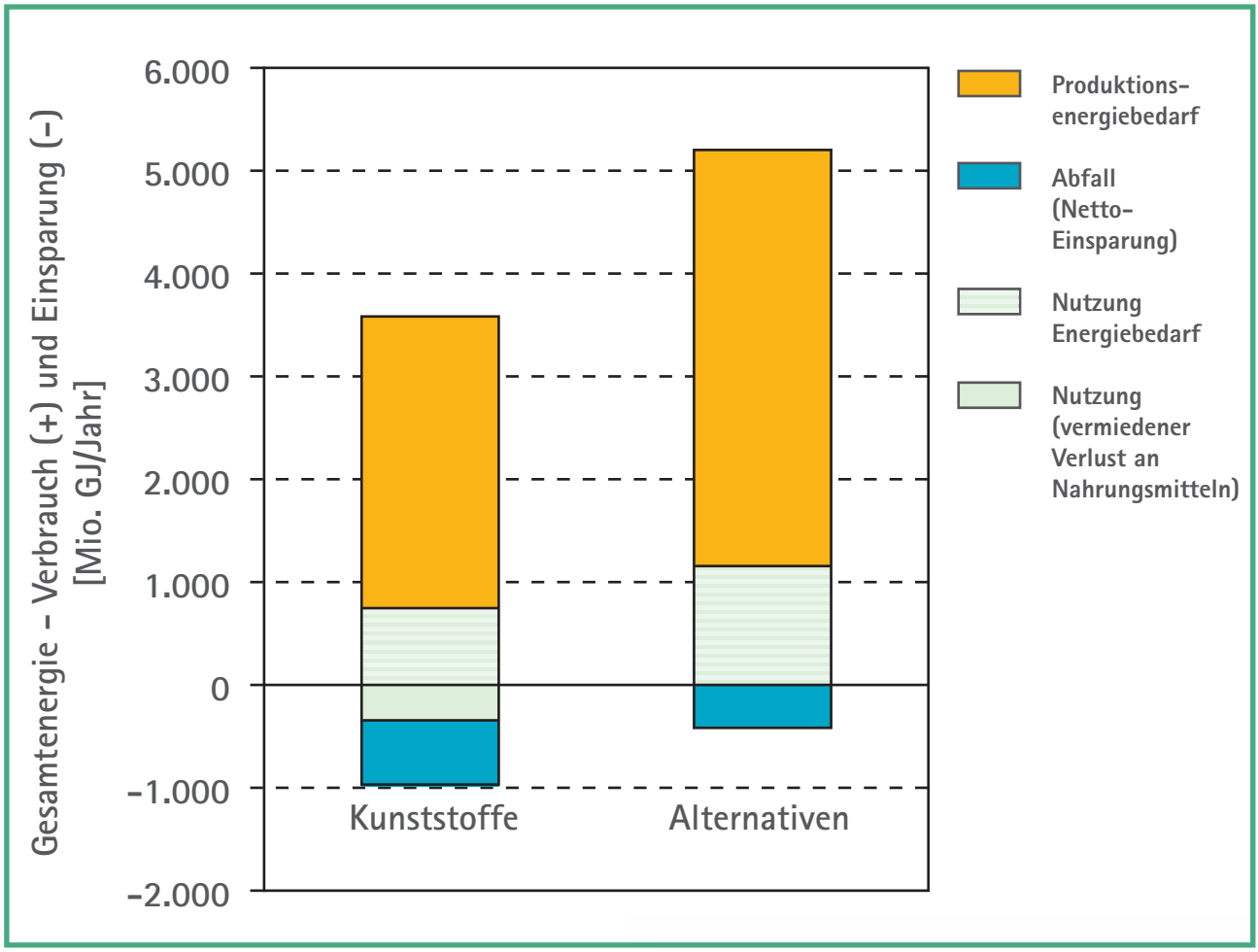
Abgerundet werden diese Regelwerke durch eine Vielzahl von Werksnormen und zahlreichen Kunden- oder Sonderzulassungen, die sich seit Jahrzehnten entwickelt haben.

Eine CE-Kennzeichnung der Rohrleitungskomponenten ist bislang noch nicht möglich, da die hierzu nötigen harmonisierten europäischen Normen noch nicht vorliegen.

Nachhaltigkeit

Kunststoffprodukte verbrauchen weniger Energie als Alternativprodukte

- Der Energiebedarf für Produktion, Nutzung, Verwertung und Entsorgung von Kunststoffenin Europa liegt bei 4.300 Millionen GJ/a
- Die Gesamtemissionen an Treibhausgasen betragen 200 Millionen t/a.
- Es lässt sich ableiten, dass die Substitution von Kunststoffprodukten durch andere Materialien, wo immer dies möglich ist, etwa 57 Prozent (1.500 –3.300 Millionen GJ/a) mehr Energie erfordern würde als heute während des gesamten Lebenszyklus aller Kunststoffprodukte verbraucht wird.

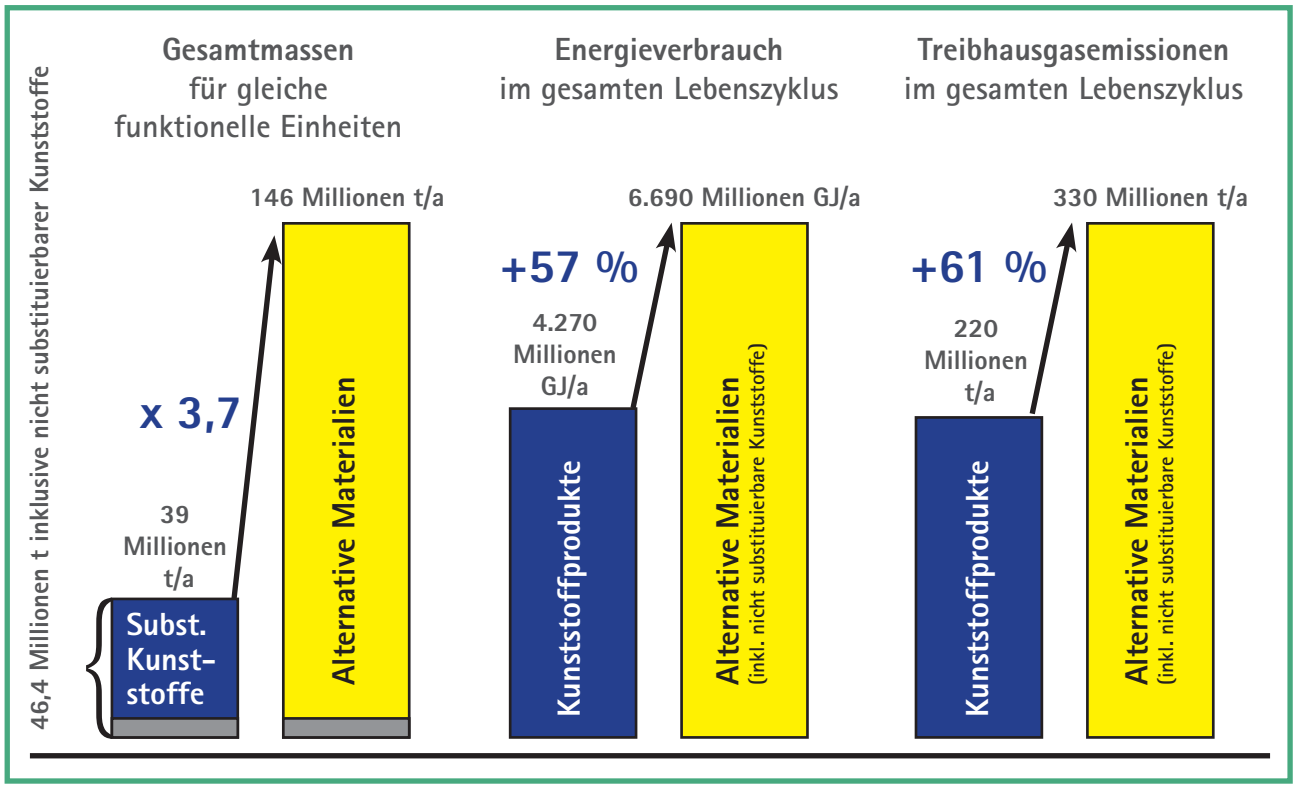


Energieverbrauch von Kunststoffprodukten im Laufe ihres Lebenszyklus (untersuchte Fallstudien, die 63 % des Gesamtmarktes abdecken) und ihrer potenziellen Ersatzstoffe, aufgeteilt nach Lebenszyklusphasen Produktion, Nutzung und Abfallmanagement.

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/a 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)

- 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.
- 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 Gesamtlebenszyklus zählen Kunststoffe daher zu den energieeffizientesten Materialien.
- Kunststoffe ermöglichen oft eine Reduktion des Materialverbrauchs.

Werkstoffe

„Aufgrund seiner einzigartigen chemischen Beständigkeit, idealen thermo-mechanischen Eigenschaften und einem attraktiven Kosten-Nutzen-Verhältnis wird der Werkstoff PVC auch in Zukunft ein sehr bedeutendes Material mit interessantem Wachstumspotenzial im industriellen Rohrleitungsbau bleiben."
(Filipe Constant; CEO of SolVin, Brüssel)

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.

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)

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

Eigenschaften ABS

- Hohe Steifigkeit mit niedriger thermischer Längenausdehnung
- Gute chemische Beständigkeit gegenüber wässrigen Salzlösungen, vielen Säuren und Basen
- Temperatureinsatz: -40°C bis +70°C

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 Herstellverfahren erlaubt die Kombination der verschiedensten Rohstoffe (Glasfaser, Reaktionsharz, Zuschlagsstoffe) zum fertigen Endprodukt. So können GFK-Rohre individuell den spezifischen Anforderungen der Anwendung entsprechend hergestellt werden.

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.

Eigenschaften GFK

- Sehr hohe Steifigkeit und Festigkeit
- Sehr geringe thermische Ausdehnung
- Sehr gute hydraulische Ablaufleistung
- Temperatureinsatz: -60°C bis +120°C

Polyethylen (PE)

PE zeichnet sich besonders durch eine hervorragende Verarbeitbarkeit und eine sehr gute UV-Beständigkeit aus. Die gute chemische Resistenz, gepaart mit Zähigkeit und Steifigkeit des Werkstoffs, erlaubt einen vielfältigen Einsatzbereich.

Eigenschaften PE

- Sehr gutes hydraulisches Verhalten
- Zuverlässiger Korrosionsschutz
- Sehr gutes Verhältnis von Stabilität und Flexibilität
- Hervorragende UV- und Witterungsbeständigkeit bei schwarzer Einstellung
- Temperatureinsatz: -40°C bis +95°C

Polypropylen (PP)

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.

Eigenschaften PP

- Hohe Zähigkeit und Steifigkeit
- Hohe Spannungsrissbeständigkeit gegenüber vielen Säuren, Laugen und Lösungsmitteln
- Hervorragende Verschweißbarkeit
- Temperatureinsatz: 0°C bis +95°C

Polyvinylchlorid (PVC)

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 thermo-mechanische 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.

Eigenschaften PVC-U

- Hohe Steifigkeit mit niedriger thermischer Längenausdehnung
- Gute chemische Beständigkeit gegenüber Säuren, Laugen, Alkohol, Öl und Benzin
- Temperatureinsatz: 0°C bis +60°C

Eigenschaften PVC-C

- Gute Beständigkeit gegenüber Mineralsäuren, Salzlösungen, zahlreichen Organika, feuchtem Chlorgas und Oxidationsmitteln
- Erhöhte Wärmeformbeständigkeit bis 100°C
- Temperatureinsatz: 0°C bis +95°C

Polyvinylidenfluorid (PVDF)

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

Eigenschaften PVDF

- Hervorragende chemische Widerstandsfähigkeit
- Physiologisch unbedenklich (gemäß BfR und FDA)
- Schwer entflammbar
- Außergewöhnlich gute Alterungsbeständigkeit bei UV- und Witterungseinflüssen
- Temperatureinsatz: -30°C bis +140°C

Diese Auflistung gibt nur exemplarisch einige der verfügbaren Werkstoffe und ihrer Eigenschaften wieder. Informationen zu weiteren Werkstoffen und deren Eigenschaften erhalten Sie bei den genannten Unternehmen, ab Seite 26.

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.

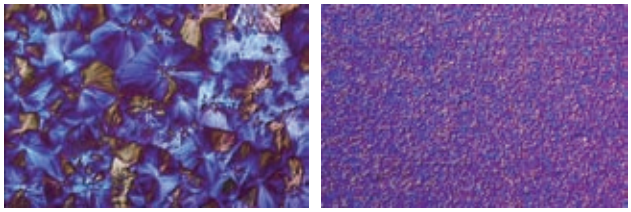
Thermoplaste

Unter den Thermoplasten zeichnen sich die Basispolymere Polyethylen, Polypropylen und Polyvinylchorid durch Langlebigkeit, einen hohen Korrosionswiderstand und geringes Gewicht aus. Damit nehmen sie einen wichtigen Platz im chemischen Apparatebau ein. Diese Kunststoffe lassen sich hervorragend für jeden beliebigen Einsatzzweck einstellen. Die optimale Einstellung der Werkstoffe in Bezug auf seine sogenannte Morphologie und Rezeptierung 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.

Die sehr gute Verarbeitbarkeit der Basispolymere spiegelt sich in sehr glatten Oberflächen von Rohren und Formstücken wider, die den hydraulischen Widerstand minimieren.

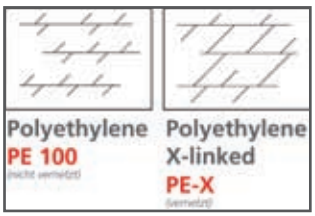
Den ständig steigenden Anforderungen an die Kunststoffrohrsysteme im chemischen Apparatebau wird durch die stetige Weiterentwicklung dieser Basispolymere Rechnung getragen. Aufgrund ihrer sehr guten Langzeiteigenschaften bei erhöhten Temperaturen sowie ihres hohen Widerstandes gegen Chemikalien, bieten sie dem Anwender einen hohen Nutzen, bei gleichzeitig guter Kostenposition.

Lassen sich Polyethylen, Polypropylen und PVC durch Rezeptierung oder Nachbehandlung (z.B. Vernetzung) bereits sehr gut auf besondere Anforderungen einstellen, bietet Polypropylen zusätzlich noch die Möglichkeit, eine Eigenschaftsverbesserung durch eine sogenannte Nukleierung zu erzielen. Das dadurch erreichte sehr feine Polymergefüge führt zu einer höheren Festigkeit bei gleichzeitig guter Schlagzähigkeit, was sich natürlich positiv auf den Widerstand gegen Chemikalien auswirkt. Dies bietet dem Anwender noch einmal ein höheres Sicherheitsniveau.



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.



Durch Vernetzung von Polymeren können neue Produkteigenschaften geschaffen werden (z.B. hohe Punkt- und Temperaturlastbeständigkeit).

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. Zur Herstellung von Duroplasten werden Polymerketten untereinander oder mit Monomeren vernetzt. Die Vernetzung der Bausteine wird mittels Wärme, Strahlung oder chemischen Additiven initiiert. Die gebildete Molekülstruktur ist thermisch stabil, ein Aufschmelzen nach der Aushärtung ist nicht mehr möglich.

Sondereinstellungen von Kunststoffen

Angepasst an Ihre Anforderungen

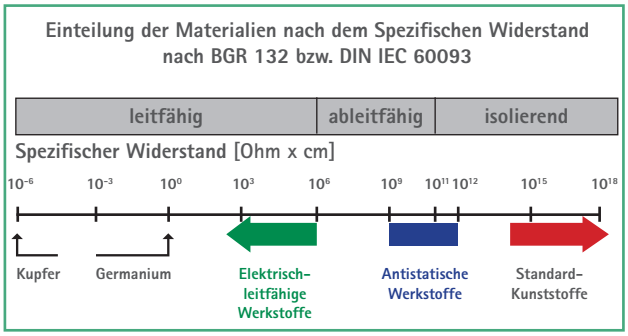
Im Gegensatz zu traditionellen Werkstoffen bieten Kunststoffe auch langfristig hohe Innovations- und Individualisierungsmöglichkeiten.

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.

Mit folgenden Ergebnissen:



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 von Alusil erreicht.

Brandtest an einem Kunststoffrohr nach IMO 753 Standard

Sammelbalken aus elektrisch leitfähigem Polyethylen

Sonderkonstruktionen

Rohrleitungen müssen häufig einem vorgegebenen, verzweigten Verlauf folgen und dabei Hindernisse umgehen, überbrücken oder unterqueren. Stoffströme werden z.B. 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 individuelle 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

Verbindungstechnik

„Die Vielfältigkeit der seit Jahrzehnten bewährten Schweißerfahrungen bei industriellen Anwendungen ermöglicht ein sicheres Verbinden von Kunststoffrohrleitungen, das u.a. dank der DVS-Richtlinien auf höchstem Qualitätsniveau gewährleistet wird“

(Dr. B. Baudrit; Gruppenleiter „Fügen von Kunststoffen“ am Süddeutschen Kunststoffzentrum, Würzburg)

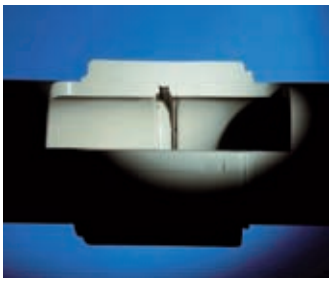
Die Möglichkeiten zur Verbindung von Kunststoff-Rohrleitungskomponenten sind vielseitig und zunächst auch von der Materialwahl abhängig. Bei der Auslegung eines Kunststoffrohrleitungssystems ist es deshalb wichtig, sich schon in der Planungsphase über mögliche Verbindungsverfahren und deren Anwendbarkeit zu informieren. Die Auswahl des am besten geeigneten Verbindungsverfahrens wird von einer Vielzahl verschiedener 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 Übersicht gibt eine grobe Übersicht über die gängigen Verbindungstechniken im Kunststoffrohrleitungsbau.

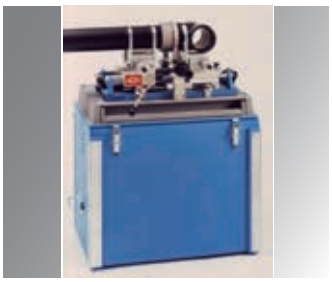
Flanschverbindung:

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

Heizelement-Muffenschweißung:

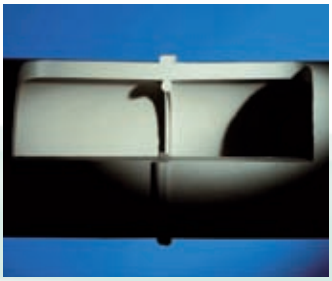
- Einfache Handhabung während der Schweißung
- Einfache Schweißnahtvorbereitung
- Unkomplizierte Bedienung der Schweißgeräte
- Gleichbleibende Schweißnahtqualität
- Schweißwulst im Inneren der Verbindung
- Längskraftschlüssige Verbindung
- Schnell, kostengünstig, stabil
- Für Dimensionen bis 160 mm geeignet





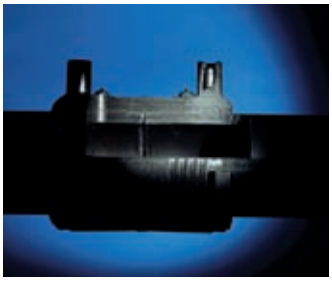
Heizelement Stumpfschweißung

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



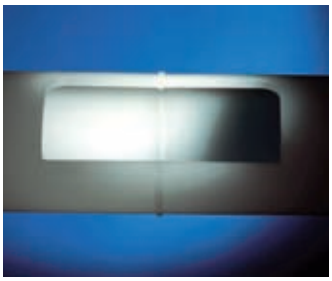
Heizwendel-Schweißung:

- Einfache Handhabung während der Schweißung
- Einfache Schweißnahtvorbereitung
- Unkomplizierte Bedienung der Schweißgeräte
- Gleichbleibende Schweißnahtqualität
- Kein Absatz oder Schweißwulst im Inneren
- Schweißen an schwer zugänglichen Stellen möglich
- Längskraftschlüssige Verbindung
- Schnell, kostengünstig, stabil



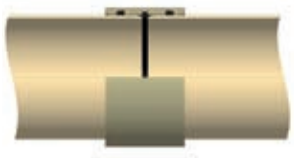
IR-Stumpfschweißung:

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



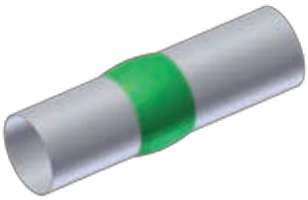
Kupplungsverbindung:

- 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



Laminatverbindung:

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

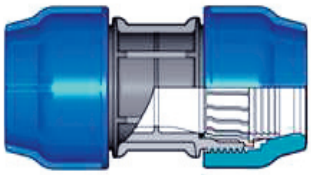


Verklebung:

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

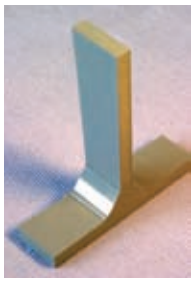
Verschraubung und Klemmverbindung:

- Schnellverbindungsmöglichkeit
- Einfache Montage, Demontage und Wiedermontage
- Verarbeitung ohne spezielle Werkzeuge und Hilfsmittel möglich
- Keine längskraftschlüssige Verbindung (lösbar)



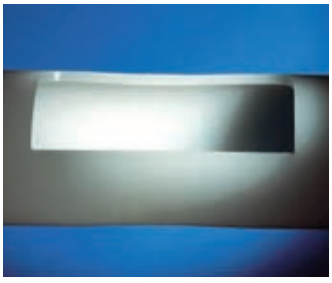
Warmgas-Draht-Verschweißung:

- Manuell, hoher Erfahrungsfaktor benötigt
- Universell / geeignet für beliebige Bauteilgeometrien
- Extruder-Schweißung ist ein teilmechanisiertes Warmgasschweißverfahren
- Standardverfahren im Verbundrohrleitungsbau, Apparatebau (Schächte und Behälter), Rohrleitungsbau (Mantelrohre)
- Längskraftschlüssige Verbindung



WNF-Verschweißung:

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

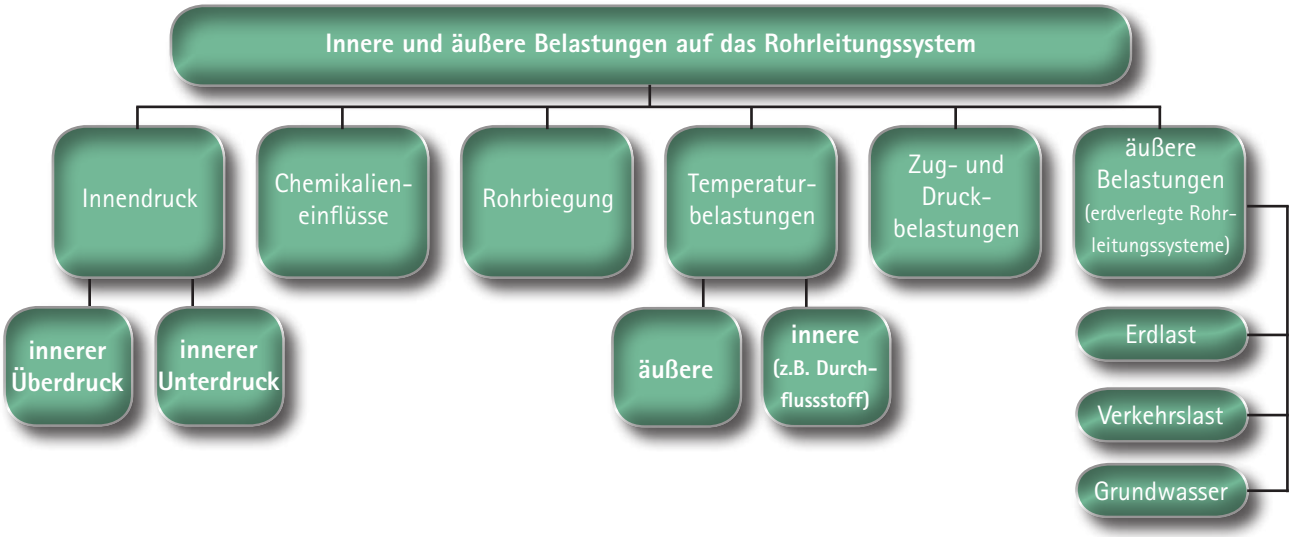


Sondereinstellungen von Kunststoffen

Verlegespezifische Systembetrachtungen

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 erdverlegten 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 Verlegung von thermoplastischen Rohrleitungssystemen müssen aber stets die werkstoffcharakteristischen Eigenschaften (z.B. höherer Ausdehnungskoeffizient) berücksichtigt werden. Hierzu stehen heute moderne Berechnungsprogramme zur Verfügung. Eine generelle Unterscheidung bei der Einteilung von Kunststoffrohrsystemen bietet die Verlegeart gemäß nachstehender Abbildung.

Vielfältige Leitungskonzepte

„Verbundrohre mit thermoplastischem Inliner sind in modernen Chlor-Alkali-Elektrolysen unverzichtbar, um die hohen Anforderungen an die chemische Beständigkeit in Verbindung mit Wirtschaftlichkeit zu erfüllen." (Dr. S. Pelkonen, Senior Vice President Elektrolysis Division Uhde GmbH)

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

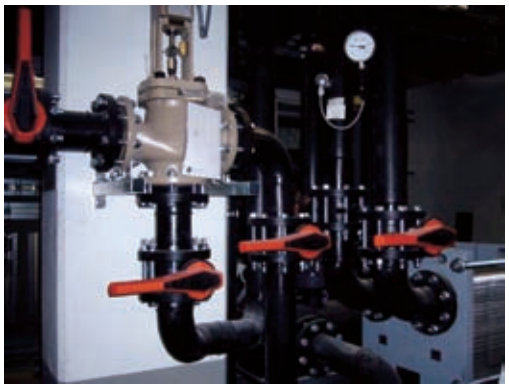
Konzept	Verbindungstechnik	Typischer Durchmesserbereich/mm	Charakteristik
Doppel-Rohr	Klebung / Schweißung	20-225 (Innenrohr)	Größere Sicherheit durch Rohr-in-Rohr-Konzept. Leckageüberwachung durch Unterdrucksystem. Durch Sensoren visuelle Kontrolle (Außenrohr aus transparentem PVC) oder Unterdruckmessung
GFK Rohr	Muffenverbindung, Klebeverbindung, Laminatverbindung, Flanschverbindung	25-4000	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 Sonderlösung	< 2 Zoll	Oft Rollenware; Schläuche aus vollfluorierten Kunststoffen finden in der Halbleiterindustrie oft als Innenrohr in Doppelrohr-Systemen Anwendung
Sonderlösungen	Extrem vielfältig und individuell in Material und Anwendung	i.d.R. < 250	Rohre als „Halbzeug"; i.d.R. kein Systemkonzept benötigt
Thermoplastische Rohrsysteme	Schweißung, Klebung, Flanschverbindung	16-4000	Standard im Industriebereich
Liner-Verbundrohr	Schweißung (Stumpf/ Draht), Flanschverbindung	16-2000	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

„Kunststoff-Rohrsysteme haben bei AKZO Nobel die Nachhaltigkeit der Chlorfabriken und vieler weiterer chemischer Anlagen verbessert."

(B. Rijpkema; AkzoNobel Engineering & Operational Solutions; Arnheim, Niederlande)

Chemische Prozessindustrie



Leitungssysteme für Prozesskühlwasser

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

Langlebige Komplettlösung für Beizanlagen

Kunststoffrohrsysteme sind für zahlreiche chemische Anforderungen die richtige Lösung:

- 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

Hohe chemische Beständigkeit

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

Wasseraufbereitung

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-Anlage

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

Lüftungs- und Klimatechnik

Sicheres Ableiten von chemisch belasteter Abluft

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

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

Energie- und Wärmetransport

Kühlanlagen

Vorisoliertes ABS-Rohr PN 10 mit Außenrohr (Cool-Fit-System); Medium: Glykol-Wasser-Gemisch; T = -8 bis -4°C; p = 3 bar; Einsatz in der Lebensmittelindustrie.

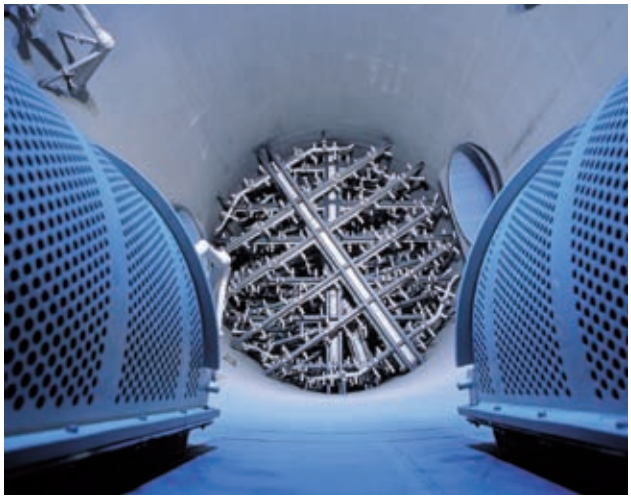
Energieeffiziente Systemlösungen

Geothermischer Wärmetauscher unter Lager, Straßen- sowie Parkplatzflächen kühlt Prozesswässer zwischen 20°C -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 Kunststoffrohrwärmetauschersystem.

Kraftwerkstechnik



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 Fertigteil-Prüfungen 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 Alternative zu Edelstahl etabliert.

Einsatz von Lebensmittel-zugelassenen PVC-Rohrsystemen in der Essig- und Konservenindustrie (hier: 25 % Eisessig bei T = 15degC)

Ausblick

„Gerade auf dem Sektor der Industrierohre können Kunststoffe ihre enorme Vielseitigkeit und große Anpassungsfähigkeit voll zur Geltung bringen. Essenziell für die optimale Nutzung dieser Werkstoffe in solch anspruchsvollem Umfeld ist jedoch, dass ihre Rezeptierung kontinuierlich weiterentwickelt und stets dem neuesten Stand der Erkenntnis angepasst wird. Dann wird Kunststoff allen Wünschen an ihr Werkstoff- und Bauteilverhalten zuverlässig genügen – und das nicht nur im neuen Produkt, sondern über die gesamte Dauer des Einsatzes hinweg."

(Prof. Dr. Matthias Rehahn; Leiter des Deutschen Kunststoff-Instituts, Darmstadt)

Kunststoffrohrsysteme gewinnen im industriellen Rohrleitungsbau, einem für sie volumenmäßig vergleichsweise kleinen Marktsegment, zunehmend an Bedeutung. Ursächlich hierfür sind vor allem die stetigen Weiterentwicklungen bei den Halbzeugen und Compoundern, die neue, innovative Produktangebote ermöglichen. So beobachten wir den Trend zum Einsatz von druckbeständigeren Kunststoffrohrleitungen. Um dies zu ermöglichen, gibt es unterschiedliche Konzepte: Schichtbau, Einsatz von verstreckten Wickellagen aus demselben Polymer und Einsatz innovativer Copolymere oder Füllstoffe sind dabei wichtige Trends. Die Themen „Funktionsbeschichtung" und „Nanotechnologie" werden auch diesem Industriezweig in den nächsten Jahren sicher interessante Produkte bescheren. Bei der Verbindungstechnik etablieren sich neben der herkömmlichen Klebetechnik und dem Laminatverfahren für GFK gegenwärtig die Stumpfschweißverfahren für PVC-U / PVC-C. Das stark gestiegene Engagement im Bereich der Konsolidierung und dem Ausbau des Wissens um die Kunststoffkorrosionsvorgänge ist bereits erwähnt.

Der Kunststoffrohrverband e.V.:
Wichtiger Ansprechpartner für die Fachwelt, Wirtschaft und Politik

Der Kunststoffrohrverband e.V. (KRV) ist der Fachverband der deutschen Kunststoffrohr-Industrie mit Sitz in Bonn. Er ist die Interessenvertretung und das Sprachrohr der Branche und beschäftigt sich mit technisch-wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Fragestellungen. Zu den Mitgliedern des Verbandes zählen weltweit bedeutende Rohstoffhersteller und nahezu alle wichtigen Produzenten von Kunststoffrohren und Formstücken in Deutschland.

Der KRV ist Koordinierungs- und Informationszentrale für seine Mitglieder und zugleich kompetenter Ansprechpartner für die Fachwelt. Er arbeitet intensiv mit Institutionen aus den Bereichen Regelsetzung, Anwendung, Wissenschaft, Materialprüfung und weiteren Partnern in der Wertschöpfungskette von Kunststoffrohren zusammen. Mit seinen Mitgliedsunternehmen setzt der Verband Maßstäbe in der Normungs- und Gremienarbeit, bei Qualität, Sicherheit, Komfort und Lebensqualität. Auch für die Politik ist der KRV als hersteller- und produktübergreifende Institution ein wertvoller Ansprechpartner.

Die Kunststoffrohr-Industrie, ihre Materialien, Rohre, Montage- und Verlegetechniken entwickeln sich stetig weiter. Die Werkstoffe, Rohr- und Schachtsysteme aus Kunststoff haben sich in allen Marktsegmenten durchgesetzt, so in der Gas- und Trinkwasserversorgung, den Entsorgungsnetzen, in den facettenreichen Angeboten der Gebäude- und Haustechnik, auf dem Kommunikationsgebiet, im Umweltschutz, im Sanierungsbereich, in der Landwirtschaft und in vielen industriellen Anwendungsbereichen. Eine Welt ohne Kunststoffrohre ist heute nicht mehr denkbar.

Mit seinen vier anwendungsbezogenen Fachgruppen Versorgung, Entsorgung, Haustechnik, Industrierohre, zwei zentralen Ausschüssen mit Querschnittsaufgaben und einer modernen Infrastruktur im Bereich Technik und EDV ist der Kunststoffrohrverband zukunftsweisend, markt- und produktbezogen aufgestellt. Er kann damit auf die fortschreitende Europäisierung und Globalisierung und auf wechselnde und neue Aufgabenstellungen rasch und anpassungsfähig reagieren.

Eine von der Fachgruppe Industrierohre und dem KRV ins Leben gerufene halbtägige Fachschulung „Kunststoffrohre in der Industrie: Die richtige Wahl!! bietet im Herbst eines jeden Jahres an wechselnden Standorten den Besuchern interessante Vorträge aus dem Bereich Industrierohre. Informationen hierzu finden Sie auf der Internetseite des KRV (http://www.krv.de).

Die Mitgliedsunternehmen im Fachbereich Industrierohre

Akatherm FIP GmbH
Internet: http://www.akatherm-fip.de

Amitech Germany GmbH
Internet: http://www.amitech-germany.de

Bänninger Kunststoff-Produkte GmbH
Internet: http://www.baenninger.de

Borealis Polymere GmbH
Internet: http://www.borealisgroup.com

Georg Fischer GmbH
Internet: http://www.georgfischer.de

Georg Fischer DEKA GmbH
Internet: http://www.piping.georgfischer.com

GERODUR MPM Kunststoff-
verarbeitung GmbH & Co.KG
Internet: http://www.gerodur.de/

LyondellBasell
Internet: http://www.lyondellbasell.com

Sabic Europe
Internet: http://www.sabic.com

SIMONA AG
Internet: http://www.simona.de

SolVin GmbH &Co.KG
Internet: http://www.solvinpvc.com

Westfälische Kunststoff Technik GmbH
Internet: http://www.wkt-online.de/

Kunststoffrohrverband e.V.
Kennedyallee 1-5
53175 Bonn

Telefon: +49-(0)2 28 / 9 14 77-0
Telefax: +49-(0)2 28 / 9 14 77-19

e-mail: kunststoffrohrverband@krv.de
Internet: http://www.krv.de oder http://www.wipo.krv.de