

Kunststoffe im Rohrleitungsbau

Autor(en): **Reich, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **90 (1972)**

Heft 11: **IIILSA, Internat. Fachausstellung der Heizungs-, Luft- und Sanitärtechnik, Zürich, 17. bis 25. März 1972**

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85142>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Kunststoffe im Rohrleitungsbau

DK 678.7:696.14

Von F. Reich, Schaffhausen. Vortrag gehalten am Kunststoffsymposium des SIA, 17. und 18. November 1971 in Zürich

1. Allgemeines

Im Jahre 1969 überstieg die Welterzeugung von Kunststoffen erstmals 28 Mio t. Diese Produktion, von einer enormen Zuwachsrates gekennzeichnet, wird 1975 60 Mio t überschreiten und volumemässig bereits um 1980 mit dem Stahl gleichziehen (Bild 1). Durch die im Verhältnis zur Ausstosskapazität sich noch rascher erweiternden Anwendungsgebiete wird der Entwicklung immer neue Nahrung zugeführt. Nur schon im Fabrikationsbereich der Rohre und Verbindungsteile treten zahlreiche Materialien auf: zum Beispiel Polyvinylchlorid hart, von dem allein in Deutschland im letzten Jahr über 140 000 t gefertigt wurden. Diese dynamische Expansion darf uns jedoch nicht überfahren. Nur eine ständige, umfangreiche Information ermöglicht das Erkennen der vom Material her gegebenen Möglichkeiten der Anwendung in den verschiedensten Gebieten.

2. Aufbau und Eigenschaften

Kunststoffe sind Substanzen, die durch chemische Synthese oder durch Umwandlung von Naturstoffen hergestellt werden und aus hochpolymeren (vielgliedrigen) Makromolekülen aufgebaut sind. Sie werden nach ihren chemischen Strukturen und physikalischen Eigenschaften in Gruppen

eingeteilt. Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere bezeichnen Familien von Kunststoffen, die je wieder in viele Gruppen und Typen aufgeteilt werden können (Bild 2).

Die Merkmale dieser Stoffe stehen im Zusammenhang mit ihrer Bezeichnung. Thermoplaste werden unter Einwirkung von Wärme plastisch, weich, verformbar. Die Herstellung von Produkten ist deshalb wirtschaftlich. Die Verarbeitung von Halbzeugen ist verhältnismässig einfach. Duroplaste verfestigen sich unter Anwendung von Wärme und Druck und können daher nur einmalig zu Produkten verarbeitet werden. Sie sind nicht regenerierbar bzw. ihre Formung ist irreversibel. Elastomere sind im molekularen Aufbau mit den Duroplasten vergleichbar, d. h. sie lassen sich nach der Gestaltgebung nicht mehr erweichen und weiterverformen. In der Elastizität jedoch übertreffen sie selbst Thermoplaste bei weitem. Sie können auf ein Mehrfaches ihrer ursprünglichen Länge ausgedehnt werden, um dann nach dem Loslassen in ihre vorherige Lage zurückzuschnellen. Diese reversible Dehnungscharakteristik ist typisch für gummielastische Stoffe (Bild 3). Im Rohrleitungsbau finden Elastomere vorwiegend Einsatz als Dicht- und Ausgleichselemente, während bevorzugt Thermoplaste und vereinzelt Duroplaste als Materialien für die Herstellung der verschiedenen Halbzeuge und Fertigartikel herangezogen werden.

3. Prüfung, Normung

Der erfolgreiche Einsatz von Kunststoffrohrleitungen verlangt das Erkennen und Beachten der Einsatzgrenzen. Die Festigkeitseigenschaften der im Rohrleitungsbau zur Anwendung kommenden Kunststoffe liegen weit unter denen von Stahl und Kupfer. Bringt man diese noch in Abhängigkeit zu der Temperatur, so wird die Schwäche aller Thermoplaste deutlich. Die oberen Temperaturgrenzen in der Anwendung betragen für PVC hart etwa 60°C, für PE hart etwa 80°C, und für PP etwa 110°C. Diese Eigenschaften wurden in Kurzzeitprüfungen ermittelt, wobei die Prüfnormen etwa denjenigen der Metalle entsprechen. Sie lassen sich jedoch für die Festigkeitsberechnung

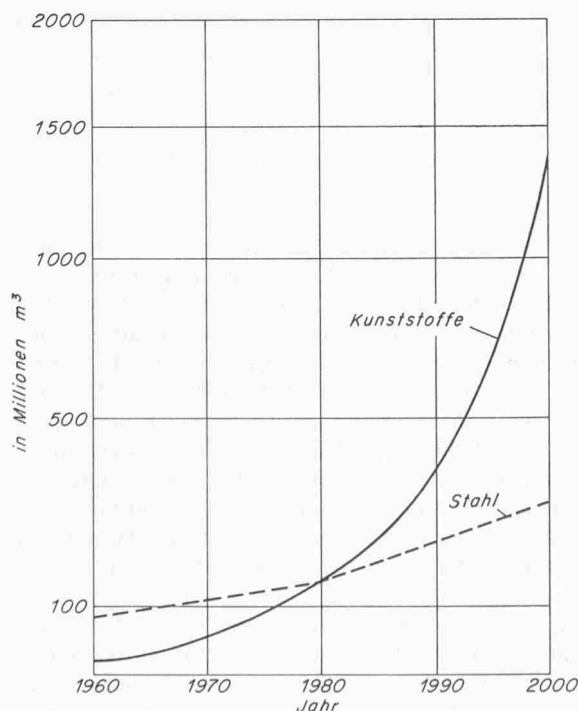


Bild 1. Geschätzter Weltbedarf an Kunststoff und Stahl

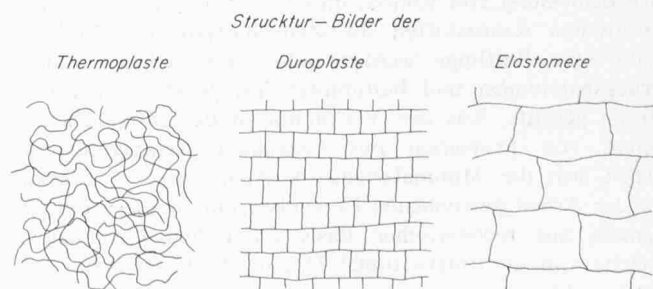


Bild 2. Strukturbilder

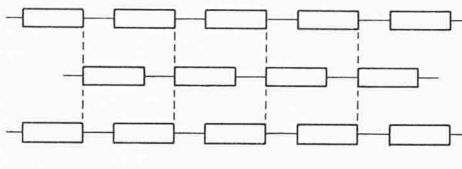
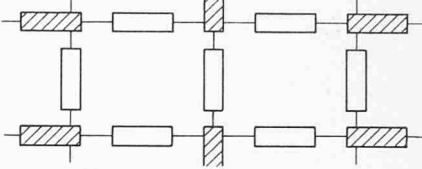

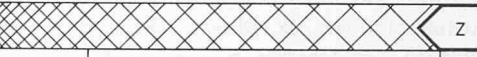
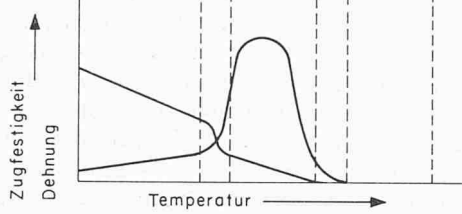
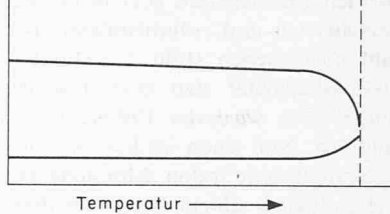
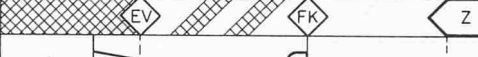

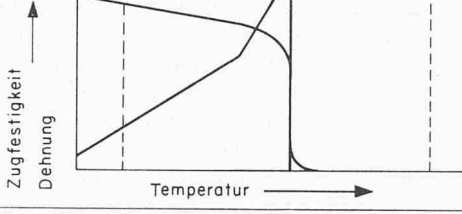
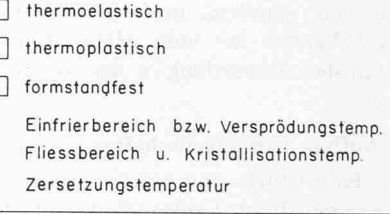
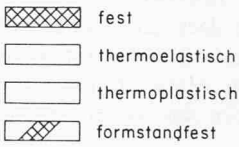
		Thermoplaste	Duroplaste
Struktur			
		eindimensionale fadenförmige Makromoleküle (Fadenmoleküle)	dreidimensionale vernetzte Makromoleküle (Raumnetzmoleküle)
Bindungsmechanismus		Makromolekül Hauptvalenzbindung — Makromolekülverband Nebenvaleanzbindung - - - -	Makromolekül Hauptvalenzbindung —
amorph	Zustand (Temperatur)		
	mechanisches Verhalten		
teilkristallin	Zustand (Temperatur)		
	mechanisches Verhalten		
			
		E V Einfrierbereich bzw. Versprödungstemp. F K Fließbereich u. Kristallisationstemp. Z Zersetzungstemperatur	
Verarbeitbarkeit	spanend spanlos	spanend	spanend
Formänderungsverhalten	reversibel	irreversibel	irreversibel
Reckbarkeit	reckbar	nicht reckbar	nicht reckbar
Schmelzverhalten	schmelzbar	nicht schmelzbar	nicht schmelzbar
Lösungsverhalten	unbegrenzt quellbar grundsätzlich löslich	begrenzt quellbar nicht löslich	begrenzt quellbar nicht löslich

Bild 3. Vergleich zwischen Thermoplasten und Duroplasten

nung zum Beispiel von Rohrwandstärken nur bedingt als Grundlage verwenden. Kunststoffe zeigen in ihrem Festigkeitsverhalten eine starke Abhängigkeit von Temperatur und Zeit. Daher war es notwendig, Werte zu ermitteln, welche diesen zwei Faktoren Rechnung tragen. Anstelle der für Stahl im Kurzzeitversuch ermittelten Zugfestigkeit tritt bei der Bemessung von Rohren und Formstücken aus thermoplastischen Kunststoffen die Zeitstandfestigkeit (Bild 4). Zahlreiche Prüflinge werden unter verschiedenen Innendruckspannungen und bestimmten Temperaturen bis zum Bruch geprüft. Aus den Verbindungen der Minimalstandzeiten von Prüferien mit konstanter Temperatur ergeben sich die Minimalzeitstandkurven. Diese in zeitraubender Arbeit gewonnenen Ergebnisse untermauern die allgemein auf rechnerischer Basis ermittelten Grundlagen, welche von der International Organization for Standardization (ISO) ausgearbeitet werden und als Normvorschläge an die nationalen Verbände gelangen.

Den nationalen Organisationen obliegt dann die Ausarbeitung von verbindlichen Richtlinien, nach welchen die entsprechenden Produkte kontrolliert und geprüft werden. Diese Abnahmebedingungen erfassen neben allgemeinen Güteanforderungen, zum Beispiel für Rohre aus PVC hart nach DIN 8061, auch Masse und Toleranzen wie DIN 8062 und 8063. Die VSM-Normung ist diesbezüglich noch nicht ganz so weit gediehen. Für Rohrabmessungen steht heute VSM 18305 zur Verfügung. Durch die Verwendung von Normzahlreihen für Rohrdurchmesser, Rohrwandstärke und σ -Werte ist diese für Rohre in verschiedenen Materialien anwendbar. Für PVC-Fittings ist eine VSM-Norm in Vorbereitung.

Zahlreiche Hersteller führen heute schon Normprüfungen für ihre Produkte durch. Werden diese dann von neutralen Institutionen kontrolliert, so hat der Verbraucher die Gewähr, dass Rohr und Fitting die gestellten Anforderungen erfüllen.

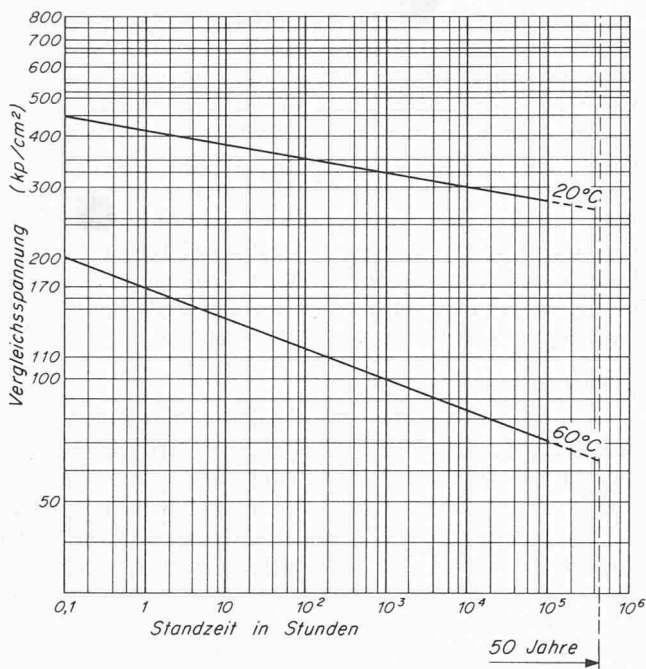


Bild 4. Zeitstandfestigkeit von PVC-hart bei 20° und 60°C (Mindeststandzeit)

4. Anwendung und Verlegung

Bei der Anwendung von thermoplastischen Kunststoffen im Rohrleitungsbau spielt die zulässige Druckbeanspruchung in Abhängigkeit der Temperatur eine überragende Rolle. Erhöhter Temperatur- und Sauerstoffeinfluss sowie UV-Bestrahlung führt bei allen Thermoplasten zu einer Kristallisation, einer Versprödung, d. h. in einem gewissen Sinne auch zu einer Alterung des Materials.

Um das Verhalten gegen auftretende Einwirkungen günstig zu beeinflussen, werden Kunststoffe entsprechend stabilisiert. Die Aufbereitung erfolgt unter Beigabe von verschiedenen Zusätzen. Die Vielfalt dieser Zusatzstoffe sowie Steuerungsvariationen während des Herstellungsvorganges erlauben ein Ausrichten des Kunststoffes auf den jeweiligen Verwendungszweck, wie zum Beispiel Stabilisierung gegen erhöhte Temperatur oder teilweises vollständiges Verhindern der Alterung.

Innerhalb der Familie der Thermoplaste konnten sich einige bestimmte Materialien erfolgreich behaupten. Es sind dies vor allem Polyvinylchlorid (PVC), Polyäthylen (PE) und Polypropylen (PP). In den letzten Jahren haben die führenden Hersteller von Kunststoffrohmaterialien weitere interessante Produkte hervorgebracht, die durch ständige Weiterentwicklung im Laufe der Zeit sicher gute Marktaussichten haben.

4.1. Polyvinylchlorid hart, PVC hart

Für Kaltwasserdruckleitungen im erdbodenverlegten Versorgungsnetz, wie auch im Hochbau und für Industrieinstallationen, gelangt PVC hart unter allen Kunststoffen im Temperaturbereich bis 40°C am häufigsten zur Anwendung. Die wirtschaftlichere Ausführung von Wasserversorgungsleitungen in PVC hart gegenüber Stahl oder Guss ist bekannt. Aber auch in der Industrie-Installation ergeben Kostenvergleiche von fertig installierten PVC-Rohrleitungen Einsparungen gegenüber Leitungsführungen in metallischen Werkstoffen (Bild 5). An diesem Vorteil sind folgende Faktoren hauptsächlich beteiligt:

- spez. Gewicht 1,4: daher leicht transportierbar
- nicht rostend: kein Anstrich notwendig
- gute chemische Beständigkeit: weitgehende Unempfindlichkeit gegen alle üblichen Korrosionsangriffe
- sehr glatte Oberfläche: günstige Durchflusswiderstandswerte und praktisch keine Sedimentation
- klebbar: einfach in der Montage
- schlechter Wärmeleiter: geringer Wärmeverlust bei nichtisolierten Leitungen
- elektrischer Isolator: keine vagabundierenden Ströme, keine elektrolytische Korrosion

4.2. Polyäthylen, PE

Durch Polymerisationssteuerungen erreicht man bei PE sehr unterschiedliche physikalische Eigenschaften. Das für Druckrohrleitungen entwickelte Material zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus. Es kann dadurch in grossen Längen ab Rollen verlegt werden (erdbodenverlegter Rohrleitungsbau) und vermag, selbst bei tiefen Temperaturen, noch weitgehend Schläge zu absorbieren. Diese Eigenschaft wird auch beim Einbetonieren der Rohrleitungen sehr geschätzt. Polyäthylen eignet sich auch für Kühlleitungen bei Kunsteisbahnen. Sind nur Temperaturen bis zu 70°C, verbunden mit entsprechend niederen Drücken zu erwarten, dann vermögen fest einbetonierte Leitungen wirtschaftliche Lösungen auch für Beheizungen zu bringen.

Die Verbindung von Rohren mit Fittings erfolgt durch Schweißen. Dabei kommt sowohl die Stumpf-, wie auch die Muffenschweissung zur Anwendung. Beide Verfahren sind teuer als die Klebeverbindung. Eine fachgerecht ausgeführte Schweißung steht der Klebung in der Betriebssicherheit um nichts nach.

4.3. Polypropylen, PP

Gerade bei PP lassen sich auf Grund der erwähnten Modifikationen – Verschnitt mit anderen Kunststoffen, Zugabe von Chemikalien – Bedingungen schaffen, die ein breites Anwendungsspektrum eröffnen. Wärmestabilisiert wird das Material besonders bei erhöhten Temperaturen interessant. Mit seiner guten chemischen Beständigkeit und thermischen Belastbarkeit – mit reduziertem Druck und beschränkter Lebensdauer bis 110°C – stellt es in der Chemieindustrie mehr als nur eine Ausweichlösung zum nichtrostenden Stahlrohr dar. Es werden auch Ablauf- und Ventilationsleitungen in PP ausgeführt, besonders wenn höhere Temperaturen zu erwarten sind.

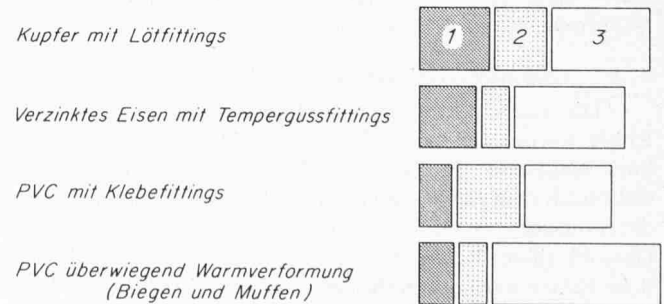


Bild 5. Wirtschaftlichkeitsvergleich für Kaltwasserdruckleitungen 1 Rohre, 2 Fittings und Befestigungsmaterial, 3 Arbeitslöhne und Unkosten

Abgesehen von einem im Vergleich zu PVC höheren Materialpreis ist auch die Verlegearbeit aufwendiger. PP lässt sich, wie PE, nicht kleben und muss daher geschweisst werden. Für Druckleitungen wird die Muffenschweissung angewendet.

4.4. Polybuten, PB

Polybuten ist ein neues Material und gehört, wie PP und PE, zu den Polyolefinen. Es könnte durch das wesentlich bessere thermische Zeitstandsverhalten gegenüber PE eine recht interessante Stellung in der Heisswasseranwendung einnehmen. Die Entwicklung dieses Materials, insbesondere die Erforschung der nach einer thermischen Behandlung (Schweissen) vorübergehend auftretenden Umwandlungsphase in einen instabilen Zustand, ist noch nicht vollständig abgeschlossen.

4.5. Polyphenylenoxyd, PPO

Dieses Phenolkunstharz wurde schon vor ungefähr fünf Jahren in Europa eingeführt und für einen Einsatz bei Temperaturen von -55°C bis zu 175°C empfohlen. Die bei heissen Medien auftretende rasche Alterung schliesst jedoch seine Verwendung für Warmwasser-Druckleitungen aus. Ein entsprechendes Copolymer «Noryl» weist wesentlich bessere thermische Beständigkeit auf. Bis heute sind jedoch keine genormten Rohre und Verbindungsstücke erhältlich.

4.6. Acrylnitril-Butadien-Styrol-Mischpolymerisate, ABS

ABS wird heute in vielen Modifikationen angeboten. Es wird hauptsächlich in den USA für Ablaufleitungen eingesetzt. In dieser Anwendung schätzt man seine im Vergleich zu PE erhöhte Temperaturbeständigkeit. Der Anteil an Polybutadien ist jedoch, wie alle Kunstkautschukarten, anfällig auf Versprödung durch UV-Strahlen und durch Heisswasser bzw. Sauerstoffeinfluss. Für Druckleitungen mit erhöhten Temperaturen hat ABS gegenüber PP den Nachteil kleinerer Wärmebeständigkeit, gegenüber PE denjenigen kleinerer Flexibilität.

4.7. Nachchloriertes PVC, PVC-HT, CPVC, PVCC

Durch das Nachchlorieren von PVC konnte eine höhere Temperaturbeständigkeit erreicht werden. Mit der Steigerung des Chlorgehaltes wächst aber auch die Sprödigkeit bei Normaltemperatur, und die Verarbeitung wird schwieriger. Die heute erhältlichen Ausführungen erlauben einen Einsatz bis zu 110°C , allerdings mit Verminderung der Belastbarkeit und Lebensdauer. PVC-HT könnte, wie PVC hart für Kaltwasser, bei Warmwasser-Druckleitungen das bevorzugte Material werden. Obwohl eine fertige Installation heute noch auf das beinahe 1,5fache von PVC hart zu stehen kommt, hat PVC-HT von allen bekannten neuen Materialien die grösste Aussicht, auch von der wirtschaftlichen Seite her zu genügen. Es ist heute schon eine rege Nachfrage in der Industrie festzustellen.

4.8. Glasfaserverstärkte Rohre, GFK

Die nach verschiedenen Methoden gefertigten GFK-Rohre werden schon seit langer Zeit in den USA als Pipelines eingesetzt. In Europa gelangen GFK-Rohre, hergestellt nach dem Schleuderverfahren bis rund 2000 mm Rohrdurchmesser, in Kanalisationssystemen zur Anwendung. Obwohl diese Rohre formstabil sind, vermögen sie örtliche Belastungen durch ihre erstaunliche Flexibilität federnd aufzufangen. Dieser Umstand wird im erdbodenverlegten Rohrleitungsbau, insbesondere beim Auftreten von hohen Scheiteldrücken, sehr geschätzt.

Gewickelte Rohre (bis etwa 500 mm Rohrdurchmesser) sind in der Regel mit einem sogenannten Innenliner versehen, der entsprechend dem Verwendungszweck gewählt wird. Die Ummantelung mit in Harz getränkten «Glasrovings» garantiert für überdurchschnittliche Formbeständigkeit. Die Verbindungen erfolgen durch die Verwendung von Kleb- bzw. Schweissmuffen, die nach dem Zusammenfügen überlaminiert werden. Gewickelte GFK-Rohre sind in erster Linie für aggressive Medien bei hohen Betriebsdrücken angezeigt. Die aufwendigen Verbindungen und die hohen Herstellungskosten schliessen die breite Anwendung dieser Rohre und Formteile vorerst noch aus.

5. Verschiedene Materialien

Die reichhaltige Palette an Kunststoffen enthält noch viele Materialien, die weit höheren Anforderungen genügen könnten. Aus wirtschaftlichen Erwägungen setzen sich diese Stoffe vorerst noch kaum durch. Polytetrafluoräthylen (Teflon) ist ein praktisch gegen alle Chemikalien resistenter Kunststoff, der bis 300°C eingesetzt werden kann. Sein Preis beträgt heute noch etwa 60 Fr./kg. Kunststoffummantelte Stahlrohre vermögen wohl grosse Drücke und Temperaturen zu ertragen, ihr Einsatz beschränkt sich jedoch hauptsächlich auf Bereiche, in denen die durchfliessenden Medien im Stahlrohr keine grosse Korrosion hervorrufen. Im Erdboden verlegt, verhilft der Kunststoffmantel auch bei aggressiver Umgebung zu langer Lebensdauer. In Deutschland werden diese Rohre häufig als Zubringer vom Hauptverteilernetz zu den Hausanschlüssen verwendet.

6. Schlussbetrachtung

Kaltwasser-Druckleitungen in Kunststoff, insbesondere in PVC, vermögen die gestellten und in Normen festgehaltenen Bedingungen zu erfüllen. Im industriellen Rohrleitungsbau werden Kunststoffe sowohl im Kalt- wie auch im Warmbereich immer häufiger verwendet. Durch die gezielte Steuerung der spezifischen Eigenschaften lassen sich die Anwendungsmöglichkeiten noch vervielfachen. Oft spielt weniger die Frage nach der Betriebsdauer eine Rolle, sondern vielmehr wird derjenige Werkstoff gesucht, der überhaupt eingesetzt werden kann. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis die Chemie auch für die Anwendung von Kunststoffrohren bei Warmwasser-Hausinstallationen das Material zur Verfügung stellt, das technisch und wirtschaftlich hier allen Anforderungen gerecht wird.

Die Ausführung einer sachgemässen Kunststoffinstallation bedarf einiges an Materialkenntnissen. Die Verlegeanleitungen der Rohr- und Fittinghersteller wie auch die Richtlinien der örtlichen Fach- und Normenverbände sind zu beachten. Für das Verlegen von Kunststoffrohren lassen sich die Arbeitsgewohnheiten und -techniken, die sich bei der Montage von Metallrohrinstallationen herausgebildet haben, nur selten weiterverwenden. Im allgemeinen richten sie mehr Schaden an und sollten deshalb abgelegt werden. Das Verlegepersonal muss umgeschult und auf die neuen Aufgaben sorgfältig vorbereitet werden. Für die Planer sind gute theoretische und praktische Kenntnisse über die neuen Werkstoffe sehr wichtig geworden.

Eine gute Zusammenarbeit zwischen Fabrikant, Architekt und Installateur soll und kann hier verwirklicht werden: der Fabrikant vermittelt die Material-, Produkt- und Verarbeitungskennnisse, Architekt und Installateur berücksichtigen die Materialeigenschaften und arbeiten bei der Planung und Ausführung der Kunststoffrohrinstallationen eng zusammen.

Adresse des Verfassers: F. Reich, in Firma Georg Fischer Aktiengesellschaft, 8200 Schaffhausen.