

Enormer Druckverlust

Formstücke halbieren den Rohrdurchmesser

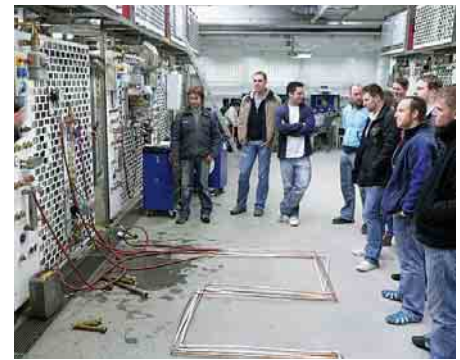
Der Rohrquerschnitt in einem Formstück verringert sich bei Mehrschichtverbund-Rohren zum Teil um 50 %.

Eine Umwälzpumpe benötigt annähernd doppelt so viel Energie als bei Kupferrohren, um das Heizwasser durch das Leitungsnetz zu pressen. Der enorme Druckverlust bedeutet mehr Energiekosten und erheblich mehr CO₂-Ausstoß.

Als die angehenden Sanitär-Meister aus Arnberg durch den ersten ihrer drei Versuchsinstallationen Wasser pumpen, trauten die jungen Männer ihren Augen kaum. Gerade mal 150 l/h drückte die Umwälzpumpe durch eines der s-förmigen Rohrnetze, die da vor ihnen auf dem Boden lagen. Zwanzig Meter Rohr, zwanzig Bögen und zwei Übergänge; das Ganze einmal in Kupfer (15 x 1) und einmal in Mehrschichtverbund-Material (16 x 2) hatten die zwölf Installateure im Januar 2007 im Auftrag des Kupferrohrherstellers Outokumpu zu einer schlangenförmigen Leitung zusammengesetzt. Etwa 4 l Wasser fasste jeder der beiden Aufbauten.

Von Wasserdruck und Pumpenleistung

Nun schien sich für die Techniker zu bewahrheiten, was die Kupferindustrie bereits seit Jahren vermutete. Rohrinstallationen aus Kupfer und Mehrschichtverbund-Material (stellten die Arnberger Tester zusammen mit ihrem Fachbereichsleiter fest) weisen erhebliche Unterschiede beim Wasserdruck und logischerweise deshalb auch bei der benötigten Pumpenleistung auf. Entgegen der Kunststoffvariante ließ sich die auf dem Boden liegende Kupferrohrinstallation locker mit einem Volumenstrom von 500 l Wasser pro Stunde beschicken. Bei 150 l pro Stunde zeigte das Manometer im Kupfersystem eine Förderhöhe von 1,1 m an. Im Kunststoff-Rohrnetz hingegen stieg die Anzeige bei gleichem Volumenstrom auf 5,4 m, also fast fünf Mal so hoch. 40,4 W mehr Leistung benötigte die Heizkreispumpe (ausgelegt auf ein Ein- bis Zweifamilienhaus), um die gesamten 150 l Wasser durch die Mehrschichtverbundrohr-



Die Schulungsräume der Handwerkskammer Arnberg. Zwölf angehende Meister testeten einen Tag lang die Druckunterschiede zwischen Verbundrohr- und Kupferrohrleitungen.

re und die dazwischen installierten Fittings zu jagen. In zwei weiteren Versuchen überprüften die Meister in spe ihre Testergebnisse aus dem ersten Experiment, änderten dabei allerdings die Rohrdimensionen. Auch hier zeigte das Manometer ähnliche Abweichungen beim Wasserdruck. Auch hier benötigte die Pumpe in der Mehrschichtverbundrohr-Installation zum Teil dreieinhalb Mal so viel Power, damit das Wasser allen Strömungswiderständen zum Trotz fließen konnte.

Auf solche Details bei der Ressourcenschonung hatte bislang niemand so recht sein Augenmerk gelegt.

Energieeinsparung steht bei den meisten Haustechnikern vor allem mit den Schlagworten Wärmeerzeugung und Wärmedämmung in einem engen Zusammenhang. Nicht aber mit Wärmeverteilung.

Lediglich die betroffenen Rohrhersteller bemühen sich immer wieder Mal, auf die Einsparpotenziale in Leitungsnetzen hinzuweisen – so wie jetzt der Kupferrohrhersteller Outokumpu. Die Kupferrohrexper-

Einzelwiderstand	grafisches Symbol, vereinfachte Darstellung	Verlustbeiwert ζ
Richtungsänderung durch Bogen 90°		0,3
Richtungsänderung durch Winkel 90°		0,7
T-Stück, Abzweig bei Stromtrennung		1,3
T-Stück, Durchgang bei Stromvereinigung		0,9
T-Stück, Durchgang bei Stromtrennung		0,3
T-Stück, Gegenlauf bei Stromvereinigung		3,0
T-Stück, Gegenlauf bei Stromtrennung		1,5
Verteileraustritt		0,5

a) Zeta-Werte Kupferfittings

Einzelwiderstand	grafisches Symbol, vereinfachte Darstellung	Verlustbeiwert ζ	Einzelwiderstand	grafisches Symbol, vereinfachte Darstellung	Verlustbeiwert ζ
Armaturenanschluss Winkel lang/kurz		1,8	T-Stück, Gegenlauf Stromtrennung		8,7
Übergangswinkel AG/IG		1,8	Reduzierstück		1,7
Richtungsänderung durch Winkel		3,8	Verteileraustritt		1,8
T-Stück-Abzweig		4,8	Doppelwandwinkel Abzweig		4,0
T-Stück-Durchgang		3,3	Doppelwandwinkel Durchgang		1,7

b) Zeta-Werte Verbundrohrfittings

Der Zeta-Wert gibt Aufschluss über den Strömungswiderstand in einem Fitting. In Berechnungsprogrammen, die den Druckverlust in einem Rohrleitungsnetz berechnen, müssen diese Werte oft mühevoll aus technischen Unterlagen herausgesucht und anschließend eingegeben werden.

Der Zeta-Wert

Der Zeta-Wert ist ein dimensionsloses Maß, mit dem der Widerstand auf den dynamischen Druck des Wassers dargestellt wird. Zeta-Werte im Rohrleitungsbau beschreiben den Strömungswiderstand von Formstücken wie Bögen, T-Stücke usw.

ten benutzten vor rund eineinhalb Jahren schon einmal die Schulungsräume der Handwerkskammer Arnsberg für einen ähnlich einzigartigen Vergleichstest. Damals montierten die Fast-Meister in 2 m hohen und breiten Installationsboxen ganze Sanitäreinheiten und ermittelten so, welches Rohrmaterial sich schneller verlegen lässt: Kupfer oder Mehrschichtverbund-Material. Ganz nebenbei stellten die Installateure und Outokumpu-Techniker dabei fest, dass die Formstücke der Kunststoffrohre wesentlich kleinere Innendurchmesser aufweisen als die Produkte aus Kupfer. „Als wir einen Fitting aus Kunststoff aufschnitten“, erinnert sich Frank Wortmann, „sahen wir, dass dessen innere Fläche um mehr als 50 % kleiner war als die vergleichbare Fittingvariante aus Kupfer.“ Bei Kupfer, so der Anwendungstechniker, gäbe es solche Querschnittsverengungen nicht.

Druckverluste in Rohrleitungssystemen entstehen, wenn sich Wasser beim Durchfließen an den Innenwänden der Rohre, Formstücke, Armaturen oder an anderen Bauteilen reibt. Es braucht die Kraft einer elektrisch betriebenen Umwälzpumpe, um das Wasser entgegen der Schwerkraft durch das Leitungsnetz hin zu den Heizkörpern zu pressen. Verringert sich der Rohr- und Fittingquerschnitt, steigt der Widerstand im System. Die Pumpe muss mehr arbeiten, benötigt mehr Energie, um den Wassertransport zu den Wärmeübergabestationen (Heizkörper, Fußbodenheizung usw.) sicherzustellen.

Dass der verengte Querschnitt der Kunststoffittings einem Pumpen-Heizsystem genau diese energetische Zusatzleistung abverlangt, war bislang niemandem aufgefallen. Die Techniker von Outokumpu aber wollten es nach den Arnsberger Versuchen nun genau wissen. Am Computer ermittelten die Rohrleitungsexperten mit einem gängigen Rohrdimensionierungs-Programm die Druckverluste in einem fiktiven Heizungssystem eines Zweifamilienhauses mit zehn Heizkörpern und einem Vier-Wege-Mischer.

Druckunterschiede sind enorm

Druckverluste durch Reibung an den Rohrennenwänden werden durch das Rohrreibungsdruckgefälle R in mbar/m und der Fließgeschwindigkeit w in m/s ermittelt. Strömungswiderstände hingegen (bedingt

durch die nicht geradlinigen Fittings) beschreibt der so genannte Zeta-Wert. Dieses dimensionslose Maß aber wird nicht von allen Herstellern gleichermaßen durchgängig angegeben. „Und in den einschlägigen Berechnungsprogrammen“, so der Techniker Wortmann, „muss der Zeta-Wert einzeln und mühevoll, Position für Position eingegeben, für die Übergangsstücke am Mischer und den Heizkörpern sogar per Hand errechnet werden.“ Ohne die Berechnung der Übergangsstücke aber, stellte Wortmann fest, würde man einen Druckverlust von 3.938 Pa (entspricht 0,4 m Pumpen-Förderhöhe) unterschlagen. Als die Software in Wortmanns Computer allerdings ihre Rechnungsergebnisse für das fiktive Zweifamilienhaus ausspuckte, bestätigte sich für die Kupferrohrindustrie erneut, was die Meister aus der südwestfälischen Handwerkskammer zu Beginn des Jahres bereits veranschaulicht hatten: Die Druckunterschiede in Rohrinstallationen, die entweder in Kupfer oder Mehrschichtverbund-Material ausgeführt wurden, sind enorm.

Fazit

Rund 40 % mehr Energie muss eine Pumpe in einem Zweifamilienhaus leisten, wenn der Hausbesitzer seine Heizkörper oder Fußbodenheizung über ein Mehrschichtverbund-Rohrnetz beschicken lässt. So zumindest lauten die Ergebnisse der Untersuchungen. 40 % mehr Energie, das entspricht im fiktiven Fallbeispiel einer Zusatzleistung von 188 kWh im Jahr.



Information der Outokumpu Copper BCZ GmbH, Kamen



Das Innere eines Fittings, über 50 % Flächenreduzierung bei den Mehrschichtverbund-Formstücken



Frank Wortmann, Anwendungstechnischer Berater Outokumpu Copper BCZ GmbH: Durch die kleinere Durchflussfläche bei Verbundrohr-Fittings verdoppelt sich die Fließgeschwindigkeit des Wassers im Fitting.



Reinhard Vinkmann, Geschäftsführer Outokumpu Copper BCZ GmbH: Der Einbau einer Mehrschichtverbund-Rohrmuffe entspricht dieser Rohrdeformation.

Tabelle 1

Fallbeispiel für ein fiktives Zweifamilienhaus:

Mehr Leistung erfordert über 40 % mehr Energie und hebt deutlich die Kosten für Anschaffung und Betrieb einer Umwälzpumpe

	Kupfer	Verbundrohr	Differenz im Jahr
Pumpenbezeichnung	Wilo Star RS 25/4 ClassicStar	Wilo Star RS 25/6 ClassicStar	
Energieeffizienz-Klasse	B	C	
Anschaffungspreis	138 €	167 €	29 €
Leistungsaufnahme P1	45,78 W	78,9 W	33,12 W
erforderliche Leistung pro Jahr	228 kWh	416 kWh	188 kWh
Strompreis pro Jahr*	43,29 €	79,04 €	35,75 €
CO ₂ -Ausstoß pro Jahr**	141 kg	258 kg	117 kg
Gesamtkosten in 10 Jahren	570 €	957 €	

*bezieht sich auf eine Betriebszeit von 5.600 h/a, davon 6 % Volllastbetrieb, 15 % Teillastbetrieb, 44 % Schwachlastbetrieb, 35 % Nachtabsenkung und einem Strompreistarif von 0,19 €/kWh

**CO₂-Ausstoß gerechnet aus Kraftwerkmix mit 0,62 kg/kWh (Kohlekraftwerke geben 1 kg/kWh CO₂ ab)