

Werkstoffe in der Heizungstechnik



Entscheidungshilfen für die Planung
von Heizungsanlagen

A close-up photograph of a child's feet on a light-colored wooden floor. The child is wearing a white sock on their right foot and is barefoot on their left foot. The lighting is warm and soft, creating a cozy atmosphere. The floorboards are made of wood with a visible grain.

WÄRME FÜR EIN 'HÄUSERLEBENLANG' ...

Vorwort

Für alle Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung wird eine Nutzungsdauer für ein 'Häuserlebenlang' vorausgesetzt. Von den Entscheidungsträgern (Planer, Verarbeiter und Bauherren) sollte dies daher zu Recht bei der Auswahl von Anlagenkomponenten berücksichtigt werden. Insofern werden an Werkstoffe in Heizungsanlagen vielfältige Anforderungen, z. B. bezüglich der Dauerhaftigkeit und Alterung, der Festigkeit und Temperaturbeständigkeit sowie insbesondere der Gas- bzw. Diffusionsdichtheit gestellt.

Die dominierende Rolle hinsichtlich der Beständigkeit nehmen hierbei metallene Werkstoffe ein. Dies zeigt, dass die Vorteile 'traditioneller' Werkstoffe heute und auch in Zukunft richtungweisend sein werden. In der vorliegenden Broschüre werden Entscheidungshilfen zur Werkstoff- und Systemauswahl für Heizungsanlagen gegeben.

Die Auslegung und Berechnung wird dagegen hier nicht behandelt. Informationen hierzu können den einschlägigen technischen Regelwerken wie den DIN- und EN-Normen oder VDI-Richtlinien entnommen werden.

INHALTSVERZEICHNIS

DER UNTERSCHIED MACHTS

Merkmale von Heizungsanlagen	4
Warmwasserheizungen	4
Fernwärmeheizungen	5

SIE HABEN DIE WAHL

Werkstoffe für Wärmeerzeuger	6
Werkstoffe für Heizflächen	6
Heizkörper und Konvektoren	6
Flächenheizungen	6

FIT FÜR DEN KREISLAUF DES HEIZWASSERS

Werkstoffe für Rohre und Verbindungselemente	7
Mechanische Festigkeit	7
Temperaturbeständigkeit	7
Zeitstandfestigkeit	8
Alterungsbeständigkeit	9
Diffusions- bzw. Gasdichtheit	9
Wärmeausdehnung	9
Druckverluste	10
Verarbeitbarkeit in allen Temperaturbereichen	12
Zusammenfassung	12

DER SICHERE ANSCHLUSS

Verbindungstechnik	14
---------------------------	-----------

PROBLEMLOS

Korrosionsschutz und Wasserbehandlung	15
Wasserbehandlung	15
Mischinstallation	16
Steinbildung	16
Fernheizanlagen	17

DER RICHTIGE WEG

Hinweise zu Planung und Inbetriebnahme	18
Hydraulischer Abgleich	18
Dichtheitsprüfung	19
Inbetrieb- und Abnahme	19
Wartung	19
Zitiertes Regelwerk	20

DER UNTERSCHIED MACHTS



Merkmale von Heizungsanlagen

Moderne Heizungssysteme bestehen aus Wärmeerzeugern, Wärmeverteilung und Wärmeverbraucher. Bei den hier behandelten Heizungsanlagen dient als Wärmeträgermedium stets Wasser, das über ein Rohrnetz als Wärmeverteilungsnetz zu den einzelnen Verbrauchern transportiert wird. Die Wärmeübergabe an den zu heizenden Raum in Form von Konvektion und/oder Strahlungswärme erfolgt mittels Radiatoren, Konvektoren oder Flächenheizungen. Als Wärmeerzeuger sind heute Kessel, Solarkollektoren, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke (BHKW) und Brennstoffzellen üblich. Die Materialauswahl für die einzelnen Anlagenkomponenten wird geprägt durch positive Erfahrungen bei der Produktherstellung sowie dem Einsatz, der Verarbeitung und deren Wirtschaftlichkeit. Hieraus ergibt sich zwangsläufig, dass für verschiedene Anlagenkomponenten unterschiedliche Werkstoffe zum

Einsatz kommen, die sich seit Jahrzehnten bewährt haben und auch heute in ihren Eigenschaften nicht übertroffen werden.

Anlagen zur Gebäudebeheizung mit Wasser als Wärmeträgermedium – dies gilt auch für Solar- und Wärmepumpenanlagen – werden nach verschiedenen Kriterien unterschieden.

Zunächst ergeben sich aus den möglichen Betriebstemperaturen von bis zu 100 °C und auch darüber unterschiedliche Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausrüstung einer Anlage (s. DIN EN 12828

Heizungssysteme in Gebäuden – Planung von Warmwasserheizungsanlagen). Außerdem können sich durch die Beschaffenheit und Temperatur des Wassers weitere Anforderungen an die einzusetzenden Werkstoffe und Verbindungstechniken ergeben.

Zur Druckhaltung, d. h. zum Ausgleich der Volumenänderung des Umlaufwassers bei Erwärmung und Abkühlung, werden neben speziellen Druckhalteapparaturen in Großanlagen größtenteils geschlossene, mit Stickstoff gefüllte Membran-Ausdehnungsgefäße verwendet.

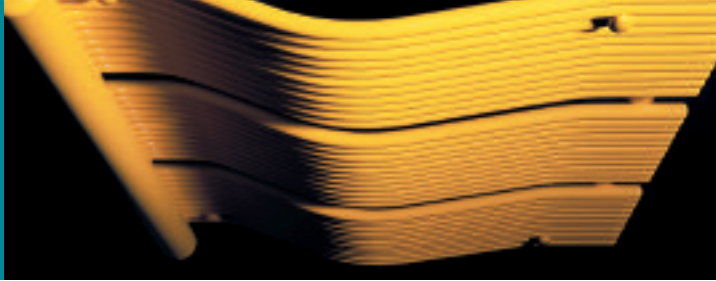
Aus diesem Grund bezeichnet man derartige Systeme – im Gegensatz zu den früher sehr häufigen Anlagen mit offenen Ausdehnungsbehältern, auf die hier nicht mehr detailliert eingegangen werden soll, – als 'geschlossene' Anlagen, da das Umlaufwasser bei funktionierender Druckhaltung keinen Kontakt zur umgebenden Atmosphäre hat und

somit – bei sachgerechter Planung und Betrieb – keinen Sauerstoff enthält. Hinweise zur Auslegung von Membran-Ausdehnungsgefäßen und weiteren sicherheitstechnischen Komponenten enthält beispielsweise der deutsche Kommentar zur DIN EN 12828.

Warmwasserheizungen

Moderne zentrale Heizungssysteme werden nahezu ausschließlich als Warmwasserheizungen mit Betriebstemperaturen bis zu 110 °C (105 °C nach DIN EN 12828) geplant und hergestellt. Derartige Heizungssysteme bestehen neben dem Wärmeerzeuger aus dem Rohrleitungssystem und den Heizflächen. Die Kombination verschiedener Werkstoffe, bei der man z. B. einen Kessel aus Stahl oder Gusseisen durch Rohrleitungen aus Kupfer und Ventile aus Kupferlegierungen mit Heizkörpern aus Stahl verbindet, hat sich seit Jahrzehnten bewährt. Auch die Kombination von Aluminiumheizkörpern mit Kupferrohren ist problemlos möglich.

Vorgaben zum Einsatz bestimmter Werkstoffe in Warmwasserheizungen bestehen regelwerkstechnisch nur insofern, als dass eine hinreichende Temperatur- und dauerhafte Druckbeständigkeit gegeben sein muss. Für metallene Werkstoffe gilt folglich, dass sie bzw. die aus ihnen gefertigten Bauteile in Warmwasserheizungen uneingeschränkt verwendbar sind.



Fernwärmeheizungen

Fernwärmeheizungen werden üblicherweise als Heißwassersysteme betrieben. Hier kann das Heizungswasser aufgrund des bestehenden Überdrucks Temperaturen von über 100 °C aufweisen. Durch einen hohen Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklaufwasser (Spreizung) können hohe Wärmemengen transportiert werden ohne dass hierzu übermäßig große Wassermengen umgewälzt werden müssen.

In mit Fernwärme betriebenen Gebäudeheizungsanlagen wird außerdem nach der Art der Wärme- bzw. Wassereinspeisung zwischen direkt und indirekt beheizten Anlagen unterschieden.

Aus den eingangs beschriebenen Temperaturverhältnissen ergeben sich oftmals spezielle Anforderungen hinsichtlich Druck- und Temperaturbeständigkeit an die einzusetzenden Werkstoffe und Verbindungstechniken, die in der Regel nur von metallenen Werkstoffen erfüllt werden.

In **direkt beheizten Fernwärmanlagen** werden alle Bauteile des Heizungssystems wie Rohrleitungen und Heizflächen (Radiatoren, Flächenheizkreise) von dem vom Wärmeversorgungsunternehmen gelieferten Fernheizwasser durchflossen. Aus diesem Grund sind bei der Planung und Erstellung derartiger Anlagen neben den allgemeinen Anforderungen des technischen Regelwerks (u. a. DIN 4747-1 Fernwärmanlagen) stets auch die technischen Anschlussbedingungen (TAB) des Fernwärmeversorgungsunternehmens zu beachten.

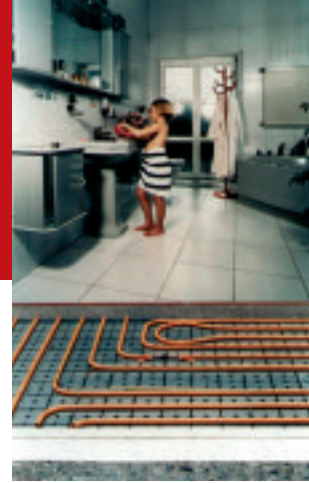
Da das gelieferte Wasser zumindest bei tieferen Außentemperaturen teilweise eine sehr hohe Vorlauftemperatur aufweist, muss es zur Verwendung für die normale Raumheizung aus Sicherheitsgründen auf niedrigere Temperaturen und Drücke heruntergeregelt werden.

Dies geschieht mittels Misch- und/oder Regelarmaturen in einer Hausstation. Moderne mit Fernwärme versorgte Gebäudeheizungen werden in der Regel als **indirekt beheizte Anlagen** geplant und erstellt. Das in der Gebäudeheizungsanlage befindliche Heizwasser (Sekundärkreis) wird über einen Wärmeübertrager durch das vom Fernwärmeversorger bereitgestellte Heißwasser (Primärkreis) auf die benötigte Temperatur erwärmt. Aufgrund dieser Systemtrennung werden die sicherheits- und korrosionstechnischen Anforderungen im eigentlichen Gebäudeheizkreis (Sekundärkreis) auf ein Minimum reduziert (s. a. DIN EN 12828). Zusätzlich sind bei Fernwärmanlagen aufgrund bestimmter Besonderheiten hinsichtlich der Zusammensetzung des Fernheizwassers unter Umständen ergänzende Gesichtspunkte beim Einsatz einzelner Werkstoffe zu berücksichtigen.

Aus den eingangs beschriebenen Temperaturverhältnissen ergeben sich oftmals spezielle Anforderungen hinsichtlich Druck- und Temperaturbeständigkeit an die einzusetzenden Werkstoffe und Verbindungstechniken, die in der Regel nur von metallenen Werkstoffen erfüllt werden.



SIE HABEN DIE WAHL



Werkstoffe für Wärmeerzeuger

Für den Bereich der Wärmeerzeuger kommen im Einzelnen folgende Werkstoffe in Frage:

Kessel: Stahl, hochlegierte Stähle, Gusseisen, Kupfer, Aluminiumwerkstoffe

Wärmeübertrager: Kupferwerkstoffe, hochlegierte Stähle, Aluminiumwerkstoffe

Wärmepumpen: Kupferwerkstoffe, hochlegierte Stähle

Solarkollektoren: Kupfer, Aluminiumwerkstoffe

Die Betriebsbedingungen stellen in diesem Bereich zum Teil sehr hohe Anforderungen an die Werkstoffe des Wärmeerzeugers, z. B. durch die Belastung der Heizflächen durch hohe Temperaturen oder durch Kondensatanfall im Brennraum. Pauschal kann zusammenfassend festgestellt werden: Für den Bereich der Kessel und Kollektoren genügen nur ausgewählte metallene Werkstoffe den hohen technischen und wirtschaftlichen Anforderungen.

Werkstoffe für Heizflächen Heizkörper und Konvektoren

Als Werkstoff für Heizkörper und Konvektoren werden hauptsächlich Stahl, daneben aber auch Kupfer und Aluminiumwerkstoffe eingesetzt. Dabei können die metallenen Werkstoffe in ihrem Verhalten als gleichwertig angesehen werden, auch wenn es bei genauerer Betrachtung durchaus in einzelnen Punkten Unterschiede gibt. Als Beispiel sei hier die gute Wärmeleitfähigkeit von Kupfer genannt.

Flächenheizungen

Flächenheizungen (Fußboden-, Wand- oder Deckenheizungen) geben die Wärme zum überwiegenden Teil als Strahlungswärme ab. Die Wärmeübergabe erfolgt meist durch ein im Estrich, in der Decke oder unter Putz flächig verlegtes Rohrnetz; Heizkörper und Rohrnetz sind also ein Bauteil.

Die wichtigsten technischen Eigenschaften von Rohren in Flächenheizungen werden daher sinnvoller Weise unter dem Fokus der Rohrleitungswerkstoffe betrachtet. Vorab sollen hier nur kurz einige wichtige Gesichtspunkte genannt werden, die für die Wahl eines Werkstoffs in diesem Zusammenhang von entscheidender Bedeutung sein müssen.

Zum einen ist dies die Wärmeleitfähigkeit eines Werkstoffs, die unter anderen Umständen - beispielsweise bei Verwendung als 'normale' Rohrleitung - nur von untergeordneter Rolle ist, bei Flächenheizungen aber einen entscheidenden Einfluss auf die Wärmeleistung des Systems hat. Metallene Werkstoffe wie Kupfer, das aufgrund seiner überdurchschnittlich guten Wärmeleitfähigkeit auch bevorzugt in Wärmeübertragern aller Art (Solaranlagen, Klimatechnik, usw.) eingesetzt wird, bieten hier entscheidende Vorteile. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit der Metalle können entweder höhere Heizleistungen erzielt oder auch zukunftsorientierte Wärmeerzeuger mit geringen Vorlauftemperaturen (z. B. Wärmepumpen) besonders effizient genutzt werden. Für die Verwendung in Gussasphalt-Estrichen kommen aufgrund ihrer Hitzebeständigkeit ausschließlich metallene Werkstoffe wie Kupfer in Frage. Die Vorteile von Gussasphalt-Estrichen wie die sofortige Begehbarkeit (Zeitersparnis) nach dem Abkühlen, geringe Aufbauhöhen mit fugenloser Verlegung und die Unempfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit sind im modernen Baubetrieb von hoher Wertigkeit und tragen so zu deren verstärktem Einsatz auch im Wohnungsbau bei.

FIT FÜR DEN KREISLAUF DES HEIZWASSERS

Werkstoffe für Rohre und Verbindungselemente

Werkstoffe in Heizungsanlagen müssen eine Vielzahl besonderer Eigenschaften aufweisen, um die bereits angesprochene Anforderung nach der Dauerhaftigkeit dieser Systeme gewährleisten zu können:

- Sie müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit besitzen.
- Sie müssen temperaturbeständig sein, d. h. im Bereich der Betriebstemperatur dürfen sich die mechanischen Eigenschaften nicht oder nur in bestimmten Grenzen ändern.
- Sie sollen eine ausreichende Zeitstandfestigkeit aufweisen, d. h. sie müssen der vorgegebenen Belastung über die gesamte Betriebszeit standhalten.
- Sie sollen eine ausreichende Alterungsbeständigkeit besitzen, d. h. ihre Eigenschaften dürfen sich auch im Laufe der Betriebszeit allenfalls in gewissen Grenzen ändern.

- Der Rohr- und Fittingwerkstoff muss diffusions- bzw. gasdicht sein.
- Der Werkstoff soll eine möglichst geringe Wärmeausdehnung besitzen.
- Die Rohrleitungen und Verbindungen sollen möglichst geringe Druckverluste aufweisen.
- Der Werkstoff soll sich gut verarbeiten lassen (einschließlich vielfältiger, kompatibler und bewährter Verbindungstechniken).
- Hinweise hinsichtlich des Korrosionsverhaltens sind im Zusammenhang mit der Gesamtanlage zu beachten (s. Abschnitt 'Korrosionsschutz und Wasserbehandlung').

Mechanische Festigkeit

Insbesondere metallene Werkstoffe erfüllen die gestellten Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Festigkeit in vollem Umfange. In vielen Punkten liegen die Eigenschaften sogar weit über den minimal zu

setzenden Grenzen, die sich aus der Temperatur- und Druckbelastung ergeben. Dies wird z. B. auch daran deutlich, dass die übliche Wanddicke von der Verarbeitungstechnik (Biegen, Pressen, Löten, Schweißen) und nicht etwa von Faktoren wie erreichbarer Berstdruck, Zeitstandfestigkeit etc. bestimmt wird. Auch im praktischen Einsatz des Rohrmaterials ergeben sich Vorteile durch eine hohe mechanische Festigkeit. Beispielsweise können auf Putz verlegte Rohrleitungen mit großen Schellenabständen befestigt werden (Materialersparnis). Ferner widerstehen diese Rohre den mechanischen Belastungen im rauen Baustellenalltag besser.

Temperaturbeständigkeit

Metallene Werkstoffe sind aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften im Gegensatz zu vielen Kunststoffen auch gegenüber sehr hohen Temperaturen absolut beständig. Im Bereich der normalen Betriebstemperaturen von Heizungsanlagen von bis zu 110 °C (siehe Kommentar DIN EN 12828) gilt dies ebenso wie für sehr viel höhere Temperaturen, die u. U. im Störfall erreicht werden können. Bei Betriebstemperaturen von mehr als 110 °C ist Augenmerk auf die richtige Wahl der Verbindungstechnik zu legen. Besondere Bedingungen gibt es bei Solaranlagen. Hinweise dazu finden Sie in der Broschüre „Die fachgerechte Installation von thermischen Solaranlagen (i. 160)“ des Deutschen Kupferinstituts.





Zeitstandfestigkeit

Unter Zeitstandfestigkeit bei bestimmten Temperaturen versteht man die ruhende Belastung, die nach Ablauf einer bestimmten Belastungszeit zum Bruch führt. Bei Temperaturen bis weit über 100 °C kommt bei Metallen die Zeitstandfestigkeit wie bereits erwähnt nicht zum Tragen. Das heißt, bei Belastungen unterhalb der im Kurzzeitversuch ermittelten Zugfestigkeit widerstehen metallene Werkstoffe dieser ruhenden Belastung 'unendlich lange' ohne Bruch, woraus sich eine unbegrenzte Lebensdauer bei dieser Art der Beanspruchung ableitet.

Im Gegensatz zu Metallen ändern Kunststoff- und Kunststoffverbundwerkstoffe mit der Zeit ihre mechanischen Eigenschaften. Dies kann nach Ablauf einer vorbestimmten Lebensdauer auch unter normalen Betriebsbelastungen zum Versagen des Bauteils führen.

In Abbildung 1 kann dies am Beispiel eines metallenen Werkstoffes (Kupferrohr 15 x 1 mm) und eines Kunststoff-Verbundrohres (Polyethylen-Aluminium-Verbundrohr 16 x 2 mm) mit zeit- und temperatur-

abhängiger Zeitstandfestigkeit deutlich gemacht werden. Die unteren Kurven des Verbundrohres zeigen, dass der Mindestberstdruck und somit die mögliche Belastung mit wachsender Betriebszeit und steigender Temperatur sinkt.

Man kann nichtmetallene Werkstoffe dann einsetzen, wenn sichergestellt ist, dass die Belastung (einschließlich eines Sicherheitsfaktors) während der vorgesehenen Betriebszeit unter der jeweiligen Zeitstandfestigkeit liegt. Bei metallenen Werkstoffen (obere Kurve) brauchen derartige Überlegungen nicht angestellt zu werden, da sich die Zeitstandfestigkeit unter diesen Beanspruchungen auch über Jahrzehnte hinaus

nicht ändert. Im Übrigen wird der entsprechende Berstdruck mit einer viel geringeren Wandstärke realisiert.

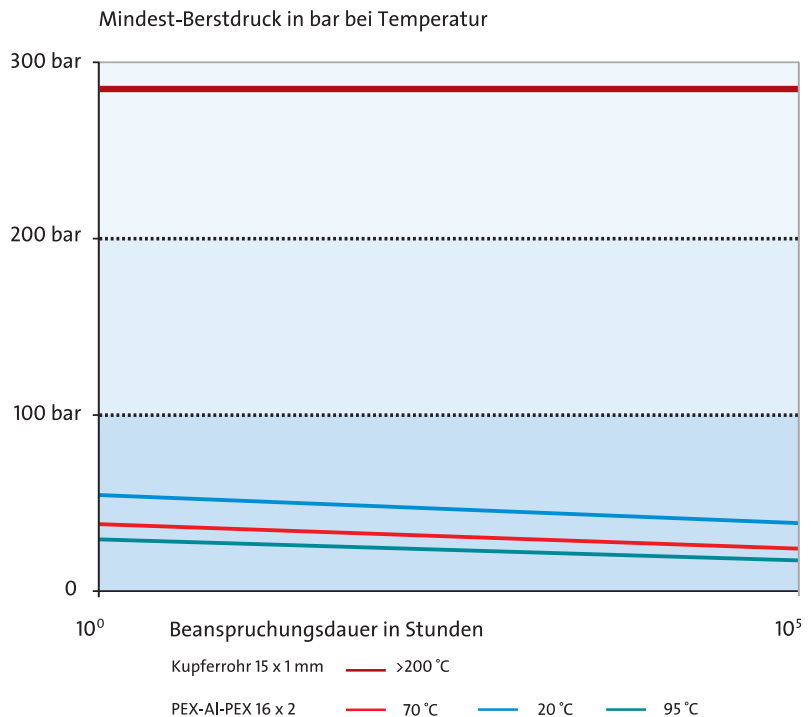


Abbildung 1: Innendruckzeitstandfestigkeit im Vergleich

Alterungsbeständigkeit

Die Gesamtheit aller in einem Material im Laufe der Zeit irreversibel ablaufenden chemischen und physikalischen Vorgänge wird als 'Alterung' bezeichnet. Alle in der Heizungstechnik verwendeten Werkstoffe müssen jedoch der konstruktiv vorgegebenen Belastung während der gesamten Betriebszeit standhalten und dürfen ihre Eigenschaften auch im Laufe des Betriebs möglichst nicht verändern. Weiterhin dürfen sich ihre Eigenschaften weder beim Lagern unter dem Einfluss der Umgebung, noch durch die Bedingungen während des Transports oder der Verarbeitung verschlechtern. Dies ist bei Metallen gegeben, während die meisten Kunststoffe durch Alterung eine Verschlechterung der Gebrauchseigenschaften erfahren können. Ursache hierfür ist häufig das Einwirken von Wärme, Licht bzw. energiereicher Strahlung, Chemikalien (z. B. Lösemittel) oder Ozon.

Diffusions- bzw. Gasdichtheit

Die Diffusionsdichtheit von Metallen gegenüber Gasen ist in der Praxis so bekannt und selbstverständlich, dass in der Literatur darauf nicht weiter eingegangen wird. Abhandlungen zu diesem Thema befassen sich üblicherweise mit Werkstoffen, die diese Eigenschaften nicht von Natur aus mitbringen wie beispielsweise viele Kunststoffe.

Alle metallenen Werkstoffe sind aufgrund ihrer besonderen Struktur im normalen Anwendungsbereich

gas- bzw. diffusionsdicht. Dies gilt für alle Gase und Gasgemische mit unterschiedlich großen Molekülen wie Sauerstoff und Luft. Die Diffusionsdichtheit von Metallen beruht auf der sehr „engmaschigen“ kristallbildenden Atomgitter-Struktur der Metalle, die Gasmoleküle eine Durchdringung unmöglich macht. Anders verhält es sich bei den aus Makromolekülen bestehenden Kunststoffen. Aufgrund der Werkstoffeigenschaften mit langkettigen Molekülen und – vom „atomaren Standpunkt“ aus betrachtet – relativ großen Abständen zwischen den Molekülen, können Gasmoleküle derartige Strukturen durchdringen.

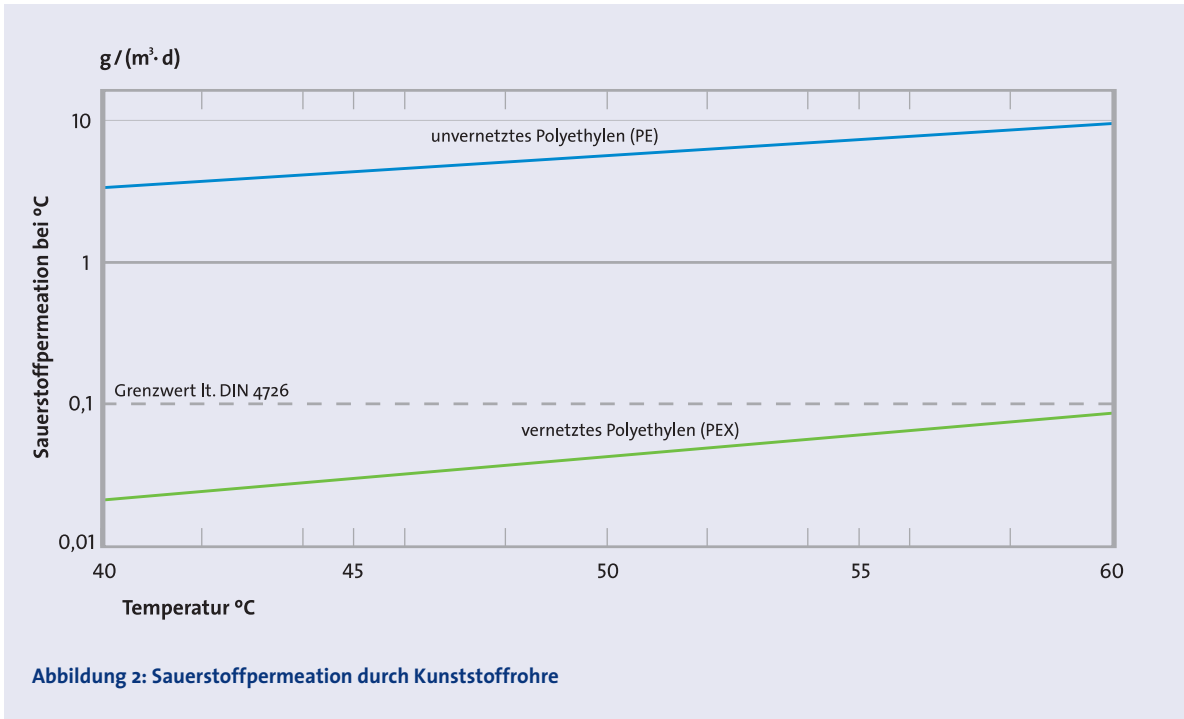
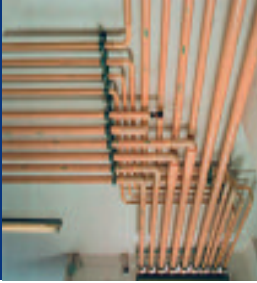
Auch so genannte „diffusionsdichte Kunststoffrohre“ sind lediglich nach Norm diffusionsdicht, d. h. die in den Normen genannten maximalen Diffusionsraten müssen nachweislich unterschritten werden. Trotzdem ist niemals eine einhundertprozentige Dichtheit vorhanden, weshalb einige Hersteller sich entschlossen haben, die bisher durch verschiedene Verfahren in die Rohre eingearbeiteten „Sperrschichten“ (etwa die Vernetzungsschichten in vernetztem Polyethylen 'PEX') mit metallenen Einlagen (Verbundrohre) zu kombinieren. Aus Abbildung 2 wird ersichtlich, dass Kunststoffrohre mit Vernetzung (sog. 'Sauerstoffsperrschicht') zwar die nach DIN geforderte Mindest-Diffusionsdichtheit erreichen, eine Diffusion durch derartige Schichten aber dennoch nicht vollständig unterbunden wer-



den kann und somit ein kontinuierlicher Sauerstoffeintritt in die Heizungsanlage möglich ist. Außerdem ist erkennbar, dass die Diffusionsraten mit steigender Temperatur zunehmen.

Wärmeausdehnung

Bei Werkstoffen mit sehr großen Wärmeausdehnungskoeffizienten wie z. B. den verschiedenen Kunststoffen ist das Rohrleitungssystem stets zusätzlich gegen die Folgen der Wärmedehnung abzusichern, was mit einem erhöhten Montage- und Materialaufwand einhergeht. Die geringsten Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen Stahl und Kupfer. Verbundmaterialien dehnen sich bereits ca. 50 % stärker aus als Kupfer; einzelne Kunststoffe besitzen einen Ausdehnungskoeffizienten, der mehr als das Zehnfache von Stahl beträgt.



Druckverluste

Optimal ausgelegte Rohrnetze von Heizungsanlagen weisen geringe Druckverluste auf. Einerseits werden hierdurch unnötige Betriebskosten (Energieverbrauch von Pumpen) vermieden, andererseits ist nur so die einwandfreie Funktion von Regel- und Mischarmaturen zu gewährleisten (große 'Ventilautorität'). Bei der Dimensionierung eines Heizungs-Rohrnetzes sind als wesentliche Strömungswiderstände diejenigen von Rohren, Formstücken, Mischern und Ventilen zu berücksichtigen. Bei Rohren und Formstücken können hierbei erhebliche Unterschiede auftreten. In der Tabelle 1 ist eine Gegenüberstellung von Nennweiten von Kupferrohren mit Kunststoff-Verbundrohren aufgeführt.

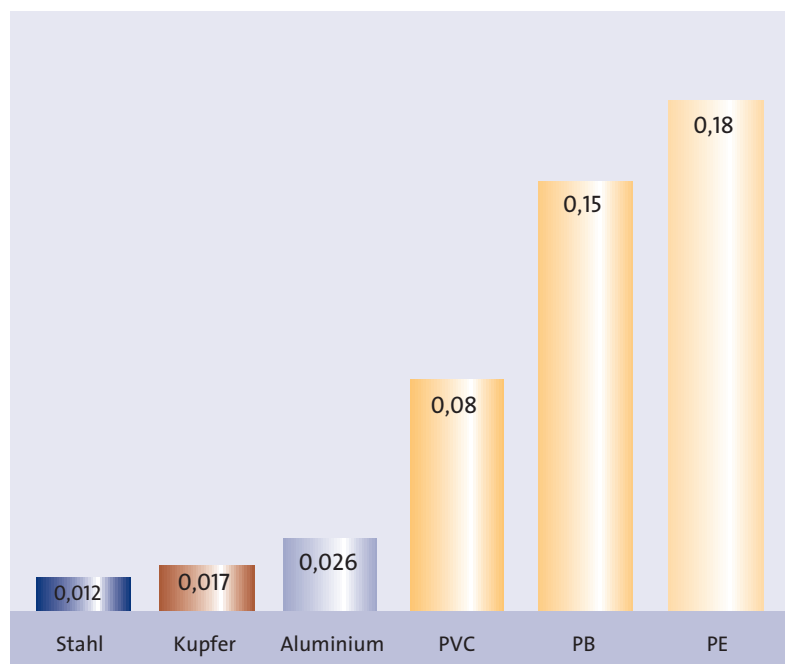


Abbildung 3: Wärmeausdehnungskoeffizienten verschiedener Rohrwerkstoffe in mm / (m K)



Bei der überschlägigen Dimensionierung werden die Druckverluste durch Fittings und Formstücke häufig vernachlässigt. Solange es sich hierbei um Einzelwiderstände mit geringen Druckverlusten handelt, ist dies in Heizungsanlagen bei ausreichend großzügiger Dimensionierung ohne

weiteres möglich. Es gibt jedoch erhebliche Unterschiede im Druckverlust von Form- und Verbindungsstücken, wie nachfolgende Klassifizierung aufzeigt:

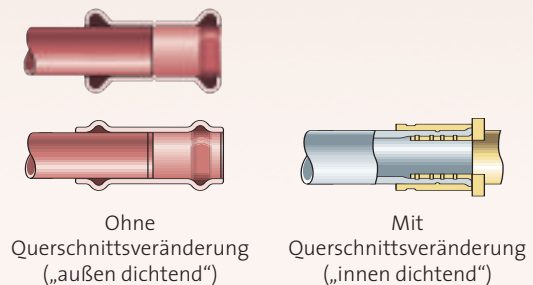
A) Form- und Verbindungsstücke für Rohrleitungen, bei denen der Fitting

bauartbedingt einen größeren oder gleich großen Durchmesser wie die Rohrleitung aufweist. Beispiele hierfür sind Löt- und Pressfittings für Kupferleitungen, Pressfittings für Rohre aus nicht rostendem Stahl oder geschweißte Verbindungen in schwarzem Stahl. Zu dieser Gruppe sind auch Kunststoff-Verbundrohrsysteme zu rechnen, bei denen zu verschraubende Formstücke den vollen Rohrquerschnitt aufweisen und bei denen daher das Rohr vor Ausführung der Verbindung aufgeweitet werden muss.

B) Systeme mit hohen Druckverlusten im Bereich der Verbindungsstücke. Hierzu zählen insbesondere Kunststoff-Verbundrohrsysteme in Verbindung mit Pressfittings aus Kunststoff. Hier sitzt das Dichtelement in Form eines O-Ringes oftmals im Inneren des Rohres. Erhebliche Querschnittsreduzierungen im Bereich des Fittings sind die Folge. Druckhülsen- bzw. Schiebehülsen-Verbindungen können je nach Ausführung zu Gruppe A oder zu Gruppe B hinzugerechnet werden. Die zum Teil erheblichen Auswirkungen von Querschnittsveränderungen im Verbindungsbereich werden anhand der Abbildung 4 verdeutlicht.

Nennweite DN	Kupferrohr mm	Kunststoff- verbundrohr PEX-Al-PEX mm
4	6 x 1	--
6	8 x 1	--
8	10 x 1	--
10	12 x 1	14 x 2
12	15 x 1	16 x 2,25
15	18 x 1	20 x 2,5
20	22 x 1	26 x 3
25	28 x 1,5	32 x 3
32	35 x 1,5	40 x 4
40	42 x 1,5	50 x 4,5
50	54 x 2	63 x 6
(60)	64 x 2	75 x 7,5
65	76,1 x 2	90 x 8,5
80	88,9 x 2	110 x 10
100	108 x 2,5	--
125	133 x 3	--
150	159 x 3	--
200	219 x 3	--
250	267 x 3	--

Tabelle 1: Abmessungsvergleich Kupferrohr-Verbundrohr



Berechnungsbeispiel		Kupferrohr 15 x 1	Verbundrohr 16 x 2
Massenstrom	kg/h	200	200
Fließgeschwindigkeit im Rohr	m/s	0,42	0,50
Fließgeschwindigkeit im Fitting	m/s	0,42	1,27
Druckverlust Verbindungsstelle	%	100	903

Abbildung 4: Druckverluste in Fittingsystemen

Aus diesem Vergleich ergibt sich, dass die Fließgeschwindigkeit bei gleicher Anforderung (wie im Beispiel 200 kg/h) im Bereich der lokalen Verengung durch einen querschnittsreduzierenden Fitting etwa um den Faktor 2,5 ansteigt und der Druckverlust um den Faktor 9. Hieraus ergibt sich die Tatsache, dass bei überschlüssiger Dimensionierung der Zuschlag für Form- und Verbindungsteile bei „außen dichtenden“ Systemen (ohne Querschnittsverengung) wesentlich geringer ausfällt als bei Rohrleitungen mit querschnittsverengenden Verbindern. Der nachteilige Einfluss der Querschnittsverengung kann nur durch Verwendung von größeren Abmessungen gemildert werden. Da für kleinere Heizungsanlagen oftmals nur eine überschlägige Dimensionierung stattfindet, kann dies je

nach Häufigkeit der eingesetzten Fittings dazu führen, dass bei Systemen nach Gruppe B (mit Querschnittsverengung) die Nennweite eine Stufe größer zu wählen ist als bei Systemen nach Gruppe A.

Sehr deutlich wird das Verhältnis der unterschiedlichen Druckverluste, wenn äquivalente Rohrlängen zum Vergleich herangezogen werden. Die „äquivalente Rohrlänge“ gibt an, welchen Druckverlust ein Fitting aufweist, ausgedrückt als Meter Rohrlänge. Abbildung 5 zeigt dies prägnant am Beispiel eines Polyethylen-Rohrsystems im Vergleich zum Kupferrohr.

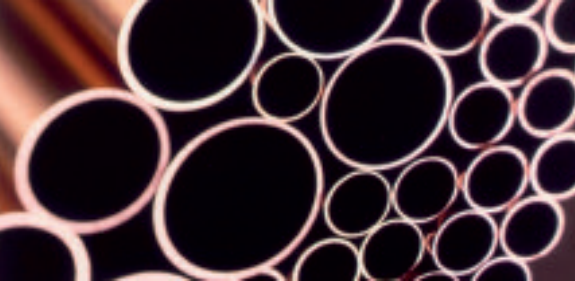
Verarbeitbarkeit in allen Temperaturbereichen

Negative Einflüsse auf die Festigkeit eines Werkstoffs dürfen bei niedri-

gen Temperaturen ebenso wenig auftreten wie bei höheren Temperaturen. Insbesondere für die Verarbeitbarkeit unter Baustellenbedingungen ist dies ein wichtiger Gesichtspunkt. Metallene Werkstoffe weisen hinsichtlich dieser Anforderungen – im Gegensatz zu Polymer- und Verbundwerkstoffen – sehr positive Eigenschaften auf. Besonders für Kupfer und viele Kupferlegierungen gilt, dass das Phänomen der Tieftemperaturversprödung nicht auftritt.

Zusammenfassung

Die Summe der oben aufgeführten Gesichtspunkte spricht eindeutig für die Verwendung von metallenen Werkstoffen. Durch die gute mechanische Festigkeit und Zeitstandfestigkeit sowie die Alterungsbeständigkeit der Metalle ist ein



jahrzehntelanger Betrieb von Heizungsanlagen aus diesen Werkstoffen problemlos möglich. Praxiserfahrungen aus Millionen bestehender Anlagen belegen dies deutlich und zeigen, dass die positiven Eigenschaften metallener Werkstoffe bisher unerreicht sind. Das gute Diffusionsverhalten (Gasdichtheit) der Metalle ermöglicht außerdem die Kombination verschiedenster metallener Werkstoffe (Stahl, Gusseisen, Edelstahl, Kupfer, Messing und Rotguss) in einer Anlage, was ein hohes Maß an Flexibilität bedeutet. (s. Tabelle 2)

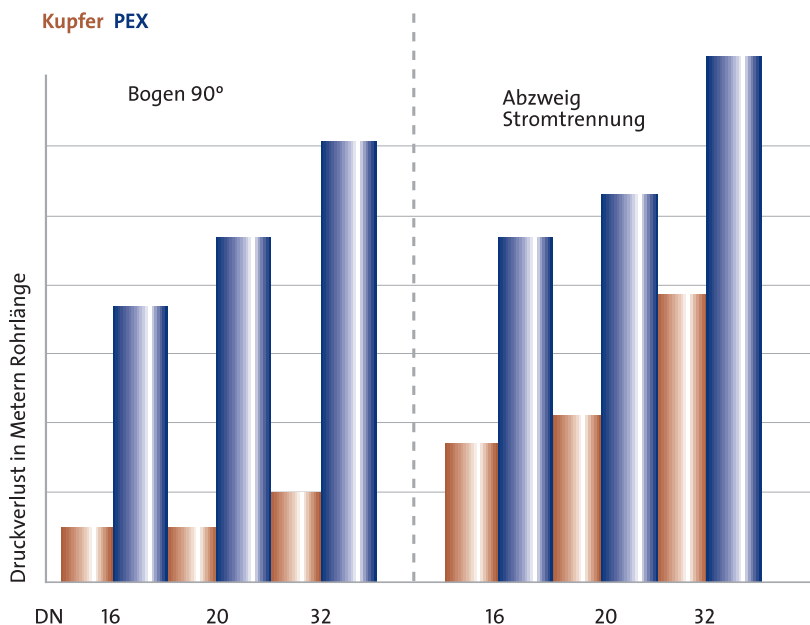


Abbildung 5: Äquivalente Rohrlängen im Vergleich

	Kupferrohr	Edelstahlrohr	Stahlrohr	Kunststoffrohr	Verbundrohr
Mechanische Festigkeit	+	+	+	-	-
Temperaturbeständigkeit	+	+	+	-	-
Zeitstandfestigkeit	+	+	+	-	-
Alterungsbeständigkeit	+	+	+	-	-
Diffusionsverhalten	+	+	+	-	+
Korrosionsverhalten	+	+	-	+	+
Wärmedehnung	+	+	+	-	o
Druckverlust d. Rohrreibung	+	+	-	o	o

BEWERTUNG: + sehr gut o durchschnittlich - weniger gut

Tabelle 2: Eigenschaften von Rohrsystemen im Vergleich

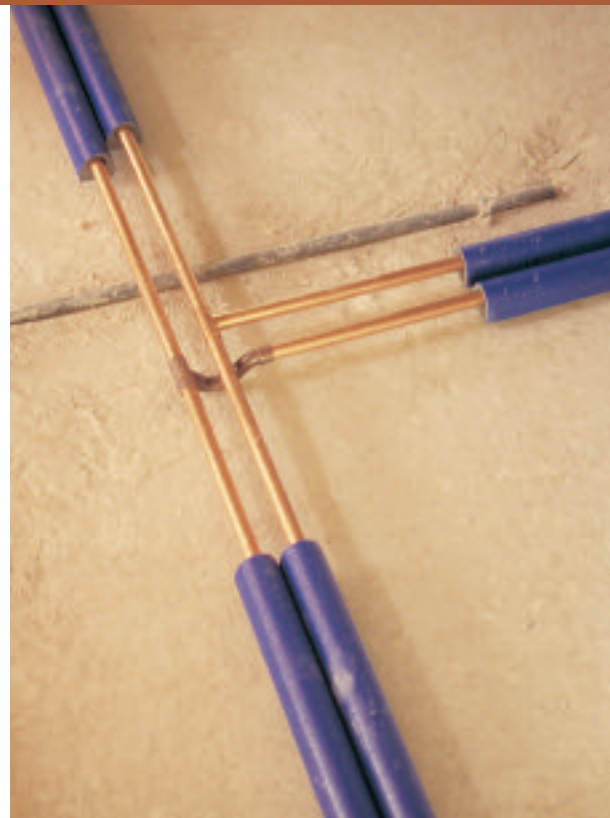
DER SICHERE ANSCHLUSS

Verbindungstechnik

Die Verarbeitungs- und Verbindungstechnik soll hier nur kurz angesprochen werden. Ein Blick auf die verschiedenen Verbindungstechniken in Tabelle 3 zeigt, dass dem Anwender für den Einsatz der metallenen Werkstoffe eine Vielzahl von Verbindungstechniken zur Verfügung steht. Neben den bekannten Schraub-, Flansch-, Löt- und Schweißverbindungen gewinnen zunehmend auch Press-, Klemmring- und Steckverbindungen an Bedeutung. Allen ist gemeinsam, dass es sich um langjährig erprobte und ausgefeilte Verfahren handelt.

Fachgerecht hergestellte, nicht lösbare Verbindungen sind so sicher, dass sie auch an später unzugänglichen Stellen wie z. B. unter Putz vorgesehen werden können.

Wie schon erwähnt, bleiben die mechanischen Eigenschaften in dem hier in Frage kommenden Temperaturbereich unverändert. Die bei metallenen Werkstoffen zur Anwendung kommenden Verarbeitungs- und Verbindungsverfahren sind auch bei sehr niedrigen Umgebungstemperaturen (auch bei Frost) anwendbar, ohne besondere Vorwärmmaßnahmen zu treffen. Rohre für Flächenheizungen, die in Gussasphalt eingebettet werden, können wegen der Gussasphalt-Temperatur (ca. 260 °C) nur aus Metallen wie z. B. Kupfer verlegt werden.



	Gewinde	Hartlöten	Weichlöten	Pressen	Klemmring	Stecken	Schweißen	Andere
Kupferrohr	-	x	x	x	x	x	x	-
Edelstahlrohr	-	-	-	x	x	x	x	-
Stahlrohr	x	-	-	x	x	-	x	-
Kunststoffrohr	-	-	-	x	x	x	x	Kleben
Verbundrohr	-	-	-	x	x	x	-	-

Tabelle 3: Rohrsysteme und häufig verwendete Verbindungstechniken in Heizungsanlagen



Korrosionsschutz und Wasserbehandlung

In fachgerecht geplanten (richtige Materialauswahl) und sachgerecht betriebenen, geschlossenen Heizungsanlagen treten keine Korrosionsschäden auf, selbst an Bauteile aus Stahl werden daher keine besonderen Anforderungen gestellt. Dies ist durch das nahezu vollständige Fehlen von im Wasser gelöstem Sauerstoff zu erklären (korrosionsschutzgerechte Planung).

Hinweise auf die korrosionsschutzgerechte Planung von Heizungsanlagen werden in der VDI-Richtlinie 2035, Blatt 2, gegeben. Hierin wird gefordert, dass der Sauerstoffgehalt des Heizungswassers unter $0,1 \text{ g/m}^3$ zu liegen hat, da eine chemische Reaktion von Metallen mit Wasser und seinen Inhaltsstoffen nur dann ablaufen kann, wenn Bedingungen vorliegen, die eine Elektronenabgabe des Metalls (Oxidation = Sauerstoffreaktion) ermöglichen.

Wesentliches Augenmerk ist nach VDI 2035 auf die allgemeine Dichtigkeit des Heizungssystems (Rohrver-

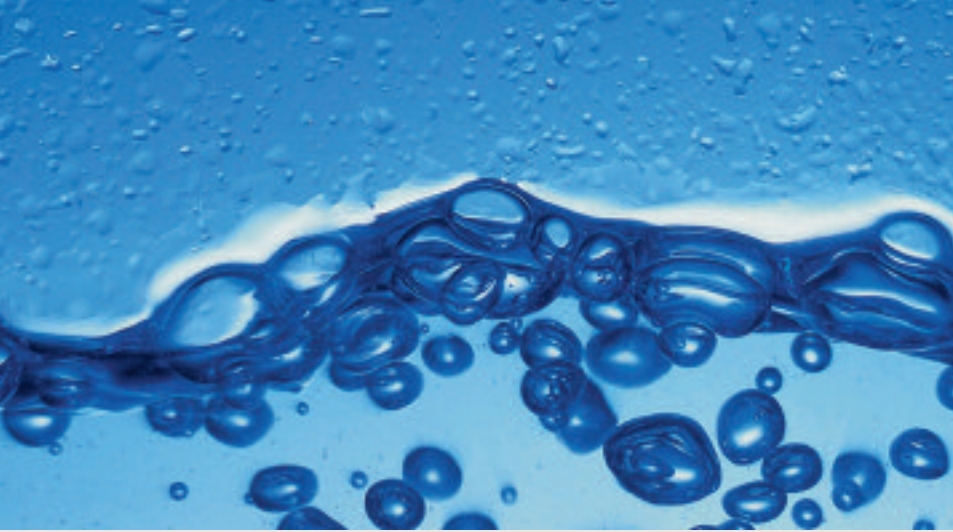
bindungen, Armaturen), die Druckhaltung und auf die Verwendung von diffusionsdichten Werkstoffen (s. vorhergehende Abschnitte) zu legen.

Wasserbehandlung

In Heizungsanlagen für Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienwohnhäusern wird die Sauerstofffreiheit des Heizungswassers bei fachgerechter Installation und sorgfältiger Betriebsweise dadurch erreicht, dass die begrenzt in der Wasserfüllung gelöste Sauerstoffmenge teils temperaturbedingt ausgast, teils mit den in der Anlage vorhandenen metallenen Werkstoffen reagiert und in der ersten Betriebszeit verbraucht wird. Die nachzufüllenden Wassermengen sind bezogen auf das Gesamtvolumen meist so gering, dass die nachgelieferten Sauerstoffmengen von vernachlässigbarem Einfluss auf das Korrosionsgeschehen sind. Ein Eindringen von Sauerstoff während des Betriebs der Heizung wird in erster Linie durch eine fachgerecht geplante und berechnete

Druckhaltung (Ausdehnungsgefäß) verhindert. Bei kleineren Anlagen reichen diese konstruktiven Maßnahmen, verbunden mit entsprechender Sorge für die Dichtigkeit an allen Stellen, in der Regel völlig aus. Bisweilen wird empfohlen, chemische Zusätze zum Heizungswasser als Inhibitoren zur Sauerstoffbindung oder zur Verhütung von Korrosionsschäden und Steinbildung in Heizungsanlagen einzusetzen. Beschränkt auf große Anlagen sieht auch die VDI 2035 diese Maßnahme vor. Für Anlagen bis zu einer Summe der Kesselnennleistungen von 100 kW werden dagegen keine besonderen Anforderungen an das Füll- oder Ergänzungswasser gestellt. Ergänzend sagt VDI 2035 aus, dass eine Behandlung des Heizungswassers zum Schutz vor Korrosion nur in solchen Anlagen erforderlich ist, in denen ein Zutritt von Sauerstoff nicht durch konstruktionstechnische oder betriebsseitige Maßnahmen verhindert werden kann. Damit sind alle Einfamilienhäuser und kleine bis mittlere Mehrfamilienhäuser erfasst. Wenn doch Inhibitoren oder andere Zusätze verwendet werden sollen, dann sind zusätzliche Maßnahmen zur Überwachung des Heizungswassers erforderlich. In der Konsequenz bedeutet dies, dass der Betreiber zusätzliche Kosten für die Zusätze und laufende Überwachung zu tragen hat.





Diese Kosten können bei Anlagen bis 100 kW, die weitgehend aus metallenen Werkstoffen erstellt wurden, ohne Einbuße an Sicherheit in den weitaus häufigsten Fällen eingespart werden indem auf chemische Zusätze verzichtet wird. Nur in Großanlagen und in Fernheizungsnetzen ist es aufgrund der manchmal größeren Verluste von Heizungswasser und auch durch die sich zum Teil durch die Betriebsweise ergebenden Faktoren oftmals notwendig, die Sauerstofffreiheit durch zusätzliche technische Maßnahmen oder Konditionierung des Wassers zu gewährleisten. In diesen Fällen werden dem Wasser häufig Chemikalien zum Steinschutz, zur Sauerstoffbindung oder auch Korrosionsinhibitoren zugesetzt. Überwachungsmaßnahmen sind selbstverständlich auch hier stets notwendig.

Mischinstallation

Der deutliche Unterschied der Verhältnisse verbietet es, Erfahrungen mit Trink- oder Brauchwasseranlagen auch auf Heizungssysteme zu übertragen – die sog. 'Fließregel' (Einbau von Kupfer nur hinter Stahl) gilt nicht für Heizungsanlagen. Es ist allgemein anerkannte Regel der Technik, in Heizungsanlagen z. B. Kupferwerkstoffe und Stahl ohne Einschränkung

miteinander zu kombinieren, wie auch in VDI 2035 ausdrücklich betont wird. Eine spezielle Aufbereitung des Wassers ist auch hier im Regelfall also nicht erforderlich. Kunststoffe zeichnen sich durch einen großen Variantenreichtum aus. Trotzdem wird das Problem der Sauerstoffpermeabilität – mit nachfolgend möglichen Schäden wie Schlamm- und Schmutzbildung – durch die Vielfalt dieser Werkstoffe nicht gelöst. Um den Sauerstoffeintrag zu verhindern, ist es (beispielsweise bei Kunststoff-Flächenheizungen) häufig notwendig, Systemtrennungen in Form von Wärmeübertragern vorzusehen, um so den angeschlossenen Heizkessel zu schützen.

Steinbildung

Steinbildung (Bildung von Calciumcarbonat, 'Marmor') ist in Heizungsanlagen prinzipiell immer dann möglich, wenn das Heizwasser ausreichende Mengen an Calcium- und Hydrogencarbonat-Ionen enthält und wenn es erwärmt wird. Die Eigenschaften der anwesenden Werkstoffe spielen hierbei praktisch keine Rolle, so dass die Bildung von Kesselsteinablagerungen nicht nur im Bereich von metallenen Bauteilen wie Heizkesseln oder Wärmeübertragern möglich ist, sondern auch in Kunststoff- oder Verbundrohrleitungen beobachtet wird. Im Fall von Oberflächen, die der Wärmeübertragung dienen, verursachen Steinab-





lagerungen aufgrund ihrer ungünstigen Wärmeleiteigenschaften eine Beeinträchtigung des Wirkungsgrades. Ablagerungen in Rohrleitungen wiederum erhöhen die Druckverluste und können so Betriebsstörungen hervorrufen. (Trink-) Warmwasserseitige Steinbildung lässt sich bei „harten“ Wässern ohne Eingriffe in die wasserchemische Zusammensetzung meist nur durch konstruktive Maßnahmen (z. B. möglichst geringe Wärmeübertragertemperaturen durch große Heizflächen, Einsatz von Glattrohrwärmetauschern in Speichersystemen) vermeiden, wobei eine ständige Absenkung der Warmwassertemperatur aus hygienischen Gründen meist nicht in Frage kommt (s. a. VDI 2035, Blatt 1).

Fernheizanlagen

Fernwärmeheizwässer entsprechen in der Regel den im AGFW-Arbeitsblatt FW 510 (Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft – AGFW - e. V.: Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie- und Fernwärmeheizanlagen sowie Hinweise für deren Betrieb) aufgeführten Anforderungen. Hierin werden Parameter festgeschrieben, die negative Einflüsse auf die Bauteile des Fernwärmenetzes und ggf. der Hausanlage sowie deren Betrieb verhindern.

Arbeitsblatt FW 510 unterscheidet zwischen zwei möglichen Betriebsweisen in Fernwärmeanlagen: Salzarme Heizwässer und salzhaltige Heizwässer. In salzarmen und salzhaltigen Fernheizwässern nach Arbeitsblatt FW 510 darf der Sauerstoffgehalt 0,1 mg/l nicht überschreiten.

Wird diese Anforderung eingehalten, sind negative Einflüsse auf das Korrosionsverhalten von metallenen Werkstoffen nicht zu erwarten. Liegt ein Fernheizwasser vor, welches nicht den Anforderungen des Arbeitsblatts FW 510 entspricht, so werden Wasseranalysedaten vom WärmeverSORGER zur Verfügung gestellt, die eine Bewertung hinsichtlich der Verwendbarkeit verschiedener metallener Werkstoffe zulassen. Auf Grundlage dieser Daten können dann der Rohr- oder Fittinghersteller oder das Deutsche Kupferinstitut in Düsseldorf zur Einsetzbarkeit befragt werden.





Hinweise zu Planung und Inbetriebnahme

Hydraulischer Abgleich

Bei der Planung und Berechnung einer Heizungsanlage ist der hydraulische Abgleich heute nicht nur obligatorisch, sondern auch unverzichtbar. Aufgrund ständig sinkender Heizlast der Gebäude durch verbesserte Baustandards ist die Einregulierung der dadurch an den Heizflächen anstehenden sehr geringen Volumenströme ohne einen hydraulischen Abgleich nicht mehr möglich.

Dies ist in der Fachwelt allgemein anerkannter Stand der Technik und daher in vielen nationalen und europäischen Regelwerken verankert. Im Abschnitt 3 der ATV DIN 18380

„Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen – Heizanlagen und Wassererwärmungsanlagen“ der VOB C wird für die Planung derselben z. B. folgendes gefordert: *„Die Bauteile von Heizanlagen und Wassererwärmungsanlagen sind so aufeinander abzustimmen, dass die geforderte Leistung erbracht, die Betriebssicherheit gegeben, und ein sparsamer und wirtschaftlicher Betrieb möglich ist und Korrosionsvorgänge weitgehend eingeschränkt werden.“*

Und weiter:

„Umwälzpumpen, Armaturen und Rohrleitungen sind durch Berechnung so aufeinander abzustimmen, dass auch bei den zu erwartenden wechselnden Betriebsbedingungen eine ausreichende Wassermengenverteilung sichergestellt ist und die

zulässigen Schalldruckpegel nicht überschritten werden. Ist z. B. bei Schwachlastbetrieb ein übermäßiger Differenzdruck zu erwarten, so sind geeignete Gegenmaßnahmen zu treffen, z. B. Einbau differenzdruckregelnder Einrichtungen.“

Sowie in Abschnitt 3.2.8:

„Bei Warmwasserheizungen müssen an jeder Raumheizfläche Möglichkeiten zur Begrenzung der Durchflussmenge zum hydraulischen Abgleich vorhanden sein.“

Auch die europäischen Normen stellen hierzu klare Forderungen auf; so z. B. die DIN EN 12828.

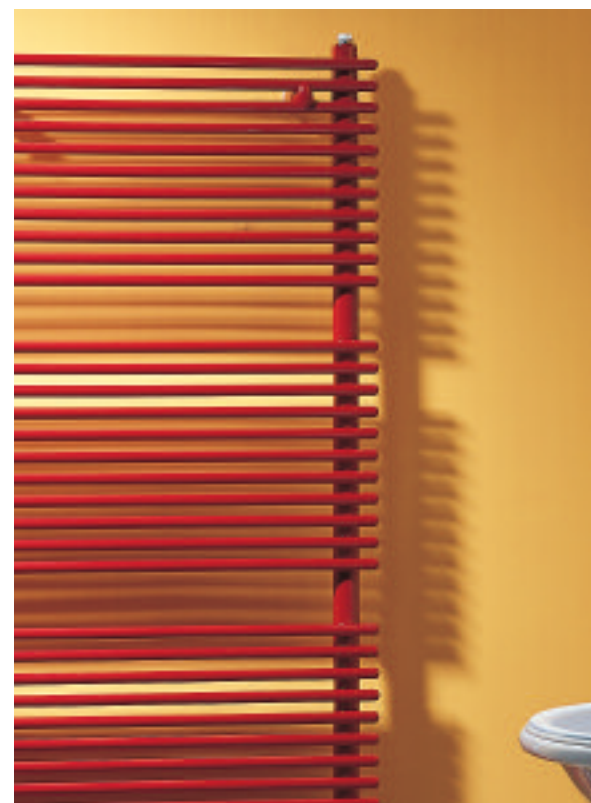
Hier heißt es in Kapitel 6:

„Der Planer muss die Betriebsbedingungen, für die eine Heizungsanlage geplant wurde, darlegen. Die Planung umfasst auch Vorkehrungen für den hydraulischen Abgleich.“

Der Planer oder der planende und ausführende Fachbetrieb ist also verpflichtet einen hydraulischen Abgleich zu berechnen. Bei den aufgrund der geringen Volumenströme immer kleiner werdenden Rohrdurchmessern sind Rohrsysteme mit geringeren Rohrleitungswiderständen natürlich vorteilhafter. Hier sind die metallenen Rohrwerkstoffe durch ihre außen dichtenden Verbindungssysteme den anderen überlegen (siehe Abschnitt 'Druckverluste'). Gerade in ausgedehnten Rohrnetzen ergeben sich dadurch in der Summe erheblich geringere Rohr- und Fittingwiderstände und damit kleinere Pumpenleistungen, aus

denen dann niedrige Betriebskosten resultieren.

Der Auftraggeber oder der Bauherr kann den hydraulischen Abgleich anhand der ihm bei der Abnahme der Heizungsanlage übergebenen Einstellprotokolle kontrollieren und dies gegebenenfalls stichprobenhaft an den Ventileinsätzen der Heizflächen oder an den Strangregulierventilen überprüfen. Darüber hinaus wird mittlerweile in einigen landesspezifischen Fachunternehmererklärungen, die im Rahmen der Vorgaben der EnEV für neu erstellte oder umfassend geänderte Heizungsanlagen erstellt werden müssen, der rechnerische Nachweis des hydraulischen Abgleichs durch Beilegen der Berechnungen gefordert.





Dichtheitsprüfung

Nach Abschluss der Installationsarbeiten sind Heizungsanlagen einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Hierbei müssen die Verbindungsstellen offen zugänglich sein, um Undichtigkeiten zu erkennen. Die Dichtheitsprüfung kann auf unterschiedliche Weise durchgeführt werden:

• Dichtheitsprüfung bei sofortiger anschließender Inbetriebnahme

Wird die Heizungsanlage unmittelbar nach der Dichtheitsprüfung in Betrieb genommen, so ist es sinnvoll, die Anlage mit Wasser zu befüllen und zu entlüften, um anschließend die Dichtheitsprüfung mit dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils (siehe VOB-C/ATV DIN 18380) durchzuführen. Während der Druck bis zum erforderlichen Prüfdruck aufgebracht wird, ist es zweckmäßig, die unter Druck stehenden Leitungsteile, insbesondere Verbindungsstellen, einer Sicht- und Geräuschkontrolle zu unterziehen. Nach bestandener Dichtheitsprüfung ist die Heizungsanlage in Betrieb zu nehmen, damit witterungsbedingte Einflüsse (Frostgefahr) sich nicht negativ auswirken können.

• Dichtheitsprüfung bei längerer Stillstandzeit bis zur Inbetriebnahme

Wird nach der Dichtheitsprüfung

die Heizungsanlage nicht unmittelbar in Betrieb genommen, besteht die Gefahr von witterungsbedingten Einflüssen (z. B. Frostschäden), so dass es in diesem Fall sinnvoll ist, eine trockene Dichtheitsprüfung durchzuführen. Diese Prüfung ist mit ölfreier Luft oder inerten Gasen (z. B. Stickstoff) analog zu der BHKS-Regel 5.001 durchzuführen.

Inbetrieb- und Abnahme

Im Rahmen der Erstinbetriebnahme ist das Rohrsystem der Heizungsanlage zu befüllen und zu entlüften. Das mittlerweile in einer europäischen Norm geforderte Reinigen des Rohrsystems ist dagegen weder erforderlich noch anerkannter Stand der Technik in Deutschland. Es ist im Gegenteil von den in dieser Norm beschriebenen Reinigungen mit chemischen Mitteln aufgrund möglicher Materialunverträglichkeiten abzuraten. Einmalig gereinigt werden sollten dagegen nach dem Probetrieb eventuell vorhandene Schmutzfänger (siehe ATV DIN 18380, Abschnitt 3.6.2).

Die Abnahmeprüfung einer Heizungsanlage umfasst grundsätzlich eine Vollständigkeits- und Funktionsprüfung, die im Rahmen eines Probetriebs durchgeführt wird. Letztere beschränkt sich auf die Sicherheitseinrichtungen, den Wärmeerzeuger und die Heizflächen sowie auf die Mess- und Steuereinrichtungen.

Hierbei sind Funktionsmessungen, z. B. Volumenstrommessungen für den hydraulischen Abgleich etc. ausdrücklich nicht vorgesehen. Diese müssen, wenn vom Auftraggeber gewünscht, gesondert vereinbart und vergütet werden.

Wartung

Alle Heizungsanlagen sind nach geltendem technischem Regelwerk und auch nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) sachgerecht in regelmäßigen Abständen zu warten, um Fehlfunktionen zu vermeiden, eine wirtschaftliche Betriebsweise zu gewährleisten und den CO₂-Ausstoß zu minimieren. Dazu gehört auch die in DIN EN 12828 beschriebene kontinuierliche Überprüfung der gesamten sicherheitstechnischen Ausrüstung wie z. B. Ausdehnungsgefäße, Sicherheitstemperaturbegrenzer oder Wassermangelsicherung. Außerdem sind alle nicht verschleißfreien Anlagenkomponenten einer Heizungsanlage zu überprüfen, zu reinigen und ggf. in Stand zu setzen oder zu erneuern. Grundlage solcher Wartungsarbeiten kann beispielsweise das VDMA-Einheitsblatt 24186-2 sein.

Zitiertes Regelwerk

AGFW FW 510	Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie- und Fernwärmeheizanlagen sowie Hinweise für deren Betrieb
BHKS-Regel 5.001	Druckprüfung von Trinkwasserleitungen mit Druckluft oder Inertgasen
DIN 4747-1	Fernwärmeanlagen – Teil 1: Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze
DIN EN 12828	Heizungssysteme in Gebäuden – Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen
DIN 18380	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
VDI 2035, Blatt 1	Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizanlagen, Steinbildung in Wassererwärmungs- und Warmwasserheizanlagen
VDI 2035, Blatt 2	Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizanlagen, wasserseitige Korrosion
VDMA 24186-2	Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden – Teil 2: Heiztechnische Geräte und Anlagen



Gefördert von: International Copper Association –
European Copper Institute

*... das Gefühl,
es ist Kupfer.*



Herausgeber: Initiative Kupfer

Postfach 10 30 42, 40021 Düsseldorf

Tel. 08 00 / 158 73 37, Fax 02 11 / 478 80 65

Internet: www.kupfer.de

E-Mail: mail@kupfer.de

Fotonachweis:

Deutsches Kupferinstitut, Initiative Kupfer, Vaillant, Buderus, Viessmann

2. Auflage / 2006