

Wärmedämmung von Sanitär- und Heizungsrohrleitungen gegen Energieverluste.

Eine Aufgabe von „gestern“ oder Umsatzsteigerung für den SHK-Fachbetrieb?

von

Dipl.-Ing. Lothar Schäfer¹⁾ und Dr. B. Hanel²⁾

Mit der Einführung der Energieeinsparverordnung EnEV am 1. Februar 2002 [1] und deren bevorstehender Nivellierung an die Europäische Richtlinie Nr. 2002/91/EG über die „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ [2] bis 2006, dem im Juli dieses Jahr neugefassten Energieeinspargesetz EnEG [3], den Regelungen über die Einführung von Energiebedarfsausweisen für zu errichtende und bestehende Gebäude [4] usw. sind in Deutschland die gesetzlichen Voraussetzungen geschaffen worden (bzw. werden geschaffen), um einen deutlichen Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs und damit einen Beitrag zur Reduzierung der Emissionen der im „Kyoto-Protokoll“ genannten Treibhausgase zu leisten.

Hintergrund dieser Energieverbrauchsabsenkungen sind nicht nur die alarmierenden Anzeichen von Umweltveränderungen und Klimaerwärmung, sondern vor allem auch die nachweisliche Verknappung und begrenzte Reichweite fossiler Energieträger [5] und die damit verbundenen explodierenden Heizöl- und Erdgaspreise für Heizung und Warmwasser. Der Preis pro Barrel Rohöl stieg zwischen 1960 und 2005 um mehr als das 12fache, der Energiepreis für Öl/Gas liegt derzeit bei etwa 4,5 Cent/kWh und ist damit fast doppelt so hoch wie 1998 [6].

Die Berechnung und Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden umfassen alle energetischen Teilgebiete. Sie reichen von der thermischen Charakteristik eines Gebäudes und den äußeren und inneren Klimabedingungen über die Heizungsanlage, Warmwasserversorgung und Lüftungsmethode bis zum Solarsystem und zur Beleuchtung [7]. In diesem gebäudeüberspannenden Kontext erscheint die Dämmung von Rohrleitungen, die in die Charakteristik der Anlagen für Heizung und Warmwasserversorgung eingeht, auf den ersten Blick marginal und ohne nachweisbaren Einfluss auf die Energiebilanz zu sein. Deshalb findet man sowohl beim Neubau als auch bei der Modernisierung von Gebäuden noch immer nicht oder nur ungenügend gedämmte Rohrleitungen. Ungedämmte oder zu gering gedämmte Sanitär- und Heizungsrohre sind jedoch im Sinne der oben genannten gesetzlichen Regelungen und damit auch werkvertraglich nach dem BGB oder der VOB ein grundsätzlicher Mangel.

¹⁾Dipl.-Ing. Lothar Schäfer, Geschäftsführer der E. Missel GmbH & Co. KG, D-70736 Fellbach/Stuttgart, Siemensstraße 5

²⁾Dr. Bernd Hanel, Leiter Forschung und Entwicklung der E. Missel GmbH & Co. KG

An zwei einfachen Beispielen wird im Folgenden gezeigt, dass die Wärmeverluste ungedämmter Rohrleitungen keineswegs vernachlässigbar sind, sondern bemerkenswert hoch sein können.

Die Berechnung der Wärmeverluste von Rohrleitungen und die Ermittlung optimaler Dämmdicken erfolgt auf der Grundlage der VDI 2055 [8] bzw. mit Hilfe der DIN EN ISO 12241 [9]. Wie diesen Regelwerken zu entnehmen ist, sind die Berechnungen für die Wärmeübertragung durch Leitung, Konvektion und Strahlung von einer Vielzahl von Einflussfaktoren wie beispielsweise Temperaturen und der Strömungsgeschwindigkeiten des Wassers in den Rohren und der Umgebungsluft, Rohrabmessungen und -material, Position und Einbaulage der Rohrleitungen abhängig. Um darüber hinaus Kosteneinsparungen und Amortisationszeiten ermitteln zu können, benötigt man neben den Betriebsstunden und der Nutzungsdauer der haustechnischen Anlage (incl. Rohrleitungen) auch aktuelle Wärmepreise, Preisänderungsfaktoren und Angaben zu Kapitaldienstfaktoren, Zinssätzen, Investitionskosten der nachträglich anzubringenden Dämmung usw. Diese Zusammenhänge lassen sich – wie ein Blick in die VDI 2055 zeigt – nicht in einer „Faustformel“ erfassen. Um dennoch auf möglichst einfache Weise Wärmeverluste zu ermitteln und eine grundsätzliche Aussage zu den Kosteneinsparungen durch die Dämmung von Rohrleitungen zu machen, werden für die nachfolgenden Berechnungen einige Vereinfachungen verwendet.

1. Beispiel: Berechnung der Wärmeverluste einer frei verlegten, ungedämmten und gedämmten Warmwasserleitung in einem Keller

Unter Vernachlässigung der Wärmeleitung des Rohrmaterials, des inneren konvektiven Wärmeübergangs, der Wärmestrahlung und der Lage/Anordnung der Rohre berechnet man die Wärmeabgabe der Rohrleitung mit Gl. (126) der VDI 2055

$$\dot{Q} = \frac{\pi \cdot \Delta\vartheta}{\frac{1}{2\lambda} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\alpha_a \cdot d_a}} \quad \text{in W/m}$$

Dabei ist

$\Delta\vartheta$ - Temperaturdifferenz in K

λ - Wärmeleitkoeffizient der Dämmung in W/(m K)

d_a - Außendurchmesser der Dämmung in m

d_i - Innendurchmesser der Dämmung in m

α_a - Wärmeübergangskoeffizient zwischen Dämmung und Umgebungsluft in W/(m² K).

Bei der Berechnung des Wärmeverlustes dieser ungedämmten Rohrleitung (Kupfer DN 25) sind in dieser Gleichung für d_a bzw. d_i der Außen- bzw. Innendurchmesser des Rohres einzusetzen und der Wärmeleitkoeffizient λ entspricht dem des Rohrmaterials. Für die ungedämmte Leitung mit z. B. der mittleren, konstanten Temperatur von 60 °C beträgt die Wärmeabgabe im Kellerbereich (gut belüftet; mittlere, konstante Temperatur 10 °C) 39 W/m. Befinden sich beispielsweise 4 solcher ungedämmten Rohre (Verteil-, Steig- und Zirkulationsleitungen, vereinfachend mit dem gleichen Durchmesser) mit einer Gesamtlänge von 40 m im Kellerbereich, so hat die Gesamtwärmeabgabe die bemerkenswerte Größe von 1,56 kW. Um derartige Verluste, deren Kosten die Mieter oder Gebäudenutzer natürlich zunehmend weniger bereit sind zu tragen, zu minimieren, schreibt die EnEV [1] im §9 Abs. 2 vor, dass „ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten

Räumen befinden, bis zum 31.12.2006 nach Anhang 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt (werden) müssen“ vor.

Die Wärmeabgabe der nach den Vorgaben der EnEV nachträglich gedämmten Kupferrohrleitung DN 25 (100 %-Dämmung = 38 mm bei einem λ -Wert der Dämmung aus flexiblem Polyethylen von 0,040 W/(m K)) beträgt nur noch 9 W/m. Multipliziert man die Differenz beider Ergebnisse von 30 W/(m K) mit dem örtlichen Wärmepreis und den Betriebsstunden pro Jahr (unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der jeweiligen Anlage), erhält man auf sehr einfache Weise die Wärmekosteneinsparung in €/ (m a). Nimmt man also beispielsweise an, dass die Warmwasserleitung unter Beachtung des DVGW-Arbeitsblattes W 551 jährlich wenigstens 5800 Stunden in Betrieb ist (nach DIN V 4701-10 [10] ist die Bereitstellungsdauer mit 350 Tagen pro Jahr deutlich höher), ergibt sich bei einem Wärmepreis (Gas) aus dem Bereich Stuttgart von 4,3 Cent/kWh für die oben genannten 40 m im Keller verlegte Rohrleitung die beachtliche Kosteneinsparung von etwa 300 € pro Jahr.



Bild 1: Misselon-Robust: Reißfeste Wärmedämmung mit integrierter Körperschalldämmung aus hochwertigem, physikalisch vernetztem und flexiblem Polyethylenschaum, Dämmdicken von 6 mm bis 38 mm

Zur Bestimmung der Amortisationszeit müssen die Kosten für die fachgerechte Dämmung von den Wärmekosteneinsparungen abgezogen werden. Für eine grobe Überschlagsrechnung kann man auf Einflussfaktoren wie Zinsen, Kapitaldienstfaktoren, sich ändernde Wärmepreise usw. verzichten und erhält eine geringe Amortisationszeit von nur sehr wenigen Jahren.

Bild 1 zeigt die Wärmedämmung Misselon-Robust (hier: Dämmdicke 13 mm), die zur Nachdämmung von Rohrleitungen bis DN 32 verwendet werden kann. Im Bild 2a ist eine typische Situation zu sehen: ungedämmte oder ungenügend gedämmte Rohrleitungen in einem Heizungskeller. Die (noch nicht ganz abgeschlossene) Nachdämmung dieser Rohrleitungen mit Misselon-Robust zeigt das Bild 2b.



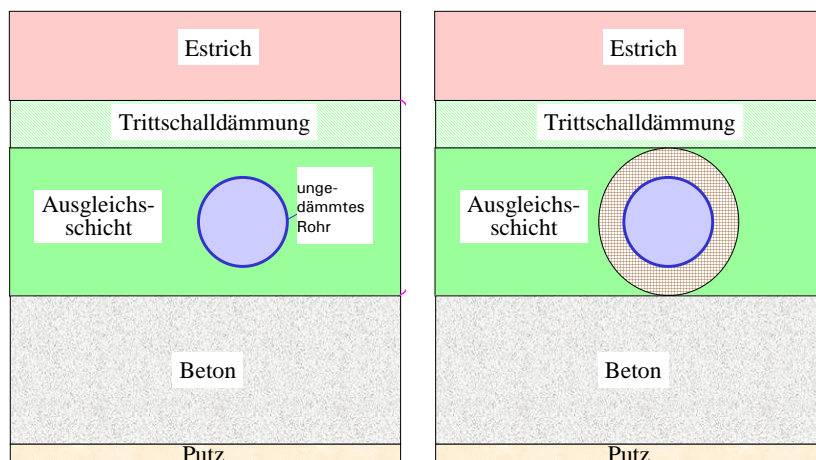
Bild 2a: Rohrleitungen ungedämmt bzw. ungenügend gedämmt - Hoher Energieverbrauch



Bild 2b: Rohrleitungen nachträglich gedämmt - deutlich geringerer Energieverbrauch

2. Beispiel: Berechnung der Wärmeverluste einer im Fußbodenaufbau verlegten, ungedämmten bzw. gedämmten Trinkwasserleitung (warm)

In einem Wohngebäude ist eine ungedämmte Trinkwasserleitung (warm) im Fußbodenaufbau verlegt worden, siehe Bild 3a. Zu klären ist, in welchem Umfang man Wärmeverluste und Energiekosten reduzieren kann, wenn die Rohrleitungen gedämmt worden wären.



*Bild 2: Fußbodenaufbau mit einer integrierten Rohrleitung (schematisch)
a) Rohrleitung ungedämmt
b) Rohrleitung gedämmt*

Die Berechnung der Wärmeabgabe für diese Rohreinbauten im Fußboden ist etwas komplizierter als im ersten Beispiel. Verwendet wird der in [11] beschriebene Algorithmus, der auf einer analytischen Lösung der LAPLACESchen Differentialgleichung für die stationäre, zweidimensionale Wärmeleitung in einer ebenen Platte

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} = 0$$

von FAXÉN [12] und GLÜCK [13] beruht, siehe auch [14].

Mit den Angaben aus Bild 4 erhält man für die ungedämmte (Bild 3a) bzw. nach EnEV gedämmte (Bild 3b) Trinkwasserleitung (warm) – je nach verwendeter Ausgleichsschicht – die in Tabelle 1 zusammengestellten Ergebnisse (Verlustwärmeströme pro Meter Rohr).

Tabelle 1: Verlustwärmeströme für die ungedämmte bzw. gedämmte Rohrleitung im Fußboden ¹⁾

Polyethylen-Rohrdämmung δ_D in mm;	Ausgleichsschicht λ_A in W/(m K)	\dot{Q} in W/m
0	0,04	12
26	0,04	5
0	0,70	42
26	0,70	6

1) Weitere Einzelheiten zu den Stoffwerten und Schichten des Fußbodenaufbaus siehe Bild 4.

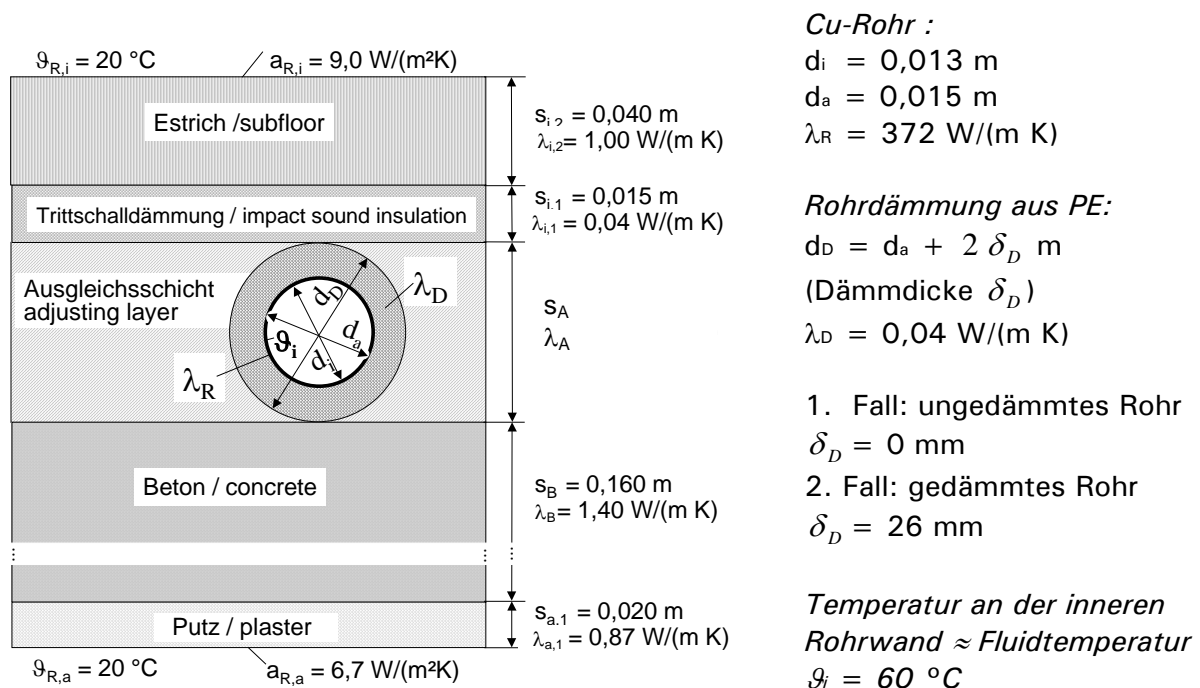


Bild 4: Schichtdicken und Stoffwerte für die zu berechnenden Fußbodenaufbauten

Bei einer Länge der ungedämmten Rohrleitung von 100 m (größeres Wohngebäude) beträgt die Gesamtwärmeabgabe an den Fußboden (oder allgemeiner: an den Baukörper) 1,2 kW. Verwendet man die im ersten Beispiel angegebenen Werte für Energiepreis und Betriebszeit, entstehen für diesen Verlustwärmestrom Kosten in Höhe von ungefähr 300 € pro Jahr. Mit der EnEV-konformen Dämmdicke von 26 mm hätte man die Wärmeabgabe um mehr als 50 % auf 5 W/m reduzieren und die Kosten auf 125 € senken können.

Das Ergebnis verschlechtert sich drastisch, wenn man statt der wärmedämmenden Ausgleichsschicht ($\lambda_A = 0,040 \text{ W/(m K)}$) eine Ausgleichsschicht aus Leichtbeton (Dichte etwa 1300 kg/m^3 , $\lambda_A \cong 0,7 \text{ W/(m K)}$) verwendet. Die Wärmeverluste der ungedämmten Rohrleitung steigen auf 42 W/m, die Kosten auf etwa 1050 € pro Jahr. Mit einer 26 mm dicken, EnEV-konformen Dämmung wäre die Wärmeabgabe auf nur 6 W/m zu reduzieren gewesen.

Aus diesen einfachen Berechnungen erkennt man, dass die Dämmung von Rohrleitungen keineswegs eine Aufgabe „von gestern“, sondern hochaktuell ist. Die eingangs genannten gesetzlichen Rahmenbedingungen wie Energiepass usw. werden künftig Transparenz für Mieter, Wohnungskäufer u. a. in Sachen Energiekosten schaffen und Fragen zur Dämmung des Gebäudes und damit auch zur Dämmung der haustechnischen Anlagen aufwerfen. Diese Entwicklung ist folgerichtig, denn es ist unverständlich, dass zwar heute jeder über den Benzinverbrauch seines Autos Bescheid weiß, dass der Käufer einer Waschmaschine sich am Stromverbrauch orientieren kann, dass aber bei der Anmietung einer Wohnung oder dem Kauf eines Hauses eine energetische Bewertung und damit eine Kostentransparenz in der Regel fehlt. Alle am Bau und insbesondere bei Montage und Installation von Sanitär- und Heizungsanlagen Beteiligten sind deshalb gut beraten, diesen Fragen durch Einhaltung der vorgeschriebenen Dämmdicken grundsätzlich aus dem Weg zu gehen. In den EnEV-Forderungen liegt aber für alle SHK-Fachbetriebe auch eine große Chance zur Umsatzsteigerung, die nur konsequent genutzt zu werden braucht. Gebäudeeigentümer, Mieter usw. sind anhand der oben genannten Einsparpotenziale ganz sicher und schnell von der Notwendigkeit der Nachdämmung freiliegender Rohrleitungen oder von der Dämmung von Rohrleitungen im Fußbodenaufbau zu überzeugen.

Die Dämmung von Rohrleitungen hat neben der Verminderung der Wärmeabgabe (bzw. die Verminderung der Wärmeaufnahme bei Kaltwasser- und Kälteleitungen) natürlich weitere und zahlreiche werkvertragliche Ziele zu erfüllen. Je nach Anwendung sind das die Sicherung der freien Beweglichkeit, Schutz vor Korrosion und mechanischer Beschädigung der Rohre, Verminderung der Körperschallübertragung usw. Einzelheiten dazu sind in der 2., überarbeiteten Auflage des Missel Merkblattes „Werkvertragliche Dämmungen von Rohrleitungen im Wohnungs-, Gewerbe- und Industriebau“ zu finden [15].

Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 1. Februar 2002 mit Aktualisierung vom Dezember 2004
- [2] Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

-
- [3] Zweites Gesetz zur Änderung des Energieeinspargesetzes (EnEG) vom 1. September 2005. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2005 Teil Nr. 56 vom 7. September 2005
 - [4] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu §13 der Energieeinsparverordnung (AVV Energiebedarfsausweis) des BMWT und BMVBW vom 7. März 2002
 - [5] Kummer, B.: Rohstoffe – Engpässe, Kosten- und Effizienzsteigerungen. Die Abhängigkeit Deutschlands von internationalen Rohstoffkonzernen. COUTING 7/2005, S. 286 bis 289
 - [6] Feist, W.: Wirtschaftlichkeit Von Wärmedämmmaßnahmen im Gebäudebestand. Vortrag beim „Wärmeschutztag am 12. Mai 2005“ am FIW München
 - [7] N.N.: Europäische EnEV verabschiedet. Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ muss bis Ende 2005 umgesetzt werden. SANITÄR + HEIZUNGSTECHNIK 6/2003, S. 60 bis 63
 - [8] VDI 2055: Wärme- und Kälteschutz für Betriebs- und haustechnische Anlagen. Juli 1994
 - [9] DIN EN ISO 12241: Wärmedämmung an haus- und betriebstechnischen Anlagen; Berechnungsregeln. Juni 1996
 - [10] DIN V 4701-10: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Februar 2001/August 2003
 - [11] Hanel, B.: Wärmeströme von Rohrleitungen in Fußboden- und Wandkonstruktionen. Heizung-Lüftung-Haustechnik 54 (2003) Nr. 6 und 7
 - [12] Faxén, O. H.: Beräkning av värmeavgivning från rör, ingjutna i betonplattor. Teknisk Tidskrift Mekanik 1937, Heft 3
 - [13] Glück, B.: Strahlungsheizung – Theorie und Praxis. Berlin: Verlag für Bauwesen/ Karlsruhe: C. F. Müller Verlag 1982
 - [14] E VDI 2055: Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung. Entwurf Juni 2005
 - [15] Mai, H.-J., Hanel, B.: Werkvertraglich sichere Dämmungen von Rohrleitungen im Wohnungs-, Gewerbe- und Industriebau. Missel-Merkblatt, 2. Aufl. Missel-Eigenverlag, Juli 2005

E. Missel GmbH & Co. KG, Postfach 16 71, 70706 Fellbach/Stuttgart,
Tel. +49 (0) 711/53 08-0, Fax +49 (0) 711/53 08-128, info@missel.de, www.missel.de