

Dämmung von Rohrleitungen zur Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)

Arbeitsausschuss EnEV in der Fachgruppe Dämmstoffe des Fachverbands Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V. (FSK), Frankfurt *

Die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) [1] tritt voraussichtlich im Sommer / Herbst 2009 in Kraft. Der Referentenentwurf zur EnEV 2009 wurde am 18. April 2008 vorgelegt. Es ist davon auszugehen, dass der Entwurf in der vorliegenden Form umgesetzt wird.

Mit der EnEV 2009 werden die Anforderungen an die Nutzung und Effizienz von Primärenergie nochmals deutlich verschärft. Wie das Bundeskabinett im August 2007 in Meseberg beschlossen hat, soll es eine weitere Verschärfung im Jahr 2012 geben.

Wesentliche Neuerung der EnEV ist, dass analog zu den Wärmeverteilungen auch die Kälteverteil- und Kaltwasserleitungen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen in die Dämmpflicht einbezogen werden. Die dazu beschriebenen Anforderungen in Zeile 8, Anlage 5, Tabelle 1 der EnEV 2009 entsprechen nach Auffassung des Gesetzgebers dem heutigen Stand der Technik. Nach Überzeugung des Fachverbandes Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V. (FSK) ist diese Dämmvorschrift zwar ein wichtiger Schritt in Richtung Energieeinsparung beim Betrieb von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen, aber für eine effiziente Reduzierung der Wärmeaufnahme von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen und deren Armaturen müssen in den kommenden Jahren noch größere Dämmdicken vorgeschrieben werden.

Da sich die bisherigen Regelungen für die Wärmeabgabe von Wärmeverteil- und Warmwasserleitungen bewährt haben, wurden sie mit nur einer wesentlichen Änderungen übernommen. Darüber hinaus werden in Anlage 5 (zu §10, §14 und §15) erstmalig konkrete Anforderungen an die Dämmung dieser Rohrleitungen gestellt, die an Außenluft grenzend verlegt sind. Die Verdoppelung der Mindestdicke nach Zeile 1 bis 4, Anlage 5, Tabelle 1 der EnEV 2009 befreit dabei jedoch nicht von Sicherheitssystemen zur Vermeidung von Frostschäden an den Rohrleitungen und anderen Anlagenteilen.

Trotz der vorgeschriebenen Dämmpflicht für Heizungs- und Warmwasserleitungssysteme werden leider noch immer zahlreiche Anlagen nicht oder nicht ausreichend gedämmt. Das führt zu hohen Energieverlusten und immer wieder zu Beschwerden und gerichtlichen Auseinandersetzungen. Auch bei der Wärmebilanz eines Gebäudes wird die Dämmung von Rohrleitungen häufig nicht ausreichend oder nicht korrekt berücksichtigt.

Der Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V. (FSK) beschreibt in diesem Beitrag anhand von Beispielen die gesetzlichen Mindestanforderungen der EnEV 2009 für Dämmungen von Rohrleitungen (siehe Tabelle 1 bis 5) und beantwortet Fragen zu verschiedenen Einbausituationen, um Installateure und TGA-Fachplaner bei der Anwendung und Umsetzung der neuen EnEV zu unterstützen.

Die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der EnEV

In Anlage 5 (zu §§ 10, 14 und 15), Tabelle 1 der EnEV 2009 wird vorgeschrieben, welche Dämmdicken in Abhängigkeit des Rohrinnendurchmessers einzuhalten sind. Danach ergeben sich folgende

Anwendungsbereiche:

1. Anforderung „Mindestdämmdicken ohne Einschränkung“ → so genannte 100%-Dämmung (Zeile 1 – 4, Anlage 5, Tabelle 1)
2. Anforderung „halbe Mindestdämmdicke“ → so genannte 50%-Dämmung (Zeile 5 und 6, Anlage 5, Tabelle 1)
3. Rohrdämmung im Fußbodenaufbau (Zeile 7, Anlage 5, Tabelle 1)
4. Rohrdämmung ohne Anforderung
5. Rohrdämmung für direkt an Außenluft angrenzend verlegten Rohrleitungen
6. Dämmung von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen.

Details zu den Anforderungen, Anwendungsgebieten und Dämmdicken sind in den Tabellen 1 bis 4 zu finden. Die Tabelle 1 entspricht der Anlage 5 (zu § 10, § 14 und § 15), Tabelle 1 der EnEV 2009.

EnEV 2009		
Anlage 5 (zu § 10 Abs.2, § 14 Abs. 5 und § 15 Abs. 4)		
Anforderungen an die Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen		
Tabelle 1		
Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen und von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen		
Zeile	Art der Leitungen / Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

In den Tabellen 2 bis 4 werden – getrennt nach Heizungs- und Warmwasserleitungen sowie Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen – die nach EnEV 2009 geforderten Dämmschichtdicken für verschiedene Einbausituationen dargestellt.

Tabelle 2: Erläuterungen/Beispiele Heizung, Anlage 5 (zu § 10 Abs.2 und § 14 Abs. 5), Tabelle 1 , EnEV 2009

Heizung	Mehrfamilienhaus / Nichtwohngebäude mehrere Nutzer	Einfamilienhaus / Nichtwohngebäude 1 Nutzer
Leistungen in unbeheizten Räumen und Kellerräumen	100%	100%
Leistungen in Außenwänden, in Außenbauteilen, zwischen einem unbeheizten und beheizten Raum, in Schächten und Kanälen	100%	100%
Verteilleitungen zur Versorgung mehrerer, unterschiedlicher Nutzer	100%	./. keine Anforderung
Im Fußboden verlegte Leitungen auch HK- Anschlussleitungen gegen Erdreich / unbeheizte Räume ¹⁾	100%	100%
Leistungen und Armaturen in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, an zentralen Leistungsverteilern	50%	50%
Leistungen in Bauteilen, zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	50%	./. keine Anforderung
Im Fußbodenaufbau verlegte Leitungen, zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer.	siehe EnEV, Tabelle 1, Anlage 5, Zeile 7 ³⁾	./. keine Anforderung
Heizungsleitungen in beheizten Räumen oder in Bauteilen zwischen beheizten Räumen eines Nutzers und absperrbar	./.	keine Anforderung ²⁾
Wärmeverteilungen, die direkt an Außenluft angrenzend verlegt sind ⁴⁾	200%	200%

1) Exzentrische/asymmetrische Rohrschläuche sind zur Begrenzung der Wärmeabgabe zulässig. Die Nenndicke ist zur Kaltseite anzuordnen. Einzelheiten sind aus der notwendigen Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (ABZ) des jeweiligen Herstellers zu entnehmen.

2) Obwohl hier keine Anforderungen vom Gesetzgeber gestellt sind, muss aus folgenden Gründen gedämmt werden: Korrosionsschutz, Vermeidung von Knack- und Fließgeräuschen, Körperschalldämmung, Verringerung der Wärmebelastung.

3)

Für Rohrleitungen sämtlicher Dimensionen, die im Fußbodenaufbau (unabhängig von ihrer dortigen Lage) zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt sind, gelten die folgenden Dämmdicken:		
Mindestdicke der Dämmschicht bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit bei 40 °C		
0,035 W/(m K) für konzentrische Dämmung	0,040 W/(m K) für konzentrische Dämmung	0,040 W/(m K) für exzentrische / asymmetrische Dämmung
≥ 6 mm	≥ 9 mm	siehe Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (ABZ) des jeweiligen Herstellers

4) Liegen Rohrleitungen in frostgefährdeten Bereichen, so kann bei längeren Stillstandszeiten auch eine Dämmung keinen dauerhaften Schutz vor Einfrieren bieten. Sie müssen entleert oder anderweitig (z.B. durch Begleitheizung) geschützt werden [3]. Einzelheiten regeln die VDI-Richtlinien VDI 2055 bzw. VDI 2069.

Rohrleitungen von Solaranlagen unterliegen nicht der Energieeinsparverordnung (EnEV), Erzeugung und Verbrauch von Solarenergie sind CO₂-neutral. Rohrleitungen von Solaranlagen sind jedoch ebenfalls so zu dämmen, dass die erzeugte Energie der Anlage ohne wesentliche Verluste genutzt werden kann.

Tabelle 3: Erläuterungen/Beispiele Trinkwasserleitungen Warm (TWW), Anlage 5 (zu § 10 Abs.2 und § 14 Abs. 5), Tabelle 1 , EnEV 2009.

Trinkwasserleitungen Warm (TWW)	Mehrfamilienhaus	Einfamilienhaus	Nichtwohngebäude mehrere Nutzer
Warmwasserleitungen	100%	100%	100%
Warmwasserstichleitungen	100%	100%	100%
Warmwasserleitungen ohne Zirkulation / elektrischer Begleitheizung bis zu 4 m Länge	Keine Anforderung ¹⁾	keine Anforderung ¹⁾	100%
Leitungen und Armaturen in Wand- und Decken-durchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, an zentralen Lei-tungsverteilern.	50%	50%	50%
Warmwasserleitungen, die direkt an Außenluft angrenzend verlegt sind ²⁾	200%	200%	200%

¹⁾ Obwohl hier keine Anforderungen vom Gesetzgeber gestellt sind, muss aus folgenden Gründen gedämmt werden: Korrosionsschutz, Vermeidung von Knack- und Fließgeräuschen, Körperschalldämmung, Verringerung der Wärmebelastung. Zur Erhaltung des Nutzungskomforts sollten diese Warmwasserleitungen auch gedämmt werden, damit keine unnötige Abkühlung durch Bauteile usw. entsteht.

²⁾ Liegen Rohrleitungen in frostgefährdeten Bereichen, so kann bei längeren Stillstandszeiten auch eine Dämmung keinen dauerhaften Schutz vor Einfrieren bieten. Sie müssen entleert oder anderweitig (z.B. durch Begleitheizung) geschützt werden [3]. Einzelheiten regeln die VDI-Richtlinien VDI 2055 bzw. VDI 2069.

Rohrleitungen von Solaranlagen unterliegen nicht der Energieeinsparverordnung (EnEV), Erzeugung und Verbrauch von Solarenergie sind CO₂-neutral. Rohrleitungen von Solaranlagen sind jedoch ebenfalls so zu dämmen, dass die erzeugte Energie der Anlage ohne wesentliche Verluste genutzt werden kann.

Tabelle 4: Erläuterungen/Beispiele Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen, Anlage 5 (zu § 15 Abs.4), Tabelle 1 , EnEV 2009.

Für Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen ¹⁾ sämtlicher Dimensionen gelten die folgenden Dämmdicken.		
Mindestdicke der Dämmschicht ²⁾ bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit		
0,030 W/(m K)	0,035 W/(m K)	0,040 W/(m K)
≥ 4 mm	≥ 6 mm	≥ 9 mm

¹⁾ Die Dämmung von Trinkwasserleitungen (kalt) wird nicht durch die EnEV 2009 abgedeckt. Wenn kein Legionellenrisiko durch Erwärmung des Kaltwassers besteht, genügen die Dämmanforderungen nach DIN 1988-2. Um das Legionellenrisiko zu minimieren, werden die Dämmdicken gemäß Anlage 5, Tabelle 1, EnEV 2009 in Verbindung mit DVGW W 551 und DVGW W 553 zu empfohlen.

²⁾ In Abhängigkeit aller Einflussgrößen (Feuchtigkeit und Temperatur der Umgebung, Mediumtemperatur etc.) muss grundsätzlich geprüft werden, ob die Mindestdämmdicke ausreicht, um Tauwasser zu verhindern. Aus Gründen der Energieeffizienz liegt eine optimale Dämmdicke der Kühlwasser- und Kältemittelleitungen bei ≥ 20 mm.

Häufig gestellte Fragen zur Dämmung von Rohrleitungen nach EnEV 2007/2009:

Was bedeutet „an Außenluft grenzende“ Rohrleitungen?

Mit der Aufnahme der Forderung, dass Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, die an Außenluft grenzen, mit mindestens dem Zweifachen der Mindestdicke nach Tabelle 1, Zeile 1 bis 4 der EnEV 2009 zu dämmen sind, wurde erstmalig eine Anforderung für nicht im Gebäude bzw. nicht in der thermischen Hülle eines Gebäudes installierte Rohrleitungen festgeschrieben. Die Forderung bezieht sich auf Rohrleitungen und Armaturen, die im direkten Kontakt mit der Außenluft stehen. Die Notwendigkeit des Einsatzes von Sicherheitssystemen zur Verhinderung von Frostschäden an den Rohrleitungen und anderen Anlagenteilen wird mit dieser Forderung jedoch nicht außer Kraft gesetzt.

Besteht eine Nachrüstverpflichtung für ungedämmte Rohrleitungen sowie Armaturen in unbeheizten Räumen?

Ja, wenn die Rohrleitungen zugänglich sind, müssen gemäß EnEV 2009 § 10 Abs. 2 Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen nach Anlage 5 (zu § 10 Abs.2 und § 14 Abs. 5), Tabelle 1 gedämmt werden. Der Gesetzgeber gibt mit der EnEV 2009 eine Frist zur Nachrüstung der Dämmung für Eigentümer von Gebäuden bis zum 1. Januar 2012 vor. Ausgenommen gemäß EnEV 2009 sind technische Anlagen deren Frist zur Nachrüstung gemäß § 30 Abs.2 bereits zu einem früheren Zeitpunkt endet.

Müssen Armaturen, Bögen, Abzweige, T-Stücke, Rohrhalterungen etc. gedämmt werden?

Ja, Formstücke und Armaturen zählen zu Wärmeverteilungs- und Warmwasseranlagen und müssen nach Anlage 5 (zu § 10 Abs.2, § 14 Abs. 5 und § 15 Abs.4), Tabelle 1, EnEV 2009 gedämmt werden. Bleiben diese ungedämmt, entstehen hohe Energieverluste.

Darf eine exzentrische / asymmetrische Dämmung (Dämmhülsen) gemäß EnEV 2009 eingebaut werden?

Exzentrische / asymmetrische Rohrdämmungen dürfen eingebaut werden, wenn mit einer verstärkten Dämmung zur Kaltseite hin insgesamt die gleiche Dämmwirkung wie bei einer konzentrischen Ausführung („Rundum-Dämmung gleicher Dicke“) erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Gleichwertigkeit vom Hersteller nachzuweisen ist. Einzelheiten sind der notwendigen Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (ABZ) des jeweiligen Herstellers zu entnehmen.

Wie müssen Rohrleitungen im Bereich von Hohlraumböden bzw. zwischen abgehängten Decken gedämmt werden?

Hier ist eine konzentrische Ausführung („Rundum-Dämmung gleicher Dicke“) gemäß Zeile 1 bis 4, Anlage 5 (zu § 10 Abs.2, § 14 Abs. 5 und § 15 Abs.4), Tabelle 1, EnEV 2009 zu „100%“ einzusetzen.

Kann auf eine Rohrdämmung verzichtet werden, wenn die warmgehenden Rohrleitungen innerhalb einer bauseitig angebrachten Dämmung (z.B. Dämmung unter- oder oberhalb einer Kellerdecke) verlegt sind?

Nein, die Berücksichtigung von anderen Dämmschichten oder Dämmsystemen eines Bauwerkes ist nach den Maßgaben der EnEV 2007 nicht zulässig [2]. Diese Festlegung bleibt auch mit der EnEV 2009 weiter bestehen.

Müssen Trinkwasserleitungen (kalt) nach EnEV 2009 gedämmt werden?

Die EnEV 2009 bezieht sich auf Heizungs- und Warmwasserleitungen sowie Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen, daher fallen Trinkwasserleitungen (kalt) nicht unter die Verordnung. Wenn kein Legionellenrisiko durch Erwärmung des Kaltwassers besteht, genügen die Dämmanforderungen nach DIN 1988-2 [3]. Um das Legionellenrisiko zu minimieren, werden die Dämmdicken gemäß Anlage 5, Tabelle 1, EnEV 2009 in Verbindung mit DVGW W 551 [4] und DVGW W 553 [5] zu empfohlen.

Müssen Rohrleitungen von thermischen Solaranlagen nach EnEV 2009 gedämmt werden?

Das Ziel der EnEV 2009 ist es, den Energieverbrauch im Gebäudebereich zu senken und dadurch auch die CO₂-Emissionen zu senken. Erzeugung und Verbrauch von Solarenergie sind CO₂-neutral. Es werden daher keine rechtlichen Anforderungen an die Begrenzung der Wärmeabgabe durch eine Dämmung dieser Rohrleitungen gestellt. Es ist jedoch technisch sehr sinnvoll, die erzeugte Energie möglichst ohne Verluste zu transportieren. Um Wärmeverluste so gering wie möglich zu halten, wird auch bei Rohrleitungen von Solaranlagen der Einsatz der Dämmschichtdicke gemäß Anlage 5, Tabelle 1, EnEV 2009 empfohlen. Die Dämmung ist im Übrigen auch ein Schutz gegen Beschädigung und Berührung.

Welche Dämmschichtdicken müssen bei Kunststoffrohrleitungen eingehalten werden?

Kunststoffrohre gibt es in den verschiedensten Ausführungen; sie unterscheiden sich hinsichtlich Materialzusammensetzung, Rohrwanddicken, Wärmeleitfähigkeiten usw. Bei der Berechnung der Dämmschichtdicken dürfen gemäß EnEV 2009 die Wanddicken der Kunststoffrohrleitungen mit berücksichtigt werden. Dies führt aber bei allen Kunststoffrohren nur zu geringfügig abweichenden Dämmstoffdicken. Für die Mindestdämmdicken für Kunststoffrohre sind deshalb die durchmesserbezogenen Werte der Tabelle 15 und 16 der DIN 4108, Teil 4 [6] für Stahlrohre zu verwenden.

Ist die Anforderung an die Dämmdicke von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen nach Zeile 8, Anlage 5, Tabelle 1, EnEV 2009 technisch ausreichend?

Nein, in der Regel nicht. Die festgelegte Dämmdicke von 6 mm entspricht zwar nach Auffassung des Gesetzgebers dem heutigen Stand der Technik, ist aber sowohl zur Verminderung der Wärmeaufnahme als auch zur Vermeidung von Tauwasser (je nach Einflussgrößen wie relative Luftfeuchte, Umgebungs- und Mediumtemperatur etc.) deutlich zu gering. Die mit der EnEV 2009 eingeführte Anforderung an die Dämmdicke von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen von Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen muss daher vorerst als zukunftsweisender Schritt in Richtung Energieeinsparung angesehen werden. Energetische Gesichtspunkte werden auch in der Lüftungs-, Klima- und Kältetechnik zunehmend wichtiger. Dämmungen für diese Anlagen sind deshalb nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Tauwasserverhinderung, sondern auch unter dem Aspekt der optimalen Energieeinsparungen auszulegen. Neben dem Einsatz einer energieeffizienten Dämmung sollte deshalb bei der Planung berücksichtigt werden, dass größere Dämmdicken als zur Tauwasservermeidung notwendig, ausgeschrieben werden. Durch steigende Energiepreise werden sich die etwas höheren Investitionskosten schnell amortisieren.

Grundlage für die Berechnung optimaler Dämmdicken bietet die VDI 2055, Blatt 1 „Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der Technischen Gebäudeausrüstung“ [7]. Aufgrund des viel höheren Kosten- und Energieaufwandes zur Erzeugung tiefer Temperaturen in

kältetechnischen Anlagen (im Gegensatz zur Heizung- und Warmwasserbereitung) werden die Anforderungen in Hinsicht auf die Energieeffizienz und damit verbunden auch auf die Dämmung in den kommenden Jahren weiter ansteigen.

Welche Bezugstemperaturen sind im Zusammenhang mit der Angabe der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen maßgeblich?

Der zentrale bauphysikalische Kennwert zur Beurteilung von Dämmstoffen ist die Wärmeleitfähigkeit. Je niedriger der Wert der Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Dämmwirkung eines Materials und desto weniger Energie geht verloren.

Da die Wärmeleitfähigkeit auch von Dämmmaterialien temperaturabhängig ist, verwendet man für Rohrdämmstoffe in der Regel die Bezugstemperatur (Mitteltemperatur) von 40 °C. Dieser Bezugswert stellt mit guter Näherung einen Mittelwert von Heizungs- und Warmwasseranlagen dar. Im Bereich von Kaltwasser- und Kälteanlagen werden dagegen oft Bezugstemperaturen von 0 °C oder 10 °C verwendet.

Fazit

Nachdrücklich ist nochmals darauf hinzuweisen, dass es sich bei den in der EnEV 2009 vorgeschriebenen Dämmdicken um öffentlich-rechtliche **Mindestanforderungen** handelt, die eingehalten werden müssen. Die aktuelle Entwicklung der Energiepreise und der zwingend erforderliche, schonendere Umgang mit Energieressourcen rechtfertigen bereits heute Dämmdicken für Rohrleitungen und Armaturen, die weit über diese Mindestanforderungen hinausgehen. Die Dämmung von Rohrleitungen, Armaturen, Rohrschellen etc. amortisiert sich bereits nach wenigen Monaten, wie man mit Hilfe der neuen VDI 2055 [7] sehr einfach nachweisen kann.

Weitere Fragen sind an den FSK Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V.

Am Hauptbahnhof 10, 60329 Frankfurt / Main, Telefon: Tel. +49-(0)69-299 207 0; Fax +49-(0)69-299 207 11
Internet: www.fsk-vsv.de, e-mail: fsk@fsk-vsv.de zu richten.

* Arbeitsausschuss EnEV 2009 in der Fachgruppe Dämmstoffe des Fachverbands Schaumkunststoffe Polyurethane e.V. (FSK) Frankfurt: Michaela Störkmann (Armacell), Dr. Bernd Hanel und Daniel Graba (Kolektor Missel Schwab GmbH), Norbert Kehrer (NMC), Daniel Hofmann (Steinbacher Dämmstoffe), Jürgen Weyer

Literatur:

- [1] EnEV – Energieeinsparverordnung: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden vom 01.01.2009
- [2] Achelius, J., Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – 3. Teil. Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz .DIBt (http://www.dibt.de/de/data/EnEG_Staffel3.pdf)
- [3] DIN 1988, Teil 2, 1988-12: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW
- [4] DVGW W 551, 2004-04: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen - Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums - Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen
- [5] DVGW-Arbeitsblatt W 553; 1998-12: Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen
- [6] DIN V 4108-4, 2007-06: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte; Tabelle 15 und Tabelle 16
- [7] VDI 2055: Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen der Industrie und in der Technischen Gebäudeausrüstung. Blatt 1: Berechnungsgrundlagen 2008-09



Auch heute noch sind viele Rohrleitungen in bestehenden Gebäuden nicht oder unzureichend gedämmt