



MERKBLATT 8 | 2020

Technische Dämmung in der Gebäudetechnik

Das Merkblatt und dessen Beilagen enthalten Informationen zu Sachthemen bei technischen Dämmungen in gebäudetechnischen Anlagen. Der Inhalt stützt sich grundsätzlich auf aktuelle Gesetze, Normen und Richtlinien. Eigene Prüfungs- und Erfahrungswerte ergänzen die vorgenannten Dokumente.



Inhaltsverzeichnis

Technische Dämmung in der Gebäudetechnik Seite 2

Heizung Seite 7

Lüftung Seite 15

Klimakälte, Deckenkühlung und Free-Cooling (exklusive Solarthermie) Seite 19

Kalt- und Warmwasserleitungen – Schmutz- und Regenwasserleitungen Seite 29

Solarthermie Seite 33

Haftungsausschluss

Das Merkblatt ist eine Dienstleistung von suissetec und wurde in Zusammenarbeit mit folgenden Organisationen erarbeitet:

- Verband Schweizerischer Isolierfirmen für Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz (ISOLSUISSE)
- DIE PLANER (SWKI)
- Schweizerischer Verband für Kältetechnik (SVK)
- Schweizerische Vereinigung der Ingenieurinnen (SVIN)

Begriffe und Formulierungen aus Vorschriften, Normen und Richtlinien können unterschiedlich interpretiert und von Gerichten und Behörden unterschiedlich beurteilt werden. suissetec übernimmt deshalb keine Haftung für Vollständigkeit, Inhalt und Korrektheit des Merkblatts. Eine umfassende Rechtsverbindlichkeit kann aus diesen Unterlagen daher nicht abgeleitet werden.

Ziel, Zweck und Geltungsbereich

Im vorliegenden Merkblatt finden Sie die Grundlagen für die Planung und Ausführung von technischen Dämmungen in gebäudetechnischen Anlagen. Diese helfen Ihnen, die Anforderungen und gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Das Merkblatt widerspiegelt den heutigen Stand der Technik. Die Inhalte definieren die primären Ziele und Funktionen von technischen Dämmungen.

Technische Dämmungen von gebäudetechnischen Anlagen erfüllen verschiedene Anforderungen. Die **[TAB. 1]** definiert die wichtigsten Schutzziele von technischen Dämmungen, je nach Anlage. Ausgeschlossen sind Prozess- und Industrieanlagen sowie Brandschutzanforderungen mit Feuerwiderstandsdauer.

[TAB. 1] Vordergründige Anforderungen an die Dämmung nach Einsatzgebiet

Schutzziele	Heizung Warmwasser Zirkulation	Klimakälte Trink-Kaltwasser Wärmerück- gewinnung	Solaranlage	Lüftung	Free-Cooling
Energieverluste	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Abkühlung	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja
Erwärmung	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja
Tauwasser	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja
Berührung	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja/Nein

Korrosionsschutz

Dämmungen stellen keinen Korrosionsschutz für Anlagenteile dar. Wenn Dämmungen nass sind, schaffen sie aber für gedämmte metallene Oberflächen andere Korrosionsbedingungen. Dämmstoffe können Feuchte sehr lange halten. Dabei können sich im Dämmstoff korrosionsfördernde Substanzen wie Chlorid- und Nitrationen ansammeln.

Der Anlagenplaner entscheidet über die Notwendigkeit des Korrosionsschutzes am Objekt. Dabei muss er die veränderten Korrosionsgefahren durch die Dämmung beachten. Der Korrosionsschutz ist kein Bestandteil der Dämmungen. Die Voraussetzungen und Bedingungen für einen zusätzlichen Korrosionsschutz sind in den nachfolgenden Themenblättern beschrieben. Dies in Abhängigkeit der Anlagetemperaturen.

Schutz der Dämmung

Dämmstoffe bestehen aus Mineralfasern, Kunst- oder Naturstoffen. Übliche Handelsformen sind:

- Vorkonfektionierte Schalen oder Halbschalen
- Matten oder Platten
- Lose Fasern und Granulate

Im intakten Zustand weisen die Produkte gute Dämmqualitäten auf. Die Qualität der installierten Dämmstoffe soll langfristig erhalten bleiben. Dazu werden die Dämmstoffe mit geeigneten Umhüllungs- und Beschichtungsmaterialien gegen folgende Einflüsse geschützt:

- Durchfeuchtung
- Witterungsbedingte Einflüsse wie z. B. UV-Strahlung
- Beschädigung durch Tiere
- Mechanische Beschädigung

Anforderungen an die Ausführung

Allgemeines

- Installation der Dämmarbeiten erst nach erfolgter Druckprobe
- Wärme- resp. Kältebrücken vermeiden
- Kontaktkorrosion vermeiden
- Dämmungen fugenfrei verlegen
- Geeignetes Umhüllungsmaterial verwenden: Schutz vor mechanischen und witterungsbedingten Einflüssen

Schutz gegen Durchfeuchtung

Dämmstoffe müssen mit einer Dampfbremse gegen Durchfeuchtung geschützt werden. Dieser Schutz ist je nach Betriebstemperatur und klimatischen Verhältnissen zu bestimmen.

Als Dampfbremsen verwendet man vorzugsweise wasserdampfdiffusionsdichte Stoffe wie z. B. Folien aus Metall oder Metallverbundfolien mit einer Dicke von $\geq 50 \mu\text{m}$. Dampfbremsen aus Massen auf Kunststoff- oder Bitumenbasis können angewendet werden, wenn keine Durchfeuchtung des Dämmstoffs über die Lebensdauer der Anlage rechnerisch nachgewiesen werden kann. Als dampfsperrende Schicht gilt eine wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d = \mu \cdot s \geq 1500 \text{ m}$ (μ = Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl; s = Schichtdicke in Metern).

Dampfbremsen müssen vollflächig den Dämmstoff umschliessen. Auch kleinste Verletzungen der Dampfbremsen sind zu vermeiden. Derartige Verletzungen können grössere Teile der Dämmstoffoberflächen für die Diffusionsvorgänge freilegen und in der Folge zu einer Durchnässung des Dämmstoffs führen. Eine feuchte Dämmung kann zur Verminderung oder zum vollständigen Verlust der Dämmeigenschaften führen.

Schutz gegen Oberflächenwasser

Verhindern Sie das Eindringen von Oberflächenwasser in die Dämmstoffe. Sie erreichen das durch konstruktive Massnahmen. Detaillierte Angaben und Ausführungsmöglichkeiten zeigen die Merkblätter von ISOLSUISSE, zum Beispiel das Merkblatt über die Verlegung von Umhüllungen im Aussenbereich.

Kapillarwirkung

Wasser kann durch die Überlappung in die Dämmung gezogen werden, insbesondere bei überlappenden Blechverkleidungen über der Dämmung im Freien. Durch eingelegte Dichtungsbänder oder Falzverbindungen können Sie das vermeiden.

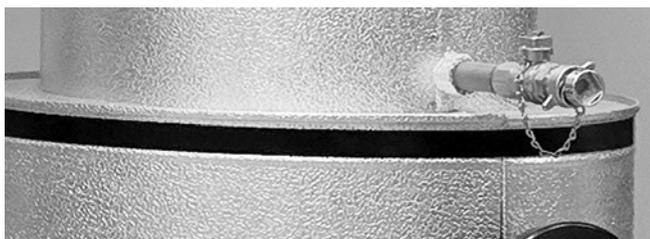
Dämmstoffqualität

Baustoffe, die zur Dämmung von gebäudetechnischen Anlagen verwendet werden, haben eine geringe Wärmeleitfähigkeit und verfügen dementsprechend über sehr gute Dämmeigenschaften.

Die Wärmeleitfähigkeit eines Dämmstoffs wird durch die Wärmeleitfähigkeit (λ) in Watt pro Meter mal Kelvin (W/mK) bestimmt und ist temperaturabhängig. Die Angabe der Werte in diesem Merkblatt erfolgt nach SN EN 1745 gestützt auf eine Basistemperatur von $+10^\circ\text{C}$ angegeben.

Kontaktkorrosion

Bei Berührung von unterschiedlichen Metallen besteht die Gefahr einer Kontaktkorrosion. Feuchtigkeit begünstigt diesen Vorgang. Diesen Vorgang verhindern Sie mit einer Zwischenschicht. Bei Drahtnetzmaten kann die Verzinkung des Drahtgeflechts im Laufe der Zeit durch Kontaktkorrosion abgetragen werden, im Gegensatz z. B. zu einer Aluminium-Ummantelung.



[ABB. 1] Die Trennschicht aus Glasfasergewebe verhindert eine Kontaktkorrosion und vermindert eine Wärmeübertragung.

Wärme- resp. Kältebrücken

Wärmebrücken werden häufig durch systembedingte Unterkonstruktionen verursacht. Auch durch Befestigungen der Installationen bei Rohraufhängungen, Rohrabstützungen, Auflagern oder Füßen von Behältern können Wärmebrücken entstehen.

Weitere Wärmebrücken können auftreten bei:

- Verminderten Dämmdicken
- Nicht gedämmten Flächen
- Einbauten von Kontrollinstrumenten und bei Kontroll- und Reinigungsöffnungen.

Mit dämmenden Zwischenlagen oder Schichten minimieren Sie derartige Wärmebrücken.

Thermische Längenveränderungen

Gebäudetechnische Installationen und Dämmsysteme haben unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten. Diese führen zu differenzierten Längenausdehnungen. Bauen Sie Dehnfugen ein, wenn unterschiedliche Verschiebungen die Belastbarkeit des Dämmstoffs übersteigen.

Berührungsschutz

Oberflächentemperaturen $>60^{\circ}\text{C}$ können bei Berührungen zu Hautverbrennungen führen. Solche Anlagenteile müssen in Verkehrswegen gedämmt oder zumindest gut ersichtlich gekennzeichnet werden.



[ABB. 2] Warnschild der Suva für heisse Oberflächen.

Brandschutz (allgemein)

Das Inverkehrbringen von Bauprodukten regeln das Bauproduktengesetz (BauPG) und die Bauprodukteverordnung (BauPV). Über die brandschutztechnische Anwendung entscheidet die Brandschutzbehörde. Diese regelt in der Brandschutznorm und in den Richtlinien die Verwendung solcher Bauprodukte.

Dämmstoffe für gebäudetechnische Anlagen werden in der Brandschutzrichtlinie «Baustoffe und Bauteile» aufgrund ihres Brandverhaltens in sogenannte RF-Gruppen (RF = réaction au feu) eingeteilt.

Die Brandschutzrichtlinie «Verwendung von Baustoffen» definiert in Art. 5.1 die Verwendung der Baustoffe. Grundsätzlich darf davon ausgegangen werden, dass alle handelsüblichen Dämmstoffe für gebäudetechnische Anlagen mindestens die Klassierung der VKF Gruppe RF3 (RF3) erfüllen und somit verwendet werden dürfen.

Ausnahmen bilden Dämmstoffe mit einem kritischen Verhalten (cr = comportement critique). Solche Baustoffe müssen bei offen verlegten Leitungen mit wenigen Ausnahmen abgedeckt werden, zum Beispiel mit einem Blechmantel. Speziell geregelt ist der Einsatz von Dämmstoffen für gebäudetechnische Anlagen durch Brandabschnitte (siehe Kapitel «Brandabschnittsdurchführung» in jedem Themenbereich) und in vertikalen Fluchtwegen. In diesen Bereichen sind nur nicht brennbare Dämmstoffe der VKF Gruppe RF1 (RF1) zulässig.

Planungshinweise

Die Dämmungen haben bezüglich Qualität dem Stand der Technik zu entsprechen. Die richtige Wahl des Dämmstoffs ist abhängig von der Temperatur des Mediums. Es dürfen nur solche Dämmstoffe verwendet werden, die ihre Dämmwirkung (Wärmeleitung, Formstabilität) bei vorgegebenen Betriebsbedingungen beibehalten können. Im Weiteren müssen die angewendeten Dämmstoffe mit den Anlagenteilen verträglich sein. Die Dämmstoffe dürfen keine Bestandteile enthalten, die bei der vorgesehenen Betriebsart schädlich auf die Installationen einwirken können. Es sind nur solche Dämmstoffe zu verwenden, die den Anforderungen des Gesundheits- und Umweltschutzes entsprechen. Dies gilt insbesondere für Klebstoffe und Anstriche.

Anlagen müssen, sofern gedämmt, alle Anforderungen an die optimale Wirkung der Dämmstoffe erfüllen. Planen und konstruieren Sie die Anlagen nach folgenden Kriterien:

- Die Anlage oder die Anlagenteile sind je nach Material, Standort und Betriebstemperatur korrosionsgeschützt ausgeführt.
- Mess- und Fühlerstutzen sowie Spindelverlängerungen bei Hähnen müssen ausserhalb der Dämmung liegen. Die Länge dieser Installationen muss eine Bedienung ohne Behinderung gewährleisten.
- Aufhängungen und Auflager sind so ausgeführt, dass Dämmstoffe, Dampfbremsen und Ummantelungen fachgerecht angeschlossen werden können.
- Die Dämmung kann ungehindert und ohne tangierende Drittgewerke angebracht werden.
- Kälteführende Anlagen oder Anlagen mit Verbrennungsgefahr dürfen während der Dämmarbeiten nicht in Betrieb sein.
- Die zu dämmenden Objekte und Anlagenteile müssen zugänglich sein.

Abstände

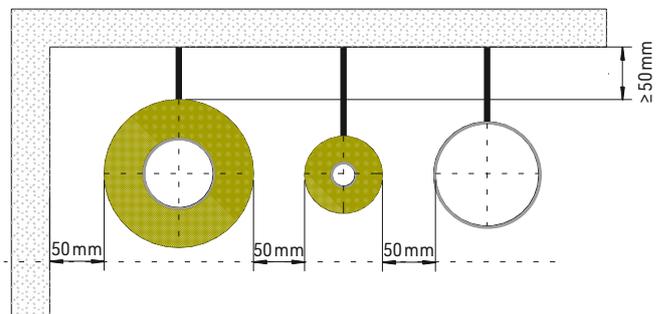
Dämmssysteme müssen fachgerecht installiert sein. Um ihre Funktion vollständig erfüllen zu können, sind die in den nachfolgenden Abbildungen aufgeführten Abstände zwischen gedämmten Objekten und anderen Gewerken einzuhalten.

Leitungen

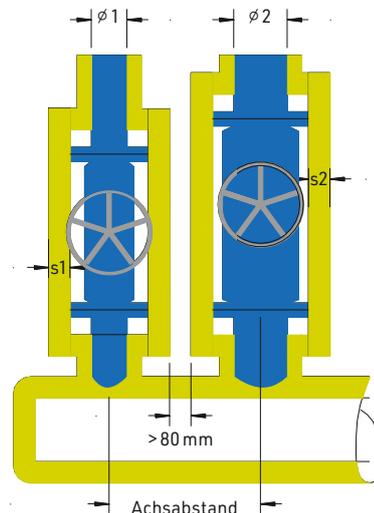
Bei wärme- und kälteführenden Anlagen muss eine natürliche Konvektion gewährleistet sein. Fehlt diese Konvektion, sind die Folgen:

- Stauwärme bei wärmeführenden Anlagen
- Bildung von Kondenswasser bei kälteführenden Anlagen

Mit minimalen Abständen bei der Installation der Dämmungen verhindern Sie Nachteile durch fehlende Konvektion. Zudem begünstigen die definierten Abstände einen strukturierten und fachgerechten Einbau der Dämmungen.



[ABB. 3] Minimalabstände zwischen gedämmten und nicht gedämmten Rohrleitungen.



$$\text{Achsabstand} = \frac{\phi 1}{2} + 2s1 + \frac{\phi 2}{2} + 2s2 + 80$$

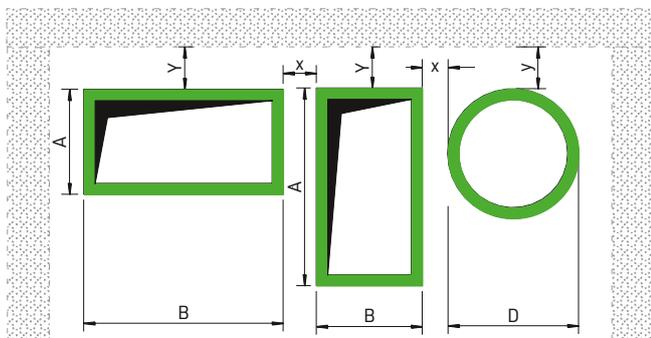
[ABB. 4] Verteileraufbauten und Armaturen.

Lüftung

Bei Lüftungsleitungen muss eine natürliche Konvektion gewährleistet sein. Fehlt diese Konvektion, sind die Folgen:

- Stauwärme
- Bildung von Kondenswasser, insbesondere bei Aussen- oder Fortluftleitungen

Mit minimalen Abständen bei der Installation der Dämmungen verhindern Sie Nachteile durch fehlende Konvektion. Zudem begünstigen die definierten Abstände einen strukturierten und fachgerechten Einbau der Dämmungen.



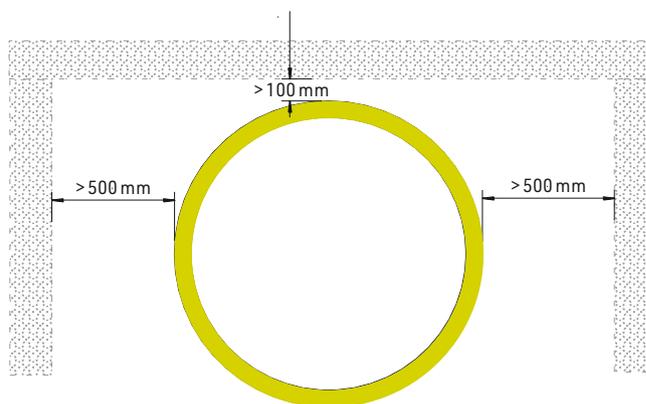
[ABB. 5] Mindestabstand zwischen gedämmten Leitungen zueinander und zum Bauteil sowie zu anderen Installationen.

[TAB. 2] Kantenlänge über Dämmung

		x-Mass	y-Mass
A, B und D	≤ 800 mm	100 mm	100 mm
A, B und D	> 801 mm	300 mm	300 mm

Speicher und Warmwasser-Erwärmer

Um Behälter fachgerecht dämmen zu können, müssen sie von mindestens drei Seiten zugänglich sein. Halten sie die nachfolgenden Mindestabstände zu Gewerken oder Bauteilen ein.



[ABB. 6] Mindestabstand zwischen gedämmtem Behälter und Bauteil oder anderen Installationen.

Heizung

Dämmungen von Heizungsanlagen erfüllen die Aufgabe, den Wärmeaustauschvorgängen möglichst grossen Widerstand entgegenzusetzen. Die in technischen Prozessen zugeführte Energie soll optimal genutzt und der Wärmeverlust bei der Speicherung und dem Transport der Energie gering gehalten werden. Durch eine wirtschaftlich vernünftige Dämmung solcher Anlagen können bis zu 90 Prozent Wärmeverluste gegenüber ungedämmten Anlagen vermieden werden.



Gesetzgebung

Die Dämmdicken von wärmeführenden Leitungen bis +90°C sind in den kantonalen Energiegesetzgebungen festgelegt (Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, Teil C, Art. 1.17 Abs. 2, und Tabelle Anhang 4 für Leitungen und Armaturen). Für Speicher verweist die MuKE 2014 (Nachführung 2018) auf die Norm SIA 384/1 (Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen, Art. 5.5 Abs. 3 und Tabelle 5).

Erläuterung zur Gesetzgebung

Bei den angegebenen Werten der kantonalen Energiegesetzgebungen und der Norm SIA 384/1 handelt es sich um Minimalstandards bis zu einer Betriebstempe-

ratur von +90°C. Bei Betriebstemperaturen über +90°C sind die entsprechenden Dämmdicken zu erhöhen. Für Rohrnenweiten >200 mm sind die Dämmdicken ebenfalls entsprechend zu erhöhen (siehe Empfehlung ISOLSUISSE, Tabelle 1 und 2).

Ausnahmeregelungen

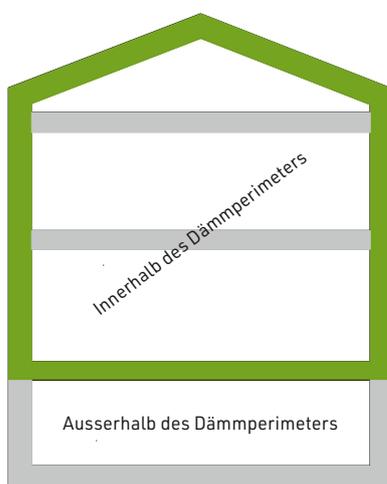
Von der Regel ausgeschlossen sind Warmwasserleitungen. Diese müssen sowohl in beheizten als auch in unbeheizten Räumen gedämmt werden. Die einzigen Ausnahmen sind Stichleitungen zu Einzelzapfstellen. Diese sind von der Dämmpflicht befreit, sofern sie keine Begleitheizung mitführen.

Raumheizende Heizleitungen

Heizungsleitungen gelten nur in folgenden Fällen als raumheizend:

- Der betroffene Raum befindet sich innerhalb der Gebäudehülle (Dämmperimeter), siehe [ABB. 7].
- Die Gebäudehülle erfüllt hinsichtlich Wärmedämmvorschriften die Vorgaben der kantonalen Energiegesetze.

Wenn beide Bedingungen erfüllt sind, müssen die gesetzlichen Vorgaben nicht eingehalten werden – die Dämmstärken beruhen auf den normativen Vorgaben bzw. Empfehlungen von ISOLSUISSE.



[ABB. 7] Definition zum Dämmperimeter.

Reduzierte Vorlauftemperatur

Bei Betriebsvorlauftemperaturen von $\leq 30^\circ\text{C}$ dürfen die minimalen Dämmdicken angemessen reduziert werden (siehe Empfehlung ISOLSUISSE [TAB. 6/7]).

Kreuzungen und übrige Wand- und Deckendurchführungen

In begründeten Fällen dürfen bei Kreuzungen und übrigen Wanddurchführungen die Dämmdicken reduziert werden.

Materialgruppen

Die kantonalen Energiegesetzgebungen teilen die Dämmstoffe für gebäudetechnische Anlagen aufgrund der Wärmeleitfähigkeit in zwei Gruppen ein. In der Gruppe A werden Dämmstoffe definiert mit einem λ -Wert von $\leq 0,03 \text{ W/mK}$, in der Gruppe B Dämmstoffe mit einem λ -Wert von $> 0,03$ bis $\leq 0,05 \text{ W/mK}$. Für die Bestimmung des Lambdawertes darf nach SN EN 1745 eine Basistemperatur von 10°C angenommen werden. Somit können nach Stand der Technik die Dämmstoffe für die gebäudetechnischen Anlagen wie folgt zugeteilt werden:

[TAB. 3] Zuordnungsgruppen von Dämmstoffen nach λ -Wert zu den kantonalen Energiegesetzen

Gruppe A: Dämmstoffe mit $\lambda \leq 0,03 \text{ W/mK}$	Gruppe B: Dämmstoffe mit $\lambda > 0,03$ bis $\leq 0,05 \text{ W/mK}$
Aerogel	Mineralwolle
Polyisocyanurate	Schaumglas
Polyurethan	Synthetische Kautschuke

Dimensionierungs- und Zuordnungstabelle

Für die Berechnung der Wärmestromdichte zur Bestimmung der Dämmanforderungen ist als relevante Grösse der Aussendurchmesser einer Rohrleitung massgebend. Dies widerspiegelt auch die Norm SIA 380.303 (ISO 12241:2008) in ihren Berechnungsbeispielen. Der Rohraussendurchmesser lässt sich gemäss **[TAB. 4]** zu Rohrnennweite und Zoll nach MuKEn zuordnen.

Ausführungsempfehlungen

Für die Dämmung von wärmeführenden Anlagenteilen – ausser Solarthermie – eignen sich sowohl Dämmstoffe aus Kunststoffen wie auch aus Mineralfasern. Beide Materialien verfügen über gute Dämmeigenschaften und können problemlos angewendet werden. Die Anwendung der Dämmsysteme ist abhängig vom Aufstellungsort. Die nachfolgende **[TAB. 5]** zeigt Beispiele von Anwendungen nach Aufstellungsort.

[TAB. 4] Zuordnung des Rohraussendurchmessers zu Rohrnennweite und Zoll

Rohraussendurchmesser	Rohrnennweite	Zoll
16 – 19 mm	DN 10	3/8"
20 – 24 mm	DN 15	1/2"
25 – 29 mm	DN 20	3/4"
30 – 35 mm	DN 25	1"
36 – 43 mm	DN 32	1 1/4"
44 – 49 mm	DN 40	1 1/2"
50 – 62 mm	DN 50	2"
63 – 76 mm	DN 65	2 1/2"
77 – 102 mm	DN 80	3"
103 – 127 mm	DN 100	4"
128 – 152 mm	DN 125	5"
153 – 192 mm	DN 150	6"
193 – 244 mm	DN 200	8"

[TAB. 5] Ausführungsempfehlungen für Dämmungen von Heizleitungen

ISOLSUISSE Ausführungs- nummer	Ausführungskurztext	Aufstellungsort		
		Offen verlegt (sichtbar)	Hohldecken/ Schächte	Im Freien
1.00.0021	Mineralfaserschalen/-matten bis +250°, roh	x	–	x
1.00.0022	Mineralfaserschalen/-matten bis +250°, alukaschiert	x	✓	x
1.00.0041	PIR-Schalen, roh	x	–	x
1.04.0041	PIR-Schalen mit Verbundfolie	–	✓	x
1.00.1121	Mineralfaserschalen/-matten bis +250°, Umhüllung aus Leichtmetall	✓	–	✓
1.00.1141	PIR-Schalen – Umhüllung aus Leichtmetall	✓	–	✓
1.00.1421	Mineralfaserschalen/-matten bis +250°, Umhüllung aus Grobkorn-Folie	x	✓	x
1.00.1441	PIR-Schalen – Umhüllung aus Grobkorn-Folie	x	✓	x
1.00.5121	Mineralfaserschalen/-matten bis +250°, Umhüllung aus PVC	✓	✓	x
1.00.5141	PIR-Schalen – Umhüllung aus PVC	✓	✓	x

- ✓ Empfohlen
- Bedingt empfohlen
- x Nicht empfohlen

[TAB. 6] Dämmdicken für Heizleitungen ausserhalb des Dämmperimeters

Dämmdicken nach Vorgaben der kantonalen Energiegesetze und Empfehlungen von ISOLSUISSE

Rohrnenweite	Dämmdicken nach kantonalen Energiegesetzen Temperaturen von 30 °C bis 90 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen > 90 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen < 30 °C	
	$\lambda' \leq 0,03$ W/mK	$\lambda' > 0,03 -$ $\leq 0,05$ W/mK	$\lambda' \leq 0,03$ W/mK	$\lambda' > 0,03 -$ $\leq 0,05$ W/mK	$\lambda' \leq 0,03$ W/mK	$\lambda' > 0,03 -$ $\leq 0,05$ W/mK
DN 10	30 mm	40 mm	50 mm	50 mm	30 mm	40 mm
DN 15	30 mm	40 mm	50 mm	50 mm	30 mm	40 mm
DN 20	40 mm	50 mm	50 mm	60 mm	30 mm	40 mm
DN 25	40 mm	50 mm	50 mm	60 mm	30 mm	40 mm
DN 32	40 mm	50 mm	60 mm	60 mm	30 mm	40 mm
DN 40	50 mm	60 mm	60 mm	80 mm	30 mm	40 mm
DN 50	50 mm	60 mm	60 mm	80 mm	30 mm	40 mm
DN 65	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm	30 mm	40 mm
DN 80	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm	30 mm	40 mm
DN 100	80 mm	100 mm	100 mm	120 mm	30 mm	40 mm
DN 125	80 mm	100 mm	100 mm	120 mm	30 mm	40 mm
DN 150	80 mm	100 mm	100 mm	120 mm	40 mm	40 mm
DN 175	80 mm	120 mm	100 mm	140 mm	40 mm	50 mm
DN 200	80 mm	120 mm	100 mm	140 mm	50 mm	50 mm
DN 225 – 350	100 mm ²	140 mm ²	120 mm	160 mm	50 mm	60 mm
DN 400 – 500	100 mm ²	160 mm ²	120 mm	180 mm	60 mm	80 mm

1 Angegebener Wert bei +10 °C.

2 Empfehlung ISOLSUISSE.

[TAB. 7] Dämmdicken für Heizleitungen innerhalb des Dämperimeters

Dämmdicken nach Empfehlungen von ISOLSUISSE

Rohrnenweite	Empfehlung ISOLSUISSE Temperatur bis 30 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen von 31 °C bis 50 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen von 51 °C bis 90 °C	
	$\lambda' \leq 0,03$ W/mK	$\lambda' > 0,03 -$ $\leq 0,05$ W/mK	$\lambda' \leq 0,03$ W/mK	$\lambda' > 0,03 -$ $\leq 0,05$ W/mK	$\lambda' \leq 0,03$ W/mK	$\lambda' > 0,03 -$ $\leq 0,05$ W/mK
DN 10	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	30 mm	60 mm
DN 15	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	30 mm	60 mm
DN 20	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	30 mm	60 mm
DN 25	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	40 mm	80 mm
DN 32	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	60 mm	80 mm
DN 40	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	60 mm	80 mm
DN 50	30 mm	40 mm	30 mm	60 mm	80 mm	80 mm
DN 65	30 mm	40 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm
DN 80	30 mm	40 mm	40 mm	60 mm	80 mm	100 mm
DN 100	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	80 mm	100 mm
DN 125	30 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
DN 150	40 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
DN 175	40 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
DN 200	50 mm	50 mm	60 mm	80 mm	80 mm	120 mm
DN 225 – 350	50 mm	60 mm	80 mm	100 mm	100 mm	140 mm
DN 400 – 500	60 mm	80 mm	80 mm	120 mm	100 mm	140 mm

1 Angegebener Wert bei +10 °C.

[TAB. 8] Dämmdicken für ortsgedämmte Heizungs- und Warmwasserspeicher ausserhalb des Dämmperimeters

Die Norm SIA 384/1 respektive SIA 385/1 empfiehlt (d. h., die Einhaltung dieser Vorgabe untersteht nicht dem energierechtlichen Vollzug) für Wärmespeicher, für die nach Bundesrecht keine energetischen Anforderungen bestehen, die folgenden Dämmdicken nicht zu unterschreiten:

Inhalt	Dämmdicken nach kantonalen Energiegesetzen Temperaturen bis 90 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen > 90 °C
	$\lambda^1 \leq 0,03$ W/mK	$^1\lambda > 0,03 - \leq 0,05$ W/mK	$\lambda^1 > 0,03 - \leq 0,05$ W/mK
≤ 400 Liter	90 mm	110 mm	140 mm
> 400 bis ≤ 2000 Liter	100 mm	130 mm	160 mm
> 2000 Liter	120 mm	160 mm	200 mm

1 Angegebener Wert bei +10 °C.

Verlegen von Dämmungen an gebäudetechnischen Anlagen

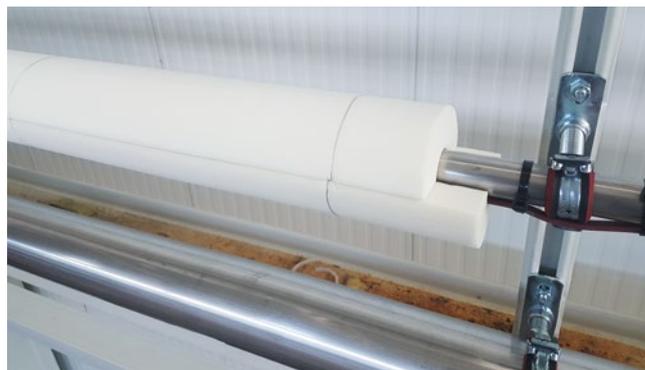
Dämmungen von gebäudetechnischen Anlagen sind generell umlaufend und vollständig zu verlegen. Oft werden die Komponenten in Leitungssystemen nicht oder nur ungenügend gedämmt; dies gilt z. B. für:

- Anschlussstellen zu den Apparaten
- Verschraubungen und Rohrverbindungen
- Armaturen
- Leitungen mit Mess- und Fühlerstutzen

Für Dämmungen von wärmeführenden Anlagen gelten jedoch dieselben Ansprüche wie für kälteführende Anlagen. Die Dämmung soll lückenlos sein; nur so gilt der Anspruch auf optimalen Schutz gegen unnötigen Energieverlust.

Verlegen von Rohrdämmungen

Rohrdämmungen werden in der Regel mit vorgefertigten Schalen, Halbschalen oder Matten ausgeführt. Die Schalen sind mit standardisierten Durchmessern einseitig geschlitzt und können um die Rohre verlegt werden. Rohrhalbschalen sind gegenseitig mit den entsprechenden Durchmessern mindestens 100 mm versetzt, um das Rohr zu verlegen. Die Matten sind auf den zu berechnenden isolierten Umfang zuzuschneiden. Die Befestigung kann mit Wickeldraht, galvanisiertem Eisendraht, Kunststoff- oder Klebeband mit vier Befestigungen pro Meter erfolgen. Durchdringungen wie Rohraufhängungen, Abzweiger, Fühler- und Messstutzen usw. sind an der Längsnaht oder am Querstoss passgenau auszuschneiden. Unvermeidbare Fugen, Spalte und Ritzen sind mit dem gleichen Material zu füllen respektive auszustopfen.



[ABB. 8] Versetzt angeordnete Dämmung mit Kunststoffhalbschalen aus Polyisocyanurat (PIR).

Rohrbogen

Rohrbogen sind mit dem gleichen Dämmstoff wie die Rohrdämmung auszuführen. Sie können mit vorgefertigten Isolierbogen oder mit Segmenten aus geschlitzten oder Halbschalen ausgeführt werden. Die Befestigung ist analog der Rohrdämmung auszuführen. Bei Dämmungen mit Mineralwolle und einer Umhüllung können die Bogen mit loser Mineralwolle gestopft werden.



[ABB. 9] Dämmung aus geschäumten oder aus blockgeschnittenen Fertigbogen.



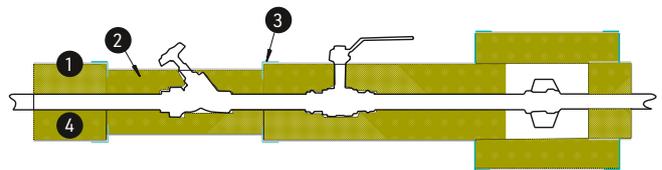
[ABB. 10] Bogendämmung aus segmentgeschnittenen PIR-Halbschalen.

Abzweiger

Abzweiger können je nach Wahl der Dämmungsumhüllung auf das isolierte Hauptrohr aufgesetzt oder in die Dämmung des Hauptrohrs eingeführt werden. Bei der Einführungsvariante ist darauf zu achten, dass die Hohlräume bei der Verlegung minimiert werden.

Kleinarmaturen und Rohrverbindungen

Kugelhähnen sind mit einer Spindelverlängerung zu versehen und werden mit der Leitungsdämmung durchisoliert. Bei Schrägsitz- und anderen Kleinventilen kann die Dämmdicke, wenn aus Bedienungsgründen erforderlich, reduziert werden. Rohrverbindungen wie Rohrmuffen und Rohr-Holländer sollen auch im gedämmten Zustand erkennbar bleiben; die Dämmung ist entsprechend auszuführen.



[ABB. 11] Dämmung von Kleinventilen und Rohrverschraubungen.

- 1 Umhüllung der Dämmung
- 2 Reduzierte Dämmung infolge Armaturenbedienung
- 3 Dämmungsabschluss
- 4 Rohrdämmung

Armaturen

Die Dämmung sämtlicher Armaturen ist grundsätzlich in der gleichen Dämmdicke wie diejenige der Leitungen auszuführen. Instandhaltungsarbeiten werden erleichtert, wenn die geflanschten und geschraubten Armaturen in einer leicht entfernbaren Ausführung gestaltet werden.

Die Dämmung ist mit der Armaturenverkleidung zu verbinden und vollflächig auszuführen. Die Armaturendämmung ist möglichst auf die Leitungsdämmung abzustellen.



[ABB. 12] Die leicht zu demontierenden Armaturenkappen sind wenn möglich auf die Rohrdämmung abzustellen.

Brandschutz

Rohrleitungsdämmungen

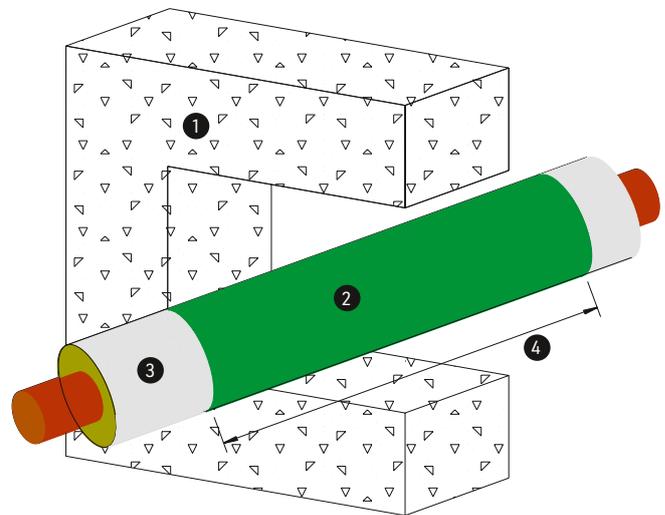
Rohrdämmungen und Ummantelungen dürfen aus Baustoffen der RF-Gruppe 3 bestehen. Ebenfalls anwendbar sind Baustoffe mit einem kritischen Verhalten (cr). Baustoffe mit einem kritischen Verhalten müssen jedoch mit einer Ummantelung der RF-Gruppe 1 oder gemäss BSR-Richtlinie «Verwendung von Baustoffen», Art. 2 Abs. 2, umlaufend abgedeckt werden. Ausgenommen von einer Abdeckung sind:

- Ummantelungen von Rohrdämmungen $\leq 0,6$ mm
- Rohrdämmungen in Technikräumen

In vertikalen Fluchtwegen sind ausschliesslich Dämmstoffe und Umhüllungen ausschliesslich der RF-Gruppe 1 zulässig.

Brandabschnittsdurchführungen

Brennbare Dämmschichten sind im Bereich der Durchführung durch brandabschnittsbildende Bauteile mit Baustoffen der RF-Gruppe 1 zu unterbrechen. Bei Abschottungssystemen gelten die Angaben der Systemanerkennung.



[ABB. 13] Möglicher Dämmaufbau im Bereich des Brandabschnitts.

- 1 Brandabschnitt
- 2 Nicht brennbarer Dämmstoff oder Dämmstoff mit geprüftem Abschottungssystem
- 3 Rohrdämmung mit brennbaren oder nicht brennbaren Dämmstoffen
- 4 Streckendämmung

Lüftung

Die vorliegenden Informationen enthalten Grundlagen für die Planung und Ausführung von Dämmungen, die die technischen Anforderungen und gesetzlichen Vorgaben erfüllen. Die Primärziele von Lüftungsdämmungen sind Schutz gegen Energieverluste, Temperaturabfall, Tauwasserbildung und Durchfeuchtung der Dämmstoffe.



Voraussetzungen

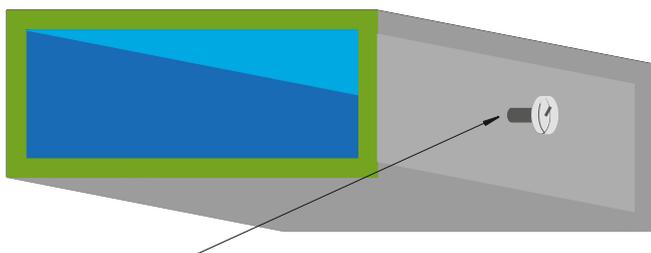
Lufttechnische Anlagen müssen so geplant und montiert sein, dass um das vorgesehene Dämmsystem ein ausreichender Abstand vorhanden und es allseitig zugänglich ist. Zur Vermeidung von Wärme- und Schallbrücken dürfen die Anlagenteile und ihre Befestigungen keine direkten Verbindungen zum Bauteil aufweisen. Das Dämmsystem muss auch im Bereich der Boden-, Wand- und Deckendurchführungen die technischen und brandschutzrelevanten Anforderungen erfüllen können. Platzsparende Installation von Lüftungsleitungen sind zwischen der Lüftungsinstallation und Lüftungsdämmung zu koordinieren. Damit jedoch eine natürliche Luftzirkulation um die gedämmten Lüftungsleitungen stattfinden kann, ist ein minimaler Abstand von 50 bis 100 mm zwischen Objekt und Bauteil oder anderweitigen Installationen zwingend einzuhalten.

Tauwasserschutz

Dämmungen für Lüftungsleitungen, deren geführte Lufttemperatur unter der Umgebungstemperatur liegt, müssen einerseits gegen Bildung von Oberflächentauwasser geschützt werden und andererseits müssen sie eine unzulässige Durchfeuchtung des Dämmstoffs verhindern. Wo erforderlich, sind an exponierten Stellen die Dämmstoffe und Dampfbremsen mit geeigneter Umhüllung zu schützen.

Fühler- und Thermometerstutzen

Fühler- und Thermometerstutzen müssen mindestens 20 mm über das Dämmsystem herausragen. Bei Lüftungsleitungen im Tauwasserbereich sind die Fühler- und Thermometerstutzen mit synthetischen Kautschukschläuchen mit mindestens 13 mm Dämmdicke zu dämmen.



Dämmung von Fühler- und Thermometerstutzen im Tauwasserbereich mit synth. Kautschuk von mind. 13 mm Dicke.

[ABB. 14] Gedämmte Fühler- und Messstutzen im Tauwasserbereich.

Dampfbremsen

Die Lebensdauer einer kälteführenden Lüftungsdämmung wird von der Qualität der Dampfbremsen bestimmt. Dampfbremsen können aus einer oder mehreren Schichten oder Dämmstoffen mit hohem Wasserdampfdiffusionswiderstandswert bestehen. Dämmstoffe mit aufkaschierten Dampfbremsfolien sind bei den Längs- und Stossnähten mit Aluklebeband umlaufend und vollständig abzukleben.

Gesetzgebung

Für die Dämmdicken von Lüftungs- und Klimaleitungen verweisen die kantonalen Energiegesetzgebungen auf die Norm SIA 382/1 2014, Art. 5.9.1 bzw. Tabelle 23. Lüftungsleitungen müssen gedämmt werden, wenn zwischen Medium und Umgebung ein Wärmestrom von $> 8 \text{ W/m}^2$ auftritt. Die Anlagen müssen so gedämmt sein, dass der Wärmestrom max. 5 W/m^2 beträgt.

[TAB. 9] Dämmdicken nach Norm SIA 382/1 2014, Tabelle 23

Art der Luftleitung	Innerhalb der thermischen Gebäudehülle	In allseitig geschlossenen Räumen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle	In nicht allseitig geschlossenen Räumen oder im Freien	Lufterwärmung von WRG-Anlagen
AUL oder FOL	100 mm	30 mm	0 mm	60 mm
ZUL oder ABL nach Temperaturdifferenz zw. Medium und Umgebung im Auslegefall				
< 5 K	0 mm	60 mm	100 mm	0 mm
5 bis < 10 K	30 mm	60 mm	100 mm	30 mm
10 bis < 15 K	60 mm	60 mm	100 mm	60 mm
$\geq 15 \text{ K}$	100 mm	60 mm	100 mm	100 mm

Die Dämmdicken wurden mit einem λ -Wert von 0,03 bis 0,05 W/mK bestimmt. Bei Dämmstoffen mit einem λ -Wert unter 0,03 W/mK können die Dicken angepasst werden. Bei Dämmstoffen mit einem λ -Wert über 0,05 W/mK = müssen die Dicken angepasst werden. Die Anpassungen müssen so erfolgen, dass der Wärmeverlust der Situation in der Tabelle 23 mit einem λ -Wert von 0,04 W/mK entspricht.

Ausführungsempfehlungen

Lüftungsleitungen werden in der Regel mit Mineralwollplatten / -matten mit aufkaschierter Alufolie als Dampfbremse gedämmt. In Anlagen mit hohen Dampfdruckgefällen können auch Dämmstoffe aus FEF (Flexible Elastomeric Foam) verwendet werden. Diese sind mit dem Objekt vollflächig zu verkleben.

[TAB. 10] Ausführungsempfehlungen von Dämmungen bei Lüftungsleitungen

ISOLSUISSE Ausführungs- nummer	Ausführungskurztext	Aufstellungsort		
		Offen verlegt	Hohldecken/ Schächte	Im Freien
3.21.0021 ●	Alukaschierte Mineralwollmatten, thermisch	✓	✓	x
3.21.0062 ●	Synth. Kautschuk, thermisch	✓	✓	x
3.21.1121 ●	Mineralwollmatten, thermisch - Leichtmetallblech	✓	✓	✓
3.21.1162 ●	Synth. Kautschuk, thermisch - Leichtmetallblech	✓	✓	✓
3.21.4121 ●	Mineralwollmatten, thermisch - V2A-Geflecht	✓	✓	x
3.11.0022 ○	Mineralwollplatten, thermisch - roh	✓	✓	x
3.11.0062 ○	Synth. Kautschuk, thermisch - roh	✓	✓	x
3.11.1122 ○	Mineralwollplatten, thermisch - Leichtmetallblech	✓	✓	x
3.11.1162 ○	Synth. Kautschuk, thermisch - Leichtmetallblech	✓	✓	✓
3.11.4122 ○	Mineralwollplatten, thermisch - V2A-Geflecht	✓	✓	x
7.34.xxxx ¹ ■	Brandschutz mit Feuerwiderstand EI30 - EI90 für Rohre	✓	✓	
7.43.xxxx ² ■	Brandschutz mit Feuerwiderstand EI30 - EI90 für Kanäle	✓	✓	

1 7.34.xx(System)xx(Feuerwiderstand 10= EI30, 20= EI60, 30= EI90).

2 7.43.xx(System)xx(Feuerwiderstand 10= EI30, 20= EI60, 30= EI90).

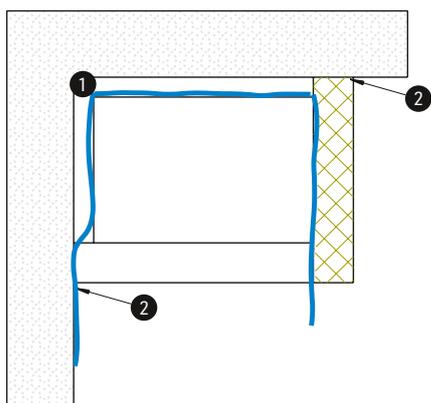
✓ Empfohlen
x Nicht empfohlen

- Dämmsysteme, thermisch für Rohre
- Dämmsysteme, thermisch für Kanäle
- Geprüfte Dämmsysteme mit Feuerwiderstand für EI30, EI60, EI90 für Rohre und Kanäle (in diesem Merkblatt nicht thematisiert)

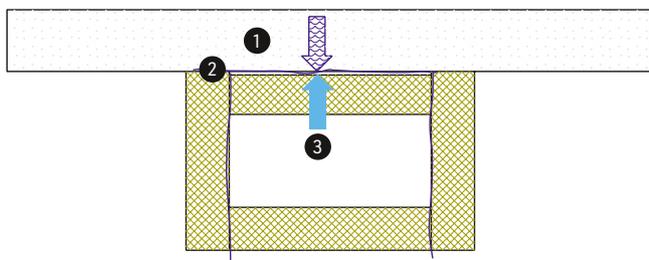
Zwei- und dreiseitige thermische Dämmungen und Dämmungen direkt am Bauteil

Für Aussenluft und gekühlte Fortluft ist von einer nicht umlaufenden Dämmung abzusehen. Ein dampfdichtes Verschliessen der Dämmung zum Bauteil ist in der Praxis kaum möglich. Dadurch entsteht das Risiko, dass feuchte Luft zwischen Bauteil und Leitung eindringen kann. Die feuchte Luft wird dann durch das Medium abgekühlt. Dadurch erfolgt eine Kondensation der Luft, die sich als Oberflächenwasser auf dem Bauteil niederschlägt. Durch stetige Ansammlung fliesst das Tauwasser aus der Dämmung heraus.

Bei Lüftungsdämmungen von Neubauten, die direkt am Bauteil anliegen, können zeitlich begrenzt Tauwasserbildungen auf der Oberfläche auftreten. Diese Wasseransammlungen infolge Tauwasserbildung können auf den noch feuchten Beton und die abgekühlte Oberfläche zurückgeführt werden.



[ABB. 15] Beispiel einer Kondensatansammlung infolge Taupunktunterschreitung nicht gedämmter Lüftungsleitungen.
1 Mögliche Tauwasserbildung und Ansammlung von Wasser
2 Mögliches Eindringen von feuchter Luft



[ABB. 16] Kondensatansammlung zwischen feuchter Betondecke und Dämmung wegen Taupunktunterschreitung infolge von fehlendem Luftaustausch zwischen Decke und gedämmter Lüftungsleitung.
1 Feuchter Beton
2 Kondenswasserbildung
3 Kalte Luft

Revisionsöffnungen (thermisch)

Bestehende oder nachträglich eingebaute Revisionsöffnungen sind von der Dämmung auszusparen. Die Dämmung ist so an die Revisionsöffnung zu führen, dass sie im Bedienungsfall keinen Schaden nimmt. Der Anschluss an die Lüftungsleitung um die Revisionsöffnung ist mit Reinaluminiumklebeband dampfdicht abzukleben.

Brandschutz

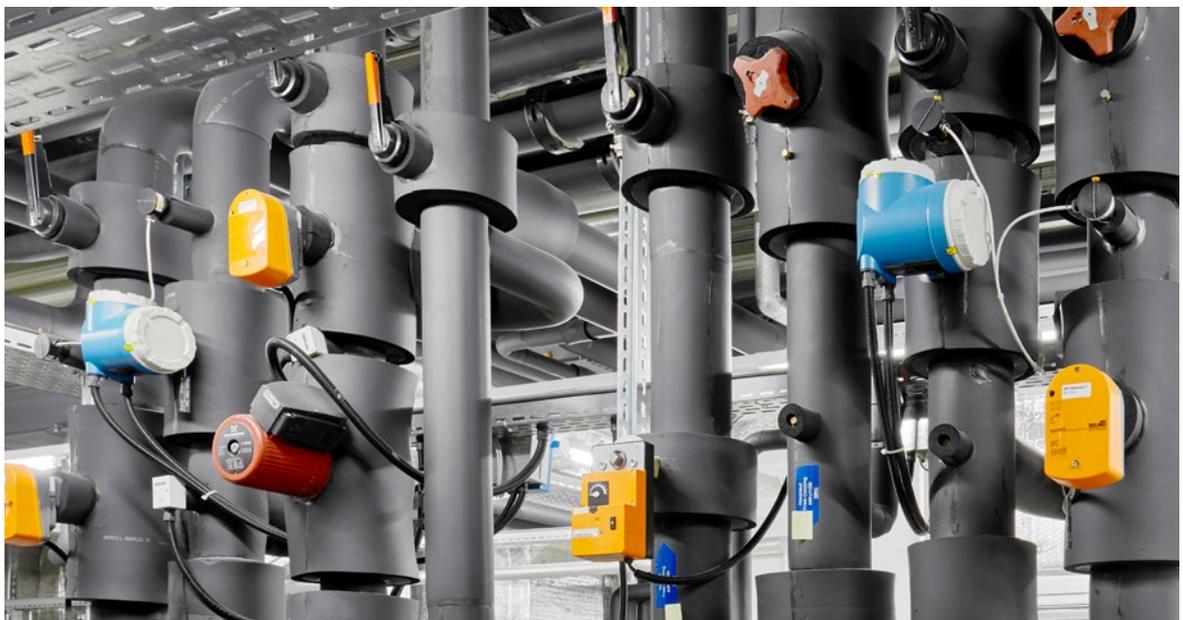
Dämmungen von Lüftungsleitungen mit einer Feuerwiderstandsanforderung von 30 bis 90 Minuten bedürfen zwingend einer Anerkennung durch die VKF. Anerkannte Dämmsysteme können auf www.bsronline.ch/de/registersuche eingesehen werden. Der Einbau solcher Brandschutzsysteme muss strikte und vollständig nach den Einbauanleitungen der Systemanerkennung ausgeführt werden. Dabei sind folgende Punkte bei dem zur Anwendung kommenden Dämmsystem massgebend zu berücksichtigen:

- Kanalquerschnitt $\leq 1250 \times 1000$ mm / Rohrdurchmesser ≤ 1000 mm
- Minimale Kanaldichtigkeitsklasse oder höher
- Maximale Distanz zwischen den Abhängungen
- Maximale Länge der einzelnen Kanalsegmente
- Sind Aussteifungen erforderlich (innen/aussen)?
- Handelt es sich um Küchenabluft?
- Wanddurchführungen
- Werden die Lüftungsleitungen durch leichte Trennwände geführt?

Sollten nicht alle erwähnten Punkte mit Ihrem anzuwendenden System übereinstimmen, müssen Sie einen Systemwechsel in Betracht ziehen oder eine Nachbesserung beim Lüftungsbauer verlangen. Ansonsten verliert die Systemanerkennung ihre Gültigkeit.

Klimakälte, Deckenkühlung und Free-Cooling

Bei Dämmungen von kälteführenden Leitungen mit $\geq +4\text{ °C}$ sind die physikalischen Gesetze besonders zu beachten. Korrosionsschäden sind zum Teil auf planerische, bauliche oder installationsbedingte Mängel zurückzuführen. Das vorliegende Merkblatt soll den heutigen Stand der Technik widerspiegeln. Es soll allen Beteiligten helfen, die Energieverluste klein zu halten und Schäden an Anlagen zu vermeiden.

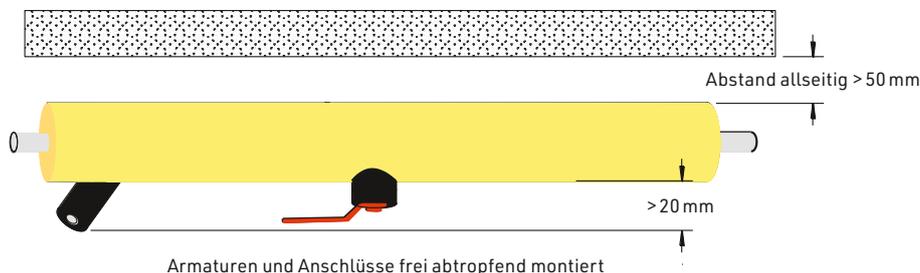


Voraussetzungen

Kälte­dämmungen müssen in jedem Fall umlaufend und durchgehend sein. Durchdringungen wie Thermometer-, Mess- und Fühlerstutzen müssen mindestens 20 mm über die Dämmung herausragen und mit Gefälle am Rohr angeordnet werden. Nicht gedämmte Anlagenteile sollten wenn möglich horizontal eingebaut sein. Das Tauwasser ist mit Tropfwannen abzuführen. Die zu dämmenden Anlagenteile sind so zu planen, dass rund um das vorgesehene Dämmsystem ein Mindestabstand von 50 mm gewährleistet wird.

Konvektion

Die Konvektion (Luftzirkulation) trägt wesentlich dazu bei, eine Tauwasserbildung auf der Dämmstoffoberfläche zu verhindern. Es sollte daher unbedingt vermieden werden, dass die zu dämmenden Anlagenteile zu dicht nebeneinanderliegen oder einen zu geringen Abstand zu Wänden und sonstigen Einbauten haben. Wird die Konvektion durch eine platzsparende Installation verhindert, erhöht sich die Gefahr einer Tauwasserbildung.



[ABB. 17] Rohrdurchdringungen wie Mess- und Fühlerstutzen, Thermometer sowie Kleinventile sind wenn möglich nach unten anzuordnen.

Rohrbefestigungen/Rohraufhängungen

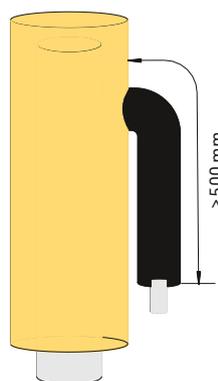
Zur Vermeidung von Kältebrücken dürfen die Anlagenteile und ihre Halterungen bzw. Befestigungen keine direkten Verbindungen aufweisen. Dies bedeutet, dass zwischen Objekt und Halterung immer eine thermisch abkoppelnde Schicht vorhanden sein muss.

Gesetzgebung

Für Dämmdicken bei kälteführenden Leitungen und Anlagenteilen sind keine schweizweiten Gesetzesgrundlagen vorhanden. Die nachfolgenden Tabellen **[TAB. 11 – 14]** enthalten je nach Temperatur entsprechende Empfehlungen. Diese sollten mit den energetischen und wirtschaftlichen Aspekten übereinstimmen.

Entlüftungs- und Entleerungsleitungen

Entlüftungen und Entleerungen sind ab dem Anlagenteil auf einer Länge von mindestens 500 mm zu dämmen (siehe **[ABB. 18]**).



[ABB. 18] Dämmung von Entlüftungs- und Entleerungsleitungen ist immer erforderlich.

Empfehlungen für Dämmdicken in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz

Erläuterung zu den Empfehlungen

Die nachfolgenden Berechnungen der Dämmdicken für kälteführende Leitungen und Anlagenteile basieren auf bauphysikalischen Werten, die in der Praxis häufig auftreten können. Mit den empfohlenen Dämmdicken soll der Energieverlust möglichst gering gehalten und Oberflächentauwasser bis zu einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 Prozent vermieden werden. Die Dämmstärke muss erhöht werden, wenn die Gefahr von Schwitzwasserbildung besteht!

Die Berechnungen der Dämmdicken wurden in Abhängigkeit von Dimensionierung, Temperaturen und Lambdawerten mit maximalem Wärmestrom berechnet:

DN 10 bis DN 20	ca. 5 W/m
DN 25 bis DN 40	ca. 6 W/m
DN 50 bis DN 80	ca. 7,5 W/m
DN 100 bis DN 125	ca. 10 W/m
DN 150 bis DN 200	ca. 12 W/m

Aus arbeitstechnischen Gründen wurden die Dämmstärken nach unten begrenzt.

- bei PIR- und Schaumglasprodukten auf 30 mm
- bei Produkten mit synthetischem Kautschuk auf 19 mm

[TAB. 11] Empfohlene Dämmdicken unter Berücksichtigung der handelsüblichen Dämmdicken

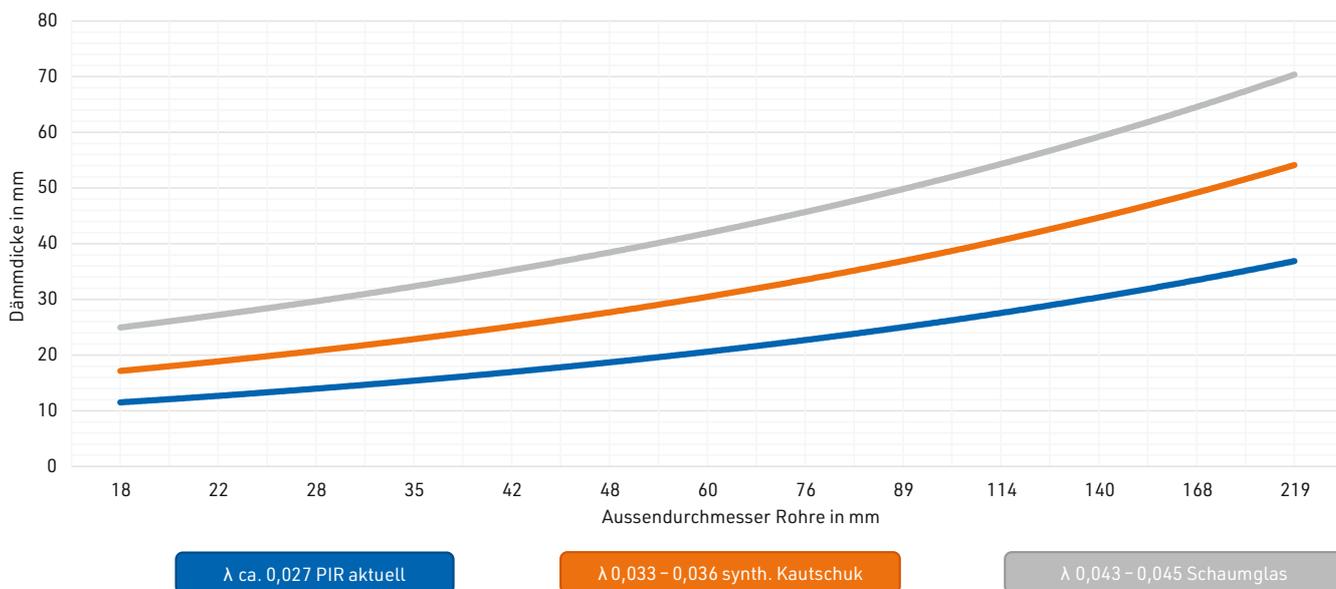
Mediumtemperatur¹: +6 °C, Raumtemperatur: +25 °C, rel. Luftfeuchtigkeit: 60 %

Rohrdurchmesser	Dämmdicke in mm													
	17	21	22	28	35	42	48	60	76	89	114	140	168	219
$\lambda \leq 0,03$	30 ²	40 ²	40 ²											
$\lambda > 0,03 - \leq 0,04$	19	19	19	25	25	25	25	25	32	32	32	38	2 × 19 = 38	2 × 25 = 50
$\lambda > 0,04 - \leq 0,05$	30	30	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	60	80

1 Die Mediumtemperatur bezieht sich auf den Vorlauf; der Rücklauf ist gleich dem Vorlauf zu dämmen.

2 Die Dämmungen mit PIR-Dämmstoffen sind zusätzlich mit einer Dampfbremse $\geq 50 \text{ m } (\mu \times \text{s})$ zu versehen.

Rechnerische Dämmdicken



[ABB. 19] Empfohlene Dämmdicken nach Temperatur und λ-Wert.

[TAB. 12] Empfohlene Dämmdicken unter Berücksichtigung der handelsüblichen Dämmdicken

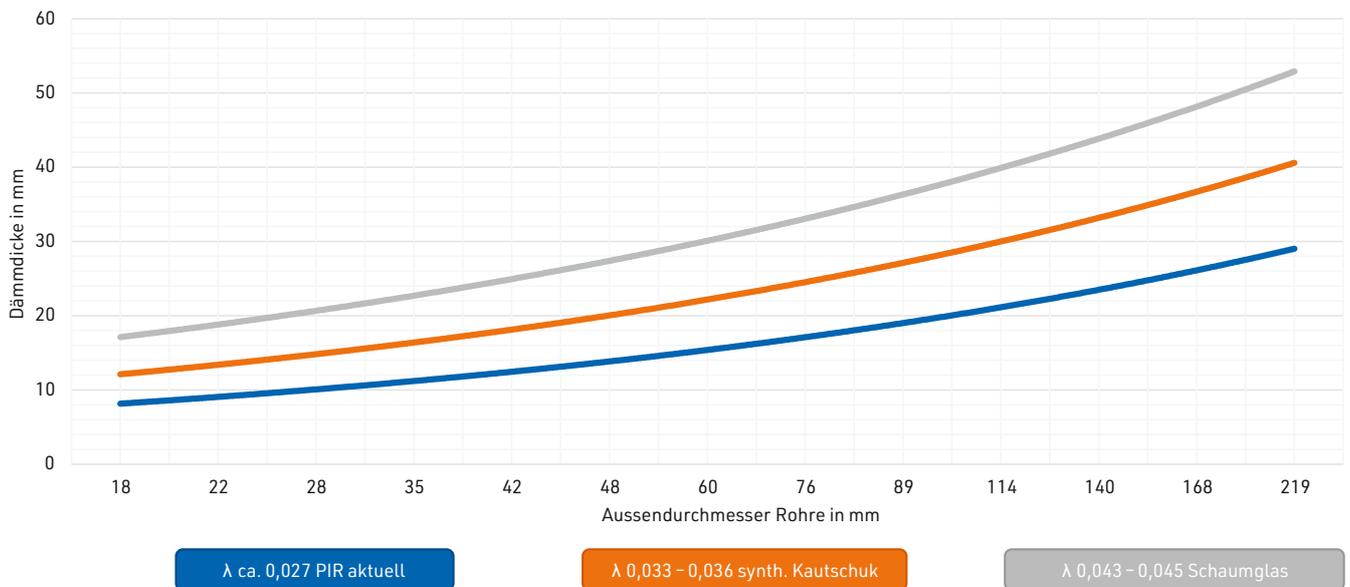
Mediumtemperatur¹: +10 °C, Raumtemperatur: +25 °C, rel. Luftfeuchtigkeit: 60 %

Rohrdurchmesser	Dämmdicke in mm													
	17	21	22	28	35	42	48	60	76	89	114	140	168	219
$\lambda \leq 0,03$	30 ²													
$\lambda > 0,03 - \leq 0,04$	19	19	19	19	19	19	19	19	25	25	32	32	32	38
$\lambda > 0,04 - \leq 0,05$	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40	50	60

1 Die Mediumtemperatur bezieht sich auf den Vorlauf; der Rücklauf ist gleich dem Vorlauf zu dämmen.

2 Die Dämmungen mit PIR-Dämmstoffen sind zusätzlich mit einer Dampfbremse $\geq 50 \text{ m} (\mu \times s)$ zu versehen.

Rechnerische Dämmdicken



[ABB. 20] Empfohlene Dämmdicken nach Temperatur und λ -Wert.

[TAB. 13] Empfohlene Dämmdicken unter Berücksichtigung der handelsüblichen Dämmdicken

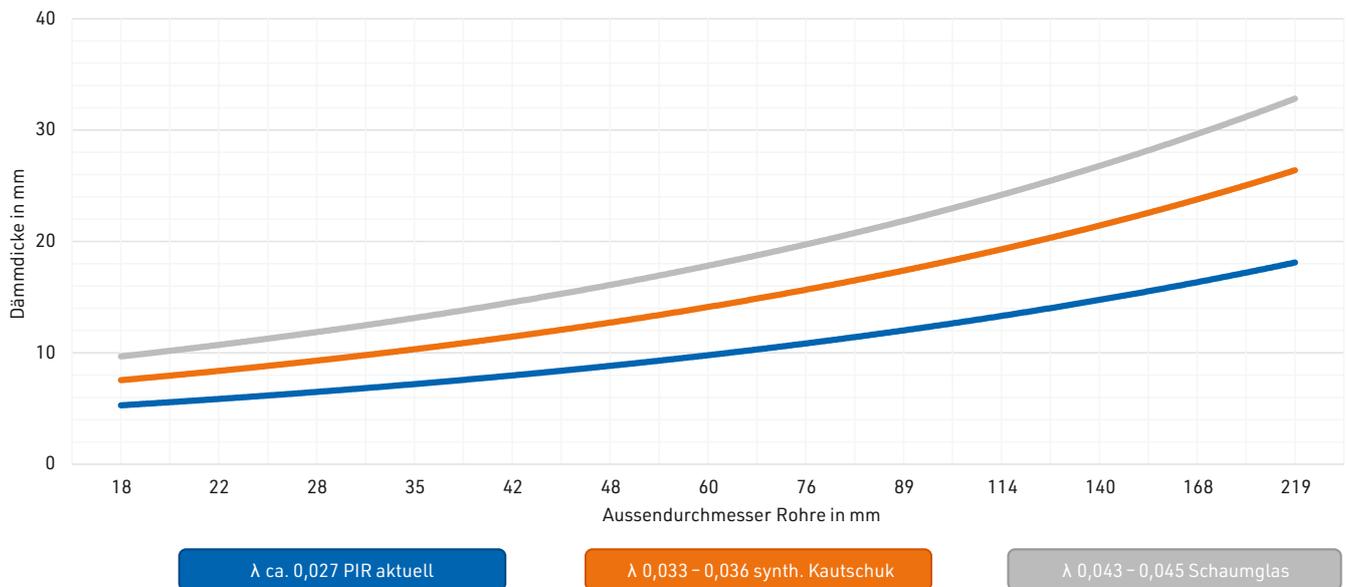
Mediumtemperatur¹: +14 °C, Raumtemperatur: +25 °C, rel. Luftfeuchtigkeit: 60 %

Rohrdurchmesser	Dämmdicke in mm													
	17	21	22	28	35	42	48	60	76	89	114	140	168	219
$\lambda \leq 0,03$	30 ²													
$\lambda > 0,03 - \leq 0,04$	19	19	19	19	19	19	19	19	19	25	25	25	25	32
$\lambda > 0,04 - \leq 0,05$	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40

1 Die Mediumtemperatur bezieht sich auf den Vorlauf; der Rücklauf ist gleich dem Vorlauf zu dämmen.

2 Die Dämmungen mit PIR-Dämmstoffen sind zusätzlich mit einer Dampfbremse $\geq 50 \text{ m} (\mu \times s)$ zu versehen.

Rechnerische Dämmdicken



[ABB. 21] Empfohlene Dämmdicken nach Temperatur und λ -Wert.

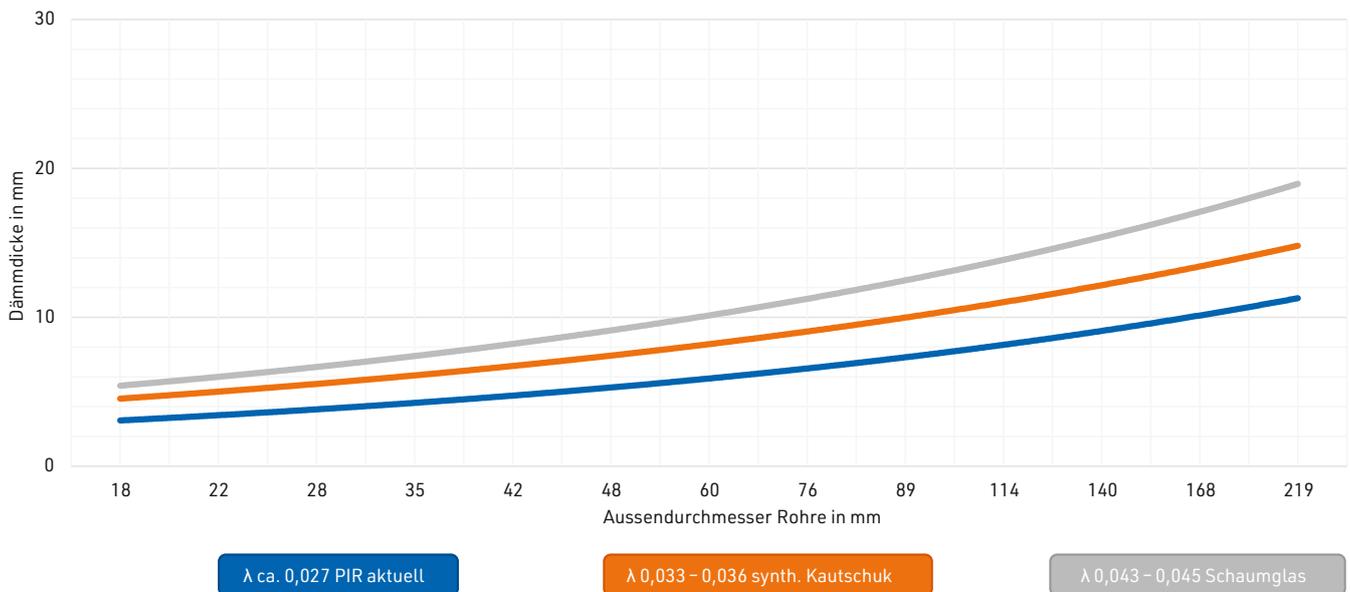
[TAB. 14] Empfohlene Dämmdicken unter Berücksichtigung der handelsüblichen Dämmdicken

Mediumtemperatur¹: +19 °C, Raumtemperatur: +25 °C, rel. Luftfeuchtigkeit: 60 %

Rohrdurchmesser	Dämmdicke in mm													
	17	21	22	28	35	42	48	60	76	89	114	140	168	219
$\lambda \leq 0,03$	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
$\lambda > 0,03 - \leq 0,04$	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
$\lambda > 0,04 - \leq 0,05$	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

1 Die Mediumtemperatur bezieht sich auf den Vorlauf; der Rücklauf ist gleich dem Vorlauf zu dämmen.

Rechnerische Dämmdicken



[ABB. 22] Empfohlene Dämmdicken nach Temperatur und λ-Wert.

Korrosionsschutz

Dämmungen schützen Anlagenteile nicht vor Korrosion. Bei Kälte­dämmungen müssen die Anlagenteile korrosions­geschützt oder aus nicht rostendem austenitischem Stahl sein. Der Fachplaner entscheidet über die Notwendigkeit des Korrosionsschutzes der Anlage. Der Korrosionsschutz ist kein Bestandteil des Dämmsystems. Es ist jedoch möglich, dass ein zusätzlicher Korrosionsschutz von gewählten Dämmsystemen übernommen werden kann. Der Korrosionsschutz muss mit den Dämm- und Klebstoffen des Dämmsystems verträglich sein.

Dampfbremsen

Die Lebensdauer einer Dämmung wird von der Qualität der Dampfbremsen bestimmt. Dampfbremsen können aus einer oder mehreren Schichten oder Dämmstoffen mit hohem Wasserdampfdiffusionswiderstandswert bestehen. Aufgetragene Dampfbremsen umschliessen den Dämmstoff lückenlos und vermindern dadurch eine Feuchtigkeitsaufnahme des Dämmstoffs durch die Dampfdiffusion.

Ausführungsempfehlungen

Für die Dämmung von kälte­führenden Anlagenteilen eignen sich Materialien aus geschlossenzelligen Kunststoffen. Diese Dämmstoffe haben einen guten Dämmwert ($\lambda=0,027 - 0,036 \text{ W/mK}$) und vermindern die Aufnahme von Feuchtigkeit.

[TAB. 15] Ausführungsempfehlungen für Dämmungen im Klimabereich

ISOLSUISSE Ausführungs- nummer	Ausführungskurztext	Aufstellungsort		
		Offen verlegt	Hohldecken/ Schächte	Im Freien
1.00.0041	PIR-Schalen, roh	x	✓	x
1.00.5141	PIR-Schalen – PVC-Mantel	✓	✓	x
1.00.1141	PIR-Schalen – Leichtmetallblech	✓	✓	✓
1.00.0061	Synth. Kautschuk, roh	✓	✓	x
1.00.1161	Synth. Kautschuk – Leichtmetallblech	✓	–	✓
1.00.1142	PUR-Ortschaum – Leichtmetallblech	✓	✓	✓
1.01.0041 ●	PIR-Schalen – Kunststoffüberstrich	x	✓	x
1.01.5141 ●	PIR-Schalen – Kunststoffüberstrich – PVC-Mantel	✓	✓	x
1.01.1141 ●	PIR-Schalen – Kunststoffüberstrich – Leichtmetallblech	✓	✓	✓
1.04.0041 ●	PIR-Schalen mit Verbundfolie	–	✓	x
1.04.5141 ●	PIR-Schalen mit Verbundfolie – PVC-Mantel	✓	✓	x
1.04.1141 ●	PIR-Schalen mit Verbundfolie – Leichtmetallblech	✓	✓	✓
1.00.0051 ○	Schaumglasschalen, roh (Brandschutz)	x	✓	x
1.00.1151 ○	Schaumglasschalen – Leichtmetallblech (Brandschutz)	✓	✓	✓
1.1x.xxxx ■	Korrosionsschutz: Fettbandage			
1.2x.xxxx ■	Korrosionsschutz: Ansetzmasse			

✓ Empfohlen

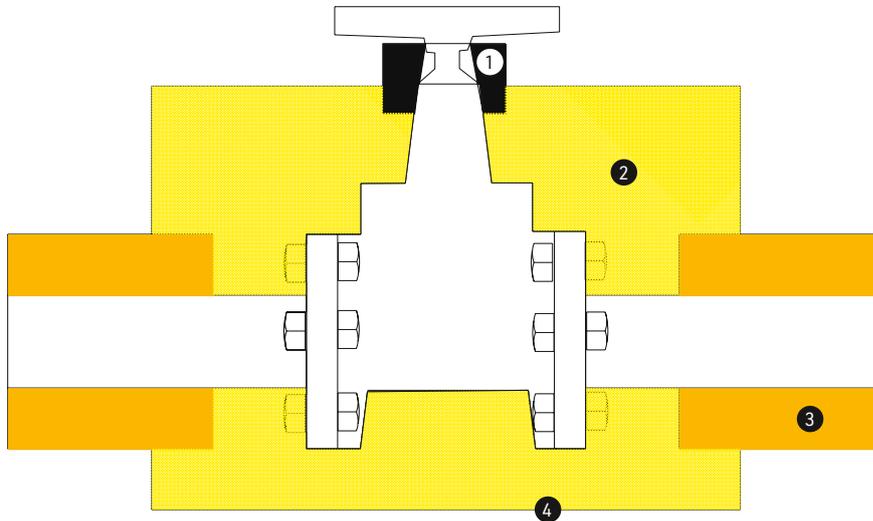
– Bedingt empfohlen

x Nicht empfohlen

● Dämmsystem mit Dampfbremse $\geq 50 (\mu \times s)$

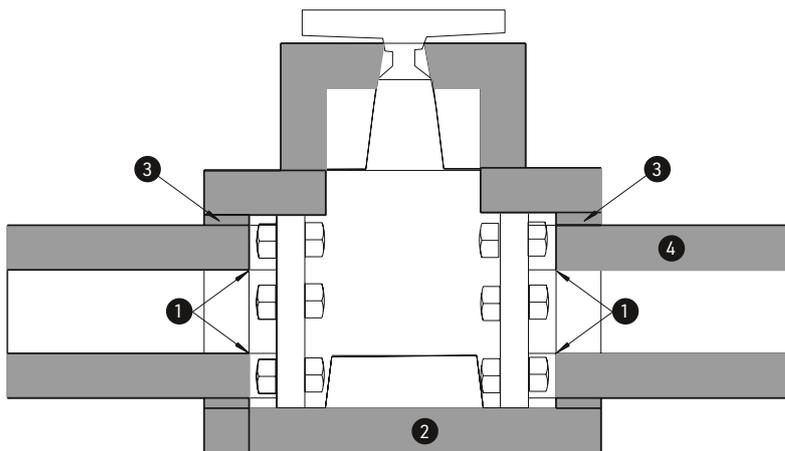
○ Dämmsystem für Brandschutz der RF-Gruppe 1 (vertikale Fluchtwege)

■ Zusätzlicher Korrosionsschutz



[ABB. 23] Armaturendämmung geschäumt.

- 1 Abdichtung, z. B. mit synth. Kautschuk
- 2 PUR-Ortschaum
- 3 Rohrdämmsystem
- 4 Metallische Umhüllung



[ABB. 24] Armaturendämmung mit synth. Kautschuk.

- 1 Klebeabschottung zum Objekt
- 2 Armaturendämmung aus synth. Kautschuk
- 3 Aufdoppelung der Dämmung
- 4 Rohrdämmsystem

Armaturendämmungen

Leicht de- und remontierbare Ausführungen von Armaturenkapen sind bei kälteführenden Anlagen wegen des fehlenden Dampfdiffusionswiderstands nicht möglich. Armaturen mit mechanischen Funktionen können mit einem Blechmantel überbaut und der Hohlraum zwischen Objekt und Blechmantel mit Ortschaum ausgeschäumt werden. Es wird empfohlen, die Armaturen mit einem zusätzlichen Korrosionsschutz wie z. B. Fettbandagen zu schützen. Für Regulier- und Steuerventile wird eine Dämmung aus synthetischem Kautschuk empfohlen. Dabei sollen die Leitungsdämmungen vor und nach der Armatur mit einer Klebeabschottung mit dem Objekt verbunden werden. Dies soll eine Unterwanderung der Leitungsdämmung mit allfälliger Feuchtigkeit unterbinden.

Behälter und Apparate

Behälter und Apparate im Kältebereich sind gegen unerwünschte Erwärmung des Mediums und zur Verhinderung von Oberflächentauwasser zu dämmen. Für Dämmungen im Kältebereich werden vorzugsweise geschlossenzellige Dämmstoffe verwendet.

- Dämmungen mit Polyurethan-Ortschaum (PUR)

Polyurethanschaum und Blechummantelung bilden ein adäquates Dämmsystem für Speicher und Behälter. Durch die vollflächige Haftung des Schaums an der Ummantelung übernimmt die Blechummantelung die Funktion der erforderlichen Dampfbremse.

- Dämmungen mit synthetischem Kautschuk (FEF)

Diese Dämmstoffe weisen einen hohen Wasserdampfdiffusionswiderstandswert aus.

[TAB. 16] Empfohlene Dämmdicken

Medium- temperatur	Raumtemperatur +25 °C					
	≤ 400 Liter		< 400 – ≤ 2000 Liter		> 2000 Liter	
Inhalt						
Dämmdicke ¹	$\lambda < 0,03$	$\lambda > 0,03 - \leq 0,05$	$\lambda < 0,03$	$\lambda > 0,03 - \leq 0,05$	$\lambda < 0,03$	$\lambda > 0,03 - \leq 0,05$
19 °C	40 mm	32 mm	40 mm	32 mm	40 mm	32 mm
14 °C	50 mm	64 mm	50 mm	64 mm	60 mm	75 mm
10 °C	50 mm	64 mm	70 mm	83 mm	80 mm	100 mm
6 °C	60 mm	80 mm	100 mm	110 mm	120 mm	150 mm

¹ λ -Wert bei +10 °C.

Brandschutz

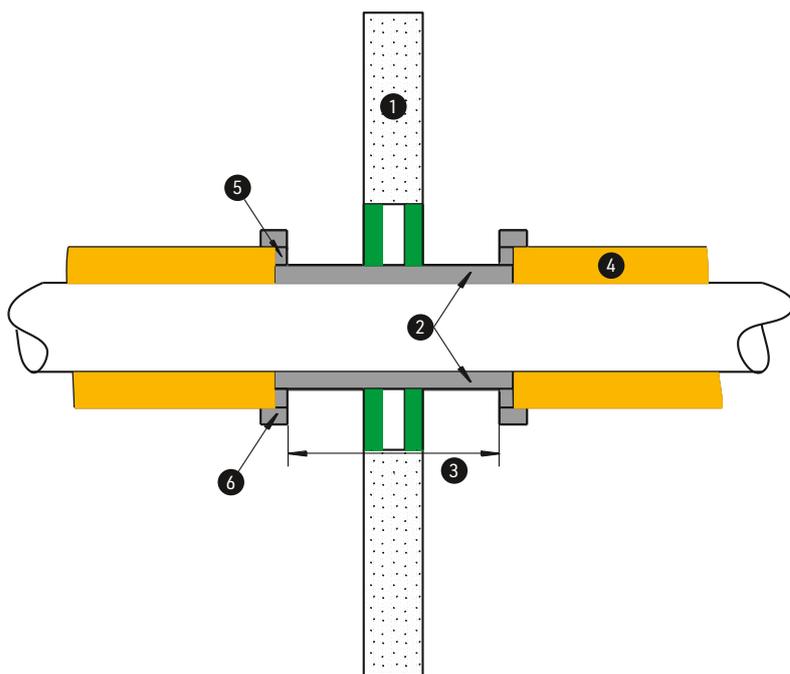
Innerhalb aller Gebäude dürfen – ausser bei vertikalen Fluchtwegen – Baustoffe der RF-Gruppe 3 verwendet werden. Baustoffe, die gemäss Zuordnungstabelle ein kritisches Verhalten (cr) aufweisen, müssen umlaufend mit Baustoffen der RF-Gruppe 1 $\geq 0,5$ mm, der RF-Gruppe 2 ≥ 3 mm oder der RF-Gruppe 3 ≥ 5 mm abgedeckt werden. Ausnahmen sind Dämmungen innerhalb von Technikräumen und Rohrummantelungen $\leq 0,6$ mm; diese müssen nicht abgedeckt werden.

Wichtig

In vertikalen Fluchtwegen sind ausschliesslich Rohrleitungen, Rohrdämmungen und Umhüllungen von Rohrdämmungen aus Baustoffen der RF-Gruppe 1 zulässig.

Brandabschnittsdurchführungen

Dämmsysteme im Kältebereich, die durch einen Brandabschnitt führen, stellen im Bereich der Durchführung ein erhöhtes Risiko bzgl. Durchfeuchtung des Dämmstoffs und der Korrosionsanfälligkeit der Anlage dar. Dämmstoffe für Dämmungen von gebäudetechnischen Anlagen dürfen nur im Zusammenhang mit einem geprüften Abschottungssystem durch den Brandabschnitt geführt werden oder müssen aus Baustoffen der RF-Gruppe 1 bestehen. Somit kann die Situation entstehen, dass zwei unterschiedliche Dämmstoffe vor und nach dem Brandabschnitt zusammengeführt werden müssen. Diesem Dämmübergang ist besondere Beachtung zu schenken.



[ABB. 25] Mögliche Ausführung von Brandabschnittsdurchführungen.
 1 Brandabschnittsbildendes Bauteil
 2 Geprüfte Streckendämmung durch Brandabschnitt
 3 Länge der geprüften Streckendämmung
 4 Kälteführendes Dämmsystem
 5 Aufdoppelung mit Material der geprüften Streckendämmung
 6 Deckstreifen aus Material der geprüften Streckendämmung mit $L > 100$ mm

Kalt- und Warmwasserleitungen – Schmutz- und Regenwasserleitungen

Trinkwasserinstallationen für Kalt- und Warmwasser sind sowohl gegen Wärmeverlust, Wassererwärmung und Schall als auch gegen Oberflächentauwasser zu dämmen. Gesetzgebungen und Empfehlungen für Warmwasser- und Zirkulationsleitungen können dem Themenblatt «Heizung» entnommen werden. Spezielle Ausführungen zu Zirkulationssystemen wie «Rohr an Rohr» oder elektrischen Warmhaltebändern werden in diesem Themenblatt beschrieben. Empfehlungen für Dämmungen von Dachentwässerungs- und Abwasserleitungen in Gebäuden werden nachfolgend beschrieben.



Voraussetzungen

Dämmungen von Rohren und Anlagenteilen müssen wenn möglich umlaufend und durchgehend sein. Tangierungen durch Bauteile und oder anderweitige Installationen sollten bereits bei der Planung vermieden werden.

Schallschutz

Sanitäre Leitungen werden in der Regel durch Installationsschächte zu den Verbraucherstationen geführt. Zur Vermeidung von Schallübertragungen dürfen die Anlagenteile und ihre Halterungen bzw. Befestigungen keine direkten Verbindungen zum Bauteil aufweisen. Dies bedeutet, dass zwischen Objekt und Halterung zum Bauteil immer eine schallabkoppelnde Schicht vorhanden sein muss.

Dimensionierungs- und Zuordnungstabelle

Für die Berechnung der Wärmestromdichte zur Bestimmung der Dämmanforderungen ist als relevante Grösse der Aussendurchmesser einer Rohrleitung massgebend. Dies widerspiegelt auch die Norm SIA 380.303 (ISO 12241:2008) in ihren Berechnungsbeispielen. Der Rohraussendurchmesser lässt sich gemäss **[TAB. 17]** zu Rohrnennweite und Zoll nach MuKEⁿ zuordnen.

Warmwasserleitungen

Für Warmwasserleitungen in unbeheizten Räumen und im Freien, ausgenommen Stichleitungen ohne Begleitheizungen zu einzelnen Zapfstellen, gelten die gleichen Anforderungen an die Dämmpflicht gemäss **[TAB. 18]**.

Für Warmwasserzirkulationsleitungen bzw. für Warmwasserleitungen mit Begleitheizung gelten sowohl in beheizten wie auch unbeheizten Räumen die Anforderungen gemäss **[TAB. 18]**. Von der Pflicht zur Dämmung ausgenommen sind lediglich Stichleitungen ohne Begleitheizung zu Einzelzapfstellen.

[TAB. 17] Zuordnung des Rohraussendurchmessers zu Rohrnennweite und Zoll

Rohraussendurchmesser	Rohrnennweite	Zoll
16 – 19 mm	DN 10	3/8"
20 – 24 mm	DN 15	1/2"
25 – 29 mm	DN 20	3/4"
30 – 35 mm	DN 25	1"
36 – 43 mm	DN 32	1 1/4"
44 – 49 mm	DN 40	1 1/2"
50 – 62 mm	DN 50	2"
63 – 76 mm	DN 65	2 1/2"
77 – 102 mm	DN 80	3"
103 – 127 mm	DN 100	4"
128 – 152 mm	DN 125	5"
153 – 192 mm	DN 150	6"
193 – 244 mm	DN 200	8"

[TAB. 18] Minimale Dämmdicken nach den kantonalen Energiegesetzen und empfohlene Dämmdicken bei Trinkwarmwasserleitungen mit +60 °C

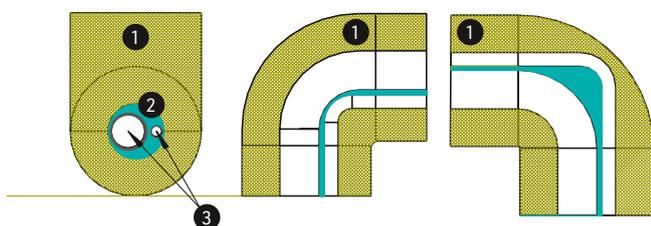
Rohrnennweite	Dämmdicken nach kantonalen Energiegesetzen Temperaturen von 30 °C bis 90 °C		Empfehlung ISOLSUISSE für Dämmdicken bei WW-Temperatur von 60 °C	
	$\lambda^1 \leq 0,03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0,03 - \leq 0,05 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 \leq 0,03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0,03 - \leq 0,05 \text{ W/mK}$
DN 10	30 mm	40 mm	30 mm	60 mm
DN 15	30 mm	40 mm	30 mm	60 mm
DN 20	40 mm	50 mm	40 mm	60 mm
DN 25	40 mm	50 mm	40 mm	60 mm
DN 32	40 mm	50 mm	50 mm	80 mm
DN 40	50 mm	60 mm	60 mm	80 mm
DN 50	50 mm	60 mm	60 mm	80 mm
DN 65	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
DN 80	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
DN 100	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 125	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 150	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 200	80 mm	120 mm	80 mm	120 mm

1 Angegebener Wert bei +10 °C.

Warmwasserzirkulationssysteme

Warmwasserzirkulationssystem «Rohr an Rohr»

Damit das «Rohr an Rohr»-System sinnvoll und fachgerecht gedämmt werden kann, ist eine gleichbleibende Verlegung der «Rohr an Rohr»-Installation wichtig. Es wird empfohlen, die Rohre bei vertikaler Verlegung seitlich zueinander anzuordnen. Die Dämmung ist anschliessend so zu verlegen, dass die Luftströmung entlang der Leitung zwischen Rohrleitung und Dämmung unterbunden wird.

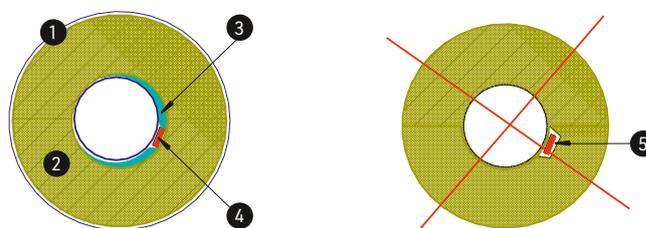


[ABB. 26] «Rohr an Rohr»-Dämmung.
1 Dämmung
2 Eingeschlossene Luft
3 Rohr an Rohr

Frostschutz

Kalt-, Ablauf- oder Dachwasserleitungen im Freien oder in offenen Räumen mit Frostgefahr sind gegen das Einfrieren zu schützen. Eine Dämmung allein schützt die Leitung nicht vor Einfrierung, sie verzögert nur die Einfrierzeit. Die Einfrierzeit ist abhängig von der Differenz zwischen der Mediumtemperatur und der vereisenden Umgebungstemperatur sowie der Rohrabmessung und Dämmdicke.

Ein Einfrierschutz kann mittels elektrischer Warmhaltebänder erfolgen. Die Heizleistung, die Verlegeanordnung und der Netzanschluss sind durch den Vertreter resp. Elektriker zu bestimmen. Die Verlegung der Begleitheizung kann unter Angabe der Verlege- und Anschlusssituation durch den Isolierer erfolgen. Die Warmhaltebänder sind vor den Dämmarbeiten auf Funktionalität zu prüfen. Die Beschaffung und das Verlegen von Begleitheizungen sind keine Bestandteile der Dämmsysteme. Die Rohrdämmung erfolgt über die Warmhaltebänder. Die Dimensionierung der Dämmschalen ist über die Begleitheizung zu bestimmen. Eine Auskerbung der Dämmung im Bereich der Begleitheizung ist nicht sinnvoll.



[ABB. 27] Dämmung über Begleitheizung dimensionieren.
1 Umhüllung
2 Dämmstoff
3 Eingeschlossene Luft
4 Elektrische Begleitheizung
5 Auskerbung der Dämmung

Trinkkaltwasserleitungen

Trinkkaltwasserleitungen mit 8 °C bis 12 °C sind vorwiegend gegen Erwärmung und zur Verhinderung von Oberflächentauwasser zu dämmen. Die Dämmdicke kann anhand der Raumtemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit bestimmt werden. Als Dämmmaterial empfiehlt sich ein vorwiegend geschlossenzelliger Kunststoff wie Schalen und Formteile aus Polyisocyanurat (PIR) oder synthetischem Kautschuk. In **[TAB. 19]** wurden die Dämmdicken aufgrund einer Raumtemperatur von 25 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 Prozent berechnet.

[TAB. 19] Empfohlene Dämmdicken für Tauwasserverhinderung bei Trinkkaltwasserleitungen unter Berücksichtigung der handelsüblichen Dämmdicken

Rohrdurchmesser	Dämmdicke in mm													
	17	22	28	35	42	48	60	76	89	114	140	168	175	219
PIR	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Synth. Kautschuk	13	13	13	13	13	13	13	19	19	19	19	19	19	19

Regen- und Schmutzwasserleitungen

Akustische Wahrnehmungen von fließendem Wasser können bei Dachentwässerungs- und Abwasserleitungen auftreten, vor allem dort, wo das Wasser durch vertikal auf horizontal verlegte Leitungen trifft. Mit geeigneten Dämmsystemen können solche Geräusche vermindert werden.

Dachentwässerungs- und Regenwasserleitungen können im Winter und im Frühling (Schneesmelze) aufgrund der kalten Temperaturen Eiswasser abführen, was zu Kondenswasserbildung auf der Rohroberfläche im Inneren des Gebäudes führen kann. Deshalb wird bei Dämmungen von Regenwasserleitungen empfohlen, die Leitungen primär gegen Schwitzwasser zu dämmen und anschliessend gegen Schall. Für die Schwitzwasserdämmung können Materialien aus PIR oder synthetischem Kautschuk verwendet werden. Für die Schalldämmung empfehlen wir eine Aufdopplung mit Schwerfolienmatten ohne Bleizusatz.

Bei Schmutzwasserleitungen sowie deren Entlüftungsleitungen besteht die Gefahr von Schwitzwasser nicht. Solche Leitungen können mit handelsüblichen Schalen oder Matten aus Mineralwolle wirksam gegen Schallübertragung gedämmt werden. Als Dämmdicke empfehlen wir, wegen der Rohraufhängungen, Schweissmuffen usw. 30 mm nicht zu unterschreiten. Als weitere Variante können für Schmutzwasserleitungen auch Schwerfolien verwendet werden.

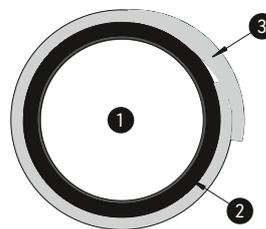
Brandabschnittsdurchführungen

Dämmsysteme im Kaltwasserbereich, die durch einen Brandabschnitt führen, stellen im Bereich der Durchführung ein erhöhtes Risiko bzgl. Durchfeuchtung des Dämmstoffs und der Korrosionsanfälligkeit der Anlage dar. Brennbare Dämmstoffe für Dämmungen von gebäudetechnischen Anlagen dürfen nur im Zusammenhang mit einem geprüften Abschottungssystem durch den Brandabschnitt geführt werden oder müssen aus Baustoffen der RF-Gruppe 1 bestehen. Somit kann die Situation entstehen, dass zwei unterschiedliche Dämmstoffe vor und nach dem Brandabschnitt zusammengeführt werden müssen. Diesem Dämmübergang ist besondere Beachtung zu schenken.

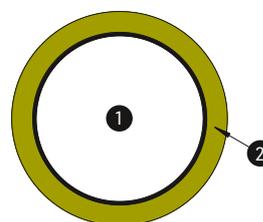
Bei wärmeleitenden Leitungen sind brennbare Dämmschichten im Bereich der Durchführung durch brandabschnittsbildende Bauteile mit Baustoffen der RF-Gruppe 1 zu unterbrechen. Bei Abschottungssystemen gelten die Angaben der Systemanerkennung.

[TAB. 20] Empfohlene Dämmdicken für Tauwasserbildung bei Regenwasserleitungen unter Berücksichtigung der handelsüblichen Dämmdicken

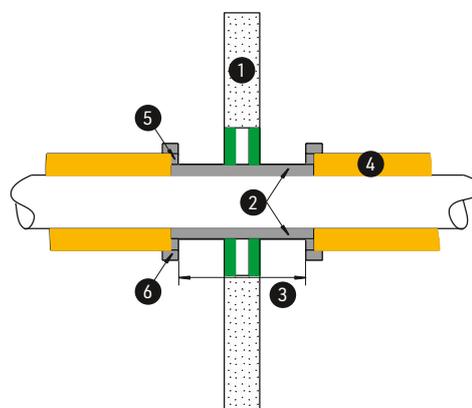
Rohrdurchmesser	Dämmdicke in mm											
	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
PIR	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Synth. Kautschuk	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19



[ABB. 28] Dämmsystem gegen Tauwasserbildung inkl. Schalldämmung.
1 Rohr
2 Dämmung aus Kautschuk (gegen Schwitzwasser)
3 Schwerfolie (Schalldämmung)



[ABB. 29] Schalldämmung.
1 Rohr
2 Dämmung aus Mineralwolle oder Schwerfolie



[ABB. 30] Mögliche Ausführung von Brandabschnittsdurchführungen.
1 Brandabschnittsbildendes Bauteil
2 Geprüfte Streckendämmung durch Brandabschnitt
3 Länge der geprüften Streckendämmung
4 Kälteführendes Dämmsystem
5 Aufdoppelung mit Material der geprüften Streckendämmung
6 Deckstreifen aus Material der geprüften Streckendämmung mit $L > 100$ mm

Solarthermie

Solarthermieanlagen wandeln solare Strahlungsenergie in nutzbare Wärme um. Die Energiequelle Sonne ist abhängig von der Jahres- und der Tageszeit, dem Anlagenstandort und den meteorologischen Verhältnissen. Anlagenausrichtung, Neigung, Umfeld und Technologie der Anlagenkomponenten nehmen Einfluss auf die Erträge. Die Unregulierbarkeit dieser Energiequelle ist ein grundlegender Unterschied zu Brennstoffen in der konventionellen Heizungstechnik. Häufige Lastwechsel mit teilweise grossen Temperaturunterschieden und insgesamt hohe Betriebstemperaturen sind bei der Auswahl des Rohrleitungsdämmstoffs zu berücksichtigen.

Insgesamt ist es Aufgabe der Wärmedämmung, Wärmeverluste zu vermeiden, Schutz vor Verbrennungen zu bieten und für ausgeglichene Anlagenbetriebszustände über das gesamte Jahr zu sorgen. Wärmeverluste wirken sich markant auf die Energieerzeugung aus und lassen sich in Kollektorfläche und monetär wirksame Energieverluste umrechnen. Diese kumulieren sich über die Lebensdauer der Solarthermieanlage. Eine Solarthermieanlage ist immer eine Zusatzinvestition, deshalb soll die Ausführung der gesamten Anlage dem grösstmöglichen Nutzen des Kunden dienen.



Werkstoffe für die Rohrleitungsdämmung

An Solarthermieanlagen können über einen längeren Zeitraum Betriebstemperaturen von 130 °C auftreten. Wenn bei starker Sonneneinstrahlung die Wärme aufgrund eines vollen Speichers oder technischer Defekte nicht mehr abgeführt werden kann, geht die Anlage in den Stillstand, in die sogenannte Stagnation. Im Stagnationsfall treten Temperaturen von 200 °C (bei Flachkollektoren) und bis zu 300 °C (bei Röhrenkollektoren) auf. Der im Stagnationsfall im Kollektor entstehende Dampf mit weit über 100 °C kann bis in die Rohrleitungen im Kellerbereich vordringen. Teile der Rohrleitungen sind im Aussenbereich verlegt. Daher gelten für die Dämmstoffe die folgenden Anforderungen:

- Das Dämmmaterial für den Solarkreislauf muss für Betriebstemperaturen von mindestens 130 °C ausgelegt sein. PIR-Halbschalen (Polyisocyanurat), wie sie in der Heizungstechnik verwendet werden, sind aufgrund ihres zulässigen Temperaturbereichs bis maximal 130 °C zur Dämmung des Solarkreislaufs nicht geeignet.
- Im Aussenbereich muss das Dämmmaterial gegen Feuchtigkeit, UV-Strahlung und mechanische Einwirkungen wie Kleintierverbiss geschützt sein. Entweder muss ein entsprechender Schutz zusätzlich erstellt werden oder das Dämmmaterial muss so beschaffen sein, dass der Schutz gewährleistet ist.

Dämmstoffe aus Mineral- oder Steinwolle

Diese Dämmstoffe sind aufgrund ihrer hohen Temperaturbeständigkeit geeignet. Sie brauchen im Aussenbereich eine wetterfeste Umhüllung, da Feuchtigkeit die Dämmeigenschaften verschlechtert. Nasses Dämmmaterial kann bei der Durchdringung Feuchtigkeit ins Innere des Gebäudes transportieren und Feuchteschäden verursachen. Für eine wetterfeste und fachgerechte Montage der Umhüllung ist bereits während der Planung für ausreichenden Platz zu sorgen.

Synthetischer Kautschuk (geschlossenenzellige Elastomere)

Synthetischer Kautschuk für hohe Temperaturen (λ [0 °C] $\leq 0,38$ W/mK) ist ausreichend feuchtigkeitsresistent und für verschiedene Temperaturbereiche erhältlich. Bei Solarthermieanlagen eignet sich synthetischer Kautschuk für hohe Betriebstemperaturen bis +150 °C. Meist dient er hier als Dämmstoff für Kompaktrrohrleitungen. Andere Materialqualitäten «verkrusten» und verlieren ihre Dämmwirkung. Auch der Klebstoff zur Verbindung der Nähte ist für Betriebstemperaturen bis maximal 150 °C zugelassen. Höhere Temperaturen führen zu einem beschleunigten Verdunsten des Lösungsmittels des Klebstoffs und die Klebeverbindung kann sich lösen [ABB. 31].

Aerogel

Aerogel als Dämmmaterial wird in Kompaktrrohrleitungen eingesetzt. Dieser Hochleistungsdämmstoff zeichnet sich durch eine hohe Temperaturbeständigkeit im Bereich von -200 °C bis +200 °C und einen niedrigen λ -Wert von 0,014 W/(m · K) aus.

Polyester

Polyester wird als Dämmmaterial ebenso in Kompaktrrohrleitungen eingesetzt. Polyester ist UV-beständig und temperaturbeständig bis 220 °C.

Kompaktrrohrleitungen

Kompaktrrohrleitungen, auch Komplettsystem- oder Doppelrohrleitungen genannt, sind vorgedämmte Vor- und Rücklaufleitungen, die ab der Rolle eingesetzt werden. Sie bestehen aus einem biegbaren Kupfer- oder Edelstahlrohr, einer Wärmedämmung und einem Temperatur-Sensorkabel, das zwischen Dämmmaterial und Rohrleitung mitgeführt wird. Dämmmaterialien von Kompaktrrohrleitungen sind geschlossenenzellige Elastomere, Aerogel [ABB. 32] oder Polyester.

Handelsübliche Kompaktrrohrleitungen mit einem geschlossenenzelligen Elastomer als Dämmmaterial sind in verschiedenen Nenndurchmessern von DN 13 bis DN 30 erhältlich, ebenso Kompaktrrohrleitungen aus Polyester. Kompaktrrohrleitungen mit Aerogel sind bei Nenndurchmessern von DN 12 bis DN 40 mit einer Dämmstärke von 5 oder 10 mm erhältlich. Aufgrund des niedrigen Wärmeleitwerts entsprechen 10 mm Dämmstärke von Aerogel einer Dämmstärke von rund 27 mm eines geschlossenenzelligen Elastomers.

Gesetzgebung und Stand der Technik

Die Dämmstärken für wärmeführende Leitungen bis +90 °C sind in den kantonalen Energievorschriften für Leitungen und Armaturen festgelegt, ebenso die Dämmstärken für ortsgedämmte Heizungs- und Warmwasserspeicher. Dies gilt für Rohrleitungen mit Betriebstemperaturen bis 90 °C, bei höheren Betriebstemperaturen sind die Dämmstärken angemessen zu erhöhen. ISOLSUISSE gibt dazu Empfehlungen ab [TAB. 21 / 22].

[TAB. 21] Dämmstärken für Heizungs- und Warmwasserleitungen nach kantonalen Energiegesetzen, SIA und Empfehlungen von ISOLSUISSE

Rohrnenweite	Dämmdicken nach kantonalen Energiegesetzen Temperaturen von 30 °C bis 90 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen > 90 °C	
	$\lambda^1 \leq 0,03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0,03 - \leq 0,05 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 \leq 0,03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0,03 - \leq 0,05 \text{ W/mK}$
DN 10	30 mm	40 mm	50 mm	50 mm
DN 15	30 mm	40 mm	50 mm	50 mm
DN 20	40 mm	50 mm	50 mm	60 mm
DN 25	40 mm	50 mm	50 mm	60 mm
DN 32	40 mm	50 mm	60 mm	60 mm
DN 40	50 mm	60 mm	60 mm	80 mm
DN 50	50 mm	60 mm	60 mm	80 mm
DN 65	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
DN 80	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
DN 100	80 mm	100 mm	100 mm	120 mm
DN 125	80 mm	100 mm	100 mm	120 mm
DN 150	80 mm	100 mm	100 mm	120 mm
DN 175	80 mm	120 mm	100 mm	140 mm
DN 200	80 mm	120 mm	100 mm	140 mm

1 Angegebener Wert bei +10 °C.

[TAB. 22] Dämmstärken für ortsgedämmte Heizungsspeicher und Warmwasserboiler nach kantonalen Energiegesetzen und Empfehlungen von ISOLSUISSE

Inhalt	Dämmdicken nach kantonalen Energiegesetzen Temperaturen bis 90 °C		Empfehlung ISOLSUISSE Temperaturen > 90 °C
	$\lambda \leq 0,03 \text{ W/mK}$	$\lambda > 0,03 - \leq 0,05 \text{ W/mK}$	$\lambda > 0,03 - \leq 0,05 \text{ W/mK}$
≤ 400 Liter	90 mm	110 mm	140 mm
> 400 bis ≤ 2000 Liter	100 mm	130 mm	160 mm
> 2000 Liter	120 mm	160 mm	200 mm

Die Rohrleitungsführung erfolgt bei nachgerüsteten Solarthermieanlagen häufig zu grossen Teilen ausserhalb des Dämmperimeters, d. h. ausserhalb von beheizten Räumen. Bei engen Verhältnissen, beispielsweise zwischen Dacheindeckung und Unterdach oder bei der Rohrleitungsführung vom Dach durch einen stillgelegten Kamin in den Installationsraum des Gebäudes, kommen oft Komplettsysteme zum Einsatz. Die Dämmstärken vieler marktgängiger Komplettsysteme erfüllen die Vorgaben der kantonalen Energievorschriften nicht. Sie sind deshalb nur im Ausnahmefall dort zu verwenden, wo eine klassische Dämmung nicht möglich ist. Diese Besonderheit wird in der zur kantonalen Energiegesetzgebung gehörenden Vollzugshilfe EN-103 «Heizung und Warmwasser» (Ausgabe Juni 2017) im Abschnitt 9.2 präzisiert:

«Auch Leitungen für Vor- und Rücklauf solarthermischer Kollektoren sind grundsätzlich gemäss **[TAB. 22]** zu dämmen. Davon ausgenommen sind vorkonfektionierte Solarleitungen (Kombileitungen) bis zu einer Nennweite von 25 mm. Diese sind so zu dämmen, dass die meteorologischen und brandschutztechnischen Anforderungen und der mechanische Schutz dauerhaft eingehalten werden.»

Rohrleitungsdämmung unter der Dacheindeckung

Ungedämmte Rohrleitungen oder Rohrleitungsstücke und Dachdurchdringungen können direkten Kontakt zur hölzernen Dachunterkonstruktion haben. Bei einer wiederkehrenden oder dauerhaften Erwärmung von Holz auf Temperaturen zwischen 120°C und 280°C kommt es zur sogenannten thermischen Aufbereitung. In ganz seltenen Fällen besteht ein Verdacht, dass dadurch Brände ausgelöst werden können. Eine durchgängige Dämmung von Kollektoranschlüssen und Rohrleitungen unter der Dacheindeckung ist deshalb nicht nur aus Sicht der höheren Energieerträge äusserst wichtig **[ABB. 34]**. Wichtig ist zudem, auf eine gute Hinterlüftung der Kollektoren zu achten. Die Vorgaben des Brandschutzmerkblatts «Solarthermieanlagen» der VKF sind einzuhalten.

Anwendungshinweise/Empfehlungen

1. Anlage auf Dichtigkeit prüfen, erst danach die Rohrleitungen dämmen. So können Undichtigkeiten erkannt werden.
2. Verarbeitungshinweise der Dämmstoffhersteller und die Montageanleitungen der Hersteller von Kompaktrohrleitungen beachten.
3. Im Solarkreislauf Dämmstoffe einsetzen, die sich für Betriebstemperaturen von mindestens 130°C eignen.
4. Dämmstoffe, die im Aussenbereich verlegt sind, wetterfest und geschützt gegen mechanische Einwirkungen umhüllen **[ABB. 42]**.

5. Durchdringungen in den beheizten Bereich eines Gebäudes (Dämmperimeter) dämmen, luftdicht verschliessen und so gestalten, dass keine Feuchtigkeit ins Innere des Gebäudes gelangen kann. Eine wetterfeste Umhüllung benötigt jedoch genügend Platz. Durch eine Installation wie in **[ABB. 35]** treten Wärmeverluste auf und es kann Feuchtigkeit ins Gebäudeinnere gelangen.
6. Möglichst kurze Rohrleitungsführung und gut gedämmte Rohrleitungen im Aussenbereich, um Wärmeverluste zu minimieren. Lässt sich das begründetermassen nicht realisieren, müssen die Verluste durch einen zusätzlichen Kollektor kompensiert werden.
7. Wärmebrücken vermeiden. Rohraufhängung wärmebrückenfrei montieren.
8. Wärmedämmung satt stossen (ohne Reckung) und bei Mehrlagigkeit fugenversetzt anbringen. Stösse von Dämmmaterial dicht verschliessen **[ABB. 36]**.
9. Solarkreislauf durchgängig dämmen. Gedämmt werden alle Anschlüsse und die Siphons am Energiespeicher. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein ungedämmter Siphon die Schwerkraftzirkulation nicht verhindern kann **[ABB. 37/38]**.
10. Keine gemeinsame Dämmung von Vor- und Rücklauf.
11. Keine Hohlräume zwischen Rohrleitung und Dämmstoff.
12. Das Dämmmaterial so befestigen, dass es nicht nachträglich wegrutscht **[ABB. 39]**.
13. Rohrleitungsbogen mit dem gleichen Material und der gleichen Dämmstärke lückenlos dämmen wie die hin- und wegführende Rohrleitung.
14. Anlegethermometer mit zu kurzer Abstandshülse nicht aussparen, sondern durch Anlegethermometer mit geeigneter Abstandshülse ersetzen **[ABB. 40]**.
15. Die Dämmung von Verschraubungen oder Armaturen, die der Wartung und Kontrolle bedürfen, so montieren, dass sie ohne Beschädigung der Dämmung leicht abnehmbar und wieder montierbar sind! Auf der sichtbaren Oberseite der Dämmung beschriften, welche Anlagenkomponente sich dahinter verbirgt.
16. Kompaktrohrleitungen nur dort einsetzen, wo aufgrund beengter Platzverhältnisse eine klassische Dämmung gemäss **[TAB. 21]** nicht möglich ist. Keine Kompaktrohrleitungen mit gemeinsamer Dämmung von Vor- und Rücklauf einsetzen.
17. Lassen sich Kompaktrohrleitungen nicht vermeiden, so sind sie gemäss Montageanleitung zu befestigen. Keinesfalls dürfen sie frei hängend geführt werden **[ABB. 41]**.



[ABB. 31] Diese Installation zeigt mehrere Nachlässigkeiten gleichzeitig auf: Die Anschlüsse am Warmwasserspeicher sind nicht gedämmt. Die Dämmstärke des synthetischen Kautschuks entspricht nicht den Vorschriften. Die Naht ist nicht richtig verschlossen und sie sollte nicht seitlich, sondern zur Verhinderung der natürlichen Konvektion bevorzugt im unteren Bereich angeordnet sein. An diese Rohrleitung gehört eine klassische Dämmung mit Mineralwolle gemäss kantonalen Energiegesetzen!



[ABB. 32] Kompaktrohrleitung mit Aerogel. (Bildquelle: Agitec)



[ABB. 33] Holz in Kontakt mit heissen Rohrleitungen.



[ABB. 34] Hier wurde die Konterlattung ausgespart und die Rohrleitung durchgehend gedämmt.



[ABB. 35] Unverschlossene Durchdringung vom Aussenraum in den Keller.

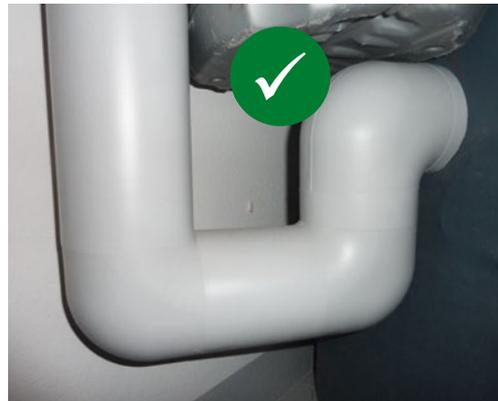
✓ = richtig ✗ = falsch



[ABB. 36] Hier geht viel Wärme verloren: lange Rohrleitungsführung im unbeheizten Innenraum. Lückenhaftes, stellenweise nicht fachmännisch angebrachtes elastomeres Dämmmaterial mit zu geringer Dämmstärke (ca. 13 mm), direkte Verbindung der ungedämmten Rohrleitung zur Halterung (Wärmebrücke!).



[ABB. 37] Auch schwierige Stellen dämmen!



[ABB. 38] Korrekt gedämmter Siphon.

✓ = richtig ✗ = falsch



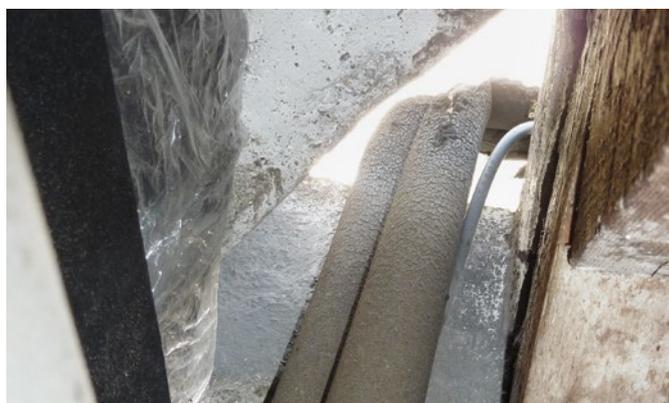
[ABB. 39] Das Dämmmaterial sackt nach unten ab. Es besteht die Gefahr, dass Regenwasser in das Umhüllungsrohr eintritt und ins Gebäudeinnere gelangt. Anschlüsse am Kollektor sind nicht gedämmt, Fühlerkabel ist verknäuelnd und der UV-Strahlung ausgesetzt.



[ABB. 40] Thermometer mit geeigneter Abstandshülse verwenden.



[ABB. 41] Dämmung bis in die Solarstation hineinführen.



[ABB. 42] In unbeheizten Räumen sind Rohrleitungen gemäss den kantonalen Energiegesetzen zu dämmen. Sie sind gegen UV-Strahlung und weitere Witterungseinflüsse zu schützen.

✓ = richtig ✗ = falsch

Weitere Informationen

- Bundesgesetz über Bauprodukte (BauPG), SR 933.01
- Bauprodukteverordnung (BauPV)
- Energiegesetz des Bundes (EnG), SR 730.0
- Energieverordnung (EnV), SR 730.01
- Energiegesetze der Kantone
- Norm SIA 380/3 «Wärmedämmung von Leitungen, Kanälen und Behältern in Gebäuden»
- Norm SIA 382/1 «Lüftungs- und Klimaanlageanlagen – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen»
- Norm SIA 384/1 «Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen»
- Norm SIA 385/1 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen»
- Norm SIA 118/380 «Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik»
- VDI-Richtlinie 2055 «Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der Technischen Gebäudeausrüstung»
- DIN 4140 «Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung – Ausführung von Wärme- und Kälteedämmungen»
- Merkblätter von ISOLSUISSE (www.isolsuisse.ch)

Auskünfte

Für Fragen oder weitere Informationen stehen Ihnen die Fachbereichsleiter von suissetec gerne zur Verfügung: +41 43 244 73 00, info@suissetec.ch

Autoren

Dieses Merkblatt wurde durch suissetec in Zusammenarbeit mit ISOLSUISSE, DIE PLANER, SVK und SVIN erarbeitet.



DIE PLANER.
NETZWERK FÜR ENERGIE, UMWELT UND GEBÄUDETECHNIK



Dieses Merkblatt wurde überreicht durch: