



## **Auslegung der Kälteisolierung zur Tauwasserverhütung auf der Oberfläche**

Design of cold insulation to prevent formation of  
condensation on the surface

## Auslegung der Kälte­dämmung zur Tauwasser­verhütung auf der Oberfläche *Design of cold insulations to prevent condensate on the surface*

Inhalt / *Table of Contents*Seite / *Page*

<b>1.</b>	<b>Vorbemerkung</b> <b><i>Introduction</i></b> .....	2
<b>2.</b>	<b>Tauwasser an Dämmoberflächen</b> <b><i>Condensation on insulation surfaces</i></b> .....	2
<b>3.</b>	<b>Einflussfaktoren</b> <b><i>Influencing factors</i></b> .....	2
3.1	Mediumtemperatur <i>Medium temperature</i> .....	4
3.2	Umgebungs­luft <i>Ambient air</i> .....	4
3.3	Dämmstoff <i>Insulation material</i> .....	4
3.4	Wärmeübergang <i>Surface heat transfer</i> .....	5
3.4.1	Konvektion – Strahlung <i>Convection – radiation</i> .....	6
3.4.2	Gesamtwärmeübergangskoeffizient <i>Total surface coefficient of heat transfer</i> .....	7
3.5	Dämmschichtdicke <i>Insulation layer thickness</i> .....	7
3.6	Brandschutz <i>Fire protection</i> .....	9
3.7	Schallschutz <i>Sound insulation</i> .....	10
3.8	Hygiene <i>Hygiene</i> .....	10
<b>4.</b>	<b>Zusatzmaßnahmen beim Verlassen der Auslegungsbedingungen</b> <b><i>Additional measurements when leaving design conditions</i></b> .....	10
4.1	Rinnen und Wannen <i>Gutters and troughs</i> .....	10
4.2	Zwangsbelüftung <i>Forced ventilation</i> .....	11
<b>Anlage</b>	<b>Kopiervorlage</b> <b>Tabelle 1: Checkliste – Notwendige Angaben für die Planung von Kälte­dämmungen</b> <b>Verantwortlichkeiten von Auftraggeber und Auftragnehmer</b>	
<b>Annex</b>	<b><i>Specimen Check list</i></b> <b><i>Table 1: Check list – Information needed for the design of cold insulations</i></b> <b><i>Responsibilities of the client and the contractor</i></b>	

## 1. Vorbemerkung

Die häufigste Vorgabe für die Bestimmung der Dämmschichtdicke von Kälte­dämmungen ist die Verhütung von Tauwasser auf der Oberfläche.

Alle Erörterungen in diesem Technischen Brief gehen von den Empfehlungen des Technischen Briefes Nr. 7 "Grundlagen der Kälte­dämmung" aus, der die physikalischen Gesetzmäßigkeiten beschreibt, die bei Temperaturunterschieden in feuchthaltigen Gasen zur Bildung von Tauwasser führen. Ausführungsregeln, die sich unabhängig von den Bedingungen des Einzelfalls bereits aus diesen physikalischen Gesetzmäßigkeiten ergeben, sind dort beschrieben.

## 2. Tauwasser an Dämmoberflächen

Tauwasser an der Oberfläche von Kälte­dämm­systemen beeinträchtigt die Wirkung der Dämmung in der Regel nicht. Die Verhinderung von Tauwasser an der Oberfläche einer Kälte­dämmung wird dennoch meist als Kriterium für die Festlegung der Dämmschichtdicke genommen, da Tauwasser aus verschiedenen Gründen unerwünscht ist:

- Abtropfendes Tauwasser kann z. B. angrenzende Produktionsbereiche beeinträchtigen.
- Tauwasser kann zu Korrosion an der Oberfläche des Dämm­systems bzw. an anderen Anlagenteilen führen, zu denen es gelangt.
- Tauwasserbildung führt zur Verschmutzung der Anlage.
- Tauwasser unterstützt Keimbildung.

## 3. Einflussfaktoren

Um die Dämmschichtdicke so bemessen zu können, dass eine Tauwasserbildung auf der Oberfläche verhindert wird, müssen die in Tabelle 1 angegebenen Einflussfaktoren bekannt sein, angenommen und mit dem Betreiber der Anlage vereinbart werden. Eine schriftliche Festlegung ist erforderlich.

## 1. Introduction

The most frequent requirement for the determination of the insulation layer thickness of cold insulations is the prevention of condensate on the surface.

The entire discussion in this document is based on the recommendations of the Technical Letter No. 7 "Principles of cold insulation", which describes the physical laws leading to the formation of condensate when temperature differences occur in gases containing moisture. Rules for the construction, which follow from these physical principles and are independent of the conditions of the individual design, are being discussed there.

## 2. Condensate on insulation surfaces

Condensate on the surface of cold insulation systems does generally not impair the effect of the insulation. Nevertheless is the prevention of condensate on the surface of an insulation a frequent criterion for the determination of the insulation layer thickness, since condensate is undesirable for several reasons:

- Dripping condensate could e.g. adversely affect adjacent production areas.
- Condensate could lead to corrosion at the surface of the insulation system, respectively at other parts of the installation reached by it.
- The formation of condensation leads to general impurity of the installation.
- Condensate supports germ formation.

## 3. Influencing factors

To calculate the insulation layer thickness so that condensate formation on the surface is prevented, the factors given in Table 1 must either be known or assumed, and agreed with the operator of the installation. A written commitment is required.

**Tabelle 1: Checkliste – Notwendige Angaben für die Planung von Kälte­dämmungen**  
**Table 1: Check list – Information required for the design of cold insulations**

Verantwortlichkeiten von Auftraggeber und Auftragnehmer  
*Responsibilities of client and contractor*

			Einheit in <i>Unit in</i>	AG <i>CL</i>	AN <i>CO</i>	Bemerkungen <i>Remarks</i>
1	Mediumtemperatur (Auslegungswert) <i>Medium temperature (design value)</i>	konstant <i>constant</i>	°C	X		
		wechselnd / gleitend <i>changing / flexible</i>	Min.	°C	X	
			Max.	°C	X	
2	Umgebungs­luft (Aus­ legungswert) <i>Ambient air (design value)</i>	Temperatur <i>Temperature</i>	°C	X		
		Relative Feuchte <i>Relative humidity</i>	%	X		
3	Wärmeübergang <i>Surface heat transfer</i>	Geometrie / Zeichnung <i>Geometry / drawing</i>			X	
		Konvektion / Strahlung <i>Convection / radiation</i>	Luftbewegung / Wind <sup>1)</sup> <i>Air movement / wind<sup>1)</sup></i>	m/s	X	B A
			Ummantelungs­material / -beschichtung <i>Cladding material / coat- ing</i>		X	B A
			Emissionsgrad <i>Emissivity</i>			X
			Rand­einflüsse <sup>2)</sup> <i>Other factors<sup>2)</sup></i>		X	B A
4	Brandschutz <i>Fire protection</i>	Anforderungen: <i>Requirements:</i>		X	B A	
5	Schallschutz <i>Sound insulation</i>	Anforderungen: <i>Requirements:</i>		X	B A	
6	Hygiene <i>Hygiene</i>	Anforderungen: <i>Requirements:</i>		X	B A	
7	Dämmstoff <i>Insulation material</i>	Art / Produkt <i>Type / product</i>		X	B A	
		Nennwert der Wärmeleitfähigkeit gemäß Herstellerangaben (Produkt­datenblatt Nr. ...) <sup>3)</sup> <i>Declared thermal conductivity according to manufacturer's information (product data sheet No. ...)<sup>3)</sup></i>			X	
8	Dämmschicht­dicke <i>Insulation thickness</i>	Berechnet gemäß VDI 2055 Blatt 1 bzw. DIN EN 12241 <i>Calculated according to VDI 2055 Part 1, respectively DIN EN 12241</i>	mm		X	

AG = Auftraggeber / CL = Client / Customer

AN = Auftragnehmer / CO = Contractor

X = gibt an / provides

B = berät / A = advises

<sup>1)</sup> Solange keine Informationen über die Luftgeschwindigkeit vorliegen, sollte mit freier Konvektion gerechnet werden

<sup>1)</sup> Where no information regarding wind speed is available, free convection should be assumed as basis for the calculation.

<sup>2)</sup> z. B. benachbarte strahlende Flächen (siehe auch Technischer Brief Nr. 5, Abschnitt 2)

<sup>2)</sup> e. g. neighbouring radiating surfaces (see also Technical Letter No. 5, section 2)

<sup>3)</sup> der Checkliste als Anlage beizufügen

<sup>3)</sup> to be annexed to the check list

(Kopier­vorlage dieser Liste: siehe Anlage)

(Specimen for this list at Annex)

Aus der Tabelle ist ersichtlich, welche Daten Auftraggeber und Auftragnehmer jeweils verantwortlich anzugeben haben (X = gibt an) und worin der Auftragnehmer den Auftraggeber beraten kann (B = berät).

### 3.1 Mediumtemperatur

Für die Berechnung der Dämmschichtdicke und die Auswahl des Dämmstoffes muss die Mediumtemperatur bekannt sein. Bei gleitender Betriebsweise oder Betriebsweise mit Wechseltemperaturen sind die Minima und Maxima anzugeben.

### 3.2 Umgebungsluft

Von Bedeutung sind insbesondere die Angaben zur Umgebungsluft. Die Dämmung ist so auszulegen, dass bei dem vereinbarten Luftzustand die Bildung von Tauwasser an der Oberfläche der Dämmung verhindert wird.

Die der Auslegung zugrunde zu legende Luftfeuchte und Umgebungstemperatur sind vom Auftraggeber anzugeben und vertraglich zu vereinbaren. Hierbei ist zu beachten, dass eine relative Luftfeuchte von > 85 % zu sehr hohen Dämmschichtdicken führt und deshalb als Auslegungsfall nicht vereinbart werden sollte.

Wenn – wie empfohlen – dem Auslegungsfall extreme Umgebungszustände nicht zugrunde liegen, werden die Auslegungsbedingungen während des Betriebes zeitweise verlassen. Dies kann zum Ausfall von Tauwasser auf der Oberfläche der Kälte­dämmung führen. Bei Freianlagen ist das in der Regel unkritisch.

Wenn aber z. B. in Innenräumen sichergestellt werden muss, dass unter keinen Umständen Tauwasser auf Produkte oder Einrichtungsgegenstände tropft, so kann dies nur durch zusätzliche Maßnahmen erreicht werden (siehe Kapitel 4).

### 3.3 Dämmstoff

Der Dämmstoff ist nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten auszuwählen. Schreibt der Auftraggeber einen bestimmten Dämmstoff vor, so sollte ihn der Auftragnehmer hinsichtlich der Tauglichkeit des Dämmstoffes beraten.

The table shows which data are the respective responsibilities of contractor and client (X = provides) and where the contractor is supposed to advise the client (A = advises).

### 3.1 Medium temperature

The medium temperature must be known to allow for a calculation of the insulation layer thickness and the selection of the insulation material. For flexible service conditions and for service conditions with changing temperatures, the respective minima and maxima must be given.

### 3.2 Ambient air

Information concerning the condition of the ambient air is especially important. The insulation needs to be calculated to prevent the formation of condensate on the surface of the insulation, provided the agreed conditions of the ambient air prevail.

Relative humidity and temperature of the ambient air, upon which the design shall be based, must be decided by the client and agreed upon in the contract. Whilst taking that decision it must be considered that a relative humidity of > 85% leads to very high insulation layer thicknesses and should, therefore, not be stipulated as a code case.

If – as is recommended – the code case is not based upon extreme ambient conditions, design conditions will be temporarily exceeded during operations. This may lead to condensation on the surface of the insulation. Normally, this is not critical in the open.

However, if in buildings the dripping of condensate on products or other installations must be prevented under any circumstances, this can only be achieved by taking additional measures (see Section 4).

### 3.3 Insulation material

The insulation material is selected on technical and economic grounds. Where the client decided on a specific insulant, the contractor should be consulted regarding the suitability of that insulant.

Die Angabe des Nennwerts der Wärmeleitfähigkeit gemäß VDI 2055 erfolgt durch den Hersteller im Produktdatenblatt oder in der Leistungserklärung (DoP). Die Betriebswärmeleitfähigkeit wird durch den Auftragnehmer ermittelt.

### 3.4 Wärmeübergang

Der Wärmeübergang von der Umgebung auf die Dämmschichtoberfläche wird durch den Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  zahlenmäßig erfasst. Bei seiner Ermittlung ist zu beachten, dass er anders als bei Wärmeverlustberechnungen

- bei der Ermittlung von Dämmschichtdicken zur Einhaltung vorgegebener Oberflächentemperaturen eine entscheidende Rolle spielt und dass
- kleinere Wärmeübergangskoeffizienten größere Dämmschichtdicken ergeben.

Deshalb müssen kleinere Wärmeübergangskoeffizienten zugrunde gelegt werden, wenn man auf der sicheren Seite sein will.

Zur Abschätzung der Wärmeübergangsverhältnisse ist die Kenntnis der Geometrie der Anlage sowie der räumlichen Anordnung ihrer Teile erforderlich.

Es müssen Annahmen insbesondere zum Strahlungsverhalten von Kälteoberflächen im Austausch mit anderen strahlenden Oberflächen und zum Einfluss der Konvektionsbedingungen getroffen werden.

Dabei ist zu beachten, dass sich durch beengte Verhältnisse und durch benachbarte kalte Oberflächen der Wärmeübergang erheblich verringert.

Zuverlässige Schlussfolgerungen sind jedoch auch bei genauer Kenntnis der gesamten Anlagegeometrie nur in seltenen Fällen möglich.

In vielen Spezifikationen für Freianlagen wird vorgeschrieben, den Wärmeübergangskoeffizienten bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s zu ermitteln. Dies gilt nach dem oben Gesagten für Wärmeverlustberechnungen. Für die Ermittlung von Oberflächentemperaturen bzw. den daraus folgenden Dämmschichtdicken, die zur Tauwasserverhütung erforderlich sind, stellen Windstille und freie Konvektion den ungünstigsten Fall dar.

Die Dämmschichtdickentabellen des AGI-Arbeitsblattes Q 157-7 legen jedoch für Freianlagen eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s zugrunde.

Manufacturers declare the thermal conductivity according to VDI 2055 (available in English) in the product data sheet or in the DoP. The contractor shall calculate the design value of thermal conductivity.

### 3.4 Surface heat transfer

The surface heat transfer from the ambient onto the insulation surface is expressed numerically in the form of the surface coefficient of heat transfer  $\alpha$ . The following must be considered when calculating it

- for the calculation of insulation layer thicknesses, designed to maintain a given surface temperature, it is of decisive influence and
- smaller surface coefficients of heat transfer lead to larger insulation thicknesses.

Smaller surface coefficients of heat transfer must, therefore, be selected to be on the safe side.

Knowledge of the geometry of the installation and the positioning of its different components is required, to gauge the surface heat transfer conditions

Assumptions must be made especially regarding the radiation conditions of cold insulation surfaces in radiation exchange with other radiating surfaces, and regarding the influence of convection.

It must be taken into account that close spacing and adjacent cold surfaces considerably decrease the surface heat transfer.

However, even if the complete installation geometry is precisely known, reliable conclusions are possible only in exceptional cases.

In many specifications for installations in the open, it is required to determine the surface coefficient of heat transfer at a wind speed of 5 m/s. This applies, following the above reasoning, to heat loss calculations. For the calculation of surface temperatures, and the consequential insulation layer thicknesses for condensate prevention, still air and free convection constitute the least favourable condition.

However, the insulation layer thickness tables for installations in the open, given in AGI working document Q 157-7, assume an air movement of 1 m/s.

In Räumen verursachen Lüftungsanlagen oder Wärmequellen Luftgeschwindigkeiten bis ca. 0,2 m/s. In Produktionsgebäuden und -hallen herrschen aufgrund von Zwangsbelüftungen oder Produktionsabläufen größere Luftgeschwindigkeiten. Aus diesem Grund gehen die Tabellen des AGI-Arbeitsblattes Q 157-7 für Produktionsgebäude von einer Luftgeschwindigkeit von 0,4 m/s aus.

### 3.4.1 Konvektion – Strahlung

Der Wärmeübergang von der Umgebung auf die Dämmschichtoberfläche setzt sich aus den Anteilen  $\alpha_K$  der Konvektion und  $\alpha_{Str}$  der Wärmestrahlung zusammen.

$$\alpha_{\text{gesamt}} = \alpha_K + \alpha_{\text{Str}}$$

Konvektion ist die Bewegung der Luft, durch die Wärme auf die Dämmschichtoberfläche übertragen wird. Die Luftbewegung kann als Zwangskonvektion durch Wind oder Anblasen erfolgen oder als freie Konvektion dadurch, dass die in der unmittelbaren Umgebung der Dämmung kältere und damit schwerere Luft abwärts strömt.

Wird die Luftbewegung durch beengte Platzverhältnisse behindert, z. B. in Zwischendecken und Raumecken, verringert sich der Wärmeübergang durch Konvektion.

Die von der Dämmschichtoberfläche aufgenommene Wärmestrahlung hängt vom Absorptionsgrad  $a$  der Oberfläche ab. Eine schwarze Oberfläche mit  $a \approx 1$  absorbiert den größten Teil der auftreffenden Wärmestrahlung, während eine weiße Oberfläche mit  $a \ll 1$  den größten Teil reflektiert.

Oberflächen mit geringem Absorptionsvermögen haben somit einen geringeren Wärmeübergang. Dies führt zu hohen Temperaturdifferenzen zwischen Umgebungsluft und Dämmschichtoberfläche bzw. zu großen Dämmschichtdicken.

Der Absorptionsgrad  $a$  ist in der Literatur nur selten angegeben. Es gilt aber in vielen Fällen das Gesetz, dass der Absorptionsgrad  $a$  gleich dem Emissionsgrad  $\varepsilon$  ist. Dieser ist für Dämmschichtoberflächen in der VDI 2055 angegeben und hier in Tabelle 2 übernommen.

In rooms, ventilation systems or heat sources cause air movements of up to 0,2 m/s. In workshops and production halls, more rapid air movement prevails caused by radiators or through the conditions of production. Because of this, the tables in AGI working document Q 157-7 assume an air movement of 0,4 m/s in production facilities.

### 3.4.1 Convection – radiation

The surface heat transfer from the ambient air to the insulation surface consists of the components  $\alpha_C$  for convection and  $\alpha_R$  for radiation.

$$\alpha_{\text{total}} = \alpha_C + \alpha_R$$

Convection is the movement of air by which heat is transferred onto the insulation surface. This movement can be caused by wind or an artificial ventilation or it can occur naturally as free convection, as colder and therefore heavier air in the immediate vicinity of the insulation flows downward.

Where the air movement is hampered through closed spacing conditions, e.g. in suspended ceilings and room corners, the surface heat transfer through convection decreases.

The thermal radiation absorbed by the insulation surface depends upon its absorption coefficient  $a$ . A black surface with  $a \approx 1$  absorbs the major part of the oncoming radiation, whilst a bright surface with  $a \ll 1$  reflects the major portion.

Surfaces with low absorptivity, therefore, possess a lower surface heat transfer. This leads to high temperature differences between ambient air and insulation surface, respectively to large insulation layer thicknesses.

The absorption coefficient  $a$  is rarely mentioned in the literature. However, in many cases the rule applies that the absorption coefficient  $a$  equals the emissivity  $\varepsilon$ , which is given for insulation surfaces in VDI 2055 and copied in Table 2 below.



### 3.4.2 Gesamtwärmeübergangskoeffizient

$\alpha_{\text{gesamt}}$

In Tabelle 2 sind Gesamtwärmeübergangskoeffizienten für verschiedene Ummantelungen angegeben. Ihnen liegt ein Konvektionsanteil des Wärmeübergangskoeffizienten von  $\alpha_K = 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  zugrunde, der für eine waagerechte Rohrleitung mit einer Temperaturdifferenz von 4,5 K gilt.

### 3.4.2 Total surface coefficient of heat transfer

$\alpha_{\text{total}}$

Table 2 shows the total surface coefficients of heat transfer for different cladding materials. Underlying is the assumption of a convection part of the surface coefficient of heat transfer of  $\alpha_C = 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , which applies to horizontal pipes with a temperature difference of 4,5 K.

**Tabelle 2: Wärmeübergangskoeffizienten**  
**Table 2: Surface coefficients of heat transfer**

Ummantelung <i>Cladding</i>	$\varepsilon$	$\alpha_{\text{Str}}$ $\alpha_R$ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\alpha_K$ (freie Konvektion) $\alpha_C$ (free convection)	$\alpha_{\text{gesamt}}$ $\alpha_{\text{total}}$ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Nr. im Diagramm <i>No. in diagram</i>
Aluminium, blank <i>Aluminium, bright</i>	0,05	0,27	2,0	2,27	1
Aluminium, oxidiert nichtrostender austenitischer Stahl <i>Aluminium, oxidised</i> <i>stainless austenitic steel</i>	0,13	0,70	2,0	2,70	2
Alu-Zink <i>Alu-Zinc</i>	0,16	0,86	2,0	2,86	2
Stahl, verzinkt, blank <i>Steel, galvanised, bright</i>	0,26	1,50	2,0	3,5	3
Stahl, verzinkt, verstaubt <i>Steel, galvanised, dusty</i>	0,44	2,50	2,0	4,5	4
farbbeschichtetes Blech, Schaumglas, Elastomerschaum, Kunststoffummantelung <i>paint-coated sheet metal, cellular glass, flexible elastomeric foam, plastic cladding</i>	0,90	5,00	2,0	7,0	5

Man erkennt, dass mit zunehmendem Emissionsgrad der Gesamtwärmeübergangskoeffizient ebenfalls zunimmt. Dies bedeutet, dass die Temperaturdifferenz von der Umgebung zur Oberfläche kleiner wird, bzw. dass man mit einer geringeren Dämmschichtdicke auskommt.

Die Konsequenz des unterschiedlichen Strahlungsverhaltens dieser Oberflächenmaterialien für die zur Tauwasserverhütung erforderliche Dämmschichtdicke ist in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte im Diagramm in Abschnitt 3.5 dargestellt.

### 3.5 Dämmschichtdicke

Aus dem oben Gesagten ergibt sich das wichtige Ergebnis:

Die notwendige Dämmschichtdicke wird von den Strahlungseigenschaften der Dämtoberfläche und somit von der gewählten Ummantelung wesentlich beeinflusst.

One perceives that the total surface coefficient of heat transfer increases with increasing emissivity. This means that the temperature difference between the ambient and the surface of the insulation decreases, and that a smaller insulation layer thickness suffices.

The consequence of the varying radiation behaviours of these surface materials for the insulation layer thickness required for condensate prevention is shown in the diagram in Section 3.5, depending on prevailing relative humidities.

### 3.5 Insulation layer thickness

The discussion above leads to the important result:

The insulation thickness required for condensate prevention is importantly dependent upon the radiation conditions at the insulation surface and thereby upon the cladding material chosen.



Dieser Einfluss ist umso größer, je geringer der relative Einfluss der Konvektion ist (Innenräume).

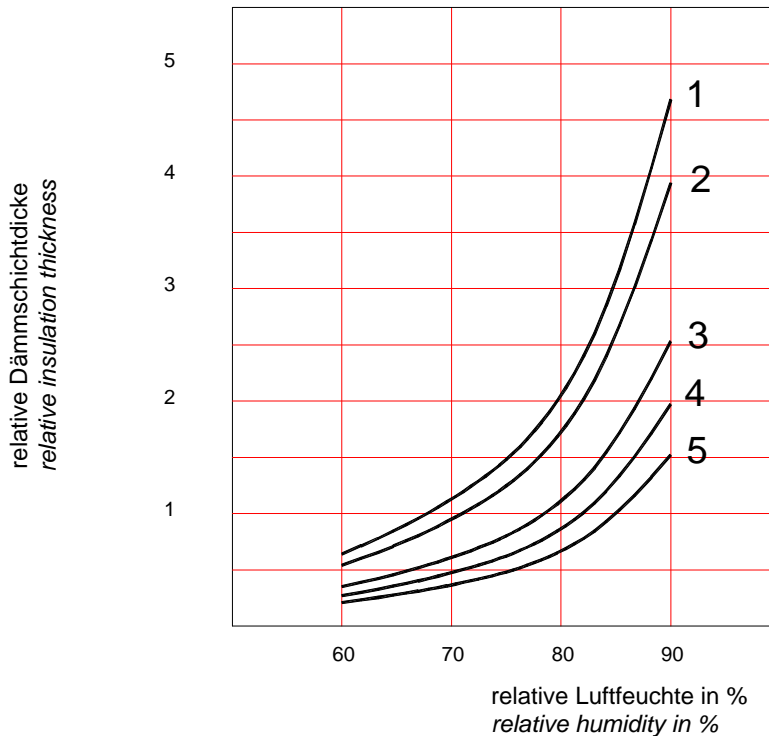
This influence is the larger, the smaller the relative influence of convection (in buildings).

Dies ist beispielhaft in folgendem Diagramm aufgetragen:

This is shown in an exemplary way in the diagram below:

**Diagramm: Dämmschichtdicke zur Tauwasserverhütung**  
**Diagram: Insulation layer thickness to prevent condensation formation**

in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte bei den verschiedenen Ummantelungen nach Tabelle 2  
in relation of the relative humidity and different claddings according to Table 2



Konsequenzen dieses Zusammenhanges sind:

Consequences of this relation are:

- Bei Verwendung von verzinktem Stahlblech oder farbbeschichtetem Blech benötigt man geringere Dämmschichtdicken als bei einer Aluminiumummantelung.
- Wird eine Dämmung aus Schaumglas oder Elastomerschaum mit einer unbeschichteten Blechummantelung versehen, so erhöhen sich dadurch die notwendigen Dämmschichtdicken.
- In manchen Fällen kann die Tauwasserbildung auf einer Dämmschichtoberfläche mit Blechummantelung nachträglich dadurch verhindert werden, dass man eine Beschichtung aufbringt. Hierzu kann jede beliebige nichtmetallische Farbe (d. h. nicht Silberbronze), also auch Weiß, verwendet werden.
- When using galvanised steel sheet or paint-coated steel sheet, lower insulation layer thicknesses are required than when using aluminium cladding.
- If an insulation of cellular glass or flexible elastomeric foam is cladded with an uncoated sheet metal, the insulation layer thicknesses required are increasing.
- In some cases, condensate formation on an insulation surface with sheet-metal cladding can be prevented by the later application of paint. Any non-metallic colour (i. e. not silver bronze) may be used for that purpose, including white.

Es mag zunächst erstaunlich sein, dass "Weiß" ebenfalls einen hohen Strahlungsübergang aufweist, da einerseits ein hohes Absorptionsvermögen erforderlich ist, andererseits Weiß ja gerade dadurch gekennzeichnet ist, dass das auf fallende Licht nicht absorbiert, sondern fast vollständig reflektiert wird.

Die Erklärung hierfür ist, dass sich weiße Farbe – wie im Übrigen auch Schnee, Eis oder Raureif – im Bereich des sichtbaren Lichts anders verhält als in dem für die Wärmeübertragung maßgebenden Infrarotbereich. Während im Bereich des sichtbaren Lichts die auffallende Strahlung reflektiert wird, wird Infrarotstrahlung fast vollständig absorbiert, sodass sich Weiß und auch andere Farben in diesem Bereich annähernd wie schwarze Oberflächen verhalten.

Als generelle Aussage lässt sich zusammenfassen:

- Je blanker die Oberfläche, desto "kälter" ist sie.
- Farbbeschichtungen, Oxidationsschichten, Staub und Verschmutzungen haben "wärmere" Oberflächen zur Folge.

### 3.6 Brandschutz

In den Fällen, in denen an Kälte­dämmungen Anforderungen hinsichtlich des baulichen Brandschutzes gestellt werden, muss das gesamte Kälte­dämm­system vorrangig die einschlägigen Brandschutzvorschriften erfüllen. Hierzu gehören sowohl der Beitrag zur Brandlast als auch – bei Durchführungen durch Brandwände oder bei zu schützenden Medien – das Feuerwiderstandsverhalten.

In die Betrachtung des Brandverhaltens gehören:

- Dämmstoff (Baustoffklasse A1 bis B3 nach DIN 4102; bzw. Euroklassen A1 bis F gemäß DIN EN 13501),
- Ummantelungswerkstoff (metallische Werkstoffe, Kunststoffe, Mastix, ...),
- Kleber (Fugenfüller, Dichtstoff, Montagehilfe),
- Dampfbremse, Abriebschutz und andere Beschichtungen,
- mechanische Befestigungen (Draht, Schnüre, Bänder, Klebepins).

It may appear strange that even "white" shows a high radiative transition since on the one hand a high absorptivity is required for this, on the other white is characterised by the fact that it does not absorb oncoming light, but instead almost totally reflects it.

The explanation for this is that white paint – the same way as snow, ice or haw frost – behaves differently between the area of visible light and the area of infrared radiation, which is decisive for surface heat transfer. Whilst in the area of visible light the radiation is reflected, the infrared radiation is absorbed almost completely, so that white and also other colours behave in this area almost like a black surface.

As a general conclusion, it can be summarised:

- The brighter a surface, the "colder" it is.
- Paint coatings, oxidation layers, dust and dirt result in "warmer" surfaces.

### 3.6 Fire protection

In cases where cold insulations additionally need to meet certain requirements of fire protection, the pertaining fire protection directives govern the entire design of the cold insulation system. This entails both, the contribution to the fire load and – in case of penetrations through fire walls or of media requiring protection – the fire resistance behaviour.

Points for the consideration of fire behaviour are:

- insulation material (building material class A1 through B3 according to DIN 4102; respectively A1 through F according to DIN EN 13501),
- cladding material (metallic materials, plastics, mastic, ...),
- adhesives (gap fillers, sealing compounds, assembling aids),
- vapour retarder, abrasion protection and other coatings,
- mechanical fastenings (wire, strings, bands, adhesive pins).

Das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen wird z. B. über Normen oder Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen nachgewiesen.

The fire behaviour of building materials and building components is established by e.g. standards and technical approvals.

### 3.7 Schallschutz

### 3.7 Sound insulation

Zusätzliche Aufgaben des Schallschutzes sind bei Kälte­dämmungen problematisch. Die bei ihnen aus prinzipiellen Gründen vorgeschriebenen geschlossenzelligen Dämmstoffe (siehe Technischer Brief Nr. 7) haben schlechte schallschutztechnische Eigenschaften.

Additional requirements of sound insulation are critical for cold insulations. The closed-cell insulation materials necessary for prime thermal reasons (see Technical Letter No. 7) possess bad acoustically protective properties.

Ausführungsbeispiele für Kälte­dämmungen mit gleichzeitigen schallschutztechnischen Anforderungen sind der DIN 4140 oder dem AGI-Arbeitsblatt Q 03 zu entnehmen.

Examples for the composition of cold insulation systems with simultaneous acoustically protective requirements are given in DIN 4140 and in AGI working document Q 03.

### 3.8 Hygiene

### 3.8 Hygiene

Für gedämmte Anlagen, z. B. in der Lebensmittelindustrie, können besondere Hygieneanforderungen bestehen. Insbesondere dort, wo Anlagenteile gereinigt oder desinfiziert werden müssen, ist die Verträglichkeit der Ummantelung mit den verwendeten Reinigungsmitteln von entscheidender Bedeutung für die Betriebssicherheit der Anlage. Besondere Sorgfalt ist bei der Abdichtung der Ummantelung nötig, wo Nass gereinigt wird und Spritzwasser auftritt, um die Gefahr der Durchfeuchtung so gering wie möglich zu halten.

For insulated installations, e.g. in the food industry, special requirements for hygiene may prevail. Especially where parts of the installation need to be cleaned or disinfected, the compatibility of the cladding with cleaning agents used is of decisive importance for the operating safety of the installation. Special attention is needed for the sealing of the cladding, where wet cleaning and spray water occur, to keep the danger of moisture penetration into the installation as low as possible.

Die verwendeten Stoffe dürfen nicht toxisch sein. Für Kunststoffe, Lacke, Metalle und Metalllegierungen gelten besondere Richtlinien. Deshalb sind vor deren Einsatz die Hersteller zu befragen.

Materials used must not be toxic. For plastic materials, paints, metals or alloys, special directives apply. Prior to their employment, manufacturers must be consulted.

Die Stoffe müssen gegen Desinfizierungsmittel widerstandsfähig sein und dürfen nicht korrodieren. Daher empfiehlt es sich, z. B. in Milchverarbeitungsbetrieben Ummantelungsbleche aus nichtrostenden austenitischen Stählen einzusetzen, die den jeweiligen Anforderungen angepasst sind.

Materials must be resistant against disinfecting agents and corrosion. It is therefore recommended, e.g. for milk-processing operations, to use cladding sheets of stainless austenitic steel, of a denomination appropriate to the prevailing requirements.

## 4. Zusatzmaßnahmen beim Verlassen der Auslegungsbedingungen

## 4. Additional measurements when leaving design conditions.

Zusatzmaßnahmen können erforderlich sein, wenn die Auslegungsbedingungen "ungünstig" verlassen werden, also in Richtung auf eine Erhöhung der Tauwassergefahr.

Additional measurements may be required in cases where the design conditions have been left "unfavourably", that means in direction of increasing condensation danger.

#### 4.1 Rinnen und Wannen

Über Rinnen kann das Tropfwasser über die Länge einer Rohrleitung abgeleitet werden. Sie benötigen ein Gefälle von mindestens 10 mm/m und einen Ablauf zu einer vorhandenen Entwässerung. Rohrachse und Rinnenachse müssen miteinander fluchten. Die Breite der Rinne soll dem Durchmesser der Ummantelung entsprechen, mindestens jedoch 2/3 dieses Durchmessers betragen.

Für ein Auffangen von Tropfwasser an gefährdeten Stellen werden Wannens unterhalb der Abtropfstellen verwendet. Sie benötigen einen Ablauf.

Rinnen und Wannens sollten einen Abstand von mindestens 50 mm vom unteren Scheitelpunkt der Dämmschichtoberfläche haben.

Bei Installation von Rinnen und Wannens ist die Zugänglichkeit, z. B. zu Bedienelementen, zu berücksichtigen.

#### 4.2 Zwangsbelüftung

Überall dort, wo Rinnen und Wannens nicht angebracht werden können, sind Zwangsbelüftungen durch Ventilatoren geeignet, die Bildung von Tauwasser zu verhindern.

Zwangsbelüftungen wirken nur räumlich begrenzt.

Anlage: Kopiervorlage

Literatur:

VDI 2055: Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung – Berechnungsgrundlagen, Gewährleistungen, Mess- und Prüfverfahren, Gütesicherung, Lieferbedingungen

DIN 4140: Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung – Ausführung von Wärme- und Kälte-dämmungen

DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

DIN EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

AGI Q 03: Dämmarbeiten – Ausführung von Wärme- und Kälte-dämmungen – Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen

AGI Q 157-7: Kälteschutz – Wasser-/CO<sub>2</sub>-getriebener Polyurethan-Ortschaum, Dämmschichtdicken zur Tauwasserverhütung, Kälteverluste, Massen

#### 4.1 Gutters and troughs

Gutters can convey the dripping water along the length of a piping. They require a minimum inclination of 10 mm/m and an exit to an existing drainage. Axes of pipe and gutter must be in alignment. The width of the gutter should equal the diameter of the cladding. The minimum should be 2/3 of that diameter.

To receive dripping water in critical places, troughs are employed below the dripping points. They need a drainage.

Gutters and troughs should have a distance of at least 50 mm from the lower apex of the insulation.

When installing gutters and troughs, the accessibility, e.g. of operating appliances, must be taken into account.

#### 4.2 Forced ventilation

Wherever gutters and troughs cannot be employed, forced ventilation is an alternative to prevent the formation of condensate.

Forced ventilation is only effective in a limited area.

Annex: Specimen check list

Literature:

VDI 2055: Energy protection of heated and refrigerated operational installations in the industry and the technical building equipment – Calculations, guarantees, measuring and testing methods, quality assurance, supply conditions

DIN 4140: Insulation work on industrial installations and building equipment – Execution of thermal and cold insulations

DIN 4102: Fire behaviour of building materials and building components

DIN EN 13501: Fire classification of construction products and building elements

AGI Q 03: Thermal insulation – Execution of thermal and cold insulations – Insulation work on industrial installations

AGI Q 157-7: Cold protection – Polyurethane in-situ foam, insulation layer thicknesses to prevent condensation, cold losses, masses

Dieser Technische Brief stellt eine pauschale Sachverhaltsdiskussion dar, die eine technische bzw. bauphysikalische Bewertung eines Einzelfalles sowie ein Studium der Betriebsanleitungen benutzter Messgeräte nicht ersetzt.  
Er ist das Ergebnis einer Arbeit des Technischen Ausschusses der BFA WKSB und gibt eine Information zum Stand der Technik zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Eine Haftung für trotz aller Sorgfalt mögliche Fehler wird nicht übernommen.

This Technical Letter provides a general discussion of the technical issues mentioned therein. It does neither replace detailed calculations and assessments of prevailing physical conditions nor a thorough study of the manufacturer's operating advice of measuring instruments used. It is a publication of the Technical Commission of the BFA WKSB and gives information about the status of technology at the moment of publication. Despite all circumspection employed in the editing work, a liability for possible mistakes cannot be accepted

An der Erstellung dieses Technischen Briefes der BFA Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. haben folgende Herren mitgewirkt:

The following gentlemen contributed to this Technical Letter of the BFA Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.:

- Helmut Bramann
- Peter Bernhoff
- Stefan Debold
- Gerd Gollenstede
- Theodor Haack
- Karl-Heinz Kermann
- Sascha Leschzyk
- Axel Mannsport
- Thomas Ortlieb
- Walter Riering
- Jürgen Schmoltdt
- Roland Schreiner
- Joachim Weber

Tabelle 1: Checkliste – Notwendige Angaben für die Planung von Kälte­dämmungen

## Verantwortlichkeiten von Auftraggeber und Auftragnehmer

				Einheit	AG	AN	Bemerkungen
1	Mediumtemperatur (Auslegungswert)	konstant		°C	X		
		wechselnd / gleitend	Min.	°C	X		
			Max.	°C	X		
2	Umgebungs­luft (Auslegungswert)	Temperatur		°C	X		
		Relative Feuchte		%	X		
3	Wärmeübergang	Geometrie / Zeichnung					
		Konvektion / Strahlung	Luftbewegung / Wind <sup>1)</sup>	m/s	X	B	
			Ummantelungs­material / -beschichtung		X	B	
			Emissionsgrad			X	
		Randeinflüsse <sup>2)</sup>		X	B		
4	Brandschutz	Anforderungen:			X	B	
5	Schallschutz	Anforderungen:			X	B	
6	Hygiene	Anforderungen:			X	B	
7	Dämmstoff	Art / Produkt			X	B	
		Nennwert der Wärmeleitfähigkeit gemäß Herstellerangaben (Produktdatenblatt Nr. „„) <sup>3)</sup>				X	
8	Dämmschichtdicke	Berechnet gemäß VDI 2055 Blatt 1 bzw. DIN EN 12241		mm		X	
AG = Auftraggeber AN = Auftragnehmer X = gibt an B = berät							

<sup>1)</sup> Sofern keine gesicherten Informationen über die Luftgeschwindigkeit vorliegen, sollte mit freier Konvektion gerechnet werden.

<sup>2)</sup> z. B. benachbarte strahlende Flächen (siehe auch Technischer Brief Nr. 5, Abschnitt 2)

<sup>3)</sup> der Checkliste als Anlage beizufügen

**Table 1: Check list – Information needed for the design of cold insulations**

***Responsibilities of the client and the contractor***

				Unit	CL	CO	Remarks	
1	Medium temperature (design value)	constant		°C	X			
		changing / flexible	Min.	°C	X			
			Max.	°C	X			
2	Ambient air (design value)	Temperature		°C	X			
		Relative humidity		%	X			
3	Surface heat transfer	Geometry / drawing						
		Convection / radiation	Air movement / wind <sup>1)</sup>	m/s	X	A		
			Cladding material / coating			X	A	
			Emissivity				X	
	Other factors <sup>2)</sup>			X	A			
4	Fire protection	Requirements:			X	A		
5	Sound insulation	Requirements:			X	A		
6	Hygiene	Requirements			X	A		
7	Insulation material	Type / product			X	A		
		Declared thermal conductivity according to manufacturer's data (product data sheet No. ...) <sup>3)</sup>				X		
8	Insulation thickness	Calculated according to VDI 2055 Part 1, respectively DIN EN 12241		mm		X		
CL = Client / customer CO = Contractor X = provides A = advises								

<sup>1)</sup> Where no information regarding wind speed is available, free convection should be assumed as basis for the calculation.

<sup>2)</sup> e. g. neighbouring radiating surfaces (see also Technical Letter No. 5, section 2)

<sup>3)</sup> to be annexed to the check list.



## Bestellformular für den Postversand

### TECHNISCHE BRIEFE

der BFA Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz  
im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.  
10898 Berlin  
Fax: 0 30 / 2 12 86-246  
E-Mail: [bfa.wksb@bauindustrie.de](mailto:bfa.wksb@bauindustrie.de)

Alle Technischen und Kaufmännischen Briefe  
der BFA WKSb sind im Internet abrufbar:

<http://www.bauindustrie.de/publikationen/?thema=kaufmannische-technische-briefe>

- ..... [Stück] **Nr. 1 "Thermische Probleme an Versteifungen bei großdimensionierten, warmgehenden Objekten – *Problems of thermal stress in metal reinforcements of large-dimensional objects with elevated service temperatures*", (Juli 2014, 5. überarbeitete Auflage)**
- **Nr. 2 "Was ist bei FCKW-freien PUR-Ortschäumen zu beachten?" (zurückgezogen)**
- ..... [Stück] **Nr. 3 "Die Verhinderung von Korrosion – *Prevention of metal corrosion*", (Juli 2014, 6. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 4 "Arbeitsblatt: Aufmaßsystem für Isolierungen", (Mai 1999, 3. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 5 "Zur Problematik der Gewährleistung von Oberflächentemperaturen – *Problems associated with the warranty of specified surface temperatures*", (September 2015, 5. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 6 "Hohe Rentabilität bei umweltgerechten Isolierschichtdicken – *High profitability through ecologically based insulation thicknesses*", (Oktober 2008, 3. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 7 "Grundlagen der Kälteisolierung – *Principles of cold insulation*", (Juli 2014, 4. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 8 "Auslegung der Kälteisolierung zur Tauwasserverhütung auf der Oberfläche – *Design of cold insulation to prevent formation of condensation on the surface*", (Mai 2016, 4. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 9 "Messverfahren – *Methods of measuring*", (März 2013, 3. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 10 "Messstellen für thermische Messungen – *Measuring points for thermal measurements*", (August 2012, 1. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 11 "Feuchte im Dämmsystem – *Moisture in insulation systems*", (Mai 2016, 3. überarbeitete Auflage)**
- ..... [Stück] **Nr. 12 „Harmonisierte europäische Normen für Dämmstoffe für betriebstechnische Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung“, (September 2015, 2. überarbeitete Auflage) - „*European harmonised standards for insulation materials for technical installations in the industry and in the technical building equipment*“**
- ..... [Stück] **Nr. 13 „Spezifikationen für Dämmarbeiten / Specifications for Insulation Work, (Mai 2016)**
- ..... [Stück] **Nr. 14 „Energieeffizienz im Anlagenbau – Aspekte nachhaltigen Dämmens  
Energy efficiency in plant construction – aspects of sustainable insulation (Februar 2013)**
- ..... [Stück] **Nr. 15.1 „Vorbeugender baulicher Brandschutz“ (Oktober 2011)**
- ..... [Stück] **Nr. 15.2 „Brandschutz in Industrie und Tunnelbau“ (November 2011)**

Hiermit bestellen wir verbindlich die oben angegebene Anzahl Technischer Briefe, zahlbar mit Rechnungsstellung unmittelbar nach Auslieferung. Schutzgebühr jeweils 8,00 €/ Stück zzgl. Versand und Mehrwertsteuer. (Für **Mitglieder der Bundesfachabteilung Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz** gilt eine ermäßigte Schutzgebühr in Höhe von 7,00 €/ Exemplar - ab Bestellmengen größer 200 Stück einer Ausgabe 6,00 €/ Exemplar - zzgl. Versand und Mehrwertsteuer).

**Bitte geben Sie hier Ihre Rechnungs- und Lieferanschrift an:**

---

Datum, Stempel, Unterschrift

## Bestellformular für den Postversand



### KAUFMÄNNISCHE BRIEFE

der BFA Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz  
im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.  
10898 Berlin

Fax: 0 30 / 2 12 86-246

E-Mail: [bfa.wksb@bauindustrie.de](mailto:bfa.wksb@bauindustrie.de)

Alle Technischen und Kaufmännischen Briefe  
der BFA WKSb sind im Internat abrufbar:

<http://www.bauindustrie.de/publikationen/?thema=kaufmannische-technische-briefe>

- ..... [Stück] **Nr. 2 „Sicherung der Liquidität im Unternehmen – Zahlungsrisiken im In- und Ausland – Absicherung der Forderungen für erbrachte Leistungen“**  
(4. überarbeitete Auflage, Dezember 2013)
- ..... [Stück] **Nr. 3 „Grundsätze für die kaufmännische Abwicklung von BAU-ARGEN“**  
(Erstausgabe, Januar 2015)
- ..... [Stück] **Nr. 4 „Tarifverträge in der Bauwirtschaft – ihre Wirkung für Isolierbetriebe“**  
(2. überarbeitete Auflage, Mai 2006)
- ..... [Stück] **Nr. 5 „Behörden auf der Baustelle“**  
(4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Januar 2010)
- ..... [Stück] **Nr. 10 „Gesetzeskonformes Verhalten und Korruptionsprävention bei Auftragsvergaben“**  
(Erstausgabe, Februar 2010)

Hiermit bestellen wir verbindlich die oben angegebene Anzahl Kaufmännischer Briefe, zahlbar mit Rechnungsstellung unmittelbar nach Auslieferung. Schutzgebühr jeweils 10,00 €/ Stück zzgl. Versand und Mehrwertsteuer. (Für Mitglieder der Bundesfachabteilung Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz gilt eine ermäßigte Schutzgebühr in Höhe von 8,00 €/ Exemplar - ab Bestellmengen größer 200 Stück einer Ausgabe 6,00 €/ Exemplar - zzgl. Versand und Mehrwertsteuer).

**Bitte geben Sie hier Ihre Rechnungs- und Lieferanschrift an:**

---

Datum, Stempel, Unterschrift



zu beziehen über / to be ordered:

Bundesfachabteilung  
Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz  
im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.  
Kurfürstenstraße 129, D-10785 Berlin  
Tel. 0049 30/21286-0  
Fax 0049 30/21286-246  
E-Mail: [bfa.wksb@bauindustrie.de](mailto:bfa.wksb@bauindustrie.de)

Mai 2016, 4. überarbeitete Auflage; May 2016, 4th revised edition