

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen  
Anlagen in der Industrie und in der  
Technischen Gebäudeausrüstung  
Berechnungsgrundlagen

VDI 2055

Blatt 1 / Part 1

Thermal insulation of heated and refrigerated  
operational installations in the industry and the  
building services

Calculation rules

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	5	Preliminary note . . . . .	5
Einleitung . . . . .	5	Introduction . . . . .	5
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>6</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>3 Formelzeichen und Indizes . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>3 Symbols and indices . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4 Grundlagen des Wärmeschutzes . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>4 Principles of thermal insulation . . . . .</b>	<b>10</b>
4.1 Physikalische Gesetzmäßigkeiten . . . . .	10	4.1 Physical laws . . . . .	10
4.1.1 Wärmetransport . . . . .	10	4.1.1 Heat transfer . . . . .	10
4.1.2 Einfluss der Feuchtigkeit im Dämmstoff auf die Wärmeleit- fähigkeit . . . . .	15	4.1.2 Influence of moisture in the insulant upon the thermal conductivity . . . . .	15
4.2 Berechnung der Wärmeströme durch Dämmschichten im stationären Zustand . . . . .	16	4.2 Calculation of heat flow rates through insulation layers in the steady state . . . . .	16
4.2.1 Wärmetransport in Dämmschichten . . . . .	16	4.2.1 Heat transfer in insulation layers . . . . .	16
4.2.2 Wärmeübergang . . . . .	26	4.2.2 Surface heat transfer . . . . .	26
4.2.3 Wärmedurchgang . . . . .	35	4.2.3 Thermal transmission . . . . .	35
4.2.4 Temperaturen an Oberflächen und Schichtgrenzen . . . . .	41	4.2.4 Temperatures at surfaces and layer boundaries . . . . .	41
<b>5 Berechnung von Wärmeverlusten oder -einträgen, Temperaturen und Wasserdampf- diffusionsvorgängen . . . . .</b>	<b>43</b>	<b>5 Calculation of heat losses or ingresses, temperatures and water vapour diffusion processes . . . . .</b>	<b>43</b>
5.1 Gesamtwärmeverlust oder -eintrag und die Einflussgrößen . . . . .	43	5.1 Total heat loss or ingress and pertinent factors . . . . .	43
5.1.1 Praktische Gegebenheiten und Randbedingungen . . . . .	44	5.1.1 Practical matters and boundary conditions . . . . .	44
5.1.2 Zuschlagswerte $\Delta\lambda$ zur Berechnung von $\lambda_B$ . . . . .	45	5.1.2 Supplementary values $\Delta\lambda$ for calculating $\lambda_B$ . . . . .	45
5.1.3 Gesamtwärmedurchgangs- koeffizient $k'_i$ . . . . .	45	5.1.3 Total thermal transmission coefficient $k'_i$ . . . . .	45

VDI-Gesellschaft Energietechnik

Ausschuss Wärme- und Kälteschutz

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 2: Planung/Projektierung

	Seite		Page	
5.2	Wärmeverluste oder -einträge sowie Temperaturen in Komponenten . . . . .	53	5.2 Heat losses or ingresses and temperatures in components . . . . .	53
5.2.1	Behälter . . . . .	53	5.2.1 Vessel . . . . .	53
5.2.2	Rohrleitungen und Kanäle . . . . .	56	5.2.2 Pipes and ducts . . . . .	56
5.3	Wasserdampfdiffusion . . . . .	60	5.3 Water vapour diffusion . . . . .	60
5.3.1	Allgemeines . . . . .	60	5.3.1 General . . . . .	60
5.3.2	Wasserdampfdiffusion in einer Kühlraumwand. . . . .	62	5.3.2 Water vapour diffusion in a cold store wall . . . . .	62
5.3.3	Wasserdampfdiffusion in Kälte- dämmungen . . . . .	63	5.3.3 Water vapour diffusion in cold insulations . . . . .	63
5.4	Beispiele . . . . .	68	5.4 Examples . . . . .	68
5.4.1	Einlagige Wärmedämmung einer vertikalen Rohrleitung . . . . .	68	5.4.1 Single-layer thermal insulation of a vertical pipe . . . . .	68
5.4.2	Kälte-dämmung. . . . .	70	5.4.2 Cold insulation . . . . .	70
5.4.3	Dämmung einer Kühlleitung zur Vermeidung von Tauwasser; Berechnung der Feuchteaufnahme. . . . .	71	5.4.3 Insulation of a cold pipe to avoid condensation; calculation of moisture absorption . . . . .	71
5.4.4	Mehrschichtige Wärmedämmung . . . . .	74	5.4.4 Multi-layered thermal insulation . . . . .	74
5.4.5	Wärmeverlust eines Behälters . . . . .	76	5.4.5 Heat loss from a vessel . . . . .	76
5.4.6	Wärmestrom eines in einer Fuß- boden- oder Wandkonstruktion eingebetteten Rohres. . . . .	81	5.4.6 Heat flow rate of a pipe embedded in a floor or wall construction . . . . .	81
<b>6</b>	<b>Bemessung von Dämmschichten . . . . .</b>	<b>84</b>	<b>6 Dimensioning of insulation layers . . . . .</b>	<b>84</b>
6.1	Allgemeine Gesichtspunkte für die Auswahl von Dämmstoffen und die Festlegung von Dämmschichtdicken . . . . .	84	6.1 General considerations regarding the selection of insulation materials and the determination of insulation layer thicknesses . . . . .	84
6.1.1	Bemessungskriterien. . . . .	84	6.1.1 Dimensioning criteria . . . . .	84
6.1.2	Wahl des Dämmstoffes . . . . .	85	6.1.2 Selection of the insulation material . . . . .	85
6.2	Ermittlung von Dämmschichtdicken beim Wärmeschutz . . . . .	85	6.2 Determination of insulation layer thicknesses for thermal protection . . . . .	85
6.2.1	Ermittlung von Dämmschicht- dicken nach technischen Gesichts- punkten. . . . .	85	6.2.1 Determination of insulation layer thicknesses on the basis of technical considerations . . . . .	85
6.2.2	Bestimmung der Dämmschicht- dicke nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten . . . . .	91	6.2.2 Determination of insulation layer thickness on the basis of economic considerations . . . . .	91
6.2.3	Beispiele . . . . .	99	6.2.3 Examples . . . . .	99
6.3	Besonderheiten beim Kälteschutz . . . . .	105	6.3 Special conditions for cold protection . . . . .	105
6.3.1	Allgemeines . . . . .	105	6.3.1 General . . . . .	105
6.3.2	Bestimmung der Dämmschicht- dicke nach betriebstechnischen Gesichtspunkten . . . . .	105	6.3.2 Determination of insulation layer thickness on the basis of operational considerations. . . . .	105
<b>Anhang A</b>	<b>. . . . .</b>	<b>107</b>	<b>Annex A . . . . .</b>	<b>108</b>
A1	Vergleich der Wärmeleitfähigkeiten . . . . .	107	A1 Comparison of thermal conductivities . . . . .	108
A2	Anhaltswerte für das Produkt aller wirksamen Faktoren $f_{ges}$ gemäß Gleichung (8) und Anhang A3 . . . . .	109	A2 Reference values for the product of all effective factors $f_{ges}$ according to Equation (8) und Annex A3 . . . . .	112
A3	Faktoren zur Ermittlung der Betriebs- wärmeleitfähigkeit gemäß Abschnitt 4.2.1.1c . . . . .	115	A3 Factors for the determination of the operational thermal conductivity according to Section 4.2.1.1c . . . . .	117
A3.1	Faktor $f_{\Delta\theta}$ . . . . .	116	A3.1 Factor $f_{\Delta\theta}$ . . . . .	118

	Seite		Page		
A3.2	Koeffizient $a_c$ für Mineralwolle zur Berechnung von $f_{VD}$ im Temperaturbereich 50 °C bis 600 °C . . . . .	119	A3.2	Coefficient $a_c$ for mineral wool for the calculation of $f_{VD}$ in the temperature range 50 °C to 600 °C . . . . .	119
A3.3	Parameter für die modifizierte Nusselt-Zahl zur Ermittlung von $f_k$ . . . . .	119	A3.3	Parameter for the modified Nusselt number for the determination of $f_k$ . . . . .	119
A3.4	Koeffizient $a_\psi$ zur Ermittlung des Feuchtefaktors $f_F$ . . . . .	120	A3.4	Coefficient $a_\psi$ for the determination of the moisture factor $f_F$ . . . . .	120
A3.5	Dickenkoeffizient $a_s$ für IR-strahlungsdurchlässige Dämmstoffe (Temperaturbereich 20 °C bis 60 °C) . . . . .	120	A3.5	Thickness coefficient $a_s$ for insulants permeable for IR radiation (Temperature range 20 °C to 60 °C) . . . . .	120
A4	Zuschlagswerte $\Delta\lambda$ zur Ermittlung der Betriebswärmeleitfähigkeit gemäß Abschnitt 4.2.1.1c . . . . .	121	A4	Supplementary values $\Delta\lambda$ for the determination of operational thermal conductivity according to Section 4.2.1.1c . . . . .	122
A5	Anhaltswerte für Verluste über dämmtechnisch bedingte Wärmebrücken oder Einbauten . . . . .	123	A5	Reference values for losses from thermal-bridges or inserts . . . . .	125
A6	Anhaltswerte für Dämmstoffeigenschaften . . . . .	127	A6	Reference values for insulation material properties . . . . .	127
A6.1	Koeffizienten zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeitskurven nach Anhang A6 . . . . .	132	A6.1	Coefficients for the calculation of thermal conductivity curves according to Annex A6 . . . . .	132
A7	Stoffwerte der trockenen Luft . . . . .	136	A7	Properties of dry air . . . . .	136
A8	Emissionsgrad $\varepsilon$ verschiedener Oberflächen bei Temperaturen zwischen 0 °C und 200 °C . . . . .	137	A8	Emissivity $\varepsilon$ of various surfaces at temperatures between 0 °C and 200 °C . . . . .	137
A9	Einstrahlzahl $\varphi_{12}$ . . . . .	138	A9	Irradiation factor $\varphi_{12}$ . . . . .	138
A10	Parameter $c$ , $n$ und $\kappa$ zur Berechnung des mittleren Wärmeübergangskoeffizienten bei freier Konvektion . . . . .	140	A10	Parameters $c$ , $n$ , $\kappa$ for the calculation of the average heat transfer coefficient with free convection . . . . .	140
A11	Gleichungen zur Berechnung des Wärmedurchlasskoeffizienten $A$ bei Luftspalten infolge freier Konvektion und Wärmeleitung . . . . .	142	A11	Equations for the calculation of coefficient of thermal conductance $A$ for air spaces caused by free convection and thermal conductivity . . . . .	142
A12	Beziehungen zur Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten bei erzwungener Konvektion $\alpha_k$ . . . . .	144	A12	Relationships for calculating heat transfer coefficient $\alpha_k$ with forced convection . . . . .	144
A13	Konstruktive Wärmebrücken (WB) . . . . .	145	A13	Structural thermal bridges (WB) . . . . .	145
A14	Anhaltswerte für Verluste über anlagenbedingte Wärmebrücken der Einbauten . . . . .	146	A14	Reference values for plant related thermal bridges . . . . .	146
A15	Anhaltswerte für Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen $\mu$ und diffusionsäquivalente Luftschichtdicken $s_d$ . . . . .	148	A15	Reference values for water vapour diffusion resistance factor $\mu$ and diffusion-equivalent air layer thickness $s_d$ . . . . .	148
A16	Differenz $\Delta\vartheta_{\text{Tau}}$ in K zwischen Luft- und Oberflächentemperatur bei Beginn der Tauwasserbildung . . . . .	149	A16	Difference $\Delta\vartheta_{\text{Tau}}$ in K between air and surface temperature at the beginning of dew formation . . . . .	149
<b>Anhang B</b>	<b>Diagramme . . . . .</b>	<b>150</b>	<b>Anhang B</b>	<b>Diagrams . . . . .</b>	<b>150</b>
B1a	Faktor $\Psi$ zur Berechnung des Wärmeverlustes von auskragenden Wärmebrücken . . . . .	150	B1a	Factor $\Psi$ for calculation heat loss from projecting thermal bridges . . . . .	150

	Seite		Page		
B1b	Formfaktor $S_R$ zur Berechnung des Wärmeverlustes von Versteifungsrippen . . . . .	151	B1b	Form factor $S_R$ for the calculation of heat losses at reinforcing profiles . . . . .	151
B2	Linien konstanter Drosselkoeffizienten $\delta_{h,D}$ von Wasser und Dampf in einem Druck-Temperatur-Diagramm. . . . .	152	B2	Lines of constant throttle coefficients $\delta_{h,D}$ of water and steam in a pressure-temperature diagram . . . . .	152
B3.1	Berechnung der Wärmeströme von Rohrleitungen in Fußbodenaufbauten . . . . .	153	B3.1	Calculation of heat flow rates in pipes in floor constructions. . . . .	153
B3.2	Berechnung der Wärmeströme von Rohrleitungen in Wänden . . . . .	154	B3.2	Calculation of heat flow of pipes in walls . . . . .	154
B4	Bestimmung der Dämmschichtdicke für eine Rohrleitung bei vorgegebener Wärmestromdichte . . . . .	155	B4	Determination of insulation layer thickness for a pipe at a set density of heat flow rate. . . . .	155
B5	Dämmschichtdicke für Rohrleitungen in Abhängigkeit vom Wärmestrom je m Rohrlänge, der Temperaturdifferenz zwischen Medium und Luft, der Wärmeleitfähigkeit, der Kenngröße $G$ und dem Rohrdurchmesser . . . . .	156	B5	Insulation layer thickness for pipes as a function of heat flow per m pipe length, temperature difference between medium and air, thermal conductivity, parameter $G$ and pipe diameter . . . . .	156
B6	Bestimmung der Dämmschichtdicke von Rohrleitungen und ebenen Wänden in Abhängigkeit von der Übertemperatur der Dämmschichtoberfläche gegenüber der Umgebungsluft, dem Rohrdurchmesser, der Wärmeleitfähigkeit und dem äußeren Wärmeübergangskoeffizienten . . . . .	157	B6	Determination of insulating layer thickness of pipes and walls as a function of excess temperature of the insulating layer surface in comparison with the ambient air, the pipe diameter, the thermal conductivity and the external heat transfer coefficient . . . . .	157
Schrifttum	. . . . .	158	Bibliography	. . . . .	158
Index	. . . . .	162	Index	. . . . .	162

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Die Richtlinie VDI 2055 erscheint in drei Blättern, die sich an die Zielgruppen Anwender, Planer, Dämmstoffhersteller sowie Prüf- und Überwachungsinstitutionen richten.

Das Blatt 1 enthält die Beziehungen zur Auslegung von Wärme- und Kälte­dämmungen. Neu aufgenommen im Vergleich zur VDI 2055:1994-07 wurden Berechnungen aus dem Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung.

Folgende weitere Blätter der VDI 2055 sind in Vorbereitung:

- Blatt 2 für die Aufgabenbereiche: Messen, Prüfen und Zertifizieren von Dämmstoffen
- Blatt 3 für die Abnahme von Dämmsystemen und für Lieferbedingungen

Die bisher vorliegende VDI 2055 wurde überarbeitet und auch hinsichtlich der Formelzeichen weitgehend an die europäische Normung angeglichen. Tabelle 1 stellt die wichtigsten Bezeichnungen der neuen VDI 2055 den Entsprechungen des europäischen Normenwerks gegenüber.

## Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

## Introduction

The guideline VDI 2055 is issued in three parts, addressing the clients technical engineers, insulation material manufacturers, testing and certification institutions and insulation contractors.

Part 1 contains the calculation rules for the design of thermal and cold insulations. The calculations covering the area of building equipment have been newly added (cf. VDI 2055:1994-07).

The following additional parts of VDI 2055 are in preparation:

- Part 2 for the areas: measurements, testing and certification of insulation materials
- Part 3 for the acceptance of insulation systems and the supply conditions

The VDI 2055 has been revised and also adjusted to the European standardisation regarding the symbols used in equations. Table 1 below shows the most important terms of the new VDI 2055 against their equivalents in the European standards.

---