

**VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE**

**Wärme- und Kälteschutz
für betriebs- und haustechnische Anlagen**
Berechnungen, Gewährleistungen,
Meß- und Prüfverfahren, Gütesicherung, Lieferbedingungen
**Thermal Insulation for Heated and Refrigerated
Industrial and Domestic Installations**
Calculations, Guarantees, Measuring and Testing
Methods, Quality Assurance, Supply Conditions

VDI 2055

**Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English**

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.
Die englische Übersetzung ist vom Language Services BSI
Standards/London durchgeführt worden.*

*No guarantee can be given with respect to the English transla-
tion. — The German version of this Guideline shall be taken
as authoritative. This translation has been carried out by
Language Services BSI Standards/London.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorwort zur Neufassung der Richtlinie VDI 2055	6	Foreword to the New Edition of Guideline VDI 2055	6
1 Allgemeines	7	1 General	7
1.1 Zweck und Geltungsbereich	7	1.1 Purpose and Scope	7
1.2 Zeichen, Bedeutung, Einheiten	8	1.2 Symbols, Terms, Units	8
1.2.1 Lateinische Buchstaben	8	1.2.1 Latin Letters	8
1.2.2 Griechische Buchstaben	10	1.2.2 Greek Letters	10
1.2.3 Indizes	12	1.2.3 Subscripts	12
2 Grundlagen des Wärmeschutzes	13	2 Principles of Thermal Insulation	13
2.1 Physikalische Gesetzmäßigkeiten	13	2.1 Physical Laws	13
2.1.1 Wärmeübertragung	13	2.1.1 Heat Transfer	13
2.1.2 Wasserdampfdiffusion	14	2.1.2 Water Vapour Diffusion	14
2.2 Gleichungen zur Berechnung der Wärmeströme durch Dämmschichten im stationären Zustand	15	2.2 Equations for Calculating Heat Flows through Insu- lating Layers in the Steady State	15
2.2.1 Wärmetransport in Dämmschichten	15	2.2.1 Heat Transport in Insulating Layers	15
2.2.1.1 Begriffe der Wärmeleitfähigkeiten	16	2.2.1.1 Definitions of Thermal Conductivity	16
2.2.1.2 Gleichungen zur Bestimmung der Wärme- stromdichte für ebene Wand, Zylinder, Kugel, Kanal und erdverlegte Rohrleitungen	19	2.2.1.2 Equations for Determining Heat Flow Den- sity for a Plane Wall, Cylinder, Sphere, Duct and Underground Pipes	19
2.2.2 Wärmeübergang	23	2.2.2 Heat Transfer	23
2.2.2.1 Wärmeübergang durch Konvektion	23	2.2.2.1 Heat Transfer by Convection	23
2.2.2.2 Wärmestrahlung	26	2.2.2.2 Thermal Radiation	26
2.2.2.3 Wärmeübergang durch Konvektion und Strahlung	28	2.2.2.3 Heat Transfer by Convection and Radiation	28
2.2.2.4 Wärmetransport durch Luftschichten	30	2.2.2.4 Heat Transport through Air Spaces	30
2.2.3 Wärmedurchgang	30	2.2.3 Thermal Transmittance	30
2.2.4 Temperaturen an der Oberfläche und an den Schichtgrenzen	32	2.2.4 Temperatures at the Surface and at the Layer Boundaries	32
3 Berechnung von Wärme- und Kälteverlusten, Temperatu- ren und Wasserdampfdiffusionsvorgängen	34	3 Calculation of Heat and Refrigeration Losses, Tempera- tures and Water Vapour Diffusion Processes	34
3.1 Größen mit Einfluß auf den Wärmetransport	34	3.1 Values Affecting Heat Transport	34
3.1.1 Praktische Gegebenheiten und Randbedingungen	34	3.1.1 Practical Matters and Boundary Conditions	34
3.1.2 Einfluß von Wärmebrücken	35	3.1.2 Effect of Thermal Bridges	35
3.1.2.1 Zuschlagswerte zur Berechnung der Betriebs- wärmeleitfähigkeit	36	3.1.2.1 Supplementary Values for Calculating Opera- tional Thermal Conductivity	36
3.1.2.2 Zuschlagswerte zur Berechnung des k' -Wertes	37	3.1.2.2 Supplementary Values for Calculating the k' -Value	37
3.1.2.3 Wärme- und Kälteverluste über auskragende Wärmebrücken mit annähernd konstantem Querschnitt	38	3.1.2.3 Heat and Refrigeration Losses via Projecting Thermal Bridges of Roughly Constant Cross Section	38
3.1.2.4 Berechnungsverfahren für Wärme- und Kälte- verluste über Versteifungselemente an ebenen Flächen	39	3.1.2.4 Calculation Method for Heat and Refrigeration Losses via Reinforcements on Plane Sur- faces	39
3.1.3 Einfluß der Konvektion in der Dämmung	41	3.1.3 Effect of Convection in the Insulation	41

VDI-Gesellschaft Energietechnik
Ausschuß Wärme- und Kälteschutz

**VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik**

Frühere Ausgaben: 3/82; 9/92 Entwurf, deutsch
Former editions: 3/82; 9/92 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin — Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 1994

Lizenzierte Kopie von elektronischem Datenträger

Vervielfältigung — auch für innerbetriebliche Zwecke — nicht gestattet / Reproduction — even for internal use — not permitted

3.2 Wärme- und Kälteverluste, Temperaturen	41	3.2 Heat and Refrigeration Losses, Temperatures	41
3.2.1 Behälter	41	3.2.1 Vessels	41
3.2.1.1 Zeitlich unveränderliche Temperatur des Mediums	42	3.2.1.1 Temperature of Medium Invariable over Time	42
3.2.1.2 Zeitlich veränderliche Temperatur des Füllmediums	43	3.2.1.2 Temperature Change of Filler Medium over Time	43
3.2.2 Rohrleitungen und Kanäle	44	3.2.2 Pipes and Ducts	44
3.2.2.1 Wärme- und Kälteverluste	44	3.2.2.1 Heat and Refrigeration Losses	44
3.2.2.2 Temperaturänderung längs der Rohrleitung	45	3.2.2.2 Temperature Change along the Pipe	45
3.2.2.3 Abkühlung einer plötzlich abgesperrten, vollständig gefüllten Rohrleitung	46	3.2.2.3 Cooling of a Completely Filled Pipe which is Suddenly Closed off	46
3.2.2.4 Ermittlung der Kondensatmenge bei Abkühlung	46	3.2.2.4 Determination of the Quantity of Condensate in Cooling	46
3.2.3 Erdverlegte Rohrleitungen	47	3.2.3 Underground Pipes	47
3.3 Wasserdampfdiffusion	48	3.3 Water Vapour Diffusion	48
3.4 Beispiele	50	3.4 Examples	50
3.4.1 Einschichtige Wärmedämmung einer vertikalen Rohrleitung	50	3.4.1 Single-layer Thermal Insulation of a Vertical Pipe	50
3.4.2 Kälte­dämmung	52	3.4.2 Low-temperature Insulation	52
3.4.3 Mehrschichtige Wärmedämmung	54	3.4.3 Multi-layer Thermal Insulation	54
3.4.4 Wärmeverlust eines Behälters	57	3.4.4 Heat Loss from a Vessel	57
4 Bemessung, Gewährleistung, Gütesicherung	63	4 Dimensioning, Guarantees, Quality Assurance	63
4.1 Bemessung von Dämmschichten	63	4.1 Dimensioning of Insulating Layers	63
4.1.1 Allgemeine Gesichtspunkte für die Auswahl von Dämmstoffen und die Festlegung von Dämmschichtdicken	63	4.1.1 General Considerations Regarding the Selection of Insulating Materials and the Determination of Insulating Thickness	63
4.1.1.1 Bemessungskriterien	63	4.1.1.1 Dimensioning Criteria	63
4.1.1.2 Wahl des Dämmstoffes	64	4.1.1.2 Selection of the Insulating Material	64
4.1.2 Ermittlung der Dämmschichtdicke beim Wärmeschutz	64	4.1.2 Determination of Insulating Layer Thickness for Thermal Insulation	64
4.1.2.1 Allgemeines	64	4.1.2.1 General	64
4.1.2.2 Ermittlung der Dämmschichtdicke nach betriebstechnischen Gesichtspunkten	65	4.1.2.2 Determination of Insulating Layer Thickness on the Basis of Technical Considerations	65
4.1.2.3 Bestimmung der Dämmschichtdicke nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten	70	4.1.2.3 Determination of Insulating Layer Thickness on the Basis of Economic Considerations	70
4.1.2.4 Beispiele	80	4.1.2.4 Examples	80
4.1.2.4.1 Horizontale Dampfleitung, Dämmschichtdicke bei vorgegebener Wärmestromdichte	80	4.1.2.4.1 Horizontal Steam Pipe, Insulating Layer Thickness for a Given Heat Flow Density	80
4.1.2.4.2 Rohrleitung, Berechnung der wirtschaftlichen Dämmschichtdicke nach dem statischen Kostenminimum	82	4.1.2.4.2 Pipe, Calculation of the Economic Insulating Layer Thickness on the Basis of the Static Cost Minimum	82
4.1.2.4.3 Rohrleitung, Berechnung der wirtschaftlichen Dämmschichtdicke nach dem dynamischen Kostenminimum	83	4.1.2.4.3 Pipe, Calculation of the Economic Insulating Layer Thickness on the Basis of the Dynamic Cost Minimum	83
4.1.3 Besondere Gesichtspunkte zur Ermittlung der Dämmschichtdicke beim Kälteschutz	84	4.1.3 Special Considerations Regarding the Determination of the Insulating Layer Thickness in Low-temperature Insulation	84
4.1.3.1 Allgemeines	84	4.1.3.1 General	84
4.1.3.2 Bestimmung der Dämmschichtdicke nach betriebstechnischen Gesichtspunkten	84	4.1.3.2 Determination of the Insulating Layer Thickness on the Basis of Operational Considerations	84
4.1.3.3 Bestimmung der Dämmschichtdicke nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten	85	4.1.3.3 Determination of the Insulating Layer Thickness on the Basis of Economic Considerations	85
4.2 Technische Grundlagen für die Gewährleistung	86	4.2 Technical Bases Regarding Guarantees	86
4.2.1 Allgemeines	86	4.2.1 General	86
4.2.2 Abgrenzung der Gewährleistung	86	4.2.2 Limitation of Guarantee	86
4.2.3 Gewährleistungsfähige wärmeschutztechnische Größen	86	4.2.3 Guaranteeable Values of Thermal Insulation	86
4.2.3.1 Wärmeleitfähigkeit nach Abschnitt 2.2.1.1	86	4.2.3.1 Thermal Conductivity in Accordance with Section 2.2.1.1	86
4.2.3.2 Wärmedurchlaßkoeffizient	87	4.2.3.2 Thermal Transmission Coefficient	87
4.2.4 Wärmeschutztechnische Größen, die nur unter bestimmten Voraussetzungen gewährleistet werden können	87	4.2.4 Thermal Insulation Values which can be Guaranteed only under Specific Conditions	87
4.2.4.1 Wärmedurchgangskoeffizient	87	4.2.4.1 Thermal Transmittance	87
4.2.4.2 Wärme- oder Kälteverlust	88	4.2.4.2 Heat or Refrigeration Loss	88
4.2.4.3 Zeitliche Temperaturänderung von abgesperrten Behältern oder Rohrleitungen	88	4.2.4.3 Temperature Change over Time of Closed Vessels or Pipes	88
4.2.4.4 Temperaturabfall in Rohrleitungen	88	4.2.4.4 Temperature Drop in Pipes	88
4.2.5 Problematik der Gewährleistung von Oberflächentemperaturen	88	4.2.5 Problems in Guaranteeing Surface Temperatures	88

4.2.5.1 Oberflächentemperatur bei Tauwasserverhütung 89

4.2.5.2 Oberflächentemperatur an Wärmedämmungen 89

4.2.5.3 Übertemperaturen zur Umgebungstemperatur 90

4.2.6 Gewährleistungen für sonstige Eigenschaften . 90

4.2.6.1 Übersicht 90

4.2.6.2 Maße, Rohdichte, Formbeständigkeit 91

4.2.6.3 Mechanische Eigenschaften 91

4.2.6.4 Thermische Eigenschaften 92

4.2.6.5 Verhalten gegenüber anderen Werkstoffen . . 93

4.2.6.6 Wasserabweisende Eigenschaften 93

4.2.6.7 Zusätzliche Gewährleistungen 93

4.2.7 Gewährleistung der Ausführung von Dämmarbeiten 94

4.3 Gütesicherung nach VDI 2055 94

4.3.1 Allgemeines 94

4.3.2 Gütebestimmende Eigenschaften von Dämmstoffen 95

4.3.3 Eigenüberwachung 96

4.3.4 Fremdüberwachung 96

4.3.5 Anerkennungsverfahren für die Fremdüberwachung 96

4.3.5.1 Anerkennung durch „VDI-AG Gütesicherung“ 96

4.3.5.2 Anerkennung einer Güteschutzgemeinschaft . 96

4.3.5.3 Anerkennung eines Prüfinstituts 97

4.3.5.4 Anerkennung von Gütebedingungen 97

4.3.5.5 Federführung für die Gütesicherung durch ein Prüfinstitut 98

4.3.6 Überwachungszeichen 98

4.2.5.1 Surface Temperature in the Case of Dew Prevention 89

4.2.5.2 Surface Temperature on Thermal Insulations . 89

4.2.5.3 Excess Temperatures in Comparison with Ambient Temperature 90

4.2.6 Guarantees of other Properties 90

4.2.6.1 Overview 90

4.2.6.2 Dimensions, Apparent Density, Dimensional Stability 91

4.2.6.3 Mechanical Properties 91

4.2.6.4 Thermal Properties 92

4.2.6.5 Behaviour in Relation to other Materials . . 93

4.2.6.6 Water-repellent Properties 93

4.2.6.7 Additional Guarantees 93

4.2.7 Guarantee of Execution of Insulation Work . 94

4.3 Quality Assurance in Accordance with VDI 2055 . . . 94

4.3.1 General 94

4.3.2 Properties of Insulating Materials Affecting Quality 95

4.3.3 Factory Production Control 96

4.3.4 Third Party Quality Control 96

4.3.5 Approval Process for Third Party Quality Control 96

4.3.5.1 Approval by “VDI-AG Quality Assurance” . 96

4.3.5.2 Approval of a Quality Assurance Association 96

4.3.5.3 Approval of a Test Institute 97

4.3.5.4 Approval of Quality Conditions 97

4.3.5.5 Supervision of Quality Assurance by a Test Institute 98

4.3.6 Quality Assurance Symbol 98

5 Meß- und Prüfverfahren für Dämmstoffe und ausgeführte Wärmedämmungen, Meßunsicherheit, Umrechnung auf Abnahmebedingungen 99

5.1 Meß- und Prüfverfahren 99

5.1.1 Allgemeines 99

5.1.2 Maße und Rohdichte 99

5.1.2.1 Maße 99

5.1.2.2 Rohdichte 100

5.1.3 Wärmedämmeigenschaften 101

5.1.3.1 Laboratoriumsmeßverfahren 101

5.1.3.2 Betriebsmeßverfahren 102

5.1.4 Mechanische Eigenschaften 106

5.1.4.1 Druckfestigkeit oder Druckspannung bei bestimmter Stauchung 106

5.1.4.2 Zeitstandverhalten 107

5.1.4.3 Zugfestigkeit 107

5.1.5 Feuchtigkeitseigenschaften 107

5.1.5.1 Wasserdampf-Diffusionsdurchlässigkeit . . 107

5.1.5.2 Kapillare Leitfähigkeit 107

5.1.5.3 Hygroskopische Gleichgewichtsfeuchte . . . 108

5.1.5.4 Hydrophobie 108

5.1.5.5 Unterwasserlagerung 108

5.1.6 Thermische Eigenschaften 108

5.1.6.1 Anwendungsgrenztemperatur 108

5.1.6.1.1 Anwendungsgrenz- oder Klassifizierungstemperatur von Dämmstoffen aus Mineralwolle . 108

5.1.6.1.2 Anwendungsgrenztemperatur von nichtfaserförmigen Dämmstoffen 109

5.1.6.1.3 Temperaturverhalten von porösen feuerfesten Stoffen 109

5.1.6.2 Brandverhalten 109

5.1.6.3 Ausdehnungs- oder Kontraktionskoeffizient . 109

5.1.7 Chemische Eigenschaften 110

5.1.7.1 Verhalten gegen Flüssigkeiten, Dämpfe, Gase und feste Stoffe 110

5.1.7.2 Schimmelfestigkeit 110

5.1.8 Strömungswiderstand 110

5 Measuring and Testing Methods for Insulating Materials and Installed Thermal Insulations, Measuring Uncertainty, Conversion to Acceptance Conditions 99

5.1 Measuring and Testing Methods 99

5.1.1 General 99

5.1.2 Dimensions and Apparent Density 99

5.1.2.1 Dimensions 99

5.1.2.2 Apparent Density 100

5.1.3 Thermal Insulation Properties 101

5.1.3.1 Laboratory Measuring Methods 101

5.1.3.2 Operational Measuring Methods 102

5.1.4 Mechanical Properties 106

5.1.4.1 Compressive Strength or Compressive Stress at a Specified Displacement 106

5.1.4.2 Behaviour under Long Period Stressing . . . 107

5.1.4.3 Tensile Strength 107

5.1.5 Moisture Properties 107

5.1.5.1 Water Vapour Diffusion Permeability . . . 107

5.1.5.2 Capillary Conductivity 107

5.1.5.3 Hygroscopic Equilibrium Moisture 108

5.1.5.4 Hydrophobia 108

5.1.5.5 Underwater Storage 108

5.1.6 Thermal Properties 108

5.1.6.1 Maximum Service Temperature 108

5.1.6.1.1 Maximum Service Temperature or Classification Temperature of Insulating Mineral Wool Products 108

5.1.6.1.2 Maximum Service Temperature of Non-fibrous Insulating Materials 109

5.1.6.1.3 Temperature Behaviour of Porous Refractory Materials 109

5.1.6.2 Fire Behaviour 109

5.1.6.3 Coefficient of Expansion or Contraction . . 109

5.1.7 Chemical Properties 110

5.1.7.1 Behaviour in Relation to Liquids, Vapours, Gases and Solids 110

5.1.7.2 Resistance to Mould 110

5.1.8 Flow Resistance 110

5.1.9	Volumenanteil offener und geschlossener Zellen	110	5.1.9	Volume Percentage of Open and Closed Cells	110
5.1.10	Bestimmung wasserlöslicher Chloridionen	110	5.1.10	Determination of Water-soluble Chloride Ions	110
5.2	Meßunsicherheit	111	5.2	Measuring Uncertainty	111
5.2.1	Grundsätzliches	111	5.2.1	Principles	111
5.2.2	Unsicherheit des Meßergebnisses	111	5.2.2	Uncertainty of Measuring Result	111
5.2.3	Meßunsicherheit des Gesamtergebnisses	111	5.2.3	Measuring Uncertainty of the Overall Result	111
5.2.4	Berechnung der Meßunsicherheit	112	5.2.4	Calculation of Measuring Uncertainty	112
5.2.5	Beispiele	113	5.2.5	Examples	113
5.2.5.1	Meßunsicherheit bei der Bestimmung der Laboratoriums-Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät (nach Abschnitt 5.2.3)	113	5.2.5.1	Measuring Uncertainty in the Determination of Laboratory Thermal Conductivity Using the Hot Plate Apparatus (in Accordance with Section 5.2.3)	113
5.2.5.2	Meßunsicherheit bei der Bestimmung der Betriebswärmeleitfähigkeit einer Rohr-Wärmedämmung (nach Abschnitt 5.2.3)	114	5.2.5.2	Measuring Uncertainty in the Determination of Operational Thermal Conductivity of a Pipe Thermal Insulation (in Accordance with Section 5.2.3)	114
5.3	Umrechnung der Auslegungswerte bei abweichenden Überprüfungsbedingungen	114	5.3	Conversion of Design Values in the Event of Differing Monitoring Conditions	114
5.3.1	Allgemeines	114	5.3.1	General	114
5.3.2	Prinzip der Umrechnung der Oberflächentemperatur am Beispiel einer ebenen Wand	115	5.3.2	Principle of Conversion of Surface Temperature Using the Example of a Plane Wall	115
5.3.3	Umrechnung einzelner Gewährleistungsgrößen	115	5.3.3	Conversion of Individual Guarantee Values	115
5.3.3.1	Wärmeleitfähigkeit	115	5.3.3.1	Thermal Conductivity	115
5.3.3.2	Wärmedurchlaßkoeffizient	118	5.3.3.2	Thermal Transmission Coefficient	118
5.3.3.3	Wärmedurchgangskoeffizient	118	5.3.3.3	Thermal Transmittance	118
5.3.3.4	Temperaturänderung längs einer Rohrleitung	118	5.3.3.4	Temperature Change along a Pipe	118
5.3.3.5	Wärme- oder Kälteverlust	118	5.3.3.5	Heat or Refrigeration Loss	118
5.3.3.6	Tauwasserbildung	119	5.3.3.6	Dew Formation	119
5.3.3.7	Zeitliche Temperaturänderung von Medien in Behältern und Rohrleitungen ohne Zu- und Ablauf	119	5.3.3.7	Temperature Change over Time of Media in Vessels and Pipes without Inlet and Outlet	119
5.4	Gewährleistungsvergleich	119	5.4	Guarantee Comparison	119
6	Bedingungen für die Lieferung von Stoffen und die Leistung von Arbeiten	120	6	Conditions for the Supply of Materials and Carrying out Work	120
6.1	Grundsätzliches	120	6.1	Principles	120
6.2	Anfragen, Bestellungen, Stoffe und Arbeitsausführung; Abrechnung	120	6.2	Inquiries, Orders, Materials and Carrying out of Work; Valuation	120
6.3	Richtlinien für Vereinbarungen nach Abschnitt 6.1	121	6.3	Guidelines for Agreements in Accordance with Section 6.1	121
6.3.1	VOB „Verdingungsordnung für Bauleistungen“	121	6.3.1	VOB-Contracting Rules for Awarding Construction Contracts (“Verdingungsordnung für Bauleistungen”)	121
6.3.2	DIN-Normen	121	6.3.2	DIN-Standards	121
6.3.3	AGI-Arbeitsblätter	121	6.3.3	AGI-Arbeitsblätter	121
6.3.4	Standardleistungsbücher (StLB)	123	6.3.4	Standard Specifications (StLB) (“Standardleistungsbücher”)	123
6.4	Lieferungen	123	6.4	Supply	123
6.4.1	Allgemeines	123	6.4.1	General	123
6.4.2	Eigenschaften	123	6.4.2	Properties	123
6.4.3	Toleranzen	124	6.4.3	Tolerances	124
6.5	Arbeitsleistungen	124	6.5	Services	124
6.5.1	Bemessung der Dämmschichtdicke und Auswahl der zu verarbeitenden Stoffe	124	6.5.1	Dimensioning of Insulating Layer Thickness and Selection of Materials to be Used	124
6.5.2	Besondere Angaben, die die Preisbildung beeinflussen	125	6.5.2	Specific Details Affecting Calculation of Price	125
6.5.3	Abrechnung	125	6.5.3	Valuation	125
6.6	Gewährleistungen	125	6.6	Guarantees	125
6.6.1	Gewährleistung für Lieferungen	125	6.6.1	Guarantee of Supplies	125
6.6.2	Gewährleistung für ausgeführte Arbeiten	125	6.6.2	Guarantees of Work Carried out	125
7	Stoffwerte	125	7	Material Properties	125
Schrifttum	126	Literature	126		
Anhang: Tafeln und Diagramme	133	Appendix: Charts and Diagrams	133		
A1	Tafeln	134	A1	Charts	134
	Tafel 1. Flußdiagramm Wärmeleitfähigkeit	134		Chart 1. Flow Diagram of Thermal Conductivity	135

Tafel 2. Definition der verschiedenen Faktoren $f_1, f_2 \dots f_7$ zur Ermittlung der Betriebswärmeleitfähigkeit gemäß Abschnitt 2.2.1.1 d mit Anhaltswerten (f_1 bis f_4) für Mineralwolle	136	Chart 2. Definition of the Various Factors $f_1, f_2 \dots f_7$ for Determining Operational Thermal Conductivity in Accordance with Section 2.2.1.1 d with Reference Values (f_1 to f_4) for Mineral Wool	137
Tafel 3. Parameter C, n und κ zur Berechnung des mittleren Wärmeübergangskoeffizienten α_k bei freier Konvektion	138	Chart 3. Parameters C, n and κ for Calculation of the Average Heat Transfer Coefficient α_k with Free Convection	138
Tafel 4. Beziehungen zur Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten α_k bei erzwungener Konvektion	140	Chart 4. Relationships for Calculating Heat Transfer Coefficient α_k with Forced Convection	140
Tafel 5. Stoffwerte der trockenen Luft	141	Chart 5. Material Values for Dry Air	141
Tafel 6. Emissionsgrad ε verschiedener Oberflächen bei Temperaturen zwischen 0 °C und 200 °C	142	Chart 6. Emissivity ε of Various Surfaces at Temperatures between 0 °C and 200 °C	143
Tafel 7. Einstrahlzahl ϕ_{12}	144	Chart 7. Irradiation Coefficient ϕ_{12}	144
Tafel 8. Konstruktive Wärmebrücken (WB) (zu Abschnitt 3.1.2)	146	Chart 8. Structural Thermal Bridges (WB) (re. Section 3.1.2)	147
Tafel 9. Anhaltswerte für Verluste über Wärmebrücken oder Einbauten	148	Chart 9. Reference Values for Losses from Thermal Bridges or Inserts	149
Tafel 10. Anhaltswerte für Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen μ und diffusionsäquivalente Luftschichtdicken s_d (zu Abschnitt 3.3)	154	Chart 10. Reference Values for Water Vapour Diffusion Resistance Coefficients μ and Diffusion-Equivalent Air Layer Thicknesses s_d (re. Section 3.3)	155
Tafel 11. Anhaltswerte der praktischen Wärmeleitfähigkeit von Mineralwolle-Dämmstoffen in $W/(m \cdot K)$ (zu Abschnitt 6.4.2 und Teil 7)	154	Chart 11. Reference Values for the Practical Thermal Conductivity of Mineral Wool Insulating Materials in $W/(m \cdot K)$ (re. Section 6.4.2 and Part 7)	155
Tafel 12a. Anhaltswerte der praktischen Wärmeleitfähigkeit von Korkplatten, Schaumkunststoffen, Schaumglas und Calciumsilikat in $W/(m \cdot K)$ (zu Abschnitt 6.4.2 und Teil 7)	156	Chart 12a. Reference Values for the Practical Thermal Conductivity of Cork Boards, Plastic Foams, Cellular Glass and Calcium Silicate in $W/(m \cdot K)$ (re. Section 6.4.2 and Part 7)	157
Tafel 12b. Wärmedämmwirkung von Luftschichten in Abhängigkeit von der Schichtdicke, dem Emissionsgrad der Begrenzungsflächen und der Mitteltemperatur; Temperaturdifferenz der Begrenzungsflächen: 10 K	158	Chart 12b. Thermal Insulation Effect of Air Spaces as a Function of Thickness, Emissivity of Adjacent Surfaces and Mean Temperature; Temperature Difference of the Adjacent Surfaces: 10 K	159
Tafel 13. Differenz $\Delta \vartheta_{\text{Tau}}$ in K zwischen Luft- und Oberflächentemperatur bei Beginn der Tauwasserbildung (zu Abschnitt 4.1.3.2a))	160	Chart 13. Difference $\Delta \vartheta_{\text{dew}}$ in K between Air and Surface Temperature at the Beginning of Dew Formation (re. Section 4.1.3.2a))	160
Tafel 14. Wirtschaftliche Dämmschichtdicken von Kühlräumen (Richtwerte)	160	Chart 14. Economic Insulating Layer Thicknesses of Refrigeration Chambers (Standard Values)	160
Tafel 15. Erforderliche Dämmschichtdicke zur Tauwassererhaltung für Schaumkunststoffschalen an Kälterohrleitungen	161	Chart 15. Required Insulating Layer Thickness for Prevention of Dew for Plastic Foam Segments on Refrigeration Pipes	161
Tafel 16. Auszug aus Meß- und Prüfnormen für Dämmstoffe	162	Chart 16. Extract from Measuring and Testing Standards for Insulating Materials	163
Tafel 17. Meßunsicherheit für Einzelmessungen (zu Abschnitt 5.2.2)	164	Chart 17. Measuring Uncertainty for Single Measurements (re. Section 5.2.2)	165
A2 Diagramme	166	A2 Diagrams	166
Diagramm 1. Faktor ψ zur Berechnung des Wärmeverlustes von auskragenden Wärmebrücken (zu Abschnitt 3.1.2.3)	166	Diagram 1. Factor ψ for Calculating Heat Loss from Projecting Thermal Bridges (re. Section 3.1.2.3)	166
Diagramm 2. Linien konstanter Drosselkoeffizienten $\delta_{h,D}$ von Wasser und Dampf in einem p, ϑ -Diagramm (zu Abschnitt 3.2.2.2b))	167	Diagram 2. Lines of Constant Throttling Coefficients $\delta_{h,D}$ of Water and Steam in a p, ϑ -Diagram (re. Section 3.2.2.2b))	167
Diagramm 3. Bestimmung der Dämmschichtdicke für eine Rohrleitung bei vorgegebener Wärmestromdichte nach Gl. (122) oder für eine vorgegebene Oberflächentemperatur	168	Diagram 3. Determination of Insulating Layer Thickness for a Pipe at a Set Heat Flow Density in Accordance with Equation (122) or for a Set Surface Temperature	168
Diagramm 4. Dämmschichtdicke für Rohrleitungen in Abhängigkeit vom Wärmestrom je m Rohrleitungslänge, den Temperaturdifferenzen zwischen Medium und Luft, der Wärmeleitfähigkeit, der Kenngröße $G = 2 \cdot \lambda_B / (\alpha_a \cdot d_i)$ und dem Rohrdurchmesser (zu Abschnitt 4.1.2.2)	169	Diagram 4. Insulating Layer Thickness for Pipes as a Function of Heat Flow per m of Pipe Length, Temperature Differences between Medium and Air, Thermal Conductivity, Parameter $G = 2 \cdot \lambda_B / (\alpha_a \cdot d_i)$ and the Pipe Diameter (re. Section 4.1.2.2)	169
Diagramm 5. Bestimmung der Dämmschichtdicke von Rohrleitungen und ebenen Wänden in Abhängigkeit von der Übertemperatur der Dämmschichtoberfläche gegenüber der Umgebungsluft, der Temperaturdifferenz in der Dämmschicht, dem Rohrdurchmesser, der Wärmeleitfähigkeit und		Diagram 5. Determination of Insulating Layer Thickness of Pipes and Plane Walls as a Function of the Excess Temperature of the Insulating Layer Surface in Comparison with the Ambient Air, the Temperature Difference in the Insulating Layer, the Pipe Diameter, the Thermal Conductivity	

dem äußeren Wärmeübergangskoeffizienten (zu Abschnitt 4.1.2.2) 170

Diagramm 6. Faktor f_{el} [73] zur Bestimmung entgener elektrischer Arbeit bestehender Kraftwerke in Abhängigkeit von Frischdampfdruck, Frischdampftemperatur und Gegendruck (zu Abschnitt 4.1.2.3b)) 171

Diagramm 7. Ermittlung der wirtschaftlichen Dämmschichtdicke in Abhängigkeit von Betriebs- und Kostenkennzahl (zu Abschnitt 4.1.2.3d)) 172

Diagramm 8. Bestimmung von Näherungswerten für wirtschaftliche Dämmschichtdicken s_w an Rohrleitungen 173

Diagramm 9. Arbeitsdiagramm zum Dynamisierungsfaktor f nach Gl. (156) in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer n mit den Parametern Verzinsung z und Energiepreissteigerung p 174

Wertetabelle zu Diagramm 9 175

and the External Heat Transfer Coefficient (re. Section 4.1.2.2) 170

Diagram 6. Factor f_{el} [73] for Determining Electrical Work Lost from Existing Power Stations as a Function of Live Steam Pressure, Live Steam Temperature and Back Pressure (re. Section 4.1.2.3b)) 171

Diagram 7. Determination of Economic Insulating Layer Thickness as a Function of Operational and Cost Characteristics (re. Section 4.1.2.3d)) 172

Diagram 8. Determination of Approximate Values for Economic Insulating Layer Thicknesses s_w on Pipes 173

Diagram 9. Working Diagram of Dynamisation Factor f According to Equation (156), as a Function of Service Life n with the Parameters Interest z and Energy Price Increase p 174

Table for Diagram 9 175

Vorwort zur Neufassung der Richtlinie VDI 2055

Im März 1982 [1] erschien eine vollkommene Neubearbeitung der ersten Ausgabe der Richtlinie vom Dezember 1958 [2], die eine Zusammenfassung der beiden Regelwerke über die Prüfung und Bemessung von Wärme- und Kälteschutzanlagen aus den Jahren 1930 [3] und 1931 [4] darstellte. Es waren notwendig gewordene Änderungen und Ergänzungen eingearbeitet und die Richtlinie dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand angepaßt worden. So wurden beispielsweise zusätzliche Berechnungsverfahren für die Wärmeverluste bei der Auskühlung von gedämmten Anlagen und von erdverlegten Rohrleitungen sowie für Wasserdampf-Diffusionsvorgänge eingefügt und neuere Entwicklungen in der wärmeschutztechnischen Meßtechnik berücksichtigt. Insbesondere war es erforderlich geworden, durch die Einführung einer Gütesicherung von Wärmedämmstoffen eine Qualitätskontrolle der auf dem Markt angebotenen Wärmedämmstoffe zu gewährleisten.

Während man z. B. bisher nur zwischen der Laboratoriums- und der Betriebswärmeleitfähigkeit eines Dämmstoffes, also zwischen dem Meßwert im Labor und der mit entsprechenden Zuschlagswerten versehenen Größe für die fertige Dämmung unterschied, ist es zum besseren Verständnis für den Praktiker sinnvoll, die verschiedenen Stufen der Erhöhung des Laboratoriumsmeßwertes bis zur Betriebswärmeleitfähigkeit (Einflüsse der Form des Labor-Probekörpers – Platte oder Hohlzylinder –, Auswirkungen der statistischen Absicherung des Meßwertes sowie ggf. der Temperaturdifferenz, ferner von Fugen und anderen Ausführungseinflüssen) zu differenzieren und durch entsprechende Größen zu kennzeichnen.

Ferner zeigte sich, daß die für den Wärmeübergang an Dämmschichtoberflächen in der Richtlinie von 1982 empfohlenen Gleichungen ergänzt und dem

Foreword to the New Edition of Guideline VDI 2055

A fully revised version of the first edition of the Guideline of December 1958 [2] appeared in March 1982 [1], giving a summary of the regulations regarding the testing and dimensioning of thermal and low-temperature insulation installations from the years 1930 [3] and 1931 [4]. Modifications and additions which had become necessary were made, and the Guideline was adapted to reflect the state of scientific knowledge. Thus, for example, additional calculation methods for heat losses on cooling of insulated installations and underground pipes and for water vapour diffusion processes have been inserted, and recent developments in insulation measuring technology have been taken into consideration. In particular, it had become necessary to guarantee the quality of the thermal insulation materials on the market through the introduction of a quality assurance of thermal insulation materials.

For example, whilst up to now a distinction has been made only between laboratory and operational thermal conductivity of an insulating material, i.e. between the value measured in the laboratory and the value, with the relevant supplementary values added, for the finished insulation, it is more useful from the point of view of practical understanding to differentiate between the various stages of the increase in the laboratory measured value up to the operational thermal conductivity (effect of the shape of the laboratory test piece – plate or hollow cylinder –, effects of the statistical safeguarding of the measured value and, where applicable, the temperature difference, and also of joints and other design influences) and to mark them with corresponding values.

It also became evident that the equations recommended in the Guideline of 1982 for heat transfer at insulating layer surfaces had to be supplemented