

# DIN 4140:2023-05 (D/E)

Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung - Ausführung von Wärme- und Kälte­dämmungen; Text Deutsch und Englisch

Insulation work on industrial installations and building equipment - Execution of thermal and cold insulations; Text in German and English

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen .....	8
3 Begriffe .....	12
4 Allgemeine Anforderungen.....	19
4.1 Grundlagen.....	19
4.2 Dämmschichtdicken - Vorgaben und Empfehlungen.....	19
4.3 Konstruktive Vorbedingungen .....	20
4.4 Voraussetzungen für Dämmarbeiten.....	20
4.5 Anforderungen an Stoffe und Bauteile.....	25
4.6 Anforderungen an die Ausführung.....	26
4.6.1 Allgemeines.....	26
4.6.2 Verminderung von Konvektion .....	26
4.6.3 Schutz gegen Durchfeuchten .....	27
4.6.4 Temperaturspannungen in Versteifungsprofilen.....	30
4.6.5 Beachtung thermischer Längenänderungen - Dehnfugen.....	31
4.6.6 Berücksichtigung von Witterungs- und Verkehrslasten .....	32
4.6.7 Berührungsschutz.....	32
4.7 Korrosionsschutz .....	33
4.7.1 Korrosionsschutz unter Dämmungen/Korrosion unter Dämmung (CUI) .....	33
4.7.2 Korrosionsschutz und Kontaktkorrosion an den Komponenten des Dämmsystems .....	33
4.8 Brandverhalten von Dämmstoffen .....	34
5 Wärmedämmung.....	35
5.1 Dämmstoffe und ihre Verarbeitung .....	35
5.1.1 Allgemeines.....	35
5.1.2 Wärmedämmung mit Mineralwolle (MW).....	35
5.1.3 Wärmedämmung mit Calcium-Magnesium-Silikatfaser (CMS).....	39
5.1.4 Wärmedämmung mit Aluminium-Silikat-Wolle (ASW); (alte Bezeichnung: Keramikfaser) .....	39
5.1.5 Wärmedämmung mit Calciumsilikat (CS) .....	40
5.1.6 Wärmedämmung mit Erdalkali-Silikat-Wolle (AES); (alte Bezeichnung: Silikatwolle) .....	41
5.1.7 Wärmedämmung mit mikroporösen Dämmstoffen/pyrogener Kieselsäure .....	41
5.1.8 Wärmedämmung mit Aerogelen .....	43
5.1.9 Wärmedämmung mit Polyurethan-Hartschaum (PU-Hartschaum) .....	43
5.1.10 Wärmedämmung mit Polyurethan-Ortschaum (PU-Ortschaum) .....	44
5.1.11 Wärmedämmung mit Polystyrol-Partikelschaum (EPS) .....	44
5.1.12 Wärmedämmung mit Polystyrol-Extruderschaum (XPS) .....	44
5.1.13 Wärmedämmung mit Schaumglas (CG).....	45
5.1.14 Wärmedämmung mit flexiblen Elastomerschaum (FEF) .....	46
5.1.15 Wärmedämmung mit Polyethylenschaum (PEF).....	47
5.1.16 Wärmedämmung mit Phenolharzschaum (PF) .....	47

5.1.17	Wärmedämmung mit Melaminharzschaum (MRF).....	48
5.1.18	Wärmedämmung mit Bläherlit (EP).....	48
5.2	Befestigungsmittel für Wärmedämmung.....	49
5.3	Beispiele für Wärmedämmsysteme.....	49
5.4	Wärmedämmung mit schallschutztechnischen Anforderungen.....	49
5.5	Dämmung an Wärmeübertragungsanlagen mit organischen Wärmeträgern.....	49
6	Kälte­dämmung.....	50
6.1	Dämmstoffe und ihre Verarbeitung.....	50
6.1.1	Allgemeines.....	50
6.1.2	Kälte­dämmung mit Mineralwolle (MW) und anderen faserigen oder offenzelligen Dämmstoffen.....	51
6.1.3	Kälte­dämmung mit Polyurethan-/Polyisocyanurat-Hartschaum (PU-Hartschaum).....	52
6.1.4	Kälte­dämmung mit Polyurethan-Ortschaum (PU-Ortschaum).....	52
6.1.5	Kälte­dämmung mit Polystyrol-Partikelschaum (EPS).....	52
6.1.6	Kälte­dämmung mit Polystyrol-Extruderschaum (XPS).....	52
6.1.7	Kälte­dämmung mit Schaumglas.....	52
6.1.8	Kälte­dämmung mit Elastomerschaum (FEF).....	53
6.1.9	Kälte­dämmung mit Polyethylenschaum (PEF).....	53
6.1.10	Kälte­dämmung mit Phenolharzschaum (PF).....	53
6.1.11	Kälte­dämmen mit Melaminharzschaum (MRF).....	53
6.1.12	Kälte­dämmung mit Bläherlit (EPB).....	53
6.1.13	Kälte­dämmung mit Aerogelen.....	54
6.2	Befestigungsmittel für Kälte­dämmungen.....	54
6.2.1	Allgemeines.....	54
6.2.2	Klebstoff.....	54
6.2.3	Mechanische Befestigungen.....	55
6.3	Dampfbremsen.....	55
6.3.1	Stoffe für Dampfbremsen.....	55
6.3.2	Ausführung.....	55
6.4	Dehnfugen.....	55
6.5	Beispiele für Kälte­dämmsysteme.....	57
6.6	Kälte­dämmung mit schallschutztechnischen Anforderungen.....	57
7	Dämmung bei Wechseltemperaturanlagen.....	57
8	Weitere Komponenten von Dämmsystemen.....	57
8.1	Tragkonstruktionen.....	57
8.1.1	Allgemeines.....	57
8.1.2	Dimensionierung und Ausführung.....	57
8.2	Stützkonstruktionen.....	57
8.2.1	Allgemeines.....	57
8.2.2	Dimensionierung.....	58
8.2.3	Stützkonstruktionen für Wärmedämmungen.....	58
8.2.4	Stützkonstruktionen für Kälte­dämmungen.....	61
8.3	Ummantelungen.....	62
8.3.1	Allgemeines.....	62
8.3.2	Ummantelungen aus nichtprofilieren Blechen.....	64
8.3.3	Ummantelungen aus profilierten Blechen.....	66
8.3.4	Ausführung.....	66
8.3.5	Ummantelungsbleche.....	68
8.3.6	Ummantelungen bei vorgefertigten Mantelrohrsystemen.....	69
8.3.7	Mastik.....	69
8.3.8	Ummantelungen mit Bitumenbahnen.....	70
8.3.9	Ummantelungen aus harten Kunststofffolien.....	70
8.3.10	Ummantelung mit Kunststoff- und Elastomerbahnen.....	70
8.3.11	Ummantelungen aus geprägten Aluminiumfolien.....	71
8.3.12	Andere Umhüllungen für den Innenbereich.....	71
8.3.13	Weitere Umhüllungen.....	72

8.4	Dämmen von Einbauteilen .....	72
8.4.1	Allgemeines .....	72
8.4.2	Kappen und Hauben .....	72
8.4.3	Dämmung von Wellkompensatoren .....	75
8.4.4	Kälte­dämmung an Flanschen .....	75
8.4.5	Kälte­dämmung an Armaturen .....	76
8.4.6	Typenschilder .....	77
8.4.7	Außenliegende Kühlzonen/Begleitheizungen .....	77
8.5	Dämmauflager .....	78
8.5.1	Allgemeines .....	78
8.5.2	Stoffe für Dämmauflager .....	78
8.5.3	Ausführung von Dämmauflagern bei Kälte­dämmungen .....	78
Anhang A (informativ) Aufbau von Wärme- und Kälte­dämmsystemen .....		81
Anhang B (informativ) Anhaltswerte für Dämmstoff­eigenschaften .....		89
Anhang C (informativ) Befestigungsmöglichkeiten für Dämmstoffe .....		95
Anhang D (informativ) Empfehlungen für Dämmschicht­dicken für betriebstechnische Anlagen nach 4.2. ....		98
Anhang E (informativ) Vergleich der Brandschutz­klassen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 ..		104
Anhang F (informativ) Anwendungsbeispiele für Kälte­dämmung .....		105
Anhang G (informativ) Bauteildurchdringung von Luft­leitung .....		115
Anhang H (informativ) Inspektion .....		116
Literaturhinweise .....		117
Stichwortverzeichnis .....		120

## Bilder

Bild 1	— Mindestabstände zwischen gedämmten Objekten sowie zwischen gedämmten Objekten und anderen Bauteilen wie Behältern, Einbauteile, Kolonnen, Tanks .....	21
Bild 2	— Mindestabstände zwischen gedämmten Rohrleitungen bis $d < 400$ mm und festen Objekten in deren Umfeld, z. B. Wände und Decken .....	22
Bild 3	— Mindestabstände $X$ zwischen gedämmten, senkrecht und waagrecht verlaufenden runden und eckigen Leitungen zueinander und zu Decken/Wänden und Störkanten wie z. B. Kabeltrassen .....	23
Bild 4	— Mindestmaße und -abstände bei gedämmten Objekten, Rohrleitungen mit Flanschen .....	24
Bild 5	— Konturfolgende Dämmung .....	30
Bild 6	— Hohlraum­dämmung .....	31
Bild 7	— Befestigungen durch Haltestifte mit Clipsen .....	37
Bild 8	— Dehnfuge bei senkrechter Anordnung von Objekten .....	56
Bild 9	— Dehnfugen bei waagerechter Anordnung von Objekten .....	56
Bild 10	— Anzahl und Anordnung der Kappenschlösser .....	74
Bild 11	— Kälte­dämmung Wellkompensator .....	75
Bild 12	— Kälte­dämmung Flansch .....	76
Bild 13	— Kälte­dämmung Armatur mit nach unten ausgerichtetem Bedienelement .....	77

<b>Bild 14 — Beispiel: Loslager für horizontal und vertikal verlegte Rohrleitungen, Rohrleitungsdämmung aus Polyurethan-Ortschaum oder Polyurethan-Halbschalen (mit oder ohne Stufenfalz).....</b>	<b>79</b>
<b>Bild 15 — Rohrhalterungen.....</b>	<b>79</b>
<b>Bild D.1 — Schematische Darstellung zur Nachweisführung .....</b>	<b>102</b>
<b>Bild F.1 — Auflager für liegende Behälter .....</b>	<b>105</b>
<b>Bild F.2 — Auflager für liegende Behälter .....</b>	<b>105</b>
<b>Bild F.3 — Loslager mit Gleitplatte — Detail zu Bild F.2 .....</b>	<b>106</b>
<b>Bild F.4 — Festpunkte ohne Gleitplatte — Detail zu Bild F.2.....</b>	<b>106</b>
<b>Bild F.5 — Auflager für stehende Behälter mit Prätzen .....</b>	<b>107</b>
<b>Bild F.6 — Auflager für stehende Behälter .....</b>	<b>107</b>
<b>Bild F.7 — Verankerung am Festpunkt — Detail zu Bild F.4.....</b>	<b>108</b>
<b>Bild F.8 — Detail zu Bild F.5 und Bild F.6 .....</b>	<b>108</b>
<b>Bild F.9 — Horizontalschnitt durch Kolonne, Darstellung der Durchdringung .....</b>	<b>109</b>
<b>Bild F.10 — Auflager für Behälter mit ebenem Boden (vollflächige Dämmauflage) .....</b>	<b>110</b>
<b>Bild F.11 — Auflager für Behälter mit ebenem Boden (Ringauflager) .....</b>	<b>111</b>
<b>Bild F.12 — Auflager für Doppelmanteltank.....</b>	<b>112</b>
<b>Bild F.13 — Auflager für Doppelmanteltank (Außentank geschlossen).....</b>	<b>113</b>
<b>Bild F.14 — Kugeltank-Stütze .....</b>	<b>114</b>
<b>Bild G.1 — Beispiel für eine Bauteildurchdringung von Luftleitung.....</b>	<b>115</b>

## **Tabellen**

<b>Tabelle 1 — Anhaltswerte zur thermischen Längenänderung .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabelle 2 — Kontaktkorrosion bei Metallpaarungen .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabelle 3 — Standardbefestigungen für Matten/Drahtnetzmatte/Filze .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabelle 4 — Standardbefestigungen für Lamellenmatten.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle 5 — Standardbefestigungen für Schalen.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabelle 6 — Verzicht auf Stützkonstruktionen an waagerechten Rohrleitungen ohne Luftspalt beim Dämmstoff Mineralwolle-Drahtnetzmatte nach AGI Q 132 .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabelle 7 — Verzicht auf Stützkonstruktionen an waagerechten Rohrleitungen ohne Luftspalt beim Dämmstoff Mineralwolle-Lamellenmatte nach AGI Q 132.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabelle 8 — Stoffe für Stützkonstruktionen und Dämmauflager bei Kälte­dämmungen (Anhaltswerte) .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabelle 9 — Rechenbeispiel für die Wärmedämmung.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabelle 10 — Rechenbeispiel für die Kälte­dämmung.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabelle 11 — Zulässige Temperaturen für Stoffe der Ummantelung.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabelle 12 — Überlappungen in Abhängigkeit von der Dachneigung im Außenbereich.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabelle 13 — Blechdicken, Überlappungen und Verbindungsmittel bei Ummantelungen aus nicht­profil­ierten Blechen.....</b>	<b>65</b>

<b>Tabelle 14 — Blechdicken und Überlappungen bei Ummantelungen ohne mechanische Beanspruchung.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabelle 15 — Gebräuchliche Blecharten für Ummantelungen .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabelle 16 — Blechdicken für Kappen und Hauben aus Stahlblech sowie Längen der Kappenschlösser .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabelle 17 — Blechdicken für Kappen und Hauben aus Aluminiumblech sowie Längen der Kappenschlösser .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabelle A.1 — Aufbau von Wärmedämmsystemen.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabelle A.2 — Aufbau von Wärmedämmsystemen mit schallschutztechnischen Anforderungen.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabelle A.3 — Aufbau von Kälteämmsystemen.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabelle A.4 — Aufbau von Kälteämmsystemen mit schallschutztechnischen Anforderungen.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabelle B.1 — Anhaltswerte für Dämmstoffeigenschaften .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabelle C.1 — Befestigungsmöglichkeiten für Dämmstoffe.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabelle D.1 — Max. Wärmestromdichte im Bereich der Wärmedämmung — Berechnung nach VDI 4610 Blatt 1, Energieeffizienzklasse C.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabelle D.2 — Dämmdicken in mm im Bereich der Wärmedämmung; Nachweis über Referenzdämmstoff — Berechnung nach VDI 4610 Blatt 1, Energieeffizienzklasse C.....</b>	<b>99</b>
<b>Tabelle D.3 — Max. Wärmestromdichte im Bereich der Kälteämung bis -30 °C — Berechnung nach VDI 4610 Blatt 1, Energieeffizienzklasse C.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabelle D.4 — Dämmdicken in mm im Bereich der Kälteämung bis -30°C; Nachweis über Referenzdämmstoff — Berechnung nach VDI 4610 Blatt 1, Energieeffizienzklasse C.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabelle D.5 — Referenzdämmstoff im Bereich der Wärmedämmung, wenn eine Unterkonstruktion verbaut werden muss.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabelle D.6 — Referenzdämmstoff im Bereich der Wärmedämmung, wenn keine Unterkonstruktion verbaut werden muss.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabelle D.7 — Referenzdämmstoff im Bereich der Kälteämung.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabelle E.1 — Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen zu Klassen des Brandverhaltens für Bauprodukte nach MVV-TB ab 2019/01 .....</b>	<b>104</b>

# Contents

Page

Foreword .....	7
<b>1</b> <b>Scope .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b> <b>Normative references .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b> <b>Terms and definitions.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b> <b>General requirements.....</b>	<b>19</b>
4.1 <b>Basic principles .....</b>	<b>19</b>
4.2 <b>Insulation thicknesses - Provisions and recommendations .....</b>	<b>19</b>
4.3 <b>Preconditions for construction .....</b>	<b>20</b>
4.4 <b>Requirements for insulation work.....</b>	<b>20</b>
4.5 <b>Requirements for building materials and components .....</b>	<b>24</b>
4.6 <b>Requirements relating to execution of work.....</b>	<b>25</b>
4.6.1 <b>General .....</b>	<b>25</b>
4.6.2 <b>Reduction of convection.....</b>	<b>25</b>
4.6.3 <b>Protection against moisture penetration .....</b>	<b>26</b>
4.6.4 <b>Thermal stresses in reinforcement profiles.....</b>	<b>29</b>
4.6.5 <b>Observance of longitudinal thermal expansion — Expansion joints.....</b>	<b>30</b>
4.6.6 <b>Consideration of weather and traffic loads.....</b>	<b>31</b>
4.6.7 <b>Contact protection.....</b>	<b>31</b>
4.7 <b>Corrosion protection.....</b>	<b>32</b>
4.7.1 <b>Corrosion protection under insulation/corrosion under insulation (CUI).....</b>	<b>32</b>
4.7.2 <b>Corrosion protection and contact corrosion of components of the insulation system.....</b>	<b>32</b>
4.8 <b>Reaction of insulation materials to fire.....</b>	<b>33</b>
<b>5</b> <b>Heat insulation .....</b>	<b>34</b>
5.1 <b>Insulation materials and their processing .....</b>	<b>34</b>
5.1.1 <b>General .....</b>	<b>34</b>
5.1.2 <b>Heat insulation with mineral wool (MW) .....</b>	<b>34</b>
5.1.3 <b>Heat insulation with calcium-magnesium-silicate fibre (CMS) .....</b>	<b>38</b>
5.1.4 <b>Heat insulation with aluminium-silicate wool (ASW); (old designation: ceramic fibres) .....</b>	<b>38</b>
5.1.5 <b>Heat insulation with calcium silicate (CS).....</b>	<b>39</b>
5.1.6 <b>Heat insulation with alkaline earth-silicate wool (AES); (old designation: silicate wool) .....</b>	<b>40</b>
5.1.7 <b>Heat insulation with microporous insulation materials/pyrogenic silicic acid .....</b>	<b>40</b>
5.1.8 <b>Heat insulation with aerogels .....</b>	<b>42</b>
5.1.9 <b>Heat insulation with rigid polyurethane foam (rigid PU foam) .....</b>	<b>42</b>
5.1.10 <b>Heat insulation with polyurethane in-situ foam (PU in-situ foam).....</b>	<b>43</b>
5.1.11 <b>Heat insulation with expanded polystyrene foam (EPS) .....</b>	<b>43</b>
5.1.12 <b>Heat insulation with extruded polystyrene foam (XPS).....</b>	<b>43</b>
5.1.13 <b>Heat insulation with cellular glass (CG) .....</b>	<b>44</b>
5.1.14 <b>Heat insulation with flexible elastomeric foam (FEF).....</b>	<b>45</b>
5.1.15 <b>Heat insulation with polyethylene foam (PEF).....</b>	<b>46</b>
5.1.16 <b>Heat insulation with phenolic foam (PF) .....</b>	<b>46</b>
5.1.17 <b>Heat insulation with melamine resin foam (MRF) .....</b>	<b>47</b>
5.1.18 <b>Heat insulation with expanded perlite (EP) .....</b>	<b>47</b>
5.2 <b>Means of fastening for heat insulation.....</b>	<b>48</b>
5.3 <b>Examples of heat insulation systems.....</b>	<b>48</b>
5.4 <b>Heat insulation systems with sound insulation requirements.....</b>	<b>48</b>

5.5	Insulation on heat transfer installations with organic heat transfer media .....	48
6	Cold insulation.....	49
6.1	Insulation materials and their processing.....	49
6.1.1	General .....	49
6.1.2	Cold insulation with mineral wool (MW) and other fibrous or open-cell insulation materials.....	50
6.1.3	Cold insulation with polyurethane/polyisocyanurate rigid foam (PU rigid foam).....	50
6.1.4	Cold insulation with polyurethane in-situ foam (PU in-situ foam).....	51
6.1.5	Cold insulation with polystyrene particle foam (EPS).....	51
6.1.6	Cold insulation with extruded polystyrene foam (XPS).....	51
6.1.7	Cold insulation with cellular glass .....	51
6.1.8	Cold insulation with elastomeric foam (FEF).....	51
6.1.9	Cold insulation with polyethylene foam (PEF).....	52
6.1.10	Cold insulation with phenolic foam (PF) .....	52
6.1.11	Cold insulation with melamine resin foam (MRF) .....	52
6.1.12	Cold insulation with expanded perlite (EPB).....	52
6.1.13	Cold insulation with aerogels .....	52
6.2	Means of fastening cold insulation systems .....	53
6.2.1	General .....	53
6.2.2	Adhesive.....	53
6.2.3	Mechanical fastening.....	54
6.3	Vapour retarders.....	54
6.3.1	Materials for vapour retarders .....	54
6.3.2	Execution .....	54
6.4	Expansion joints.....	54
6.5	Examples of cold insulation systems.....	56
6.6	Cold insulation with sound insulation requirements .....	56
7	Insulation for alternating temperature installations .....	56
8	Other components of insulation systems .....	56
8.1	Supporting structures.....	56
8.1.1	General .....	56
8.1.2	Dimensioning and execution.....	56
8.2	Spacer-ring constructions .....	56
8.2.1	General .....	56
8.2.2	Dimensioning.....	57
8.2.3	Spacer-ring constructions for heat insulations.....	57
8.2.4	Spacer-ring constructions for cold insulations .....	60
8.3	Claddings .....	61
8.3.1	General .....	61
8.3.2	Claddings made from non-profiled sheet metal.....	63
8.3.3	Claddings made from profiled sheets .....	65
8.3.4	Execution .....	65
8.3.5	Cladding sheets .....	67
8.3.6	Claddings for prefabricated insulated pipe systems .....	68
8.3.7	Mastic.....	68
8.3.8	Cladding with bitumen sheeting .....	68
8.3.9	Cladding of rigid plastic sheeting .....	69
8.3.10	Cladding with plastic and elastomer sheeting.....	69
8.3.11	Cladding made from embossed aluminium foils .....	70
8.3.12	Other casings for indoor use .....	70
8.3.13	Other casings.....	71
8.4	Insulation of pipe fittings .....	71
8.4.1	General .....	71
8.4.2	Caps and removable boxes.....	71

8.4.3	Insulation of bellow expansion joints .....	74
8.4.4	Cold insulation on flanges .....	74
8.4.5	Cold insulation on fittings .....	75
8.4.6	Rating plates.....	76
8.4.7	Exterior cooling zones/trace heating systems.....	76
8.5	Bolsters.....	77
8.5.1	General .....	77
8.5.2	Materials for bolsters.....	77
8.5.3	Execution of bolsters in cold insulations .....	77
Annex A (informative) Construction of heat and cold insulation systems .....		80
Annex B (informative) Reference values for insulation material properties .....		88
Annex C (informative) Means of fastening insulation materials.....		94
Annex D (informative) Recommended insulation thicknesses for industrial installations as specified in 4.2.....		97
Annex E (informative) Comparison of the reaction to fire classes specified in DIN 4102-1 and DIN EN 13501-1 .....		103
Annex F (informative) Examples for the application of cold insulation .....		104
Annex G (informative) Component penetration by an air duct.....		114
Annex H (informative) Inspection.....		115
Bibliography .....		116
Index		119

## Figures

Figure 1	— Minimum distances between insulated objects and between insulated objects and other components such as vessels, fittings, columns, tanks .....	21
Figure 2	— Minimum distances between insulated pipe systems with $d < 400$ mm and fixed objects in the vicinity, e.g. walls and ceilings.....	21
Figure 3	— Minimum distances X of insulated, vertical and horizontal pipe systems of circular or square cross-section to each other and to ceilings/walls and interfering edges, e.g. cable routes .....	22
Figure 4	— Minimum dimensions and distances for insulated objects, pipe systems with flanges.....	23
Figure 5	— Contour-following insulation .....	29
Figure 6	— Cavity insulation .....	30
Figure 7	— Fastenings by retaining pins with clips .....	36
Figure 8	— Expansion joint for objects positioned vertically .....	55
Figure 9	— Expansion joints for objects positioned horizontally.....	55
Figure 10	— Number and positioning of the latches .....	73
Figure 11	— Cold insulation of a bellow expansion joint .....	74
Figure 12	— Cold insulation of a flange.....	75
Figure 13	— Cold insulation of fittings with control element aligned downwards.....	76

<b>Figure 14 — Example: Loose support for horizontally and vertically installed pipe systems, pipe insulation of polyurethane in-situ foam or polyurethane half-shells (with or without shiplap edges)</b> .....	<b>78</b>
<b>Figure 15 — Pipe supports</b> .....	<b>78</b>
<b>Figure D.1 — Schematic representation of the verification process</b> .....	<b>101</b>
<b>Figure F.1 — Supports for horizontal vessels</b> .....	<b>104</b>
<b>Figure F.2 — Supports for horizontal vessels</b> .....	<b>104</b>
<b>Figure F.3 — Loose support with sliding plate — Detail of Figure F.2</b> .....	<b>105</b>
<b>Figure F.4 — Fixed points without sliding plate — Detail of Figure F.2</b> .....	<b>105</b>
<b>Figure F.5 — Support for vertical vessels with outriggers</b> .....	<b>106</b>
<b>Figure F.6 — Support for vertical vessels</b> .....	<b>106</b>
<b>Figure F.7 — Anchoring at the fixed point — Detail of Figure F.4</b> .....	<b>107</b>
<b>Figure F.8 — Detail of Figure F.5 and Figure F.6</b> .....	<b>107</b>
<b>Figure F.9 — Horizontal section through column with penetrations</b> .....	<b>108</b>
<b>Figure F.10 — Supports for flat-based vessels (full-surface insulation)</b> .....	<b>109</b>
<b>Figure F.11 — Supports for flat-based vessels (ring support)</b> .....	<b>110</b>
<b>Figure F.12 — Supports for double-wall tank</b> .....	<b>111</b>
<b>Figure F.13 — Supports for double-wall tank (outer tank closed)</b> .....	<b>112</b>
<b>Figure F.14 — Support for spherical tank</b> .....	<b>113</b>
<b>Figure G.1 — Example of component penetration by an air duct</b> .....	<b>114</b>

## Tables

<b>Table 1 — Reference values for longitudinal thermal expansion</b> .....	<b>31</b>
<b>Table 2 — Contact corrosion for metals in contact with other metals</b> .....	<b>33</b>
<b>Table 3 — Standard fastenings for mats/wired mats/felt</b> .....	<b>35</b>
<b>Table 4 — Standard fastening for lamella mats</b> .....	<b>36</b>
<b>Table 5 — Standard fastenings for shells</b> .....	<b>37</b>
<b>Table 6 — Dispensing with spacer-ring constructions for horizontal pipe systems without air gap for mineral-wool wire mat insulation material as specified in AGI Q 132</b> .....	<b>58</b>
<b>Table 7 — Dispensing with spacer-ring constructions for horizontal pipe systems without air gap for mineral-wool lamella mat insulation material as specified in AGI Q 132</b> .....	<b>59</b>
<b>Table 8 — Materials for spacer-ring constructions and bolsters in cold insulation systems (reference values)</b> .....	<b>60</b>
<b>Table 9 — Calculation example for heat insulation</b> .....	<b>62</b>
<b>Table 10 — Calculation example for cold insulation</b> .....	<b>62</b>
<b>Table 11 — Permissible temperatures for cladding materials</b> .....	<b>62</b>
<b>Table 12 — Overlaps as a function of the roof pitch in the exterior</b> .....	<b>63</b>

<b>Table 13 — Sheet thicknesses, overlaps, and connection devices for claddings made of from non-profiled sheet metal.....</b>	<b>64</b>
<b>Table 14 — Sheet thicknesses and overlaps for claddings not subject to mechanical stresses .....</b>	<b>65</b>
<b>Table 15 — Commonly used types of sheet metal for claddings .....</b>	<b>67</b>
<b>Table 16 — Sheet thicknesses for caps and removable boxes made of steel sheet and lengths of latches .....</b>	<b>73</b>
<b>Table 17 — Sheet thicknesses for caps and removable boxes made of aluminium sheet and lengths of the latches .....</b>	<b>73</b>
<b>Table A.1 — Construction of heat insulation systems.....</b>	<b>80</b>
<b>Table A.2 — Construction of heat insulation systems with sound insulation requirements .....</b>	<b>84</b>
<b>Table A.3 — Design of cold insulation systems .....</b>	<b>85</b>
<b>Table A.4 — Construction of cold insulation systems with sound insulation requirements.....</b>	<b>87</b>
<b>Table B.1 — Reference values for insulation material properties.....</b>	<b>88</b>
<b>Table C.1 — Means of fastening insulation materials .....</b>	<b>94</b>
<b>Table D.1 — Maximum heat flux density in heat insulation — Calculation according to VDI 4610 Part 1, Energy efficiency class C.....</b>	<b>97</b>
<b>Table D.2 — Insulation thicknesses in heat insulation, in mm; verification based on reference insulation materials — Calculation according to VDI 4610 Part 1, Energy efficiency class C .....</b>	<b>98</b>
<b>Table D.3 — Maximum heat flux density in cold insulation for temperatures down to <math>-30\text{ }^{\circ}\text{C}</math> — Calculation according to VDI 4610 Part 1, Energy efficiency class C .....</b>	<b>99</b>
<b>Table D.4 — Insulation thicknesses in cold insulation for temperatures down to <math>-30\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, in mm; verification based on reference insulation materials — Calculation according to VDI 4610 Part 1, Energy efficiency class C.....</b>	<b>100</b>
<b>Table D.5 — Reference insulation material in heat insulation when a substructure shall be installed.....</b>	<b>100</b>
<b>Table D.6 — Reference insulation material in heat insulation when no substructure shall be installed.....</b>	<b>101</b>
<b>Table D.7 — Reference insulation material in cold insulation.....</b>	<b>101</b>
<b>Table E.1 — Assignment of building authority requirements to reaction to fire classes for construction products according to MVV-TB and starting 2019-01 .....</b>	<b>103</b>