

F O R S C H U N G S I N S T I T U T
MITTEILUNGEN
F Ü R W Ä R M E S C H U T Z
E . V . M Ü N C H E N

Reihe II Wärmeschutz im Wohnungsbau

Nummer 7

Die VDI-Richtlinie 2055
„Wärme- und Kälteschutz“

Von
W.F. Cammerer

Sonderdruck aus Brennstoff-Wärme-Kraft Nr. 9/1979, S. 350/52

Die VDI-Richtlinie 2055 „Wärme- und Kälteschutz“

W.F. Cammerer, Gräfelfing

Einleitend werden die derzeitigen Regelwerke über wärmeschutztechnische Maßnahmen vorgestellt. Im Mittelpunkt des Beitrags steht dann die VDI-Richtlinie 2055, die seit etwa 50 Jahren die Grundlage für wirtschaftliche Überlegungen der Industrie beim Wärme- und Kälteschutz bildet. Zur Zeit wird die VDI-Richtlinie 2055 neu gefaßt. Über die dabei anstehenden Änderungen wird berichtet. So müssen u.a. zusätzliche Berechnungsverfahren für die ständig wachsenden betriebstechnischen Anforderungen berücksichtigt werden; insbesondere liegt der Schwerpunkt der Neufassung auf den Energieeinsparungen im betrieblichen Bereich.

1. Regelwerke über wärmeschutztechnische Maßnahmen

In einer Zeit, in der Fragen der Energieeinsparung in allen Bereichen des öffent-

lichen und privaten Lebens zunehmend erörtert und im Bewußtsein der Gesellschaft geweckt werden, gewinnen Vorschriften und Richtlinien für einen energiesparenden Wärmeschutz immer mehr an Bedeutung.

Im Bauwesen stellt seit 1952 die DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ [1], die seitdem mehrmals überarbeitet wurde, als technische Baubestimmung der Bauaufsichtsbehörden grundlegende Anforderungen an den Mindestwärmeschutz von Gebäuden. Diese Norm wurde aufgrund der ersten Energiekrise des Jahres 1973 ergänzt durch ein Beiblatt mit Empfehlungen für einen erhöhten Wärmeschutz [2] sowie durch „Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4108“ der Obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder [3]. Ferner erließ die Bundesregierung aufgrund des Energieeinsparungsgesetzes vom 22. Juli 1976 bisher drei Rechtsverordnungen zur Energieeinsparung und zwar die Wärmeschutz-, Heizungsanlagen- und Heizungsbetriebs-Verordnung [4 bis 6].

Diese Normen und Verordnungen beziehen sich im wesentlichen auf den Wärmeschutz von Wohnhäusern sowie Gebäuden

mit ähnlichem Raumklima und erfassen industrielle Anlagen nur bezüglich des Wärmeschutzes von Industriegebäuden und Heizungsleitungen in diesen Bauten. Die Wärmedämmung von Rohrleitungen in Kraftwerken oder Dampffernleitungen, Behältern, Dampferzeugern, Industrieöfen, chemischen Reaktoren, Kühlhäusern und ähnlichen Anlagen werden von technischen Regelwerken behandelt wie z.B. den VGB-Richtlinien für die Einmauerung und die Wärmedämmung von Dampferzeugern [7], der DIN 18421 „Wärmedämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen“ [8], den AGI-Arbeitsblättern [9] und besonders durch die VDI-Richtlinie 2055.

Bei allen diesen Richtlinien wird die gewählte Wärmedämmung nach Erfüllung der betriebstechnischen Anforderungen grundsätzlich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten überprüft. Diese Betrachtungsweise wurde nicht erst seit den Liefereinschränkungen von Rohöl im Jahre 1973 eingeführt, sondern war stets Grundlage der Bemessung von industriellen Wärme- oder Kälteschutzanlagen.

2. Historische Entwicklung der VDI-Richtlinie 2055

K. Hencky, erster wissenschaftlicher Leiter des Forschungsheims für Wärmeschutz e.V.¹⁾, gab in der Mitgliederversammlung des Jahres 1926 durch einen Vortrag den Anstoß zur Ausarbeitung von zwei Regelwerken, nämlich der „Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“ und der „Richtlinien zur Bemessung von Wärme- und Kälteschutzanlagen (Regelangebote)“.

Grundlage für diese Regelwerke waren die Erkenntnisse, die von O. Knoblauch und seinen Schülern im Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München erarbeitet [10] und durch weitere Forschungsarbeiten, Prüfungen und Veröffentlichungen des Forschungsheims in die Praxis umgesetzt worden waren [11]. Obmann des hierfür gegründeten VDI-Ausschusses war ebenfalls K. Hencky. Die „Regeln“ erschienen im Jahre 1930 und die „Richtlinien“ ein Jahr später (1931).

Die „Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“ enthielten bereits die wichtigsten Abschnitte der späteren VDI-Richtlinie 2055, nämlich Gleichungen zur Berechnung des Wärmedurchgangs durch ebene und gekrümmte Wände, geeignete und ungeeignete wärmeschutztechnische Gewährleistungen sowie Laboratoriums- und Betriebsmeßverfahren.

Die „Richtlinien zur Bemessung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“ entstanden, wie es im Vorwort heißt, „aus dem Bedürfnis, die bei der Wahl des Materials und der Abmessungen wiederkehrende, gleichbleibende Rechenarbeit zu vereinfachen“. Die Richtlinien enthielten daher Vordrucke für die Angebotsform für bestimmte Regelfälle, sogenannte „Regelangebote“, für Fertigarbeiten, getrennt nach Wärme- und Kälteschutzanlagen sowie für Materiallieferungen. Dabei stand die Wirtschaftlichkeit der Ausführung im Vordergrund. In den Vordrucken war auch ein Rechenschema zur Berechnung der wirtschaftlichen Isolierstärke, der heutigen wirtschaftlichen Dämmschichtdicke, angegeben.

Diese Regelwerke haben sich in den folgenden Jahren bewährt. Aufgrund der weiteren technischen Entwicklung erwies es sich als zweckmäßig „Regeln“ und „Richtlinien“ zusammenzufassen. Im Jahre 1958 erschien diese Neubearbeitung als „VDI-Richtlinie 2055 Wärme- und Kälteschutz – Berech-

nungen, Garantien, Meßverfahren und Lieferbedingungen für Wärme- und Kälte-Isolierungen“.

Die Arbeiten des VDI-Ausschusses wurden teils von E. Raisch, dem damaligen wissenschaftlichen Leiter der Forschungsheimes für Wärmeschutz, teils von J.S. Cammerer [12] geleitet.

Gegenüber den früheren „Regeln“ und „Richtlinien“ enthält die neu bearbeitete Richtlinie einige wichtige Neuerungen: Beschreibung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten bei der Wärmeübertragung – ein verbessertes vereinfachtes Berechnungsverfahren für Wärme- und Kälteverluste – Zuschlagswerte für Wärmeverluste durch Einbauten in Rohrleitungen, wie Ventile und Flanschen sowie Abstandhalter bei gedämmten Rohrleitungen mit Blechummantelung – zusätzliche Meßverfahren, wie z. B. Bestimmung der Anwendungsgrenztemperatur von faserförmigen Stoffen und des Wasserdampf-Diffusionswiderstandsfaktors²⁾ von Dämmstoffen.

Nach etwa 10 Jahren wurde immer häufiger gefordert, die VDI-Richtlinie nach dem heutigen technischen Erkenntnisstand grundlegend zu überarbeiten. Anlaß war u. a. ein im Auftrag des Landes Nordrhein-Westfalen aufzustellendes Standard-Leistungsverzeichnis für Bauarbeiten. Sowohl Vertreter der Auftraggeber für Wärme- und Kälte-dämmarbeiten, nämlich die Arbeitsgemeinschaft Industriebau (AGI), als auch Vertreter der Auftragnehmer (Isolierindustrie und Isolierhandwerk) wünschten eine überarbeitete Fassung der VDI-Richtlinie 2055 als Grundlage für das Standard-Leistungsverzeichnis. Mit der Leitung der Arbeiten des neu gegründeten Ausschusses wurde wieder der wissenschaftliche Leiter des Forschungsinstituts für Wärmeschutz betraut. Aufgrund der Ausweitung des Ausschusses auf alle interessierten Fachkreise und der zu bewältigenden unterschiedlichen Interessen sowie der ständig fortschreitenden technischen Entwicklung nahm die Neubearbeitung wesentlich mehr Zeit in Anspruch, als ursprünglich angenommen worden war. So konnte der Entwurf erst im März 1978 als Gründruck vorgelegt werden. Zahlreiche Einsprüche und Anregungen erforderten eine weitere Überarbeitung, so daß mit dem Weißdruck erst im Frühjahr 1980 zu rechnen ist.

3. Aufgabenstellung für die Neufassung von VDI 2055

Neben der Übernahme bewährter Inhalte der Ausgabe 1958 mußten zusätzliche Be-

rechnungsverfahren für die ständig zunehmenden betriebstechnischen Anforderungen und entsprechende Meß- und Prüfverfahren aufgenommen werden. Dies führte jedoch zu einer starken Ausweitung der theoretischen und meßtechnischen Abschnitte sowie aufgrund des benötigten mathematischen Rüstzeugs zu einer Erschwerung für den ingenieurmäßig nicht vorgebildeten Leser. Da aber die VDI-Richtlinie Grundlage für alle Interessenten wärmeschutztechnischer Fragen bleiben und sowohl von Ingenieuren als auch von Isoliermeistern aus Handwerksbetrieben und von technischen Kaufleuten benutzt werden soll, muß dieser Forderung durch eine zweckentsprechende Gliederung Rechnung getragen werden. Es wurde daher nach der Besprechung der Gründrucks folgende neue Einteilung getroffen:

Allgemeines: Vorwort, Zweck und Geltungsbereich, Zeichen, Benennungen, Einheiten

Teil 1: Grundlagen des Wärmeschutzes; Einfache Berechnungsgleichungen für die Wärmeübertragung mit Berechnungsbeispielen

Teil 2: Bemessung von Dämmschichten mit Anwendungsbeispielen, Gewährleistungen, Gütesicherung, Bedingungen für die Lieferung von Stoffen und die Leistung von Arbeiten

Teil 3: Berechnungsverfahren für besondere Anforderungen

Teil 4: Meß- und Prüfverfahren, Meßspiel, Umrechnung und Gewährleistungsvergleich

Teil 5: Technische Werte, Tafeln, Diagramme, Schrifttum

Für den Nicht-Ingenieur sind die Abschnitte „Allgemeines“, Teil 1, Teil 2 und Teil 5 vorgesehen. Allerdings verlangen auch die „einfachen“ Berechnungsgleichungen eine gewisse Übung im Umgang mit Gleichungen, in denen Buchstaben für einzusetzende Werte stehen. Die „vereinfachte Berechnung mit Hilfe von Diagrammen und Zahlentafeln für einschichtige Wärmedämmung“, die trotz der heute üblichen Verwendung von Taschenrechnern aus der alten Richtlinie übernommen wurde, wird dem Nicht-Ingenieur das Arbeiten mit der Richtlinie erleichtern. Der Wärmedurchgang durch eine einschichtige Wärmedämmung wird nach diesem Verfahren lediglich als Produkt aus mehreren Faktoren, die aus Diagrammen oder Tabellen des Teils 5 entnommen werden können, berechnet. So ergibt sich beispielsweise der Wärmeverlust einer gedämmten Dampf-Fernleitung als Produkt von Wärmedurchgangskoeffizient der ebenen Wand k_e ;

¹⁾ Gegründet 1918 als „Forschungsheim für Wärmewirtschaft in München“, 1926 umbenannt in „Forschungsheim für Wärmeschutz e.V.“ und 1966 in „Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München“.

²⁾ Heutige Bezeichnung: Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl.

Die VDI-Richtlinie 2055 „Wärme- und Kälteschutz“

Durchmesserfaktor f_D für die Rohrleitung;
Windfaktor f_W ;
Temperaturdifferenz zwischen dem strömenden Medium und der Umgebungsluft;
Länge der Rohrleitung in m.

Einflüsse von Einbauten werden entweder als additiver Zuschlag zur Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes oder zur Leitungslänge berücksichtigt.

Der Teil 2 ermöglicht die Bestimmung der erforderlichen Dämmschichtdicke nach betriebstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten mit Hilfe von Diagrammen des Teils 5. Er erläutert grundsätzliche Fragen der Gewährleistung, der Gütesicherung und Lieferung von Dämmstoffen sowie der Leistung von Arbeiten.

Der Teil 3 bleibt dem Ingenieur vorbehalten und Teil 4 dient Prüflaboratorien der Industrie und Materialprüfanstalten für die Durchführung der erforderlichen Messungen und der Beurteilung der Meßergebnisse.

4. Wichtige Inhalte und Änderungen der Neufassung gegenüber der Ausgabe 1958

Zunächst waren einige formale Änderungen notwendig geworden: Aufgrund der „Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen“ vom 26. Juni 1970 mußten alle Maßeinheiten auf das internationale Einheitensystem (SI) umgestellt werden. Die „Kalorie“ wurde daher durch das „Joule“ und u.a. die bisherige Einheit für die Wärmeleitfähigkeit kcal/(mh°C) durch W/(m·K) ersetzt.

Der Begriff „Isolierung“ wurde entsprechend der Umbenennung im baulichen Wärmeschutz trotz mancher Bedenken durch das Wort „Wärmedämmung“ abgelöst. Durch diese Begriffsänderung wird die physikalische Tatsache berücksichtigt, daß Wärmeverluste durch Dämmschichten niemals vollkommen verhindert, sondern nur in ihrer Größe verringert werden können.

Der Umfang der aufgeführten Berechnungsverfahren wurde gegenüber der bisherigen Richtlinie erheblich erweitert, und zwar für folgende Fragestellungen:

- Wärmeverluste von erdverlegten gedämmten und nicht gedämmten Einfach-Rohrleitungen;
- Wärmeverluste und Temperaturänderungen bei der Auskühlung von Behälterfüllungen;

- Wärmeverluste und Temperaturabfall von strömenden Medien unter Berücksichtigung der Beschleunigung;
- Wärmeverluste über gedämmte Wärmebrücken, z. B. Halterungen, bei gleichbleibendem Querschnitt;
- Verhinderung eines unzulässigen Tauwasserausfalls bei Wasserdampf-Diffusionsvorgängen.

Der Abschnitt „Gewährleistungen“, bisher „Garantien“ genannt, wurde neu bearbeitet, wobei auf grundlegende physikalische Zusammenhänge ausführlicher als in der alten Richtlinie eingegangen wurde. Dadurch ist die Abgrenzung „geeigneter“ Gewährleistungen gegenüber „ungeeigneten“ leichter möglich als bisher.

Diagramme für die Bestimmung von Dämmschichtdicken in Abhängigkeit von vorgegebenen Größen oder unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten wurden verbessert oder durch neue Diagramme ergänzt.

Eine grundlegende Neuerung ist die Einführung einer Gütesicherung von Dämmstoffen, durch Eigen- und Fremdüberwachung, die heute im Bauwesen allgemein üblich ist. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, daß bei der Ausführung einer „Wärmedämmung nach VDI 2055“ nur güteüberwachte Dämmstoffe der geforderten Qualität zur Anwendung kommen.

Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis ermöglicht die Auffindung von Quellen über nicht beschriebene Berechnungs- und Meßverfahren.

5. Bedeutung der VDI-Richtlinie 2055 für die Industrie

Die VDI-Richtlinie für Wärme- und Kälteschutz hat bisher eine große Bedeutung erlangt, weil sich gezeigt hat, daß eine Vereinfachung der bei der praktischen Arbeit benötigten Berechnungen, Gewährleistungen, Meßverfahren und Lieferbedingungen in einer leicht zu handhabenden Darstellung sowohl für Liefer- als auch für Abnehmerfirmen sehr zweckmäßig ist. Die Richtlinie ist nicht nur ein wertvolles Hilfsmittel für Montagefirmen, die selbst keine wissenschaftliche Abteilung unterhalten, sondern auch für Abnehmerfirmen, die häufig Wärme- und Kälteschutzanlagen nur als Nebenaufgabe im Rahmen eines großen Projekts vergeben. Es ist zu hoffen, daß diese Vorteile auch für die erweiterte Neufassung erhalten bleiben,

was durch die Gliederung in relativ leicht verständliche Teile für den Nicht-Ingenieur und Teile mit größerem Anspruch an die wissenschaftliche Vorbildung des Lesers sicher begünstigt wird.

Die Anwendung dieser Richtlinie bei der Planung und Ausführung möglichst vieler Wärme- und Kälteschutzanlagen im industriellen Bereich wird außerdem einen wesentlichen Beitrag zur heute so wichtigen Energieeinsparung leisten.

Schrifttum

- [1] DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau. Ausg. August 1969. Entwurf der in 5 Teile gegliederten Neufassung erscheint im 2. Halbjahr 1979.
- [2] Beiblatt zu DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau; Erläuterungen und Beispiele für einen erhöhten Wärmeschutz. Ausg. November 1975.
- [3] Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4108, Amtsblätter der deutschen Länder, z. B. Ministerialamtsblatt der bayerischen inneren Verwaltung 27 (1975) Nr. 11, S. 173/178.
- [4] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung-WärmeschutzV) v. 11.8.1979. Bundesgesetzblatt 1977, Teil 1, S. 1554/1564.
- [5] Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen (Heizungsanlagen-Verordnung-HeizAnLV-) v. 22.9.1978. Bundesgesetzblatt 1978, Teil I, S. 1581/1583.
- [6] Verordnung über energiesparende Anforderungen an den Betrieb von heizungstechnischen Anlagen und Brauchwasseranlagen (Heizungsbetriebs-Verordnung-HeizBetrV-) v. 22.9.1978. Bundesgesetzblatt 1978, Teil I, S. 1584/1585.
- [7] VGB, Essen: VGB-Richtlinien für die Einmauerung und Wärmedämmung von Dampferzeugern. 4. Ausg. 1978.
- [8] DIN 18421: VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen. Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen; Wärmedämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen. Ausg. September 1976.
- [9] AGI-Arbeitsblätter über Dämmarbeiten und Dämmstoffe; z. B. Q 11 „Kälteämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen“ oder Q 167 „Erdverlegte Mantelrohrsysteme“. Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. Köln.
- [10] Knoblauch, O.; Raisch, E. u. Reiher, H.: Die Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Isolierstoffen und die Wärmedurchlässigkeitzahl neuer Bauweisen. Ges. Ing. 43 (1920) Nr. 52, S. 607/623. Knoblauch, O. Hencky, K.: Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen. 2. Aufl. München: Verlag R. Oldenbourg 1926.
- [11] Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz (e.V.) München. Heft 1 (1921) bis Heft 8 (1930).
- [12] Cammerer, J.S.: Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie. 4. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verl. 1962.

BWK 429