

F O R S C H U N G S H E I M
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 in der Industrie

Nummer 2

Über die Garantie einer
mittleren Gesamtwärmeleitzahl der Isolierung
von Dampffernleitungen

Von

Dipl.-Phys. W. F. CAMMERER

Über die Garantie einer mittleren Gesamtwärmeleitfähigkeit der Isolierung von Dampffernleitungen

Von **W. F. Cammerer**, München*)

(Mitteilung aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz e. V., München)

Für die Isolierung von Dampffernleitungen wurde von H. Kuhn an Stelle der bisher üblichen Garantie einer „Betriebs-Wärmeleitfähigkeit“ diejenige einer „mittleren Gesamtwärmeleitfähigkeit“ vorgeschlagen, in der neben der Wärmeleitfähigkeit des Isoliermaterials Einflüsse von Ausführungsungenauigkeiten, Abstandshaltern, Rohrhalterungen und sonstigen Einbauten der gesamten Leitung enthalten sind. Die Mitteilung einer solchen Größe ist zwar für den Besteller oder Besitzer der Anlage zur Abschätzung der Gesamtwärmeverluste wertvoll und hierfür besser geeignet als der Gesamttemperaturabfall, sie kann aber nicht zum Nachweis einer fachgerecht ausgeführten Isolierung dienen, da die isolierungsfremden Einflüsse keine eindeutige Beurteilung der Isolierung zulassen.

Der Vorschlag einer mittleren Gesamtwärmeleitfähigkeit

In einer Arbeit über die Messung der Wärmeverluste von Dampffernleitungen hat *H. Kuhn* für die Gewährleistung des Wärmeschutzes von längeren Rohrleitungen die Garantie einer Größe vorgeschlagen, die er als „mittlere Gesamtwärmeleitfähigkeit“ bezeichnet [1]. Im Gegensatz zu dem als „Wärmeleitfähigkeit“ oder „Wärmeleitfähigkeit“ definierten und für die Wärmeschutztechnik grundlegenden Begriff [2], unter dem man eine von der Temperatur abhängige Stoffeigenschaft des Isoliermaterials versteht, stellt die „mittlere Gesamtwärmeleitfähigkeit“ den Mittelwert einer im allgemeinen mehrere Kilometer langen Rohrleitungsisolierung dar. Sie enthält außer dem Wärmeleitvermögen des Isoliermaterials auch Einflüsse der zusätzlichen Wärmeverluste von Abstandshaltern für den Blechmantel, der Rohrhalterungen und der Einbauten, wie Armaturen, Entwässerungen und dgl. Während die Abstandshalter, die im allgemeinen die Form von Stützringen haben, als Konstruktionselemente der Isolierung zum Lieferumfang der Isolierfirma gehören, sind Rohrhalterungen und Einbauten Teile der Rohrleitung und werden unabhängig von der Isolierung ausgeführt. Der Lieferer der Isolierung hat somit, von wenigen Ausnahmen abgesehen¹⁾, keinen Einfluß auf die Wahl dieser Teile der Anlage.

Der Verfasser hat daher mehrmals zu diesem Vorschlag Stellung genommen [3 bis 5] und ihn als unvereinbar mit den physikalischen Grundlagen der Wärmeschutztechnik bezeichnet, wie sie in den VDI-Richtlinien für Wärme- und Kälteschutz [6] niedergelegt sind und aus denen in gründlichen Beratungen der Wissenschaftler sowie der Erzeuger und Verbraucher von Isolierstoffen Garantievorschriften abgeleitet wurden.

H. Kuhn veröffentlichte kürzlich eine weitere Arbeit [7], in der er auch auf die Kritiken antwortete, die sein Vorschlag hervorgerufen hat [3 bis 5; 8], ohne jedoch auf deren Kern einzugehen. Da die Garantieforderung für die Wärmeschutztechnik von größter Bedeutung ist, und zwar einerseits wegen der im Interesse der Abnehmer streng gefaßten Garantiebestimmungen der VDI-Richtlinien und andererseits wegen der ablehnenden Haltung des Fiskus gegenüber den berechtigten Forderungen von steuerlichen Garantierückstellungen, soll noch einmal ausführlich zu dieser Frage Stellung genommen werden.

Der Sinn von wärmeschutztechnischen Garantien

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen der gewünschten Wirkung einer Isolierung und dem Nachweis ihrer sachgemäßen und fachgerechten Ausführung. Aus verständlichen Gründen möchte der Abnehmer die ihn

*) Dipl.-Phys. *Walter F. Cammerer*, Wissenschaftlicher Leiter des Forschungsheims für Wärmeschutz e. V., München.

¹⁾ Die Isolierung von erdverlegten Rohrleitungen wird manchmal von der Rohrleitungsbaufirma selbst ausgeführt.

interessierende Auswirkung einer Wärme- oder Kälteschutzanlage garantieren lassen, z. B. den Wärme- oder Kälteverlust oder den Temperaturabfall einer Anlage, also Größen, die nicht allein von der Isolierung, sondern auch von der Konstruktion des zu isolierenden Objekts und den Betriebsbedingungen abhängig sind. Zur Nachprüfung der Güte der Wärmedämmung kann jedoch nur eine Größe verwendet werden, die unabhängig von isolierungsfremden Einflüssen die tatsächliche Wärmeschutzwirkung der ausgeführten Isolierung kennzeichnet. Am deutlichsten ist dieser Unterschied bei der Einmauerung eines Dampferzeugers zu erkennen. Der Kesselbesitzer wünscht zur Erzielung eines günstigen Wirkungsgrades einen möglichst geringen Wärmeverlust des Mauerwerks. Mißt man diesen auf der äußeren Blechabdeckung, so sind in diesem Meßwert auch die Wärmeverluste von metallischen Wärmebrücken der Kesselkonstruktion enthalten, welche die Blechverkleidung unter Umgehung der Isolierung aufheizen, und ferner Einflüsse des äußeren Wärmeübergangs, wie die Luftbewegung im Kesselhaus und die Strahlung der Oberfläche. Natürlich interessieren den Kesselbesitzer diese Wärmeverluste zur Abschätzung des Restgliedes der Wärmebilanz, zur eindeutigen Beurteilung der Kesselisolierung kann aber nur eine Meßgröße dienen, die sich allein auf die Wärmedurchlässigkeit des Mauerwerks einschließlich der Mörtelfugen bezieht. So wurde in der zur Zeit in Arbeit befindlichen Neufassung der „Richtlinien für die Einmauerung von Hochleistungsampfkesseln“ [9] an Stelle der bisher üblichen Garantie der Oberflächentemperatur und des Wärmeverlustes die Gewährleistung der „Wärmedurchlaßzahl“ gewählt. Diese Größe ist nämlich unabhängig von Betriebsbedingungen und kennzeichnet eindeutig die Wärmeschutzwirkung der Kesselisolierung [5].

Ähnliche Verhältnisse liegen bei der Isolierung von Dampffernleitungen vor. Der Nachweis der Güte einer ausgeführten Rohrisolierung kann ebenfalls nicht durch die Prüfung der erwünschten Wirkung, nämlich eines geringen Gesamtwärmeverlustes erfolgen, da darin unbekannte Verluste der Rohrhalterungen und Einbauten enthalten sind, sondern nur durch eine Meßgröße, welche die sachgemäße und fachgerechte Ausführung der Isolierung nachprüfen läßt, also die Wahl eines geeigneten hochwertigen Isoliermaterials und die sorgfältige Anbringung der Wärmedämmschichten unter Vermeidung von schädlichen Hohlräumen und sonstigen Ungleichmäßigkeiten. Überlagernde Einflüsse von Rohrhalterungen und Einbauten verwischen das zur Beurteilung der Isolierung erforderliche Bild und lassen keine eindeutige Kritik über die Güte einer Isolierung zu. Eine solche ist nur durch die Garantie der „Betriebswärmeleitfähigkeit“ [6] möglich, die vom Lieferer der Isolierung genügend genau angegeben, an mehreren Stellen der Leitung nachgeprüft und bei deren Überschreitung der Lieferer voll zur Ver-

antwortung gezogen werden kann. Dagegen ist die Schätzung des Gesamtwärmeverlustes einer langen Dampfleitung, bzw. die sich daraus ergebende „mittlere Gesamtwärmeleitfähigkeit“, nur mit großen Sicherheitszuschlägen möglich, da vor allem die zusätzlichen Wärmeverluste durch Rohrhalterungen nicht annähernd bekannt sind²⁾.

Mit der Garantie einer gut ausgeführten Isolierung ist nicht die Frage zu verwechseln, ob dem Besteller einer Dampffernleitung die Mitteilung oder die „Garantie“ einer Gesamtwärmeleitfähigkeit zur Abschätzung der Wärmeverluste bzw. des Temperaturabfalles bei der Planung der Leitung nützlich ist. Selbstverständlich interessieren ihn diese Größen, sowohl vor der Ausführung als auch während des Betriebes der Anlage, da sie wertvolle Aufschlüsse über deren Wirtschaftlichkeit geben. Da die Gesamtwärmeleitfähigkeit auf die Längeneinheit und 1 grad Temperaturdifferenz zwischen Dampf und Außenluft bezogen ist, eignet sich diese Größe außerdem zum Vergleich verschiedener Leitungen bezüglich der Wärmeverluste, und zwar besser als der Gesamtwärmeverlust und der Temperaturabfall.

Eine solche Garantie würde in etwa der Garantie des Temperaturabfalles einer Leitung entsprechen, die in den VDI-Richtlinien mit einer Toleranz von ± 15 bis $\pm 20\%$ vorgesehen ist. Die hohe Toleranz ist im wesentlichen durch die Unsicherheiten in der Erfassung der Zuschläge für den Gesamtwärmeverlust durch Halterungen und Einbauten bedingt. Der Unterschied in der Garantie der „Gesamtwärmeleitfähigkeit“ gegenüber derjenigen des „Temperaturabfalls“ besteht darin, daß einerseits meßtechnisch weitere Unsicherheiten hinzutreten durch die Bestimmung der Druckdifferenz, des Dampfdurchsatzes, der Außenlufttemperatur und der Windgeschwindigkeit, mit denen aber die Bedingungen gegeben sind, für die der gemessene Temperaturabfall gilt. Die Garantie einer Gesamtwärmeleitfähigkeit stellt also gegenüber derjenigen des Temperaturabfalles einen Fortschritt dar. Sie hat aber ebenso wie diese wegen der geschilderten Gründe nur einen informativen Charakter und eignet sich nicht zum Nachweis einer fachlich gut ausgeführten Rohrisolierung.

Stellungnahme zu den wichtigsten Erwidern auf die Kritik der Gesamtwärmeleitfähigkeit

Die Bemerkungen von H. Kuhn, daß die Rohrhalterungen nun einmal ein notwendiger Bestandteil jeder Rohrleitung seien und den Betreiber in erster Linie der gesamte Wärmeverlust der isolierten Fernleitung interessiere, zeigen, daß er von der erwünschten Wirkung der Rohrisolierung ausgeht, nicht aber von der Größe, die allein eine sichere Nachprüfung einer ausgeführten Wärmedämmung ermöglicht.

Der weitere Einwand, daß die Garantie der „Betriebswärmeleitfähigkeit einer Fertigisolierung“ nicht sinnvoll sei, da nur die Ausführungsungenauigkeiten, nicht aber die Wärmeverluste über die Abstandshalter berücksichtigt werden, kann ebenfalls nicht anerkannt werden. Es trifft zwar zu, daß zur Zeit nur die Nachprüfung der Betriebswärmeleitfähigkeit der reinen Isolierung zwischen zwei Abstandsstützringen möglich ist, und der Einfluß der letzteren im Bedarfsfalle geschätzt werden muß³⁾. Trotzdem ist diese Garantie sinnvoller als diejenige der „Gesamtwärmeleitfähigkeit“; denn bei einer Garantieüberschreitung kann im ersten Falle nach den VDI-Richtlinien von der Isolierfirma ohne weitere Diskussion Nachbesserung oder Preisnachlaß gefordert werden, im zweiten Falle jedoch nicht. Es ist ja niemals genau festzustellen, wie weit ein zu großer Wärmeverlust durch Mängel der Isolierung oder durch die praktisch unbekannteren Verluste durch Rohrhalterungen oder Einbauten verursacht wird.

H. Kuhn bemerkt ferner, daß die Isolierung einer Dampffernleitung aus der mit dem Schmidtschen Wärme-

²⁾ Im Forschungsheim wird z. Z. eine Forschungsarbeit zur Messung der Wärmeverluste der wichtigsten Ausführungsarten von Rohrhalterungen vorbereitet.

³⁾ Im Forschungsheim wird an einer Weiterentwicklung des Schmidtschen Wärmeleistungsmessers zur Erfassung der Abstandshalter gearbeitet (siehe [5]).

leistungsmesser an einigen Stellen ermittelten Betriebswärmeleitfähigkeit nicht ausreichend beurteilt werden könne, es seien hierzu sehr viele zeitraubende und kostspielige Messungen notwendig, deren Ergebnisse auf Grund der Streuung statistisch ausgewertet werden müßten. Hierauf ist zu erwidern, daß es selbstverständlich zu begrüßen wäre, wenn die Betriebswärmeleitfähigkeit der gesamten Rohrisolierung eindeutig nachgeprüft werden könnte. Es ist dies jedoch nicht möglich. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß im allgemeinen schon wenige Meßpunkte genügen, um ein zuverlässiges Bild über die Güte einer ausgeführten Rohrisolierung zu erhalten.

Die Behauptung, daß eine Messung der Betriebswärmeleitfähigkeit bei wechselnder Sonneneinstrahlung oder stark böigem Wind nicht möglich sei, trifft nicht zu. Durch Abschirmung der direkten Sonnenbestrahlung und Aufbringung von Dämpfungsschichten auf den Wärmeleistungsmesser können ohne besondere Schwierigkeiten auswertbare Meßergebnisse erzielt werden. Eine durch diese Maßnahmen bedingte Änderung des Wärmeflusses ist auf die ermittelte Wärmeleitfähigkeit ohne Einfluß, da sich mit dem Wärmefluß die an der Isolierschicht liegende Temperaturdifferenz entsprechend verringert oder erhöht [10]. Außerdem können stark schwankende Meßgrößen mit modernen Zählgeräten auf einfache Weise gemittelt werden [11; 12].

Der Hinweis, daß pauschale Garantien in der Technik durchaus üblich seien, weil oft die Trennung in Einzelgarantien technisch nicht durchführbar ist, bestätigt lediglich, daß es sich dabei um keine echten Garantien handelt [5]. In Ermangelung einer besseren Möglichkeit muß vielleicht dieser Weg gegangen werden, wenn ein Lieferer oder eine Liefergemeinschaft für alles verantwortlich ist. Es kann dies aber nicht der Anlaß dafür sein, eine bewährte Garantie durch eine unzumutbarere zu ersetzen.

Gerade aus den Kuhnschen Ausführungen über den Einfluß der Witterung auf die Messung der Gesamtwärmeleitfähigkeit, wie schwankende Lufttemperaturen, Sonne und Wind, d. h. physikalisch gesprochen der Wärmeübergangszahl und der Umgebungstemperatur, zeigt sich die Schwierigkeit der Nachprüfung der Gesamtwärmeleitfähigkeit. Bei der Berechnung des Meßspiels wurde außerdem nicht darauf eingegangen, wie weit der Strahlungsaustausch der Isolierungsfläche mit dem Boden und den Kanalwänden von Einfluß ist. Die Temperaturen dieser Umgebungsflächen können sich durch die große Wärmekapazität des Erdreichs wesentlich von der Lufttemperatur unterscheiden, die allein zur Auswertung benutzt werden kann. Eine Abschätzung dieser Einflüsse ist auch kaum möglich. Hier zeigt sich der große Vorteil der Betriebswärmeleitfähigkeitsmessung, die unabhängig vom äußeren Wärmeübergang, also von Witterungsbedingungen und veränderlichen Umgebungstemperaturen, ermittelt wird.

Zusammenfassung

Der Vorschlag von H. Kuhn, bei Dampffernleitungen die Garantie der „Betriebswärmeleitfähigkeit“ durch diejenige einer „mittleren Gesamtwärmeleitfähigkeit“ zu ersetzen, in der neben den wärmeschutztechnischen Materialeigenschaften und den Ausführungsungenauigkeiten auch Einflüsse des Wärmeverlustes durch Abstandshalter, Rohrhalterungen und Einbauten enthalten sind, würde zu einer Verwässerung der wärmeschutztechnischen Garantien führen. Sie kann ebenso wie die Garantie des Temperaturabfalles nur zur Unterrichtung über die ungefähr zu erwartenden Wärmeverluste dienen. Unter diesem Gesichtspunkt ist vielleicht eine Ergänzung der VDI-Richtlinien zweckmäßig, da die Gesamtwärmeleitfähigkeit die Gesamtwärmeverluste besser kennzeichnet als der Temperaturabfall. Zur Garantie einer fachgerechten Ausführung der Isolierung ist diese Größe, ebenso wie der Temperaturabfall, jedoch ungeeignet.

Im Interesse der Abnehmer und der verantwortungsbewußten Isolierfirmen ist im Jahre 1930 in den „Regeln

für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“, den späteren „VDI-Richtlinien“ [6], als grundlegende Garantiegröße die „Betriebswärmeleitzaahl“ einer Fertigung isolierung festgelegt worden, welche die Beurteilung einer Wärme- oder Kälteschutzanlage unbeeinflusst von Isolierungsfremden Einbauten und störenden Betriebs- und Umgebungsbedingungen ermöglicht. Diese wissenschaftliche Fundierung der Garantie- und Lieferbedingungen des Wärmeschutzes hat zu dem Aufstieg der Isoliertechnik geführt und es würde einen Rückschritt bedeuten, die eindeutige Garantie der Betriebswärmeleitzaahl durch eine pauschale Garantie einer Gesamtwärmeleitzaahl zu entwerfen. Eine solche Folge kann auch nicht im Interesse der Abnehmer von Isolierungen liegen, da sie immer wieder zu gerichtlichen Auseinandersetzungen führen müßte und unter Umständen eine wirklich mangelhafte Isolierungsausführung oft gar nicht erfassen würde, wenn die zusätzlichen, isolierungsfremden Einflüsse günstiger als angenommen sind. Denn daß man diese Fremdgrößen bei allen Garantien mit sehr vorsichtigen hohen Schätzwerten ansetzen müßte, ist selbstverständlich.

BWK 713

Stellungnahme zum vorstehenden Aufsatz

Die Bedürfnisse der Praxis sowie meßtechnische Erwägungen haben zu dem Vorschlag geführt, den gesamten Wärmeverlust einer isolierten Fernleitung in der Form einer „mittleren Gesamtwärmeleitzaahl“ der Rohrleitungsisolierung zu garantieren. Der Nachweis dieses Garantiewertes kann einfach durch Messung des Temperatur- und Druckabfalles bei beliebigem Durchsatz erbracht werden [1; 2].

W. F. Cammerer lehnt solche Garantien teils aus physikalischen Gründen, teils deshalb ab, weil sie in VDI 2055 [3] als unbrauchbar angesehen werden. Hierzu ist zu bemerken:

- 1) Richtlinien sind niemals als unabänderlich aufzufassen, sondern müssen den jeweiligen Erfordernissen der Technik angepaßt werden.
- 2) Technische Garantien beziehen sich sehr oft nicht auf exakte physikalische Größen, sondern auf durch Übereinkunft festgelegte Begriffe, die den praktischen Bedürfnissen entsprechen.

Die Garantie einer Betriebswärmeleitzaahl der Isolierung nach VDI 2055 hat den Nachteil, daß damit nur ein Teil des gesamten Wärmeverlustes der isolierten Leitung festgelegt ist. Der Nachweis dieser Wärmeleitzaahl ist, wie ausführlich dargelegt [1; 2], meßtechnisch schwierig und außerdem recht problematisch. Es gibt kein geeignetes Meßgerät, um die mittlere Betriebswärmeleitzaahl genügend genau mit einigermaßen vertretbarem Aufwand zu bestimmen. Der Schmidt'sche Wärmeflußmesser erfaßt sie nur zum Teil (ohne den Wärmeverlust über die Abstandshalter, und es kann damit überhaupt nur an bestimmten Stellen der Isolierung gemessen werden (s. Abschn. 5.133 der Richtlinie VDI 2055). Werden alle Stellen der Leitungsisolierung, die sich für die direkte Messung der Betriebswärmeleitzaahl nicht eignen, herausgenommen, so verbleiben z. B. an im Freien verlegten Dampf-Fernleitungen bei dem üblichen Abstand der Rohrrhalterung von 10 bis 12 m nur etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der gesamten Leitungslänge als für die Nachprüfung geeignet. Davon aber sind nur die im Wärmefluß ungestörten Teile der Isolierung in der Mitte zwischen zwei Abstandshaltern — im ganzen also nur ein geringer Teil der gesamten Isolierung — für die Messung zu verwenden. Krümmer, Formstücke und deren unmittelbare Umgebung fallen aus denselben Gründen für das direkte Messen der Betriebswärmeleitzaahl mit dem Schmidt'schen Wärmeflußmesser aus. Im Kanal verlegte Fernleitungen entziehen sich praktisch jeder Nachprüfung, weil die wenigen zugänglichen Leitungsstücke (Einsteigschächte) sehr kurz und wegen naheliegender Krümmer bzw. Formstücke für die Messung mit dem Schmidt'schen Wärmeflußmesser oft ungeeignet sind.

Selbst nach sorgfältigster Nachprüfung der Betriebswärmeleitzaahl weiß man bei hoher Überschreitung des rechnerischen Temperaturabfalles (Gesamtwärmeverlustes) einer Fernleitung nicht, ob die Schuld den „isolierungsfremden Einflüssen“, die in erster Linie durch die Wärmebrücken infolge der Rohrrhalterung bedingt sind, zuzuschreiben ist. Solche Messungen können, wie schon früher ausführlich berichtet [1; 2], bestenfalls infor-

Schrifttum

- [1] Kuhn, H.: Messung der Wärmeverluste isolierter Dampferrleitungen. BWK 11 (1959) S. 336/41.
- [2] Cammerer, J. S.: Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie. 3. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1951.
- [3] Cammerer, W. F.: Besprechung zu [1] in: Das Schrifttum des Wärme- und Kälteschutzes, Heft 1, Febr. 1960, S. 19/24.
- [4] Cammerer, W. F.: Mitgliederversammlung des Forschungsheimes für Wärmeschutz. BWK 12 (1960) S. 229.
- [5] Cammerer, W. F.: Garantiefragen im Wärmeschutz. Allg. Wärmetechn. 9 (1960) S. 273/79.
- [6] VDI 2055. Wärme- und Kälteschutz. Dez. 1958. Beuth-Vertrieb Berlin u. Köln. 39 S.
- [7] Kuhn, H.: Garantien für Isolierungen an Dampferrleitungen. BWK 12 (1960) S. 485/88.
- [8] Seiffert, K.: Wärme- und Kälteschutz. BWK 12 (1960) S. 172/73.
- [9] Vereinigung der Grosskesselbesitzer (VGB): Richtlinien für die Einmauerung von Hochleistungsampfkesseln. Essen 1951.
- [10] Raisch, E., u. K. Schropp: Die thermoelektrische Temperatur- und Wärmeflußmessung. Mitt. Forschungsh. f. Wärmeschutz München H. 8 (1930).
- [11] Cammerer, W. F., u. Fr. C. Cammerer: Die Verwendung von Zählgeräten für Abnahmeversuche in industriellen Wärme- und Kälteschutz. BWK 11 (1959) S. 17/20.
- [12] Cammerer, W. F.: Besprechung des Zählgerätes des Forschungsbaues Tutzinger. Schrifttum des Wärme- und Kälteschutzes, H. 2, April 1960, S. 5/8.

matischen Charakter haben. Zu einem eindeutigen Garantienachweis erscheinen sie aber nicht geeignet. Es ist also in Wirklichkeit mit der praktischen Bedeutung der Betriebswärmeleitzaahl und der mittleren Gesamtwärmeleitzaahl gerade umgekehrt, wie es Cammerer darstellt.

Auch die juristische Seite des Problems spricht für die Garantie des gesamten Wärmeverlustes. Selbstverständlich kommt der Kontrolle des Isolierstoffes, der für eine bestimmte Anlage vorgesehen ist, weiterhin große Bedeutung zu. Die Laboruntersuchung des Isolierstoffes sollte in allen Fällen vorgenommen werden. Alle erwähnten Unsicherheiten der direkten Wärmeflußmessung entfallen dagegen beim Nachweis der vom TÜV Essen verwendeten pauschalen mittleren Gesamtwärmeleitzaahl einer Leitungsisolierung. Diese stellt jedenfalls einen realen Mittelwert der gesamten Isolierung dar und sollte darum nicht grundsätzlich verworfen werden. Der Abschnitt 4 über Garantien in VDI 2055 wurde nahezu unverändert aus den 1930 erschienenen „Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“ übernommen. Das Beispiel der Kesselmauerung im Aufsatz von Cammerer zeigt übrigens, daß der reine Isolierstoff nicht getrennt behandelt werden soll. Ähnlich wie bei der Rohrleitung interessiert auch hier in erster Linie der gesamte Wärmeverlust, der stark von den „isolierungsfremden“ Wärmebrücken beeinflusst ist.

Die auf vielen Gebieten der Technik üblichen Pauschalgarantien, die vom federführenden Ersteller einer Anlage abgegeben werden, widerlegen hinlänglich den Standpunkt, wonach sich nur physikalisch exakte Größen als Garantiewerte eignen sollen. Das beschriebene Verfahren der indirekten Bestimmung einer „mittleren Gesamtwärmeleitzaahl“ an isolierten Leitungen hat seine praktische Anwendbarkeit längst bewiesen. Es wäre nun an der Zeit, daß dieses Verfahren in die Richtlinien für den Kälte- und Wärmeschutz VDI 2055 aufgenommen wird, damit die Abnahmeversuche an solchen Leitungen nicht wie bisher abweichend von der Richtlinie VDI 2055, sondern im Einklang hiermit vorgenommen werden können.

BWK 713a

Essen

H. Kuhn VDI

Schrifttum

- [1] Kuhn, H.: Messung der Wärmeverluste isolierter Dampferrleitungen. BWK 11 (1959) S. 336/41.
- [2] Kuhn, H.: Garantien für Isolierungen an Dampferrleitungen. BWK 12 (1960) S. 485/88.
- [3] VDI 2055. Wärme- und Kälteschutz. Dez. 1958, Beuth-Vertrieb Berlin und Köln. 39 S.

*

Wir sehen die Diskussion hiermit als abgeschlossen an. Es ist eine neue Form der Garantie für die Isolierung von Rohrleitungen vorgeschlagen worden, die die bisherigen Formen der Garantie nicht verdrängen, sondern die für besondere Fälle eine Ergänzung darstellen soll. Es bleibt jetzt dem Ausschuss für die Bearbeitung der Richtlinie VDI 2055 überlassen, ob er dem Vorschlag folgen will.

Die Schriftleitung

Erwiderung auf die Stellungnahme von H. Kuhn

Die Stellungnahme von H. Kuhn zeigt, daß immer noch Unklarheiten über diejenigen Fragen bestehen, die bei der Isolierung von Dampffernleitungen sowohl für den Abnehmer als auch für den Lieferer der Wärmedämmung von Bedeutung sind.

Der Besteller bzw. Besitzer einer solchen Wärmeschutzanlage stellt zwei Forderungen und zwar wünscht er

1. eine sachgemäße und fachgerechte Ausführung der Isolierung
2. einen möglichst geringen Gesamtwärmeverlust der Leitung.

Der Begriff sachgemäß bezieht sich auf die technisch bzw. wirtschaftlich zweckmäßige Wahl des Isoliermaterials und der Isolierdicke und die Bezeichnung fachgerecht auf eine einwandfreie Anbringung der Isolierung entsprechend dem Stand der Technik.

Die erste Forderung kann nur durch eine Garantie gewährleistet werden, die sich allein auf die Wärmeschutzwirkung der Isolierung ohne isolierungsfremde Bauteile erstreckt, zuverlässig angeben und nachgeprüft werden kann, d. h. durch die Betriebswärmeleitzahl der reinen Isolierung.

Die zweite Forderung nach einem möglichst geringen Gesamtwärmeverlust der Leitung hat zwar die erste zur Voraussetzung, wird aber entscheidend beeinflußt von zusätzlichen Wärmeverlusten durch Rohrhalterungen und Einbauten, die einerseits nicht zum Lieferumfang des Isolierunternehmens gehören und andererseits vor der Ausführung wegen fehlender Unterlagen nur grob abgeschätzt werden können.

Die meßtechnische Nachprüfung dieses Gesamtwärmeverlustes ist zwar — vorausgesetzt, daß die Meßtoleranz geklärt ist — durch die mittlere Gesamtwärmeleitzahl möglich, letztere kann aber vor der Ausführung nicht verbindlich angegeben werden. Auch wenn einmal die Ergebnisse der vom Forschungsheim geplanten Messungen der Wärmeverluste von Rohrhalterungen vorliegen, ist mit einer großen Bautoleranz zu rechnen.

Diese beiden Forderungen des Abnehmers und die dafür möglichen Garantien dürfen nicht miteinander verwechselt und können nicht in einer Garantie zusammengefaßt werden. Sie sind auch nicht gleichberechtigt oder gleichwertig, sondern beziehen sich auf zwei verschiedene Forderungen, die nach Klärung der Bau- und Meßtoleranz der Gesamtwärmeleitzahl nebeneinander Gültigkeit haben. Die Garantie einer mittleren Gesamtwärmeleitzahl kann jedoch — unter Zuhilfenahme der Angaben des Isolierunternehmens über die Betriebswärmeleitzahl einschließlich des Abstandshaltereinflusses — nur von dem verantwortlichen Lieferer der Ferndampfleitung abgegeben werden, der für die Ausführung der Rohrhalterungen und der Einbauten verantwortlich ist.

Um den Unterschied dieser zwei völlig verschiedenen Garantien noch klarer herauszustellen, wäre es auch zweckmäßig, für beide Größen verschiedene Bezeichnungen zu verwenden. Für die von H. Kuhn definierte mittlere Gesamtwärmeleitzahl trifft der physikalische Begriff der Wärmeleitfähigkeit nicht mehr zu. Zur Vermeidung von Verwechslungen sollte daher diese Bezeichnung der Betriebswärmeleitfähigkeit vorbehalten bleiben und für die mittlere Gesamtwärmeleitfähigkeit ein Name gewählt werden, der die zusätzlichen Einflüsse von isolierungsfremden Bauteilen klar erkennen läßt.

W. F. Cammerer

