

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 in der Industrie

Nummer 12

**Verhalten von Wärmedämmstoffen bei höheren
Temperaturen und Ermittlung der oberen
Anwendungsgrenztemperatur**

Dipl.-Ing. Horst Zehendner

Nachdruck wksb Sonderausgabe 1985

Verhalten von Wärmedämmstoffen bei höheren Temperaturen und Ermittlung der oberen Anwendungsgrenztemperatur

Dipl.-Ing. Horst Zehendner

Allgemeines

Von mehr als 50 Jahren war bereits eine der Aufgaben für das Forschungsheim für Wärmeschutz e.V. München, die Temperaturbeständigkeit von Wärmedämmstoffen zu ermitteln. Neben der Wärmeleitfähigkeit war diese Eigenschaft die wesentliche Größe für die Verwendung bei Dampfkesseln, Rohrleitungen u. dgl..

Erweichungsprüfungen an Kieselgursteinen in Anlehnung an Prüfverfahren für feuerfeste Stoffe bei allseitiger Beheizung der Dämmstoffprobekörper zeigten Formänderungen mit späterem Erweichen des Feststoffgerüsts auf. Für die Anwendung wurden sowohl Druckversuche bei höheren Temperaturen mit Ermittlung der Druckfestigkeit wie auch Erweichungsversuche bei höheren Temperaturen unter einem Prüfdruck von 100 kN/m^2 durchgeführt und aus den Messungen für die gebrannten Kieselgursteine eine Temperaturbeständigkeit von $800\text{--}900^\circ\text{C}$ abgeleitet [1, 2].

Spätere Prüfungen an Mineralfaserdämmstoffen, die nur begrenzt druckbelastbar sind, wurden hinsichtlich des Erweichungsverhaltens bei höheren Temperaturen durchgeführt, aber unter einem geringeren Prüfdruck von 1 kN/m^2 . Dabei wurde bereits der Einfluß der Rohdichte von Mineralfaserdämmstoffen oder der Stopfdichte von losen Mineralfasern deutlich, wobei nur ausreichend hohe Rohdichten eine einwandfreie Bestimmung der Erweichungstemperatur, kurz auch als «ET» bezeichnet, ermöglichten.

Für die Prüfungen wurde ein Kurzzeitverfahren mit allseitiger Beheizung eines zylindrischen Probekörpers von ca. $33 \text{ mm } \varnothing$ und 48 mm Dicke mit einer Temperatursteigerung von 5 K/min verwendet; dabei war der Mineralfaser-Probekörper mit einem Prüfdruck von 1 kN/m^2 beansprucht [3]. Wegen der allseitigen Beheizung bei der Prüfung – im Gegensatz zu der nur einseitigen Temperaturbeanspruchung des Wärmedämmstoffs in der Praxis – ließ Raisch eine Dickenverminderung von 5% zu als Grenzwert für die Anwendungstemperatur. Dieses Prüfverfahren war auch Bestandteil der Richtlinie VDI 2055 «Wärme- und Kälteschutz», Ausgabe Dezember 1958, und es wurde lange Zeit zur Zufriedenheit von Herstellern und Anwendern akzeptiert für die Bestimmung der Anwendungsgrenztemperatur, kurz als «AGT» bezeichnet.

Zu ergänzen ist, daß die früheren Rohdichten bei Glasfasern zwischen 100 und 150 kg/m^3 und bei Stein-, Basalt- oder Schlackenfasern zwischen 120 und 250 kg/m^3 lagen. Bei der Prüfung der AGT wurde die Rohdichte des Probekörpers stets gleich oder größer der sich unter 1 kN/m^2 einstellenden Dicke und Rohdichte gewählt, d.h. teilweise erfolgte die Prüfung unter erheblicher Vorspannung mit Fixieren des Prüfstempels gegen das Aufsteigen (Bild 1).

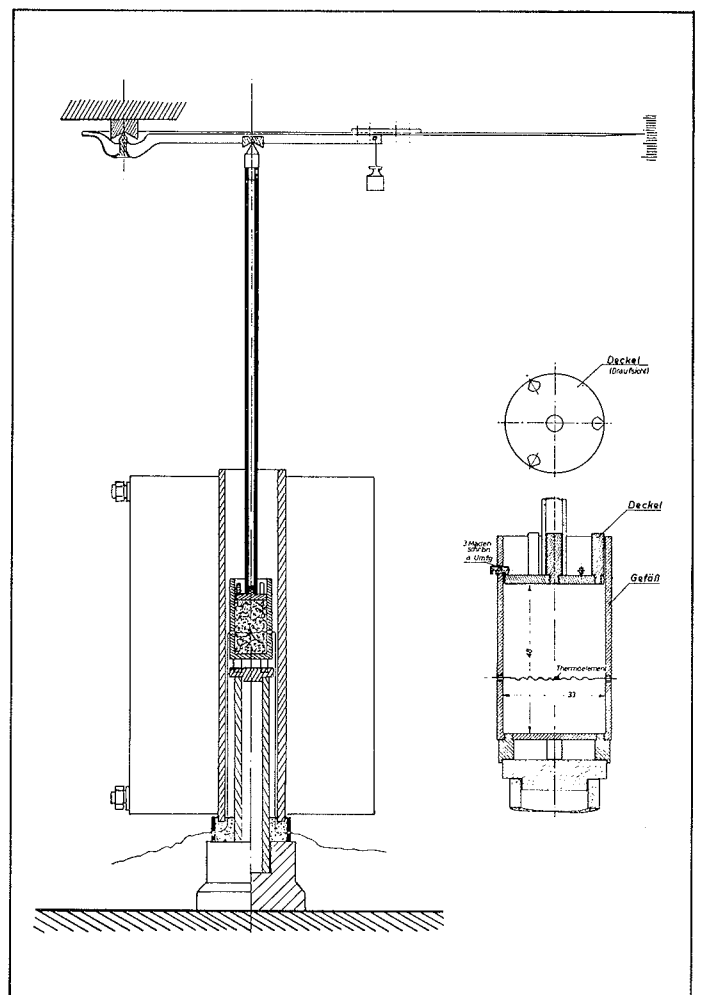


Bild 1: Meßanordnung zur Prüfung der Temperaturbeständigkeit von Faserstoffen mit Prüfgefäß nach Raisch [3].

Ziel des Prüfverfahrens der AGT war vorrangig, die Temperatur des Übergangs vom «glasig erstarrten» zum «plastisch erweichten» Zustand der Mineralfasern, also die Erweichungstemperatur, zu ermitteln. Die im Kurzzeitversuch bei 5% -Dickenverminderung gemessene ET liegt weit unter der Schmelztemperatur der Mineralfasern oder der Sintertemperatur.

Die gewählten Abmessungen der Probekörper waren aber zu gering, um eine repräsentative Aussage für das gelieferte Produkt in gebundener oder loser Form und dessen Verhalten in der Praxis zu ermöglichen. Die Werte der AGT wurden

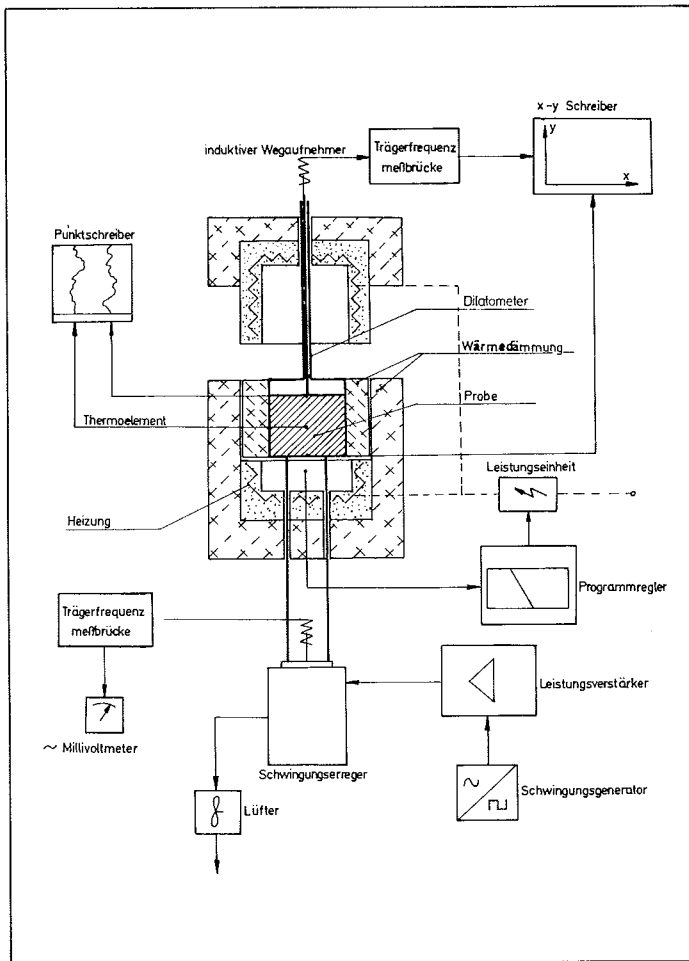


Bild 2: Schematische Darstellung der FIW-Versuchsanordnung zur Prüfung des Verhaltens von Mineralfaser-Dämmstoffen bei höheren Temperaturen [6].

deshalb auch zunehmend kritischer betrachtet, wobei auf praktische Erfahrungen verwiesen wurde mit höheren Einsatztemperaturen als die nach VDI 2055 Abschnitt 5.25 ermittelten Werte [4, 5]. Allerdings sind auch Fälle aus der Praxis bekannt geworden, wo unter erhöhten Beanspruchungen z.B. von Schwingungen oder mechanischer Art die Dämmschichtdicke nach mehrjährigem Einsatz sich vermindert hatte, und zwar bei niedrigeren Betriebstemperaturen als die gemessenen Anwendungsgrenztemperaturen.

Die Entwicklung der Mineralfaser-Produkte und Verbesserungen im Herstellverfahren führten aber auch in den vergangenen Jahrzehnten zu immer niedrigeren Rohdichten, vor allem unter dem für betriebstechnische Dämmarbeiten geltenden Prüfdruck von 1 kN/m^2 . Die Ursachen waren immer feiner werdende Fasern mit geringeren Faserdurchmessern und geringer werdende Anteile von nicht faserigen Bestandteilen, wie z.B. Schmelzperlen oder Faser- ϕ größer als $100 \mu\text{m}$ oder $250 \mu\text{m}$, die zwar die Rohdichte erhöhten, aber gleichzeitig auch die Wärmeleitfähigkeit. Geringere Rohdichten führten aber auch zu niedrigeren AGT unter den bisherigen Prüfkriterien.

Diese unbefriedigende Situation war eine Herausforderung an das FIW München, das bisherige Prüfverfahren zu untersuchen hinsichtlich der Probekörperabmessungen und deren Herstellung, des Prüfdrucks von 1 kN/m^2 und der zu prüfenden Rohdichte. Im Jahre 1975 wurde ein Forschungsvorhaben begonnen, um die Randbedingungen eingehender zu untersuchen, besonders die Einflüsse der ein- oder allseitigen Beheizung, des Temperaturgefälles, der Prüfzeit und möglicher zusätzlicher dynamischer Beanspruchungen.

Mit einer neuen Prüfeinrichtung konnten nun vor allem größere zylindrische Probekörper von $100 \text{ mm } \phi$ und 100 mm Dicke untersucht (Bild 2) und die Einflüsse der verschiedenen Parameter aufgezeigt werden [6]. Besonders deutlich zeigte sich der Einfluß des Prüfdrucks auf die Rohdichte, was aus den Bildern 3 und 4 für die Materialtypen «G» (Glasfasern), «M» (Mineralfasern) und «KF» (Keramische Fasern) sichtbar wird. Bei der Prüfung mit allseitiger Beheizung und erhöhter Rohdichte zeigt der Kurvenverlauf deutlich die sog. Erweichungstemperatur für die einzelnen Faserarten auf. Auf der Grundlage der Untersuchungen wurde die Norm DIN 52271 «Verhalten bei höheren Temperaturen», Ausgabe Juni 1981, erstellt. Die Prüfnorm ermöglicht sowohl Kurz- wie auch Langzeitprüfungen bei ein- oder allseitiger Beheizung des Mineralfaser-Probekörpers, wobei mehrere Prüfdruckstufen je nach den Betriebsbedingungen möglich sind. Diese verschiedenen Prüfbedingungen wurden für notwendig erachtet, da bei den vielfältigen Beanspruchungsmöglichkeiten der Wärmedämmung in der Praxis die Angabe nur einer allgemein gültigen Anwendungsgrenztemperatur nicht möglich war und ist. Damit wurde erreicht, daß für die Untersuchungen des Verhaltens bei höheren Temperaturen einheitliche und anwendungsbezogene Prüfungen und Beurteilungen durchgeführt werden können.

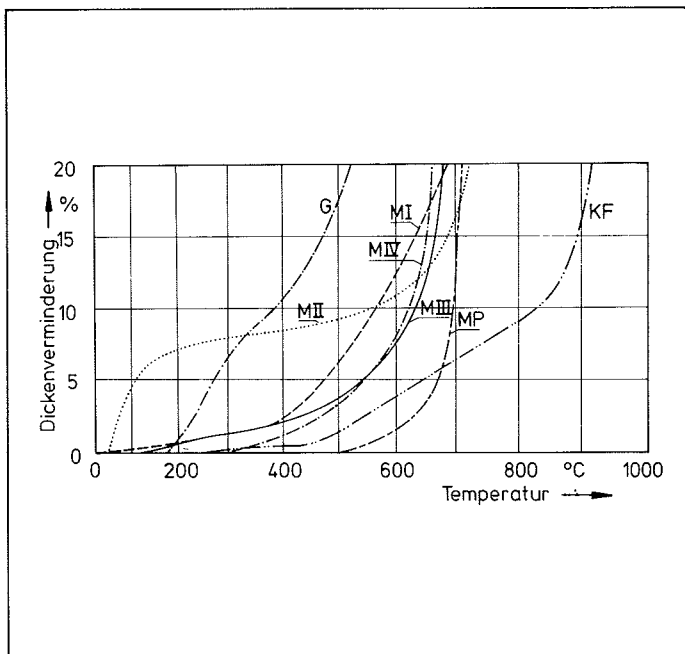


Bild 3: Kurvenverlauf «Prozentuale Dickerverminderung-Temperatur» von Mineralfaser-Dämmstoffen mit einer Rohdichte entsprechend 1 kN/m^2 Belastung; Prüfung bei allseitiger Beheizung, Druck 1 kN/m^2 [6].

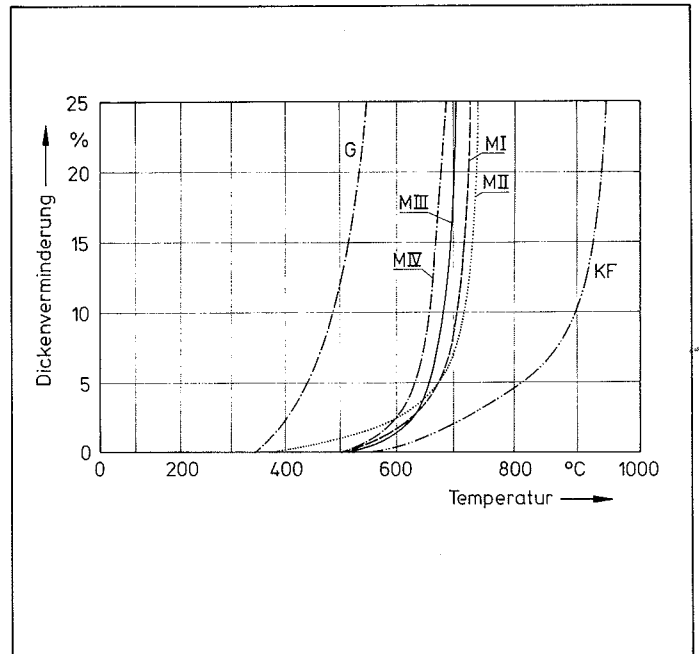


Bild 4: Kurvenverlauf «Prozentuale Dickerverminderung-Temperatur» von Mineralfaser-Dämmstoffen; Prüfung bei allseitiger Beheizung, Druck 1 kN/m^2 , Rohdichte gegenüber 1 kN/m^2 Belastung um 20% (KF) und 50% (G und M I-IV) erhöht [6].

Prüfverfahren

In DIN 52271 wird mit dem beschriebenen Prüfverfahren die Dickenänderung von Mineralfaser-Dämmstoffen bestimmt, die sich bei Wärmeeinwirkung unter Druckbeanspruchung infolge Gefügeänderung oder chemischer Veränderungen in Abhängigkeit von der Zeit und der Temperatur ergibt. Als wesentlicher Bestandteil des Prüfverfahrens ist das Prüfgefäß für den zylindrischen Probekörper mit den Einrichtungen für die Belastung, die Dicken- und die Temperaturmessung festgelegt. Die Beheizung des Probekörpers kann sowohl allseitig als auch einseitig erfolgen.

Die «Kurzzeit-Prüfung» mit 5 K/min Temperatursteigerung bei allseitiger Beheizung dient dazu, die sog. «Erweichungstemperatur» des Fasermaterials oder des Stoffgefüges zu bestimmen.

Die weitere «Kurzzeit-Prüfung» mit 5 K/min Temperatursteigerung bei einseitiger Beheizung ermöglicht eine Aussage über das Verhalten des Dämmstoffes hinsichtlich Elastizität und Belastbarkeit bei Erreichen der «Erweichungstemperatur», aber auch über diese Temperatur hinaus. Der Kurvenverlauf «Prozentuale Dickenverminderung-Temperatur» zeigt, ob die Dämmschicht mit ausreichender und/oder erhöhter Rohdichte noch genügend Festigkeit und Elastizität aufweist, um Änderungen des Stoffes und des Gefüges auf der «Warmseite» aufzunehmen und zu tragen.

Die «Langzeit-Prüfung» bei einseitiger Beheizung mit der vereinbarten Prüftemperatur über 1, 3 oder 7 Tage und dem vereinbarten Prüfdruck und der ermittelte Kurvenverlauf «Prozentuale Dickenänderung-Zeit» ermöglichen eine Aussage über das Zeitstandverhalten unter einer statischen Beanspruchung (Bild 5). Die Größe des gewählten Prüfdrucks sollte die praktische Verwendung des Dämmstoffes berücksichtigen und dessen Beanspruchungen im langzeitigen Betrieb gerecht werden.

Bei allen Prüfungen an Mineralfaserstoffen ist der Prüfdruck die maßgebliche Einflußgröße auf das Verhalten bei höheren Temperaturen. Bei betriebstechnischen Anlagen gilt im allgemeinen für die Nenndicke und Rohdichte und deren Bestimmung der Prüfdruck von 1 kN/m^2 , sowohl nach VDI 2055, Ausgabe März 1982, als auch nach dem Arbeitsblatt Q 132 «Mineralfasern als Dämmstoffe für betriebstechnische Anlagen». Bei besonders elastischen Mineralfaserdämmstoffen können auch andere Belastungswerte in Frage kom-

men, z.B. 0,5, 0,25 und $0,10 \text{ kN/m}^2$. Diese Werte müssen aber für den Anwendungsfall vereinbart und angegeben werden.

Das Verhalten des Mineralfaser-Dämmstoffes bei der Prüfung kann oft beeinflusst werden von der Herstellung und Entnahme der Probekörper aus der zu prüfenden Matte, Platte oder dem Filz; dies gilt besonders für sog. weiche Produkte mit niedriger Rohdichte [7, 8, 9].

Zunächst soll die Entnahme stets so erfolgen, daß die Prüfung der Dicke des Dämmstoffes und deren Verminderung mit der möglichen praktischen Beanspruchung als Wärmedämmung übereinstimmt, d.h. mit einer Prüfrichtung senkrecht zur Oberfläche des Dämmstoffprodukts.

Die 3 oder 5 zylindrischen Probekörper von $100 \text{ mm } \varnothing$ und 100 mm Dicke sind wegen möglicher Materialunterschiede im Dämmstoff so auszuwählen, daß deren Rohdichte mindestens der gemessenen Rohdichte des Dämmstoffes entspricht, die an der quadratischen Probe von 500 mm Kantenlänge unter dem angegebenen Nenndruck ermittelt wurde. Dabei wird aber auch vorausgesetzt, daß die zu prüfende Probe repräsentativ für das hergestellte Produkt ist, was im Herstellwerk durch umfassende Eigenüberwachung der Eigenschaften und deren gleichmäßigen Qualität zu sichern ist.

Dünne Dämmstoffe können bei ausreichend ebenen Oberflächen und gleichmäßiger Dicke auch auf die Prüfdicke geschichtet werden; lose Mineralfasern können auch auf die zu prüfende Rohdichte gestopft werden.

Die Prüfungen sollen an den Materialien im trockenen Zustand durchgeführt werden, was unter normalen Verhältnissen dem Lieferzustand der Produkte entspricht; die Probekörper können auch vor der Prüfung bei 105°C bis zur Massekonstanz getrocknet werden.

Soll das Verhalten der Mineralfasern unbeeinflusst von Binde- und/oder Schmelzmitteln untersucht werden, sind diese vor der Prüfung durch Ausglühen bei erhöhter Temperatur zu entfernen: Siehe DIN 52273 «Prüfung von Mineralfaser-Dämmstoffen, Bestimmung des Glühverlustes», Ausgabe Dezember 1984. Höhere Temperaturen als der empfohlene Wert von $550 \pm 20^\circ\text{C}$ sollen nicht angewendet werden, da sie bei Mineralfasern mit oxydierbaren Bestandteilen eine stoffliche Änderung und eine Massezunahme bewirken können.

Für die Ermittlung der Anwendungsgrenztemperatur werden folgende Prüfungen derzeit mit den beschriebenen Prüfverfahren und Prüfbedingungen durchgeführt:

Die «Kurzzeit-Prüfung» mit allseitiger Beheizung und einer Temperatursteigerung von 5 K/min ermöglicht die Angabe der Erweichungstemperatur «ET», die bestimmt wird von der Rohstoffzusammensetzung der Schmelze, der Schmelztemperatur und dem Herstellverfahren der Mineralfasern, wie z.B. Zieh-, Schleuder- und Blasverfahren.

Diese Erweichungstemperatur «ET» bestimmt zunächst die höchste Temperatur der Verwendung, sie ist aber noch nicht die Anwendungs-Grenztemperatur des Mineralfaserprodukts. Als Anwendungs-Grenztemperatur «AGT» gilt für den geforderten Wärmeschutz diejenige Temperatur, bei der auch unter langzeitiger Temperaturbeanspruchung keine oder nur eine geringe Minderung der Dämmschichtdicke und der Dämmeigenschaften des Stoffes durch mögliche stoffliche Änderungen auftreten. Für diese Temperaturangabe ist die «Langzeit-Prüfung» mit einseitiger Beheizung notwendig.

Die «Langzeit-Prüfung» mit einseitiger Beheizung ermöglicht eine Aussage über das Zeitstandverhalten bei der Anwendungs-Grenztemperatur aus dem zeitlichen Verlauf der Dickenverminderung, wobei ein zulässiger Grenzwert nach 7 oder 14 Tagen aus den möglichen praktischen Beanspruchungen an der betriebstechnischen Anlage hergeleitet werden kann. Da diese «Langzeit-Prüfungen» sehr aufwendig sind,

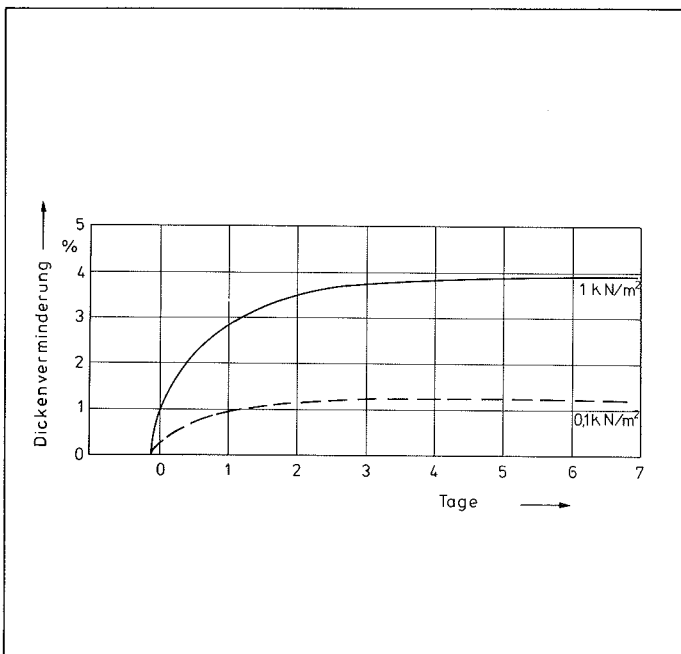


Bild 5: Kurvenverlauf «Prozentuale Dickenverminderung-Zeit» eines Mineralfaser-Dämmstoffes, Rohdichte 80 kg/m^3 entsprechend 1 kN/m^2 Belastung; Prüfung mit einseitiger Beheizung bei konstanter Temperatur von 520°C unter einem Prüfdruck von 0,1 und 1 kN/m^2 .

wird oft auch die «Kurzzeit-Prüfung» mit einseitiger Beheizung und einer Temperatursteigerung von 5 K/min bis zum Beginn einer auftretenden Dickenverminderung oder bis zum zulässigen Wert von 2 oder 5% durchgeführt. Von dem üblichen Prüfdruck von 1 kN/m² für Wärmedämmstoffe bei betriebstechnischen Anlagen sollte aber nicht abgewichen werden.

Im AGI-Arbeitsblatt Q 132 «Mineralfasern als Dämmstoffe für betriebstechnische Anlagen», Ausgabe Mai 1984, ist im Abschnitt 7.4 festgelegt, daß als Anwendungs-Grenztemperatur «AGT» die bei der «Kurzzeit-Prüfung» (bei einseitiger Beheizung, Prüfdruck 1 kN/m², Temperatursteigerung 5 K/min) bei 5% Dickenverminderung gemessene Temperatur gilt. Dies ist eine allgemeine und vorläufige Vereinbarung der Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. Köln, soweit keine anderen Anforderungen und Grenzwerte festgesetzt werden.

Bei wärmedämmenden, porösen Leichtbaustoffen, wie z.B. Kalzium-Silikat-Platten oder -Formteile, Perlitbeton, Vermiculitbeton, mineralische Schaumstoffe u. dgl., stellt sich auch die Frage nach der Anwendungs-Grenztemperatur. Das Verhalten dieser Dämmstoffe kann durch Prüfung der Druckfeuerbeständigkeit nach DIN 51064 oder der Druckerweichung und des Druckfließens nach DIN 51053 nicht umfassend beurteilt werden, da meistens keine ausreichende Druckfestigkeit bei den nicht oder nur gering belastbaren Dämmstoffen gegeben ist.

Diese nichtgenormten Dämmstoffe wurden ebenfalls in der früheren Forschungsarbeit eingehend untersucht, wobei neben einer auftretenden Dickenverminderung bei 1 kN/m² Prüfdruck und Wärmeeinwirkung auch die stofflichen Änderungen der Masse, Farbe, Festigkeit und der Maße durch Schrumpfen beurteilt wurden (Bild 6). Es hat sich gezeigt, daß auch diese Dämmstoffe mit dem Prüfverfahren nach DIN 52271 untersucht und klassifiziert werden können, wobei aber nur geringere Grenzwerte für stoffliche Änderungen wegen der nicht elastischen Eigenschaften zugelassen werden können.

Nimmt man als Anwendungs-Grenztemperatur die Temperatur beginnender oder verstärkt einsetzender Dickenverminderung bei der Kurzzeit-Prüfung an, so stimmen diese AGT-Werte mit den Erkenntnissen und Erfahrungen aus der praktischen Anwendung gut überein. Für solche Stoffe müssen also bei der Prüfung nach DIN 52271 die Bedingungen und Kriterien für die Prüfung und die Bewertung der Prüfergebnisse vereinbart werden.

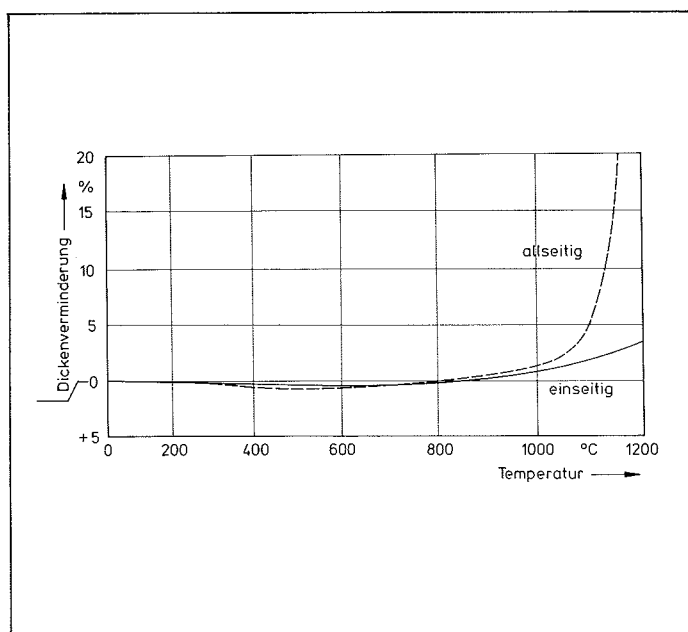


Bild 6: Kurvenverlauf «Prozentuale Dickenverminderung-Temperatur» von Kalziumsilikatplatten, Rohdichte 210 kg/m³; Prüfung bei allseitiger und einseitiger Beheizung, Druck 1 kN/m² [6].

Internationale Normung von Prüfverfahren

Im Jahre 1976 sind die internationalen Normungsarbeiten mit der Thematik «Wärmeschutz» im ISO TC 163 «Thermal Insulation» begonnen worden [10]. Der Geltungsbereich wurde wie folgt festgelegt:

«Normung auf dem Gebiet des Wärmeschutzes einschließlich Terminologie, Prüfverfahren, Berechnungsverfahren und Spezifikationen für Wärmedämmstoffe, Bauteile, Konstruktionen und Systeme sowie allgemeine Überprüfung und Koordinierung auf dem Gebiet des Wärmeschutzes im Rahmen der ISO.»

Für die Normungsarbeiten gibt es derzeit 4 Unterkomitees = Subcommittees (SC) mit folgenden Arbeitsgebieten:

- SC 1: Prüf- und Meßverfahren
- SC 2: Berechnungsverfahren
- SC 3: Wärmedämmstoffe für Gebäude
- SC 4: Wärmedämmstoffe für betriebstechnische Anlagen.

Bei den Normungsarbeiten im SC 4 stellte sich u.a. die Aufgabe nach der Angabe der oberen Anwendungsgrenztemperatur = Maximum Service Temperature «MST», deren Prüfung und Kriterien für folgende Arbeitstitel:

- «Bonded preformed mineral fibre pipe sections» DP 8142 und
- «Calcium Silicate Insulation» DP 8142 und
- «Bonded Mineral fibre slabs» Draft No. 5.

Nachdem wegen der unterschiedlichen stoffspezifischen Eigenschaften keine Möglichkeit gesehen wurde, im SC 1 ein einheitliches Prüfverfahren für alle ebenen und gekrümmten Dämmstoffe zu erarbeiten, wurden die Prüfverfahren im Anhang der einzelnen Spezifikationen gesondert festgeschrieben.

Die Normentwürfe sind von den Arbeitsgruppen = Working Groups (WG) fertiggestellt und verabschiedet worden und sollen in spätestens einem Jahr zur Abstimmung den nationalen Normungsorganen vorgelegt werden.

Nachfolgend soll auf die Prüfverfahren, Prüfeinrichtungen und Kriterien für die «MST» der einzelnen Stoffspezifikationen hingewiesen werden:

DP 8142: Mineralfaser-Rohrschalen

Die Prüfung der werkmäßig gefertigten Mineralfaser-Rohrschalen ist am waagrechten Prüfrohr mit einem äußeren Durchmesser von 80–250 mm und mindestens 1 m Länge durchzuführen, wobei man bei gleicher Mineralfaser-Rohrdichte sich auf eine Typenprüfung mit nur einem Prüfrohr-Ø beschränken möchte.

Der Hersteller hat gemäß der Spezifikation für sein Produkt die Anwendungsgrenztemperatur «MST» anzugeben.

Die Prüfung ist wie folgt durchzuführen: Das mit der Mineralfaser-Rohrschale gedämmte Prüfrohr wird mit 100 K/h auf die angegebene MST aufgeheizt, wird 72 Stunden lang auf dieser Temperatur mit ±10°C gehalten und anschließend wieder auf Umgebungstemperatur abgekühlt. Als Prüfkriterien gelten erkennbare stoffliche Änderungen nach Augenschein, Anzeichen einer örtlichen Entflammung oder exothermen Reaktion des Bindemittels und als Folge davon eines unzulässigen Temperaturanstiegs in Dämmstoffmitte sowie Sintern oder Schmelzen der Mineralfasern. Treten bei dieser einseitigen Wärmeeinwirkung größere Dickenverminderungen als 5% im Mittel- oder 10% als Einzelwert auf, gilt die Prüfung bei der angegebenen «MST» als nicht bestanden. Ebenso dürfen im Bereich der Längs- und Stoßfugen durch Schrumpfen keine größeren Spalten als 5 mm auftreten. Besonders kritisch wer-

den unzulässige Temperaturerhöhungen in Dämmstoffmitte als Folge exothermer Reaktionen verdampfender oder entflammender Binde- oder Schmälmittel bewertet, die damit ungeeignet für diesen «MST»-Wert sind.

DP 8143: Kalzium-Silikat-Dämmstoffe

Die Prüfung ist bei der vom Hersteller angegebenen oberen Anwendungsgrenztemperatur «MST» durchzuführen, und zwar an quadratischen Probekörpern von 100 mm Kantenlänge in Lieferdicke. Die Probekörper sind aus den ebenen Platten oder Formstücken auszusägen und bei 105°C mindestens 16 Stunden vor der Prüfung zu lagern.

Anschließend werden die Probekörper in einem Wärmeschrank in 16 Stunden auf die angegebene Temperatur «MST» gebracht und 24 Stunden lang dieser Temperatur ausgesetzt, wobei die Probekörperoberflächen an Luft grenzen sollen. Anschließend werden die Probekörper innerhalb von wenigstens 8 Stunden wieder auf Umgebungstemperatur (evtl. auch 105°C sind im Gespräch) abgekühlt und abschließend beurteilt und geprüft: Die Abmessungen dürfen sich gegenüber den Werten vor der Temperaturbeanspruchung um nicht mehr als 2,5% vermindert haben und die Werte der Druckfestigkeit dürfen sich durch die Wärmeeinwirkung um nicht mehr als 20% vermindert haben. Die genannten Anforderungen werden weltweit eingehend diskutiert, da langjährige Erfahrungen an Kalzium-Silikat-Dämmstoffen ohne Asbestfasern noch fehlen und außerdem die Auswirkung dieser Grenzwerte auf die Wärmedämmwirkung noch nicht abschließend bekannt ist.

Draft No. 5: (Kunstharz)-gebundene Mineralfaser-«Slabs»

Der Geltungsbereich dieses Arbeitstitels und des Begriffs «Slabs» bedarf noch einer besseren Vereinbarung, da diese Produktgruppe bisher zu allgemein gehalten wurde. Besonders der Prüfdruck zur Bestimmung der Lieferdicke, der Rohdichte und weiterer auf die Lieferdicke bezogener Eigenschaften, wie Wärmeleitfähigkeit und Anwendungsgrenztemperatur «MST», muß im Hinblick auf übliche Werte von 0,05 kN/m² bis 1 kN/m² noch vereinheitlicht oder abgestuft werden [11].

Als Prüfkriterien für die vom Hersteller angegebene Anwendungsgrenztemperatur «MST» gelten bisher, ähnlich wie bei Mineralfaser-Rohrschalen, eine unzulässig auftretende Dickenverminderung des Dämmstoffs bei einseitiger Wärmeeinwirkung.

Ferner sollen Anzeichen von Entflammung des Bindemittels und unzulässiger Temperaturanstieg in der Dämmstoffmitte als Folge exothermer Reaktionen sowie Sintern oder Schmelzen der Fasern als Prüfkriterien gelten und nicht zulässig sein.

Bei diesen Produkten liegen die Anforderungen an die Eigenschaften und deren Prüfungen bereits in Europa und natürlich weltweit am weitesten auseinander, und es bleibt die Frage offen, ob eine Vereinheitlichung in einem Normblatt überhaupt möglich ist.

Bei diesem working draft sollen ebenfalls zur Vermeidung des hohen versuchstechnischen Aufwands die Wärmeleitfähigkeit und die Anwendungsgrenztemperatur «MST» durch Typenprüfung gesichert werden und deren Werte dann für Produkte gleicher Rohdichte – als Toleranz sind $\pm 15\%$ vom angegebenen Nennwert in Diskussion – gelten.

Die vorliegenden Entwürfe der ISO-Spezifikationen für Wärmedämmstoffe weichen von unseren Normen und Richtlinien insofern ab, daß keine Anforderungen an Mindestwerte oder Eigenschaftswerte gestellt werden. Es liegt stets beim Hersteller, Werte für Wärmeleitfähigkeit, Festigkeitseigenschaften, Rohdichte und Anwendungsgrenztemperatur

«MST» anzugeben, die dann je nach den nationalen Regelungen nachzuprüfen und einzuhalten sind.

Allen drei ISO-Entwürfen ist im Anhang neben den besonderen Prüfverfahren ein Abschnitt über die Gütesicherung beigefügt worden, die als Empfehlung unter Berücksichtigung der nationalen Systeme, wie z.B. die VDI 2055-Gütesicherung in Deutschland, betrachtet wird. Im Anhang sind stoffspezifisch für die jeweiligen Dämmstoffe zusammengestellt die 3 empfohlenen Systeme der Gütesicherung, Arten der Probenahme und des Prüfumfanges für Eigen- und Fremdüberwachung, die Klassifizierungen der Fehler und Abweichungen sowie die Abnahmekriterien in Form eines «acceptable quality level = «AQL» [12, 13].

Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit ist einmal für die obere Anwendungsgrenztemperatur «AGT» die Entwicklung der Prüfmethoden und deren Auswertung für Mineralfaserdämmstoffe und poröse Leichtbaustoffe zusammenfassend aufgezeichnet worden.

Die Untersuchungen und Prüfungen im FIW hatten stets das Ziel, das Verhalten der Wärmedämmstoffe bei einseitiger Temperaturbeanspruchung zu höheren Temperaturen hin im Hinblick auf die Anforderungen des Wärmeschutzes zu klären.

Wegen der möglichen und unterschiedlichen Beanspruchungen des Dämmstoffs bei dem weitreichenden Anwendungsbereich der betriebstechnischen Anlagen ist es praktisch nicht möglich, nur mit einem Wert der oberen AGT für diese Produkte zu arbeiten. Dabei sollen neben den thermischen und statischen Beanspruchungen die möglichen dynamischen Belastungen außer acht gelassen werden; diesen begegnet der Hersteller und Verarbeiter aus Sicherheitsgründen bereits mit Dämmstoffen höherer Rohdichte und höherer Festigkeit.

Das Ziel unserer weiteren Forschungsarbeiten ist, die unterschiedlichen Einflußgrößen auf das Temperaturverhalten noch eingehender zu klären. Dazu laufen bereits seit einem Jahr im FIW weitere Untersuchungen, die neben größeren Probenabmessungen auch die Anwendung als Rohrdämmung erfassen (Bilder 7 + 8).

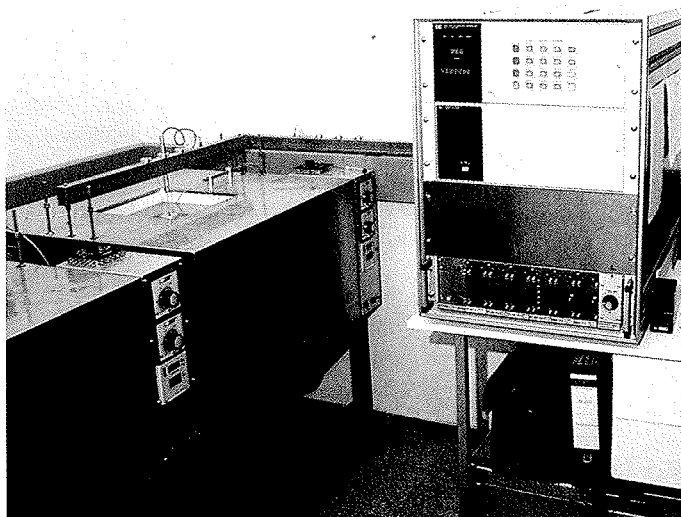


Bild 7: Ansicht der Prüfeinrichtung für ebene Produkte.

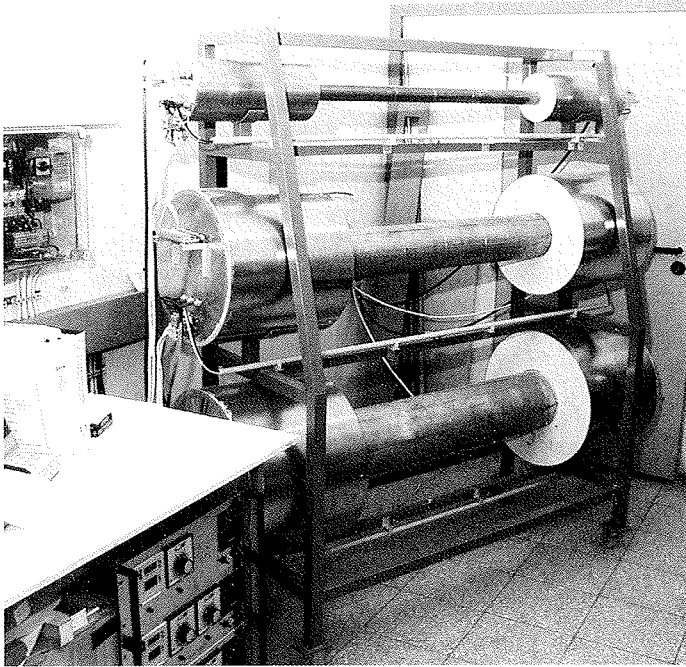


Bild 8: Ansicht der Prüfrohre für Rohrdämmstoffe.

Den Überlegungen der ISO-Normung folgend wurden drei Prüfrohre mit einem äußeren Durchmesser von 50, 159 und 219 mm gebaut, um auch im FIW den internationalen Ansprüchen und Bewertungen gerecht zu werden. Dabei sollen neben den möglichen Dickenverminderungen bei unterschiedlicher Dämmschichtdicke und einseitiger Beheizung auch der Wärmedurchlaßwiderstand der Wärmedämmschicht untersucht werden, der ja durch stoffliche Änderungen auf der Warmseite evtl. beeinflußt und vermindert werden kann.

Besonders kritisch müssen die Einflüsse der Rohdichte bei den weich-elastischen Dämmstoffen und der vereinbarten Prüfdrücke untersucht werden im Hinblick auf das Langzeitverhalten der Wärmedämmung.

Unsere Wärmedämmstoffe und Wärmedämmsysteme sollen in der geplanten Betriebszeit von 5, 10 oder 15 Jahren den betrieblichen und technischen Forderungen des Wärmeschutzes stets gerecht werden können; damit kann auch die wirtschaftliche Aufgabe der Energieeinsparung erfolgreich gelöst werden [14, 15].

Literaturhinweise:

- [1] Raisch, E. und Schropp, K.:
«Prüfung der Temperaturbeständigkeit von Wärmeschutzmitteln, insbesondere von Kieselgursteinen»; Gesundheits-Ingenieur Heft 39, 54. Jahrgang 1931.
- [2] Raisch, E.:
«Das Forschungsheim für Wärmeschutz e.V. München»; Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen, 16. Jahrgang 1935, Heft 3, S. 74/76.
- [3] Raisch, E.:
«Verhalten von mineralischen Faserstoffen bei Temperatursteigerung», Mitteilungen a. d. Forschungsheim für Wärmeschutz e.V. München, H. 9, Dezember 1955.
- [4] Jansen, P.:
«Temperaturverhalten und maximale Belastungsmöglichkeit von Mineralfaserdämmstoffen bis rund 1000°C»; Brennstoff-Wärme-Kraft 26 (1974) Nr. 3, S. 95/101.
- [5] Dietrichs, P., Krönert, W.:
«Brennwindung, Wärmeleitfähigkeit und Anwendungsgrenztemperaturen wärmedämmender Baustoffe»; «neue» Fachberichte, Hüttenpraxis, Metallverarbeitung, H. 11, Nov. 1975, S. 905/915.
- [6] Zehendner, H.:
«Verhalten von Mineralfaser-Dämmstoffen bei höheren Temperaturen»; Isolierung, Heft 2, 1980.
- [7] DIN 52324:
«Prüfung von Glas, Bestimmung der Transformations-temperatur».
- [8] Braun, G.:
«Die Eigenschaften der Mineralfasern, ihr chemisch-physikalisches Verhalten als Schall- und Wärme-Dämmstoffe»; Heft 47 (1950). Die Bauwirtschaft, S. 1–8.
- [9] Wiedemann, K.:
«Mineralfaser-Dämmstoffe für den Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz – Herstellung, Eigenschaften, Anwendung»; wksb Heft 9/1979, S. 1–8.
- [10] Weißbach, G.:
«ISO TC 163 – Thermal Insulation: Ein Überblick über die Aufgaben und Arbeiten dieses technischen Komitees»; Bauphysik, Heft 6/1980, S. 224/226.
- [11] Zehendner, H.:
«Bestimmung der Dicke von Mineralfaser-Dämmstoffen»; Isolierung, Heft 2, 1984, S. 12/15.
- [12] ISO 2859:
«Sampling procedures and tables for inspection by attributes».
- [13] ISO 3951:
«Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent defective».
- [14] Cammerer, J. S.:
«Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie»; 4. Auflage Reprint 1980, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York.
- [15] von Cube, H. L.:
«Handbuch der Energiespartechniken»; Band 3; Kapitel 16: Wärmeschutz im Hochbau und in der Industrie (1983), Verlag C. F. Müller, Karlsruhe.