

Untersuchungen an PUR-Hartschaum im Rahmen von GSH-Forschungsvorhaben

von Dipl.-Ing. Horst Zehendner, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

Untersuchungen an PUR-Hartschaum im Rahmen von GSH-Forschungsvorhaben

Seit 20 Jahren werden die Überwachungsprüfungen an PUR-Hartschaumstoff der GSH-Mitglieder im Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München durchgeführt. Es sind sowohl werksmäßig gefertigte Platten oder Elemente wie auch auf der Verwendungsstelle hergestellte PUR-Ortschäume nach dem Gieß- oder Spritzverfahren.

Als Grundlage diente zunächst die DIN 18164 „Schaumstoffe als Dämmstoffe für den Hochbau“, Ausgabe August 1966, in der noch keine stoffspezifischen Anforderungen an einzelne Schaumstoffarten enthalten waren.

Die Rohdichte durfte nach DIN 18164 zwischen 10 und 60 kg/m³ betragen, wobei eine Über- oder Unterschreitung zulässig war, wenn der Rechenwert nach DIN 4108 von 0,041 W/(m·K) – früher 0,035 kcal/(m·h·°C) – erfüllt worden ist.

Für PUR-Hartschaum wurden bei Beginn der Überwachung als grundlegende Anforderungen für die Herstellung und Verwendung festgelegt:

- Rohdichte von mindestens 30 kg/m³,
- Druckfestigkeit oder Druckspannung bei 10% Stauchung $\geq 0,10$ N/mm²,

- Meßwert der Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur, $\leq 0,027$ W/(m·K) bei Platten mit nicht gasdiffusionsdichten Deckschichten oder bei Ortschaum-Proben bzw. $\leq 0,021$ W/(m·K) bei Platten oder Elementen mit gasdiffusionsdichten Deckschichten.

Diese besonderen Anforderungen an PUR-Hartschaum waren Bestandteil der ersten Gütebedingungen für die Güteüberwachung der GSH und die Verleihung der RAL-Gütezeichen nach Bestehen der Erstprüfungen. Über die durchgeführten Überwachungsprüfungen und die Entwicklung der Gütebedingungen ist zusammenfassend bereits mehrfach berichtet worden (1, 2, 3).

In den vergangenen Jahrzehnten mußten begleitend zu den Überwachungsprüfungen mehrere Forschungsarbeiten und Untersuchungen durchgeführt werden, um gesicherte Grundlagen für die Ermittlung der Rechenwerte, die Festlegung der Zuschlagswerte und des praktischen Feuchtegehalts und die Änderung von Eigenschaftswerten zu haben.

Ferner mußten Grundlagen über das Alterungsverhalten, die Dimensionsstabilität und weitergehende Stoffwerte ermittelt werden.



Dipl.-Ing. Horst Zehendner,
Forschungsinstitut für Wärmeschutz
e.V. München

Besonders hervorzuheben ist, daß für die Untersuchungen nicht Sonderprodukte von Pilotanlagen ausgewählt wurden, sondern stets PUR-Hartschaumstoffe aus der laufenden Fertigung und Güteüberwachung oder von Ortschaumarbeiten auf der Verwendungsstelle. Damit war sichergestellt, daß es sich um übliche PUR-Hartschäume im Sinne der bestehenden oder zu ergänzenden Gütebedingungen sowie der gebräuchlichen Herstellungsverfahren handelte.

Es wurden auch Untersuchungen einzelner Eigenschaften von PUR-Hartschaum im Rahmen von umfassenden FIV-Forschungsvorhaben durchgeführt, deren Ergebnisse dann durch Veröffentlichungen den Herstellern und Anwendern von Wärmedämmstoffen bekanntgemacht werden konnten (4, 5, 6, 7).

Auf diesem Wege fanden die Ergebnisse und Erkenntnisse der Forschungstätigkeit bereits Eingang in RAL-Gütebedingungen, Richtlinien und Normen und konnten bei Neuauflagen das wärmeschutztechnische Eigenschaftsbild besser

und umfassender beschreiben. Auch den Herstellern und Anwendern wurden dabei mehr Kenntnisse vermittelt, sowohl für die praxisgerechte Verwendung wie auch für die Gestaltung der Produkte.

Im Detail: Forschungsvorhaben und Ergebnisse

Für die PUR-Hartschaum-Dämmstoffe mit den beschriebenen Mindestanforderungen hinsichtlich Rohdichte, Verhalten bei Druckbeanspruchung und Meßwert der Wärmeleitfähigkeit mußten für die Verwendbarkeit im Bauwesen Grundlagen für Berechnungen geschaffen werden. Dies galt vor allem für den Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von mit CFCl_3 getriebenem PUR-Hartschaum, der ja gemäß der früheren Definition die Einflüsse der Temperatur, des praktischen Feuchtigkeitsgehalts, der Alterung und die unvermeidbar auftretenden Beschädigungen oder sonstigen Unzulänglichkeiten beim praktischen Einbau berücksichtigen mußte.

Zur Klärung der zeitlichen Änderung der Wärmeleitfähigkeit von mit CFCl_3 getriebenem PUR-Hartschaum wurden Platten mit und ohne gasdiffusionsdichte Deckschichten bei Lagerung bei ca. $20\text{ }^\circ\text{C}$ und bei erhöhter Tempe-

tur von $70\text{ }^\circ\text{C}$ untersucht und deren Wärmeleitfähigkeit bei $10\text{ }^\circ\text{C}$ Mitteltemperatur mehrmals bestimmt.

Ergänzend sind aus 2–3 Jahre alten Flachdächern PUR-Hartschaumproben für die Messung der Wärmeleitfähigkeit nach praktischem Einsatz entnommen worden; es wurden bei $10\text{ }^\circ\text{C}$ Mitteltemperatur Werte von $0,023\text{--}0,025\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ermittelt.

Zur Bestimmung des praktischen Feuchtegehalts sind aus Wänden und Dächern von mindestens 2 Jahre alten Bauten PUR-Hartschaumproben amtlich entnommen worden und bei $40\text{ }^\circ\text{C}$ über Trockenmittel bis zur Massekonstanz getrocknet worden. Bei 35 Objekten lagen die praktischen Feuchtegehalte zwischen $0,5$ und maximal $4,8$ Masse-% und im Mittel bei $2,5$ Masse-%. Unter Zugrundelegung eines maximalen Feuchtegehalts von 5 Masse-% errechnete man eine Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit um 1% unter Zugrundelegung der damals bekannten Abhängigkeit vom Feuchtegehalt, bezogen auf den trockenen Zustand (8).

Wärmeleitfähigkeit: große Sicherheitszuschläge im Hinblick auf Langzeitverhalten

Mit all diesen Ergebnissen konnten

für PUR-Hartschaum mit den beschriebenen Mindestanforderungen im Jahre 1970 folgende Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit mit großen Sicherheitszuschlägen im Hinblick auf das Langzeitverhalten festgesetzt werden:

$\lambda_R = 0,035\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ für
PUR-Wärmedämmplatten und
 $\lambda_R = 0,029\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ für
PUR-Bauelemente, werksmäßig mit
gasdiffusionsdichten Deckschichten
hergestellt.

Die so festgesetzten Rechenwerte und Zuschlagswerte nach DIN 52 612 waren für die PUR-Hersteller nicht zufriedenstellend und lösten ein umfangreiches „10-Jahres-Forschungsvorhaben“ über das Langzeitverhalten aus. Dabei sollten besonders die Wärmeleitfähigkeit, das Verhalten unter Druckbeanspruchung bei Raumtemperatur und bei Wärmeeinwirkung von $80\text{ }^\circ\text{C}$ an PUR-Produkten unterschiedlicher Herstellung untersucht und mögliche Änderungen aufgezeigt werden.

Ferner sind an Platten aus Blockware mit allseitig geschnittenen Oberflächen, die aus Blöcken unterschiedlicher Abmessungen ausgesägt wurden, in Ringversuchen eingehende Untersuchungen der Dimensionsstabilität bis zu einem

Jahr Dauer durchgeführt worden. Einflußgrößen wie Plattendicke, Rohdichteverteilung, Entnahmearart und -ort aus den Blöcken wurden bestimmt und gaben wertvolle Hinweise für die Fertigung von Dämmplatten ausreichender Dimensionsstabilität aus diskontinuierlich hergestellten Blöcken.

Damit waren bereits grundlegende Stoffkenntnisse an PUR-Hartschaum für die Neuauflage von DIN 18164 vorhanden, die ja mit 3 Anwendungstypen – W, WD und WDS – entsprechend der Verwendung im Bauwerk eine breitere Anwendung der Wärmedämmstoffe mit unterschiedlicher Belastbarkeit und Formbeständigkeit bei Wärmeeinwirkung ermöglichte. Neu war im Dezember 1972 der Anwendungstyp WDS mit höherer Druckbelastbarkeit mit Mindestwerten im Druckversuch nach DIN 53421 von 0,15 N/mm².

Für PUR-Ortschäume nach dem Gieß- und Spritzverfahren, die nach den RAL-Gütebedingungen der GSH die gleichen Anforderungen wie der Anwendungstyp WD erfüllen mußten, wurde ein Normvorschlag vorbereitet, da der Geltungsbereich von DIN 18164 nur werksmäßig hergestellte Platten und Bahnen enthielt und die Norm nicht für Ortschaum galt.

Die Grundanforderung für die festgesetzten Rechenwerte und Zuschlagswerte von PUR-Hartschaum war stets eine Mindestrohddichte von 30 kg/m³, die auch von einzelnen Platten gemäß DIN 18164 Blatt 1 Abschnitt 5.3 nicht unterschritten werden durfte. Diese Rohddichte-Anforderung war schärfer als bei anderen Schaumstoffen aus Polystyrol-, Phenolharz- oder PVC-Hartschaum, bei denen Abweichungen der Einzelwerte bis 10% von den in Tabelle 1 der DIN 18164 festgesetzten Mindestwerten zulässig sind, wenn der festgesetzte Mittelwert der Rohddichte von den geprüften 20 Platten eingehalten wird.

In einem weiteren Forschungsvorhaben sollte deshalb an PUR-Hartschaumplatten mit einer Rohddichte von mindestens 25 kg/m³ untersucht werden, ob auch bei niedrigerer Rohddichte, aber mit den Mindestanforderungen für den Anwendungstyp WD, das bisherige Eigenschaftsbild erreicht werden kann. Bild 1 zeigt den Verlauf der zeitlichen Änderung der Wärmeleitfähigkeit über 10 Jahre von 40 und 57 mm dicken Dämmplatten aus Bandware mit ca. 0,2 mm dicken Papierschichten, also nicht gasdiffusionsdichten Abdeckungen. Bei einer Rohddichte von 25 und 26 kg/m³ hatte der PUR-Hart-

schaum Werte der Druckspannung bei 10% Stauchung von 0,13 bzw. 0,18 N/mm² nach DIN 53421 und Werte der Dickenänderung von 1,6–3,0% bei der Prüfung der Formbeständigkeit bei 80 °C/0,02 N/mm² Belastung und erfüllte damit die Anforderungen des Typs WD.

Für die PUR-Ortschaum-Norm sind Ortschaumproben aus 2–8 Jahre alten Objekten entnommen worden und hinsichtlich Rohddichte, Wärmeleitfähigkeit, Feuchtegehalt und Festigkeit untersucht worden.

Die Ergebnisse des 1974 abgeschlossenen Forschungsvorhabens waren mit Grundlage für DIN 18159 Teil 1, wobei aber in der Ausgabe Juni 1978 die Mindest-Rohddichte wegen der möglichen unterschiedlichen Baustellenbedingungen und Umgebungseinflüsse auf 37 kg/m³ festgesetzt wurde. Diese Ortschaum-Norm beinhaltet die beiden Herstellungsverfahren „Spritz- und Gießverfahren“, schließt aber im Geltungsbereich den PUR-Spritzschaum mit „gleichzeitiger Funktion einer Dachabdichtung“ bei außenliegender Verwendung aus.

Die Prüfbedingungen für die Formbeständigkeit bei Wärmeeinwirkung

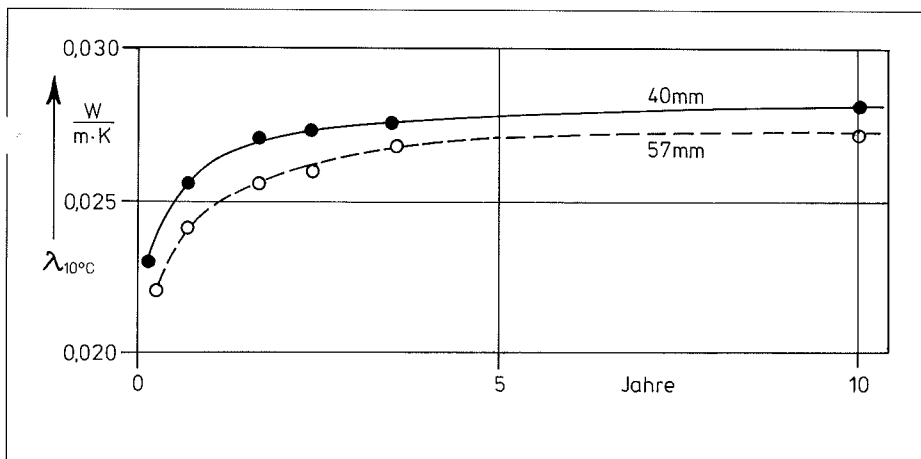


Bild 1

Zeitliche Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur von PUR-Hartschaum-Dämmplatten (Bandware) bei Lagerung im Normalklima über 10 Jahre; Messungen nach DIN 52 612.

● Rohdichte 26 kg/m³

○ Rohdichte 25 kg/m³

wurden entsprechend dem Anwendungsbereich mit Dauertemperaturen zwischen -50 und +100 °C auf (100 ± 2) °C/0,02 N/mm² Belastung nach vorangehenden Untersuchungen festgesetzt, wobei die auftretende Dickenänderung nach 2 Tagen nicht mehr als 5% betragen darf. Die Norm-Anforderungen „Formbeständigkeit bei Wärmeeinwirkung und Formstabilität bei Kälteeinwirkung“ sind auch Bestandteil der seit Mai 1979 geltenden „Güte- und Prüfbestimmungen für PUR-Ortschaum“ – RAL-RG 710/5.

Die Ortschaum-Norm DIN 18159 fordert in Abschnitt 5.7 hinsichtlich des Brandverhaltens mindestens DIN 4102 – B 2 – wobei aber bei Einschränkung des Anwendungsgebiets der Nachweis dieser Baustoffklasse auch für den eingebau-

ten Zustand wie z. B. bei PUR-Gießschaum erbracht werden kann.

Nach einem Jahrzehnt Erfahrung und Güteüberwachung und der Vielzahl von ermittelten Wärmeleitfähigkeitswerten nach Alterung konnte der Antrag auf Festsetzung des Rechenwerts von 0,030 W/(m·K) untermauert und mit Einführung der Wärmeleitfähigkeitsgruppen festgesetzt und bauaufsichtlich eingeführt werden.

In Forschungsarbeiten ergaben erneute Entnahmen von PUR-Hartschaum aus 8–10 Jahre alten Flachdächern Wärmeleitfähigkeitswerte von 0,024–0,030 W/(m·K). Auf der Grundlage des bisherigen Verlaufs der zeitlichen Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei nicht gasdiffusionsdichter Abdeckung und den λ-Werten aus

dem „10-Jahres-Forschungsvorhaben“ (1, 2) konnten die Zuschlagswerte Z für PUR-Hartschaum neu festgesetzt und mit DIN 52 612 Teil 2, Ausgabe September 1979, veröffentlicht werden. Nach DIN 18 164 Teil 1, Ausgabe Juni 1979, war es nun möglich, PUR-Hartschaum ohne gasdiffusionsdichte Deckschichten, also Block- und Bandware, in die Wärmeleitfähigkeitsgruppe 030 einzustufen.

Die Gruppen 025 und 020 wurden mit PUR-Platten oder -Elementen mit gasdiffusionsdichten Deckschichten erreicht, wobei bei den metallischen Deckschichten mit einer Mindestdicke von 50 µm der freie, nicht abgedeckte Randflächenanteil kleiner als 10% sein muß.

Die Neuauflage der DIN 4108

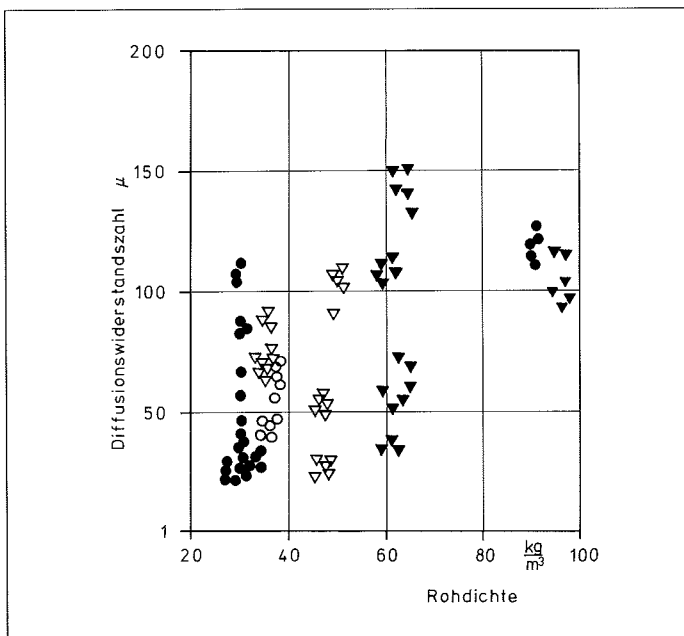


Bild 2
Meßwerte der
Diffusionswider-
standszahl μ von
Polyurethan-Hart-
schaum unter-
schiedlicher Her-
stellungsart in
Abhängigkeit von
der Rohdichte

- Dämmplatten (Blockware)
- Dämmplatten (Bandware)
- ▽ Ortschaum-Gießverfahren
- ▼ Ortschaum-Spritzverfahren

„Wärmeschutz im Hochbau“ sollte im Teil 4 „Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte“ neben den Rechenwerten der Wärmeleitfähigkeit auch Diffusionswiderstandszahlen enthalten, die für die diffusionstechnische Beurteilung von mehrschichtigen Bauteilen benötigt werden. In einem finanziell unterstützten Forschungsvorhaben wurden im FIW Messungen an Schaumkunststoffen auf der Basis PF, PS und PUR an Produkten aus der Güteüberwachung durchgeführt (7). Diese Meßwerte an PUR-Hartschaum unterschiedlicher Herstellungsart sind in Bild 2 dargestellt, wobei neuere Meßwerte des FIW bis

1986 mit berücksichtigt sind. Die Meßwerte zeigen einen größeren Streubereich bei den meisten Stoffen, so daß in Tabelle 1 der DIN 4108 Teil 4 Bereiche für die Richtwerte der Diffusionswiderstandszahl angegeben werden mußten: Bild 3.

DIN 4102 Teil 1 brachte mit der Neuausgabe Mai 1981 erhöhte und zusätzliche Anforderungen an die Baustoffklasse B2, besonders für die Verbundbaustoffe und werksmäßig beschichtete Dämmplatten. Neben der Prüfung dieser Eigenschaft im Rahmen der Güteüberwachung nach DIN 18164 und 18159 wurde ein Forschungs-

vorhaben durchgeführt über die Alterungsbeständigkeit der Brandschutzausstattung beim PUR-Hartschaum. 2–3 Jahre alte Produkte aus der Güteüberwachung wurden erneut geprüft; dabei ist bei 8 Typen mit über 80 Beflammungen nur einmal ein Ausreißer mit einer maximalen Flammenhöhe von 17 cm festgestellt worden. Vergleiche der Ergebnisse aus der Güteüberwachung und nach 2–3 Jahren Lagerung im Normalklima zeigten, daß hinsichtlich des Brandverhaltens und der maximal größten Flammenhöhe bei den einzelnen Produkten oder Deckschichten praktisch keine Änderungen aufgetreten sind und damit die Beständigkeit nachgewiesen war. In dieses Forschungsvorhaben wurde auch PUR-Dachspritzschaum mit UV-Schutzanstrich einbezogen.

Zelle	Stoff	Rohdichte oder Rohdichteklassen ^{1) 2)} kg/m ³	Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit λ_R ³⁾ W/(m · K)	Richtwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ ⁴⁾
5 Wärmedämmstoffe				
5.1	Hotzwoile-Leichtbauplatten nach DIN 1101 ⁸⁾ Plattendicke ≥ 25 mm = 15 mm	(360 bis 480) (570)	0,093 0,15	2/5
5.2	Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1104 Teil 1 aus Schaumkunststoffplatten nach DIN 18 164 Teil 1 mit Beschichtungen aus mineralisch gebundener Holzwoile Schaumkunststoffplatte Holzwoileschichten (Einzelschichten) Dicke ≥ 10 bis < 25 mm ≥ 25 mm Holzwoileschichten (Einzelschichten) mit Dicken < 10 mm dürfen zur Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes $1/\Lambda$ nicht berücksichtigt werden (siehe DIN 1104 Teil 1)	≥ 15 (460 bis 650) (360 bis 460) (800)	0,040 0,15 0,093	20/70
5.3	Schaumkunststoffe nach DIN 18 159 Teil 1 und Teil 2 an der Baustelle hergestellt			
5.3.1	Polyurethan(PUR)-Ortschaum nach DIN 18 159 Teil 1	≥ 37)	0,030	30/100
5.3.2	Harnstoff-Formaldehydharz(UF)-Ortschaum nach DIN 18 159 Teil 2	≥ 10)	0,041	1/3
5.4	Korkdämmstoffe Korkplatten nach DIN 18 161 Teil 1 Wärmeleitfähigkeitsgruppe 045 050 055	(80 bis 500)	0,045 0,050 0,055	5/10
5.5	Schaumkunststoffe nach DIN 18 164 Teil 1 ⁹⁾			
5.5.1	Polystyrol(PS)-Hartschaum Wärmeleitfähigkeitsgruppe 025 030 035 040		0,025 0,030 0,035 0,040	
	Polystyrol-Partikelschaum	≥ 15) ≥ 20) ≥ 30)		20/50 30/70 40/100
	Polystyrol-Extruderschaum	≥ 25)		80/300
5.5.2	Polyurethan(PUR)-Hartschaum Wärmeleitfähigkeitsgruppe 020 025 030 035	≥ 30)	0,020 0,025 0,030 0,035	30/100
5.5.3	Phenolharz(PF)-Hartschaum Wärmeleitfähigkeitsgruppe 030 035 040 045	≥ 30)	0,030 0,035 0,040 0,045	30/50
5.6	Mineralische und pflanzliche Faserdämmstoffe nach DIN 18 165 Teil 1 ⁹⁾ Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 040 045 050	(8 bis 500)	0,035 0,040 0,045 0,050	1
5.7	Schaumglas nach DIN 18 174 Wärmeleitfähigkeitsgruppe 045 050 055 060	(100 bis 150)	0,045 0,050 0,055 0,060	⁹⁾

Fortgeführt: das „10-Jahres- Forschungsvorhaben“

Auf Anregung des FIW wurde das im Jahre 1980 bereits abgeschlossene „10-Jahres-Forschungsvorhaben“ über die Eigenschaften Wärmeleitfähigkeit, Druckbeanspruchung und Formbeständigkeit bei Wärmeeinwirkung bei Lagerung der PUR-Hartschaum-Produkte im Normklima (1, 9) fortgeführt und nach weiteren 5–7 Jahren nochmals belebt, und so kann heute das weitere Verhalten in den folgenden 3 Bildern dargestellt werden:

Bild 3
Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit und Richtwerte der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl für Wärmedämmstoffe nach DIN 4108 Teil 4 Tabelle 1 (Auszug).

Bild 4 zeigt die zeitliche Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur von unterschiedlichen PUR-Hartschaum-Produkten ohne metallische Deckschichten, die als Bandschaum, Blockschaum und Ortschaum gefertigt wurden, womit bestätigt wurde, daß die bisherigen Zuschlagswerte Z nicht überschritten wurden.

Bild 5 zeigt für fünf verschiedene PUR-Hartschaum-Produkte die Ergebnisse der Druckversuche nach DIN 53421 über 15 Jahre Lagerung. Man erkennt an den dargestellten Mittelwerten der Druckspannung bei 10% Stauchung oder den Druckfestigkeitswerten ein Ansteigen der Festigkeitswerte über die vergangenen 15 Jahre, wobei

der PUR-Hartschaum im Normalklima im FIW gelagert worden ist. Geringe Veränderungen im Kraft-Stauchungs-Diagramm sollen dabei erwähnt sein, müssen aber nicht besonders bewertet und dargestellt werden.

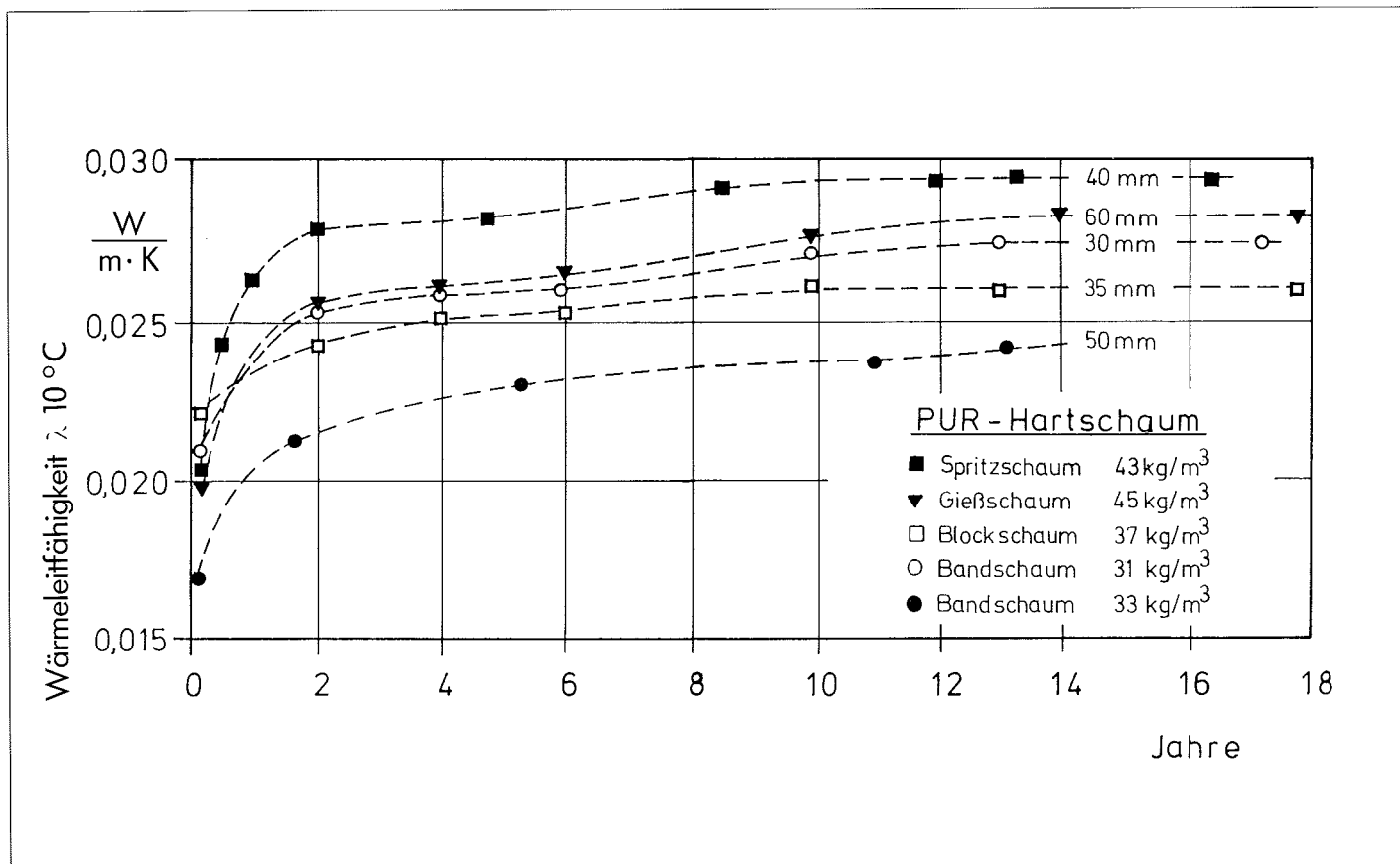


Bild 4
Zeitliche Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur von mit CFCl₃ getriebenen PUR-Hartschaum-Platten unterschiedlicher Herstellung bei Lagerung im Normalklima mit nicht abgedeckten Oberflächen. Messungen mit Zweiplattengerät nach DIN 52612.

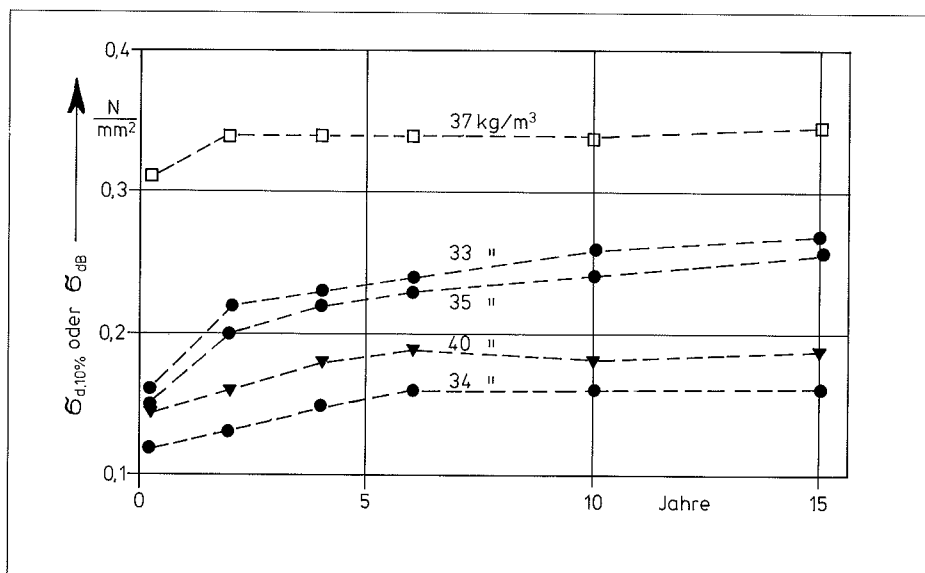


Bild 5

Druckspannung bei 10% Stauchung oder Druckfestigkeit von PUR-Hartschaum unterschiedlicher Herstellungart bei Lagerung im Normalklima über 15 Jahre; Meßwerte nach DIN 53 421.

- Dämmplatten (Bandware)
- Dämmplatten (Blockware)
- ▼ Ortschaum-Gießverfahren

Bild 6 veranschaulicht die Ergebnisse der Prüfungen der Formbeständigkeit bei 20/80 °C/0,02 N/mm² nach DIN 18 164 Abschnitt 8.9.2. Man erkennt, daß je nach Herstellungsart und Beschichtung die Mittelwerte der Dickenänderung zwischen 1% Dickenerhöhung und max. 2,5% Dickenverminderung liegen und sich über die Prüfzeit nur unwesentlich ändern. Bei Lagerung des PUR-Hartschaums im Labor bei Normalklima zeigt also die thermische Belastbarkeit bei 80 °C praktisch keine Verminderung über die 15 Jahre Versuchsdauer und damit eine Bestätigung der ausreichenden Alterungsbeständigkeit in den geprüften Eigenschaftswerten.

Weitere Untersuchungen an PUR-Hartschaum der Baustoffklasse DIN 4102 - B 2 - mit 26 und 27 kg/m³ Rohdichte bestätigen hinsichtlich der zeitlichen Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei Lagerung im Normalklima die früheren Erkenntnisse (siehe Bilder 1 und 4). Die 1982/83 hergestellten PUR-Dämmplatten aus Block- und Bandschaum erfüllen die Anforderungen für den Typ WD mit den Werten aus dem Druckversuch von 0,17 und 0,15 N/mm², der Dickenverminderung bei der Formbeständigkeitsprüfung von 1,4 und 1,7% und einer geschlossenzelligen Schaumstruktur >90%, geprüft nach ISO 4590. Bild 7 zeigt den Verlauf der zeitlichen Ände-

rung der Wärmeleitfähigkeit für diese beiden PUR-Hartschaum-Produkte.

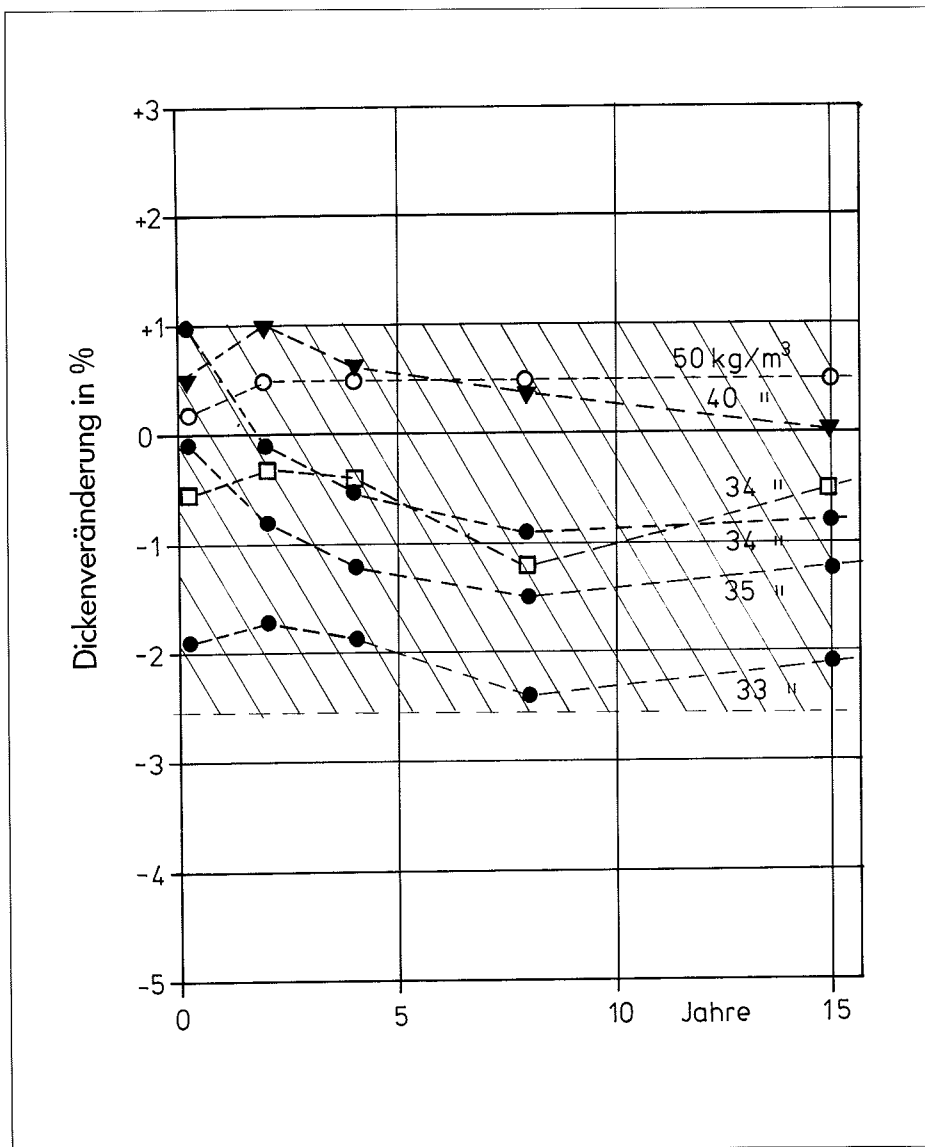


Bild 6
Formbeständigkeit von PUR-Hartschaum unterschiedlicher Herstellungsart bei Lagerung im Normklima über 15 Jahre. Meßwerte der prozentualen Dickenveränderung bei 80 °C / 0,02 N/mm² Belastung / 48 Stunden.

- Dämmplatten (Bandware)
- Dämmplatten Typ M (Bandware)
- Dämmplatten (Blockware)
- ▼ Ortschaum-Gießverfahren

Für PUR-Ortschaum nach DIN 18159 Teil 1 gilt der Rechenwert nach DIN 4108 für das Bauwesen von 0,030 W/(m·K), der auf +10°C Mitteltemperatur bezogen ist. Dieser Rechenwert wurde auch für PUR-Dachspritzschaum als Wärmedämmsystem für Dächer unter den erhöhten Witterungsbeanspruchungen als außenliegender Dämmstoff mit UV-Schutz festgelegt.

Ein Vielzahl von Meßwerten aus der Güteüberwachung hat gezeigt (3), daß der nach DIN 18159 Teil 1 zulässige Grenzwert von 0,027 W/(m·K) – geprüft nach 6 Wochen Lagerung bei 10 °C Mitteltemperatur – zu hoch angesetzt war, auch im Hinblick auf den Rechenwert von 0,030 W/(m·K). Unter Berücksichtigung der Meßwerte aus der Güteüberwachung in Bild 8 konnte man guten Gewissens den zulässigen Höchstwert mit 0,023 W/(m·K) empfehlen und für die Neuausgabe von DIN 18159 vorgeben.

Dieser Grenzwert ist bereits in den neuen bauaufsichtlichen Zulassungsbescheiden des IfBt Berlin für PUR-Dachspritzschaum nach Beschluß des Sachverständigenausschusses als Anforderung enthalten und wird auch Bestandteil der

GSH-Gütebedingungen für PUR-Ortschäume werden.

Erneute Messungen der Wärmeleitfähigkeit an zwei PUR-Spritzschäumen nach 5 und 6 Jahren Lagerung haben gezeigt, daß die zeitlichen Erhöhungen mit den weiteren Kurven des Alterungsverhaltens in Bild 4 übereinstimmen und die bisher festgesetzten Rechenwerte unter den genannten Anforderungen bestätigt werden können: Bild 9.

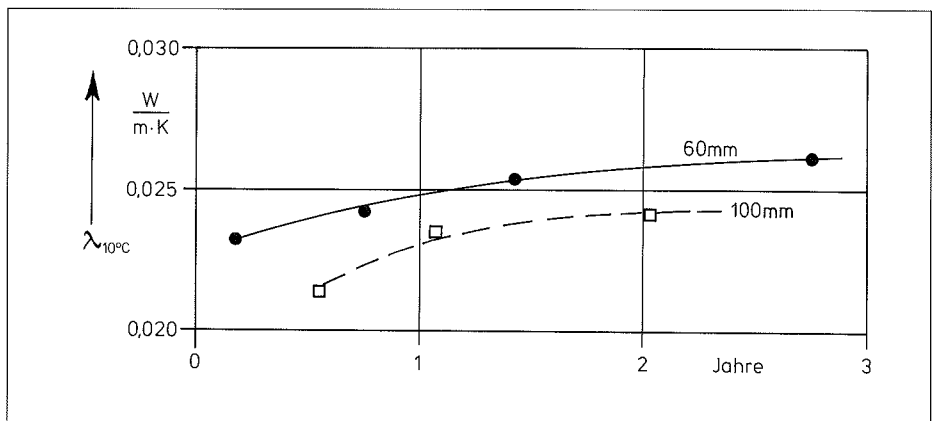


Bild 7
Zeitliche Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur von PUR-Hartschaum-Dämmplatten unterschiedlicher Herstellungsart bei Lagerung im Normklima über etwa 2 – 3 Jahre; Meßwerte nach DIN 52 612.

● Dämmplatten (Bandware),
Rohdichte 27 kg/m³

□ Dämmplatten (Blockware)
Rohdichte 26 kg/m³

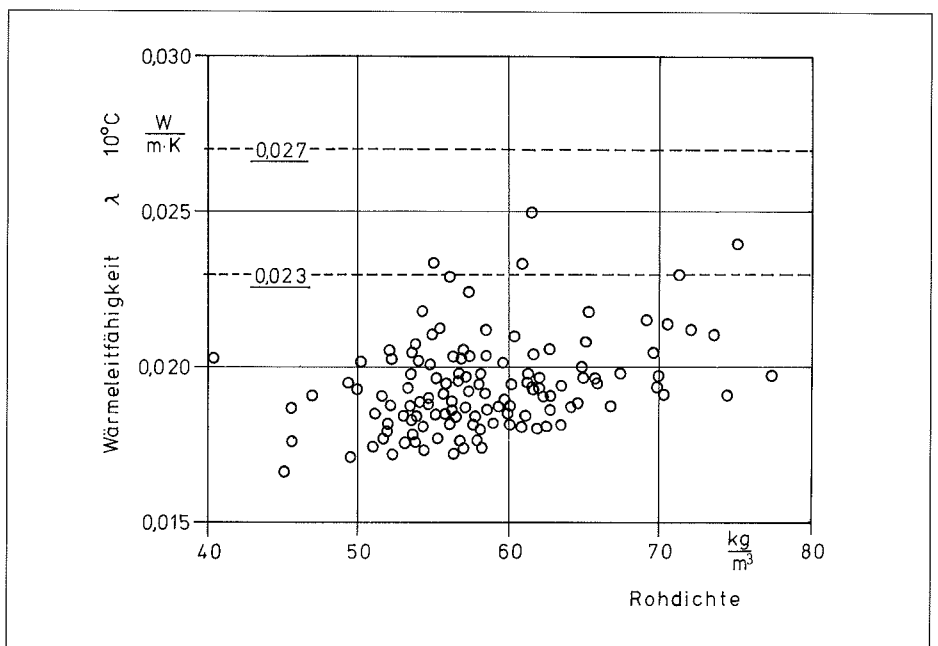


Bild 8
Meßwerte der Wärmeleitfähigkeit von PUR-Spritzschaum in Abhängigkeit von der Rohdichte; Messungen nach DIN 52 612 im Rahmen der Güteüberwachung nach 6 Wochen Lagerung.

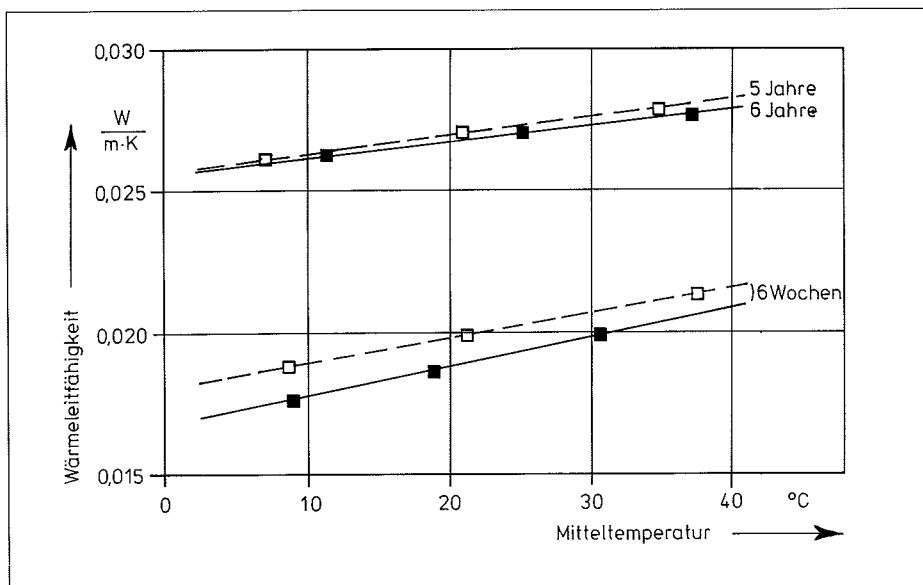


Bild 9
Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von der Mitteltemperatur von PUR-Spritzschäum bei Lagerung im Normalklima von 6 Wochen bis 5 bzw. 6 Jahre.
 ■ Dicke 41 mm, Rohdichte 59 kg/m³ □ Dicke 40 mm, Rohdichte 52 kg/m³

Der Einfluß der Rohdichte auf andere Eigenschaften wurde stets untersucht, da diese bei den verschiedenen Herstellungsverfahren eine wichtige Größe für die Eigenüberwachung darstellt und indirekt weitere Eigenschaften absichert.

Die Güteschutz- und Anwendungstypen mit dem aufgezeigten Eigenschaftsbild des PUR-Hartschäums sind die Basis für die Erstellung von funktionstüchtigen Wärme- und Kälte­dämmungen zur Energieeinsparung und damit zur Erfüllung der Anforderungen von Normen, Richtlinien und Verordnungen.

Zusammenfassung

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat die GSH nicht nur die Güteüberwachung der PUR-Produkte unterschiedlicher Herstellungsart zur Qualitätssicherung durchgeführt, sondern auch durch Forschungsvorhaben und Bereitstellung von Mitteln zur Entwicklung und Bereicherung des PUR-Eigenschaftsbildes beigetragen.

Im Vorfeld von Normen, Richtlinien und Arbeitsblättern wurden Grundlagen geschaffen durch Un-

tersuchungen der wichtigsten wärmeschutztechnischen Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit und deren zeitliche Änderung bei unterschiedlichen Deckschichten oder Ummantelungen, Brandverhalten, Wasserdampfdurchlässigkeit und Festigkeit. Damit konnten Aussagen gemacht werden für das Langzeitverhalten und die Beständigkeit sowie für abgesicherte Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit durch Festsetzung von Zuschlagswerten.

Literatur

- (1) Güteschutzgemeinschaft Hartschaum: „Ergebnisse von 15 Jahren Güteüberwachung von Polyurethan-Hartschaum“; Festschrift 20 Jahre Güteschutz Hartschaum 1961–1981, Juni 1981.
- (2) H. Zehendner: „Results of 15 years of rigid polyurethan foam quality supervision“; Cellular Polymers 1 (1982), S. 211–220.
- (3) H. Zehendner: „Gütesicherung und Qualitätsüberwachung von wärmeschutztechnischen Eigenschaften von Schaumkunststoffen“; 12. Internationale Fachtagung für Schaumkunststoffe in Düsseldorf 1983; Tagungsband S. 153/162.
- (4) W.F. Cammerer: „Grundlagen für die Verwendung von Schaumkunststoffen als Wärmedämmstoffe im Hochbau“; Sonderdruck aus Bauen mit Kunststoffen, Carl Hanser Verlag München 1973.
- (5) H. Zehendner: „Wärmeleitfähigkeitsmessungen an Schaumkunststoffen bei tiefen Temperaturen“; Kältetechnik-Klimatisierung Band 19 (1967) Nr. 1, S. 2/8.
- (6) H. Zehendner: „Verhalten von Schaumkunststoffen unter Druckbeanspruchung bei 20 und 80 °C“; kib – Kunststoffe im Bau, Themenheft 23, S. 27/38.
- (7) H. Zehendner: „Wasserdampfdurchlässigkeit von Schaumkunststoffen“; Zeitschrift Isolierung Heft 4/1978.
- (8) J. Achtziger: „Messung der Wärmeleitfähigkeit von Schaumkunststoffen mit beliebigem Feuchtigkeitsgehalt“; kib – Kunststoffe im Bau, Themenheft 23, S. 19/22.
- (9) H. Zehendner: „Wärmeleitfähigkeit von Schaumkunststoffen mit hochmolekularen Zellgasen“; Bauphysik 5 (1983), Heft 5, Seite 169/171.

