

ABSCHLUSSBERICHT - KURZFASSUNG

zum DIBt Forschungsvorhaben:
ZP 52-5-5.85.2-1321/09

LANGZEIT-KRIECHVERHALTEN VON XPS DÄMMSTOFFEN UNTER DRUCKBEANSPRUCHUNG NACH DIN EN 1606 - RUNDVERSUCH

Antragsteller: **Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München**
Lochhamer Schlag 4
82166 Gräfelfing
Deutschland

Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Albrecht
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Kutschera

Bericht: FO-5-09-K-DE

Ausstelldatum: 22. Januar 2014

Seiten: 5

AUSGANGSLAGE

Zum Thema Langzeitkriechverhalten von Wärmedämmstoffen wurde sowohl in Deutschland, wie auch im Ausland relativ wenig Literatur veröffentlicht.

Die grundlegende Arbeit zum Kriechverhalten wurde 1944 von Findley [1] veröffentlicht. Auf dieser Arbeit basiert die Prüfnorm DIN EN 1606:2013-05 [2] und die Extrapolation der Messwerte um den Faktor 30.

Einige Messwerte zum Kriechverhalten von EPS-, XPS- und PUR-Hartschaumdämmstoffen veröffentlichte N. Krollmann 1989 [3]. Zusätzliche Messwerte zum Kriechverhalten von Schaumglas und XPS wurden im Schlussbericht des Bau-Forschungsprojekts „Erdberührte Wärmedämmung“ der Universität Karlsruhe [4] 1992 veröffentlicht.

Es existiert praktisch keine Literatur zu den Einflussfaktoren, Streuungen und Veränderungen im XPS-Dämmstoff, sowie zur Auswertung, Messunsicherheit und Interpretation von Messwerten zum Langzeitkriechverhalten. An dem Stand hat sich während der Laufzeit des Forschungsvorhabens nichts geändert.

DURCHFÜHRUNG

Um diesem Mangel abzuhelpfen und dem DIBt und den Sachverständigenausschüssen gesicherte Grundlagen und Beurteilungskriterien zur Verfügung zu stellen, wurden folgende Versuchsreihen durchgeführt:

- Vorversuche über die Einflussfaktoren auf das Langzeitkriechverhalten von XPS-Dämmstoffen
- Rundversuch Langzeit Kriechverhalten von XPS Dämmstoffen unter Druckbeanspruchung nach DIN EN 1606

In den Vorversuchen sollten die Einflussfaktoren

- der Dicke auf das Verhalten bei Druckbeanspruchung,
- der Rohdichte auf das Verhalten bei Druckbeanspruchung,
- des Verhaltens bei Druckbeanspruchung über die Breite,
- der Ebenheit/Schäumhaut (auf Verhalten bei Druckbeanspruchung und auf das E-Modul),
- der Änderung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung über die Zeit

untersucht werden.

Die Vorversuche wurden im Bericht FO-5-09 Zwischenbericht XPS Langzeitkriechverhalten ausführlich beschrieben. Im Folgenden werden die daraus resultierenden Folgerungen noch einmal dargestellt.

Aus der bisherigen Übersicht der dargestellten Ergebnisse lassen sich einige Folgerungen für XPS ziehen:

- Festhalten des Produktionsdatums
- Zuschneiden der Probekörper auf die in der Norm DIN EN 1606 genannten Maße je nach Nenndicke 50 mm x 50 mm², 100 mm x 100 mm² oder Würfel mit der Dicke als Kantenlänge. Anschließend Lagerung bei Laborklima über 45 Tage wie in DIN EN 13164 gefordert.
Der Gasaustausch ist für Dicken > 40 mm nicht abgeschlossen!
- Prüfung der Druckfestigkeit nach DIN EN 826 über ein Breitenprofil.
- Auswahl der Probekörper mit mittlerer Druckfestigkeit über die Breite.
- Entnahme der Probekörper für die Kriechversuche in der Linie unter den ausgewählten Probekörpern mit mittlerer Druckfestigkeit in der gleichen Platte. Nur in dieser Linie kann von annähernd gleichen Produktionsverhältnissen ausgegangen werden.
- Abfräsen der „welligen Schäumhaut“ in möglichst geringer Dicke, je nach Welligkeit max. 1 mm – 3 mm.
- Bei Dicken > 50 mm sollte die Druckfestigkeitsmessung im Breitenprofil gegen Ende des Kriechversuchs wiederholt werden, um die Ergebnisse des Kriechversuchs besser einordnen zu können.

Um den vielfältigen Einflussfaktoren gerecht zu werden, wurde das Kurzzeit-Druckverhalten an Proben eines Herstellwerkes in den Dicken 80 mm, 120 mm und 160 mm verfolgt. Das Verhalten bei Druckbeanspruchung wurde nach Dicke zeitlich gestaffelt an drei Zeitpunkten (nach 45, 90 und 180 Tagen) gemessen und gegen die Zeit aufgezeichnet (Ergebnisse siehe FIW-Prüfbericht Nr. L1-10-130).

Anschließend fand ein Rundversuch zum Kriechverhalten über 10.000 Stunden statt. Es wurden sehr lange abgelagerten Platten (3,5 Jahre) mit der Dicke 100 mm ausgewählt. Die Oberflächen wurden vom FIW abgefräst. Es sollte möglichst lange abgelagertes Material untersucht werden, damit die zeitliche Änderung der Druckfestigkeit keine Rolle mehr spielt (siehe oben Folgerungen).

An dem Rundversuch beteiligten sich folgende Labore in alphabetischer Reihenfolge:

Prüfinstitute:

- FIW München (federführend)
- IFBP Institut für Bauphysik der Universität Hannover
- MPA NRW Dortmund (Versuche abgebrochen)
- MPA Stuttgart

Industrielabore von XPS-Herstellern:

- AUSTROTHERM, Purbach, Österreich
- BASF, Ludwigshafen
- DOW, R & D Labor, Rheinmünster
- URSA Insulation, El Pla de Santa Maria, Spanien

Vom FIW wurde ein einheitliches Messprotokoll erarbeitet und verschickt.

ERGEBNIS

Anfang 2013 lagen die Messprotokolle von 7 Laboren vor.

Die MPA NRW musste die Versuche wegen zu großer Einflussfaktoren durch Umbaumaßnahmen abbrechen.

Bei den angegebenen Bereichen von Messwerten handelt es sich jeweils um den Mittelwert und die maximale Abweichung, die gemessen wurde. Es handelt sich also nicht um eine Standardabweichung oder eine statistisch abgesicherte Aussagewahrscheinlichkeit.

- Ausgangsverformung: Die Messwerte der Ausgangsverformung mit einem Mittelwert von $0,77 \pm 0,10$ mm (ohne den Messwert von IL 3) liegen sehr nah zusammen. Der geringfügig weiter abweichende Messwert von IL 3 (Abweichung $0,13$ mm \cong $0,13$ %), dürfte auf die Unterschiede in der Mechanik der Prüfapparaturen zurückzuführen sein.
- Druck-Kriechverformung: Die Messwerte der Kriechverformung mit einem Mittelwert von $0,49 \pm 0,06$ mm liegen um den Faktor 0,6 enger zusammen als bei dem Rundversuch mit EPS.

- Gesamtverformung: Hier liegen die Messwerte mit $1,24 \pm 0,17$ mm eng zusammen. Die geringfügig größere Abweichung als bei der Kriechverformung ist hier auf den Einfluss der Abweichungen bei der Ausgangsverformung zurückzuführen.

- Extrapolierte Stauchung nach 30 Jahren: Die auf 30 Jahre extrapolierten Werte der betrachteten 7 Labore stimmen mit einem Mittelwert von $2,0 \pm 0,2$ % sehr gut überein. Hier wurde die gleiche Übereinstimmung wie bei dem EPS Rundversuch erreicht

SCHLUSSFOLGERUNG

Ganz entscheidend für die Aussagefähigkeit der Kriechversuche ist die Probenauswahl und Probenvorbereitung. Das wird eindrucksvoll in den Kapiteln 1, 2 und den Ergebnissen in den Kapiteln 3, 4 dargestellt.

Bei der Auswertung der Messwerte der 7 beteiligten Labore zeigte sich, dass die Messwerte im Bereich von $\pm 0,17$ mm bei Dicke 98 mm streuen. Das entspricht relativen Verformungen von 0,1% bis zu 0,2%.

Diese geringen Streuungen der Messwerte sind als hervorragend zu werten, wenn man bedenkt, mit welchen Toleranzen im Bauwesen üblicherweise zu rechnen ist. Auch im Verhältnis zu den zulässigen Verformungen in den Zulassungen für Dämmstoffe unter Gründungsplatten von 2% bis 5% sind die gemessenen Streuungen der extrapolierten Verformungen von 0,1% - 0,2 % als gering zu bewerten.

Damit konnte der Nachweis erfolgreich erbracht werden, dass die Prüfmethode nach DIN EN 1606 für die Dicke 100 mm auch bei XPS gut vergleichbare, reproduzierbare Messwerte erbringt, bei genügend Sorgfalt bei Probenauswahl, Probenvorbereitung und genügend stabilem Raumklima.

Dem Anwender der Messwerte in Baubehörden und bei den Herstellern geben die Messwerte die Sicherheit, dass die Messmethode Messwerte in der erforderlichen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit erzeugen kann.

Nicht abgedeckt sind die Materialstreuungen und mögliche Fehler bei Probenahme und Probenvorbereitung.

Aus den unterschiedlichen Messprotokollen und Auswertungen lassen sich einige Schlussfolgerungen ableiten, die in eine überarbeitete Neuausgabe der DIN EN 1606 einfließen sollten, um die Prüfnorm leichter handhabbar und sicherer in der Aussage der Prüfergebnisse zu machen.

Die einzelnen Beobachtungen führen zu folgenden Empfehlungen:

- Aufbringen der Last und Bestimmung des ersten Messwertes nach 1 Minute sollte genauer beschrieben sein.
- Hinweise, dass die Anzahl der Messwerte und Zeitabstände sehr genau einzuhalten sind, da sonst andere Ergebnisse bei der Extrapolation zu erwarten sind.
- Der Auswertungsbeginn für die Extrapolation sollte genauer eingegrenzt werden. z.B. auf 24 h nach Aufbringen der Belastung
- Probenauswahl und Abschleifen/Fräsen der Proben sollte näher beschrieben werden, da das enorme Auswirkungen auf das Prüfergebnis haben kann
- Der Einfluss von Temperaturschwankungen, Längenausdehnung und die Notwendigkeit einer Klimatisierung muss in die Prüfnorm aufgenommen werden.