

## **Prüfbericht 2018080301d**

**zur**

### **Bestimmung des Radondiffusionskoeffizienten und der Radondiffusions- länge einer Bitumendickbeschichtung, Produktbezeichnung „PBD 2K“**

Auftraggeber: Remmers GmbH  
Bernhard-Remmers-Straße 13  
49624 Löningen

Auftrag vom: 3.7.2018

Bearbeitungszeitraum: 5.7.2018 bis 24.7.2018

Dieser Prüfbericht umfasst 5 Seiten incl. Deckblatt.

## 1. Probenbeschreibung und -vorbereitung

Es handelt sich um eine zweikomponentige, lösemittelfreie, kunststoffmodifizierte Bitumen-dickbeschichtung mit einem Gummigranulatfüllstoff. Vom Auftragnehmer wurden Trägerplatten aus HDF (3 mm Dicke) zur Verfügung gestellt, die durch den Auftraggeber fachgerecht mit der Abdichtung beschichtet wurden. Die Dicke des Materials beträgt 4,0 mm (Trockenschichtdicke).

## 2. Methodik

Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an die Technical Specification ISO/TS 11665-13 (Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon 222 - Part 13: Determination of the diffusion coefficient in waterproof materials: membrane two-side activity concentration test method; 2017). Das Material wird zwischen zwei Kammern platziert, wobei in der Quellkammer eine Radonquelle für eine stetige Produktion von Radongas sorgt und in der Messkammer die Konzentrationsänderung des Radon, verursacht durch einen möglichen Radonfluss durch das Material, gemessen wird.

Die nebenstehende Prinzipskizze zeigt die eingesetzte Messanordnung.

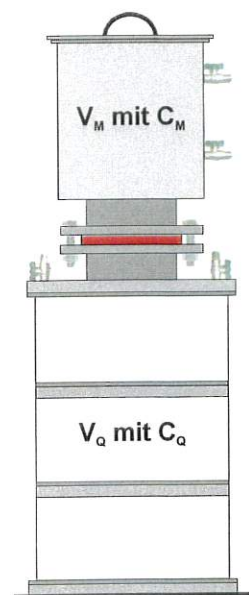
Dabei gelten folgende Parameter:

$V_Q$  = Volumen der Quellkammer =  $0,2 \text{ m}^3$

$V_M$  = Volumen der Messkammer =  $0,006 \text{ m}^3$

$C_Q$  = Gleichgewichts-Radonaktivitätskonzentration in Quellkammer ( $\text{Bq m}^{-3}$ , wird gemessen)

$C_M$  = Gleichgewichts-Radonaktivitätskonzentration in Messkammer ( $\text{Bq m}^{-3}$ , wird aus gemessenem Radonanstieg berechnet)



Unter „steady state“-Bedingungen gilt für die Messanordnung nach dem 2. Fick'schen Gesetz die folgende eindimensionale Diffusionsgleichung:

$$\frac{\partial c(x,t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c(x,t)}{\partial x^2} - \lambda c(x,t) = 0$$

mit

**D** = Radondiffusionskoeffizient ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ),

**c(x, t)** = c(x) = Radonkonzentration im Probenmaterial ( $\text{Bq m}^{-3}$ ),

**λ** = Zerfallskonstante des Radon-222 ( $0,0000021 \text{ s}^{-1}$ ).

Mit den Randbedingungen von konstanten Radonaktivitätskonzentrationen im Reservoir und in der Messkammer sowie einem Gleichgewicht zwischen Radonfluss und Radonzerfall in beiden Kammern kann die Gleichung folgendermaßen gelöst werden:

$$\cosh\left(\frac{d}{L}\right) = \frac{C_Q}{C_M} \left[ 1 - \frac{1 - \left(\frac{C_M}{C_Q}\right)^2}{\frac{V_Q}{V_M} \left(\frac{f}{\lambda V_Q C_Q} - 1\right) + 1} \right]$$

mit

**d** = Dicke der Probe (m)

**L** = Diffusionslänge (m) mit  $L = \sqrt{\frac{D}{\lambda}}$ .

**f** = Radonproduktionsrate der Quelle ( $\text{Bq s}^{-1}$ )

Aus der zeitaufgelösten Messkurve der Radonaktivitätskonzentration in der Messkammer wird durch eine nichtlineare Regression die zur oben gezeigten Berechnung notwendige Gleichgewichtskonzentration berechnet.

### 3. Messung und Ergebnisse

Für die Messungen wurden beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) kalibrierte Messgeräte (AlphaGuard, RadonScout) eingesetzt.

Es wurden folgende Radonkonzentrationen mit den gerätebedingten Messunsicherheiten (Berechnung der Unsicherheiten für L und D auf dieser Basis) ermittelt:

Quellkammer	$C_Q = 137\,000 \text{ Bq m}^{-3} \pm 10 \%$
Messkammer	$C_M = 1\,600 \text{ Bq m}^{-3} \pm 15 \%$

Daraus lassen sich folgende Kenngrößen berechnen:

<b>Radondiffusionskoeffizient</b>	<b><math>D = 1,29 \text{ E}^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}</math></b> (1,17 E <sup>-12</sup> – 1,42 E <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )
<b>Radondiffusionslänge</b>	<b><math>L = 0,78 \text{ mm}</math></b> (0,75 – 0,82 mm)

**Bezüglich der „Radondichtigkeit“ von „PBD 2K“ sind landesspezifische Regelungen zu beachten.**

In **Deutschland** existiert nach Arbeiten von G. Keller, Universität des Saarlandes, eine Konvention, dass Materialien als *radondicht* bezeichnet werden, wenn ihre Dicke d größer als die dreifache Diffusionslänge L ist ( $d \geq 3 L$ ).

Für „**PBD 2K**“ gilt:  $d = 4,0 \text{ mm} > 3 L (= 2,34 \text{ mm})$ .

Das Material kann somit nach G. Keller als radondicht bezeichnet werden.



#### 4. Bemerkungen

Die Untersuchungen wurden an den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Mustern durchgeführt. Die Messungen wurden unter standardisierten Laborbedingungen vorgenommen. Aussagen über die Bedingungen bei einem Einsatz im Bau können daraus nicht abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der Prüfung sind nur auf Materialien übertragbar, die identisch mit der gelieferten und untersuchten Probe sind. Abweichungen bezüglich Dicke, Zusammensetzung und Materialalter führen dazu, dass das Prüfzertifikat ungültig wird. Für eine allgemeine Richtigkeit und Gültigkeit wird keine Haftung übernommen.

Beim großflächigen Einsatz des Materials spielt die sachgerechte Verarbeitung des Materials an Stößen, Durchdringungen und Detailabdichtungen eine wesentliche Rolle für die Funktion als Radondiffusionssperre. Entsprechende Hinweise sind ggf. dem zugehörigen technischen Datenblatt bzw. den Verarbeitungsvorgaben für das Material zu entnehmen und zu beachten. Die Untersuchung dieser Detaillösungen war nicht Gegenstand der Prüfung.

Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weitergegeben werden. Auszüge oder Kürzungen müssen durch den Aussteller des Berichts autorisiert werden.

Das Zertifikat ist fünf Jahre ab Prüfdatum gültig.

Bonn, 3.8.2018

*J. Kemski*

Dr. Joachim Kemski

