

Professor Dr. Gert Keller  
Fachrichtung 3.6 Biophysik  
Universität des Saarlandes



66421 Homburg, 23.10.95  
Univ.-Kliniken, Geb.76  
☎ 06841 / 166211  
Fax: 06841 - 166227

---

Heinrich Hahne GmbH & Co.KG  
z.H. Herrn Wichmann  
Postfach 1254  
45703 Datteln

### Ergebnisbericht

#### Bestimmung der Radon- Diffusionskoeffizienten an einer Faserzementplatte mit Imberal 2 K Dickbeschichtung

---

In Ihrem Auftrag, Schreiben vom 19.07.95, Ihr Zeichen wi/st, wurden Radon-Diffusionsmessungen an 1 Faserzementplatte mit Imberal 2 K Dickbeschichtung durchgeführt.

##### a) Meßmethode

Die Methode zur Bestimmung der Exhalationsrate des Radons und des Thorons basiert auf der elektrostatischen Abscheidung der ersten ihrer Tochteratome auf die Oberfläche eines Halbleiterdetektors. Auf diese Weise wird die Tatsache, daß die beim Alphaerfall der Ausgangsnuklide entstandenen Polonium-218- und Polonium-216- Ionen positiv geladen sind (Stripping- Effekt) ausgenutzt. Die Elektronen des elektrischen Feldes werden gebildet von einer metallischen Halbkugel und einem Metallgitter am Boden der Halbkugel, beide auf hohem positivem Potential, sowie dem Oberflächensperrschichtdetektor auf Erdpotential. Wenn die exhalierten Radon- bzw. Thoronatomer die Kammer erreichen und dort zerfallen, wird ein Teil der ersten Tochterprodukte (Polonium-218 und Polonium-216) durch das angelegte elektrische Feld auf den Detektor abgeschieden. Die Exhalationsrate des Radons bzw. des Thorons aus der Probe wird bestimmt, indem der Verlauf der Aktivitätskonzentration

des Radons und des Thorons in der Kammer durch die Auswertung der in mehreren zeitlich hintereinander liegenden Alphaspektren des Polonium-218 bzw. Polonium-216 ermittelt wird. Um die Diffusionskoeffizienten von Baumaterialien zu bestimmen, wird die Probe auf einen Behälter gelegt und mit Silikon abgedichtet. Mit Hilfe einer Pumpe wird das Radon von einer trockenen Radium-226- Quelle in den Behälter geleitet und ständig mit der Luft im Behälter vermischt. Nachdem sich ein konstanter Konzentrationsgradient zwischen der Luft im Behälter und der „freien“ Seite der Probe eingestellt hat, kann die Flußdichte zur „freien“ Seite hin über die Methode zur Bestimmung der Exhalationsrate gemessen werden. Für die geometrische Form der Probe liefert die Diffusionstheorie den entsprechenden Diffusionskoeffizienten. Die Abbildung 1 zeigt schematisch den Aufbau der Diffusions- und Exhalationsmethode. Das (die Meßprotokoll(e) ist (sind) in der Anlage beigefügt..

Die Diffusionskoeffizienten  $D$  sind von der Dicke  $d$  des Materials unabhängig. Über die Zerfallskonstante  $Z$  kann der Diffusionskoeffizient  $D$  mit der Diffusionslänge (Relaxationsentfernung)  $R$  verknüpft werden; es gilt:  $R^2 = D/Z$ .

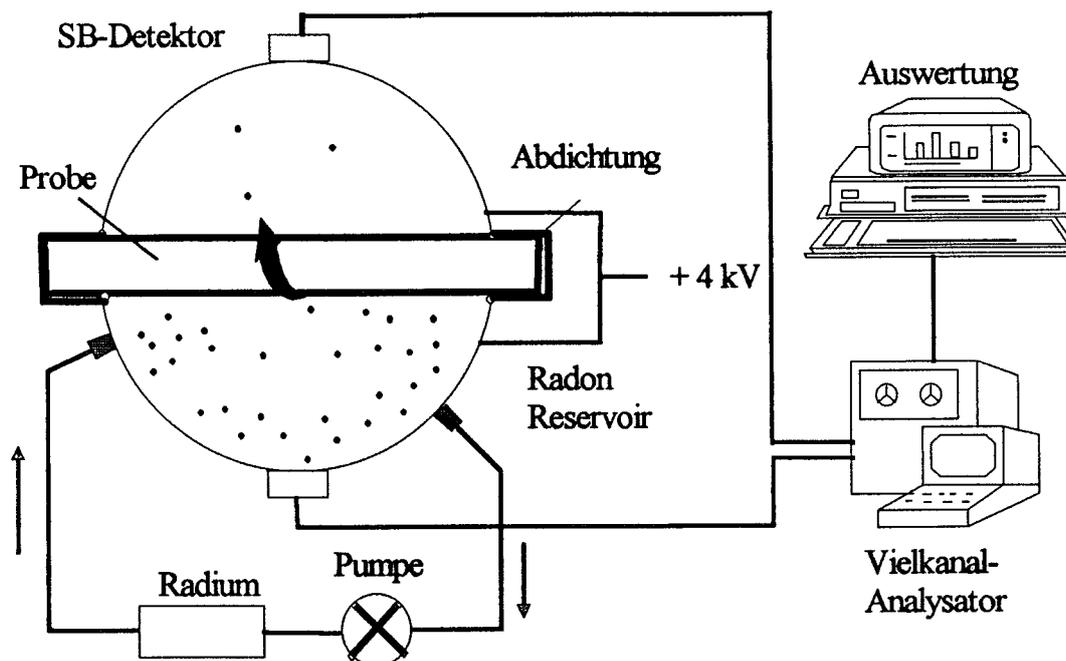


Abb. 1: Meßmethode zur Bestimmung der Radon- und Thoron- Exhalationsraten und der Radondiffusionskoeffizienten

Eine Normung, wann ein Material als „radondicht“ bezeichnet werden kann, existiert nicht. Nach unserer wissenschaftlichen Kenntnis und Erfahrung kann ein Material als relativ „radondicht“ bezeichnet werden, wenn seine Dicke mindestens der dreifachen Diffusionslänge entspricht. Radonpermeabel bzw. nicht radondicht ist der Stoff, wenn die Materialdicke kleiner ist als die halbe Diffusionslänge. Zwischen diesen beiden Marken wird das Material als

radonhemmend bezeichnet. Bei üblichen Dicken der Probenkörper von einigen Millimetern können mit dieser hochempfindlichen Meßanordnung noch Diffusionskoeffizienten von  $D = 1 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  bestimmt werden (bei Dicken im cm- Bereich ist  $D \sim 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Bei kleineren Diffusionskoeffizienten, die nicht mehr nachweisbar sind, kann rechnerisch nur eine Mindestdicke angegeben werden, bei der das Material noch als „radondicht“ angesehen werden kann.

b) Meßergebnisse

Probe Nr.	Proben-Bezeichnung	Dicke (mm)	Diffusionskoeffizient ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Diffusionslänge (mm)	Ergebnis
1	Imberal 2 K Dickbeschichtung	~ 5	$2,11 \cdot 10^{-12}$	1	„radondicht“

c) Hinweise zu den Meßergebnissen

keine



Professor Dr. Gert Keller

Dieser(s) Bericht (Zertifikat, Gutachten) wurde von Herrn Universitätsprofessor Dr. G. Keller erstellt. Die durchgeführten Untersuchungen und Messungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen an den angelieferten und ausgezeichneten Proben durchgeführt. Für eine allgemeine Richtigkeit und Gültigkeit kann keine Haftung übernommen werden.

Anlage: Meßprotokoll(e)

Professor Dr. Gert Keller  
Faculty 3.6 Biophysics  
University of Saarland

LOGO

66421 Homburg, 23.10.95  
University Clinic, Geb. 76  
Tel: 06841 / 166211  
Fax: 06841 / 166227

---

Heinrich Hahne GmbH & Co. KG  
Attention: Mr. Wichmann  
Postfach 1254  
45703 Datteln

### Results report

Determination of radon diffusion coefficients  
on a fibre-reinforced cement tile with Imberal 2 K thick coating

---

Radon diffusion measurements were carried out on your behalf (communication of 19.07.95, your ref. wi/st) on 1 fibre-reinforced cement tile using Imberal 2 K thick coating.

#### a) Method of measurement

The method for determining the exhalation rate of radon and thoron is based on the electrostatic precipitation of the first daughter atoms onto the surface of a semiconductor detector. The measurement principle makes use of the fact that polonium 218 and polonium 216 ions produced from the alpha decay of the parent nuclides have a positive charge (stripping effect). The electrons in the electrical field are generated from a metallic hemisphere and a metal grid at the base of the hemisphere - both having a positive potential and an earthed surface-depletion-layer detector. When the exhaled radon or thoron atoms reach the chamber and decay, some of the first daughter products (polonium 218 and polonium 216) are deposited by the electrical field applied to the detector. The exhalation rate of the radon or thoron from the sample is established by determining the trend of the activity concentration of the radon and thoron in the chamber via evaluation of several consecutive alpha spectra of polonium 218 or polonium 216. In order to determine the diffusion coefficients of building materials, the sample is placed on a vessel and coated with silicone. By using a pump, the radon is fed into the vessel from a dry radium 226 source and mixed constantly with the air in the vessel. After a constant concentration gradient has been established between the air in the vessel and the "free" side of the sample, the flux density up to the "free" side can be measured using the method for determining the exhalation rate. The appropriate diffusion coefficient for the geometry of the sample is taken from diffusion theory. Fig. 1 shows a schematic representation of the diffusion and exhalation method. The record/records for the measurements is/are enclosed.

The diffusion coefficient  $D$  does not depend on the thickness  $d$  of the material. The diffusion coefficient  $D$  can be linked to the diffusion length (relaxation distance)  $R$ : via the decay constant  $Z$ . The following formula applies:  $R^2=D/Z$

Legende zur Abb. 1

SB-Detektor = SB detector  
Auswertung = Evaluation  
Probe = Sample  
Abdichtung = Seal  
Radon Reservoir = Radon reservoir  
Radium = Radium  
Pumpe = Pump  
Vielkanal Analysator = Multi-channel analyser

Figure 1: Measurement setup for determining the radon and thoron exhalation rates and the radon diffusion coefficients

A standard for describing a material as "radon-impermeable" does not exist. According to our scientific knowledge and experience, a material can be regarded as "relatively radon-impermeable" when its thickness is at least three times the diffusion length. The material is radon-permeable when its thickness is less than half the diffusion length. Between these two conditions, the material is classified as radon-inhibiting. For test samples of the usual thickness of a few millimetres, this highly sensitive measurement setup can be used to measure diffusion coefficients as small as  $1 \times 10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  (for thicknesses in the cm range,  $D \approx 1 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ). With smaller diffusion coefficients which are beyond the range of detection, the minimum thickness for the material to be considered "radon-impermeable" can only be estimated by calculation.

b) Measurement results

Sample no.	Sample name	Thickness (mm)	Diffusion coefficient $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$	Diffusion length (mm)	Result
1	Imberal 2K thick coating	$\approx 5$	$2.11 \times 10^{-12}$	1	"radon-impermeable"

c) Comments on the measurement results

none

(signature)

Professor Dr. Gert Keller

This report (certificate, expert opinion) was prepared by Professor Dr. Keller. The investigations and measurements have been carried out on the samples as supplied and described according to the best of our knowledge and belief. No liability can be accepted for general accuracy and validity.

Enclosure: Record of measurements