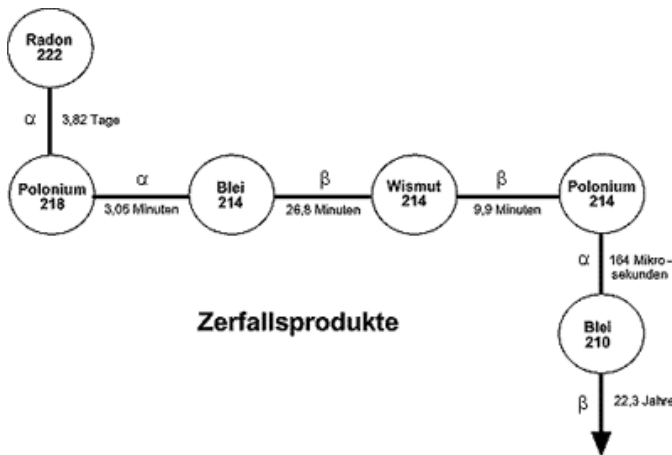


## Das Radon-222-Exposimeter der Firma ALTRAC Typ B<sub>97</sub>

Stand Januar 2006



### 1 Das Vorkommen von Radon

Das  $^{222}\text{Rn}$  ist ein radioaktives Edelgas und entsteht als ein Zerfallsprodukt aus dem ubiquitär vorkommenden Uran. Aufgrund seiner Edelgaseigenschaft ist es sehr mobil und löst sich zudem gut in Wasser. Daher ist das  $^{222}\text{Rn}$  ein natürlicher Bestandteil von Wasser und kann insbesondere bei Tiefenwasser und in Höhlen in erheblichen Konzentrationen auftreten.

### 2 Anwendungsbereich

Das Radon-Exposimeter ALTRAC Typ B<sub>97</sub> (weiterhin als Exposimeter bezeichnet) wird als passives, integrierendes Messsystem zur Bestimmung der Exposition  $P_{\text{Rn}}$  durch das radioaktive Edelgas Radon-222 in der Maßeinheit  $\text{kBq/h/m}^3$  benutzt. Das Exposimeter kann als orts- und personengebundenes Dosimetriesystem eingesetzt werden. Die Bestimmung der Exposition erfolgt immer im Vergleich zu einem Referenzsystem, das an einem gering belasteten Ort (normalerweise im Freien) misst.

#### 2.1 Ortsdosimetrie

Einsatzgebiete für die Ortsdosimetrie sind:

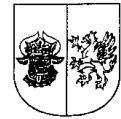
1. Screening-Messungen in Wohnhäusern zur Bestimmung, ob die Richtwerte der  $^{222}\text{Rn}$ -Konzentration erreicht oder überschritten werden (Eingreifrichtwert der durchschnittlichen Radonkonzentration  $200 \text{ Bq/m}^3$ )<sup>i</sup> [s. Merkblatt Radonmessungen in Häusern]
2. Screening-Messungen, z. B. in Wasserwerken, Schauhöhlen und Bergwerken, für die Festlegung ob eine personenbezogene Expositionsmessung vorgenommen werden muss (Eingreifrichtwert der Exposition von  $2000 \text{ kBq/h/m}^3$  in einem Jahr, das entspricht einer effektiven Dosis von  $\approx 6 \text{ mSv/a}$ )<sup>ii</sup> [s. Merkblatt Radonmessungen in Wasserwerken]

Die Einsatzzeit der Exposimeter als Ortsdosimeter beträgt in der Regel ein **halbes Jahr**, kann aber von 3 Monaten bis zu 1 Jahr variieren.

Beim **ortsgebundenen** Einsatz des Exposimeters wird die mittlere Aktivitätskonzentration  $c_{\text{Rn}}$  an Arbeitsplätzen in der Maßeinheit  $\text{Bq/m}^3$  bestimmt. Um hieraus auf die Radon-Exposition zu folgern, müssen die tatsächlichen Aufenthaltszeiten von Personen an den Messorten notiert und aufsummiert werden.

#### 2.2 Personendosimetrie [s. Merkblatt amtliche Dosimetrie Radon]

Das Exposimeter wird als Personendosimeter an einem für die Inhalation repräsentativen Ort an der Körperoberfläche getragen. Im Allgemeinen wird dies die Brust sein. Die personengebundene Messung erfolgt in der Regel über **3 Monate** und wird von der zuständigen Aufsichtsbehörde festgelegt. Das Exposimeter wird dabei während der ganzen Arbeitszeit am Körper getragen und in



der übrigen Zeit am Ort des Referenzexposimeters aufbewahrt. Die Tragezeit des Exposimeters muss notiert und aufsummiert werden.

Eine Exposition von 6000 kBq/m<sup>3</sup> darf im Kalenderjahr nicht überschritten werden, weil ansonsten der Jahresgrenzwert von 20 mSv für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A überschritten wird.

### 2.3 Messbereiche und Messunsicherheit

Messgröße	Tragedauer	Nachweisgrenze	Obere Messgrenze
Rn-222-Exposition $P_{Rn}$	---	30 kBq/m <sup>3</sup>	90.000 kBq/m <sup>3</sup>
Rn-222-Konzentration $c_{Rn}$	1 Monat	50 Bq/m <sup>3</sup>	125.000 Bq/m <sup>3</sup>
Rn-222-Konzentration $c_{Rn}$	3 Monate	15 Bq/m <sup>3</sup>	40.000 Bq/m <sup>3</sup>

typische Messunsicherheiten<sup>iii</sup>:

- ± 10 % bei 3000 kBq/m<sup>3</sup>,
- ± 25 % bei 200 kBq/m<sup>3</sup>,
- ± 100 % bei 30 kBq/m<sup>3</sup>.

Das Exposimeter darf nicht dauerhaft Temperaturen von > 35 °C ausgesetzt sein.

#### 2.3.1 Einfluss anderer Strahlung als der von Rn-222

Die Anwesenheit von Thoron<sup>iv</sup> beeinflusst das Messergebnis nicht. Das Messergebnis wird durch Gamma-, Beta- und Neutronenstrahlung nicht beeinflusst.

## 3 Aufbau und Funktion des Exposimeters

### 3.1 Aufbau

Das Exposimeter besteht aus dem strahlungsempfindlichen Detektor und einer Diffusionskammer (s. Abb. 1). Die Diffusionskammer besteht aus einem Oberteil und einem Unterteil aus Kunststoff in die das Edelgas Rn-222 diffundieren kann. In der Diffusionskammer ist ein durchsichtiger Plastikchip bestehend aus CR-39 (Allyl-diglycol-Polycarbonat).

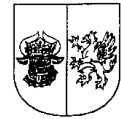


Abb. 1: Exposimeter; links komplettes System für die personendosimetrische Messung; rechts geöffnete Diffusionskammer mit innenliegendem CR-39 Detektor

### 3.2 Das Messprinzip

Das radioaktive Edelgas <sup>222</sup>Rn diffundiert in die Diffusionskammer und zerfällt dort unter Emission von Alpha-Strahlung. Die Alpha-Teilchen (He-Kerne) oder die Rückstoskerne dringen in die Oberfläche des CR-39 Detektors ein und erzeugen dort eine Störung des Kunststoffes.

Die Folgeprodukte des <sup>222</sup>Rn sind ebenfalls radioaktiv und zerfallen teils sehr schnell ebenfalls unter Emission von Alpha-Teilchen. Auch dieser Zerfall wird vom Detektor registriert.



Die Defekte im Kunststoff werden durch ein chemisches Ätzen (6 h in 6,25 M Natronlauge) zu ca. 10 µm großen Löchern erweitert, die als Spuren bezeichnet werden. Die Spuren werden an einem optischen Mikroskop gezählt. Die Anzahl der Spuren ist der Exposition direkt proportional. Anhand der Expositionszeit  $t$  [h] kann aus der Radonexposition  $P_{Rn}$  [kBq/h/m<sup>3</sup>] die mittlere Radonkonzentration  $c_{Rn}$  [Bq/m<sup>3</sup>] bestimmt werden.

Zur Bestimmung der personenbezogenen Exposition wird neben der Berücksichtigung des Nulleffektes die Exposition des Referenzexposimeters abgezogen.

Das Berechnungsverfahren setzt einen Gleichgewichtsfaktor<sup>1</sup> von 0,4 voraus. Daraus ergibt sich die Berechnung der effektiven Dosis zu

$$H = P * 3,1 [\mu\text{Sv}] / [\text{kBq/h/m}^3]$$

Als Ergebnis wird die mittlere Radonkonzentration, die Radonexposition und bei personenbezogener Messung noch die effektive Dosis angegeben.

## 4 Besondere Bedingungen für die Nutzung der Exposimeter

### 4.1 Transport und Aufbewahrung

Die von der LPS verschickten Exposimeter befinden sich in verschweißten Schutzverpackungen aus radondichter Alu-Verbundfolie. Diese sind erst kurz vor dem Einsatz der Exposimeter an der oberen Kante aufzuschneiden. Für die Rücksendung ist die Schutzverpackung aufzuheben.

### 4.2 Der Zuordnungsbogen

Für jedes Exposimeter wird ein eigener Zuordnungsbogen zur Registrierung der Messzeiten benötigt. In dem Zuordnungsbogen muss der Einsatzort des Exposimeters bzw. die Zuordnung (zu einer Person oder als Referenzexposimeter) und die Nutzungsdauer angegeben werden. Anhand der Zuordnungsbögen wird die Expositionszeit  $t$  ermittelt.

### 4.3 Der Referenzort

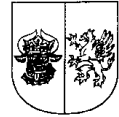
Das Referenzexposimeter ist an einem Ort mit möglichst geringer Radonkonzentration aufzubewahren. Dies ist normalerweise ein Ort im Freien der wettergeschützt und diebstahlsicher sein muss. Der Referenzort sollte sich nicht direkt an einem Haus befinden und nicht in der Nähe von Türen, Fenstern oder Ventilationsöffnungen befinden.

### 4.4 Der Rücktransport

Die Exposimeter müssen nach dem Einsatz und vor dem Verpacken mindestens noch 1 Tag am Ort des Referenzexposimeters aufbewahrt werden, bevor diese in die radondichte Schutzverpackung zurück gelegt und diese dicht verschlossen wird. Alle Exposimeter müssen zusammen mit den ausgefüllten Zuordnungsbögen an die Messstelle zurückgeschickt werden.

---

<sup>1</sup> Der Gleichgewichtsfaktor beschreibt das Mengenverhältnis zwischen den Folgeprodukten eines radioaktiven Stoffes und diesem Stoff selbst. Der Faktor ist 1, wenn die Folgeprodukte mit gleicher Aktivität wie das Ausgangsmaterial vorliegen. In diesem Fall spricht man von radioaktivem Gleichgewicht. In der Realität wird dieser Zustand nur selten angenommen. Z.B. beim Radon verlässt ein großer Teil der Folgeprodukte das Luftvolumen, bevor es zum Zerfall der Folgeprodukte kommt. In diesem Fall ist der Gleichgewichtsfaktor kleiner als 1. Für Wohnräume wird der Radon-Gleichgewichtsfaktor mit 0,4 geschätzt.



#### 4.5 Mitteilung und Registrierung der Ergebnisse

Nach Eintreffen der Exposimeter werden die Detektoren in der Messstelle ausgewertet. Innerhalb von 21 Tagen stehen die Messergebnisse in der Messstelle zur Verfügung. Die Ergebnisse der Auswertung werden Ihnen schriftlich zugestellt. Das Messergebnis wird als Radon-Exposition  $P_{Rn}$  in  $\text{kBq/h/m}^3$ , gerundet in Schritten von  $10 \text{ kBq/h/m}^3$ , bzw. als Radon-Konzentration in  $\text{Bq/m}^3$  angegeben.

Die amtlichen personenbezogenen Messergebnisse werden als effektive Dosis an das Strahlenschutzregister übermittelt.

### 5 Kontaktperson

Bei Fragen zur Radon-Dosimetrie wenden Sie sich bitte an Herrn Dr. Engelhardt (Tel. 030/6576-3125).

---

<sup>i</sup> Baurichtlinie ist in Arbeit

<sup>ii</sup> Richtlinie Arbeiten (Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 2 Strahlenschutzverordnung vom 15. Dezember 2003)

<sup>iii</sup> Messunsicherheiten gemäß DIN 25706

<sup>iv</sup> Thoron: Thoriumemanation von  $^{220}\text{Rn}$  und deren Folgeprodukte