

Facharbeit:

# **Radon**

Ein Edelgas belastet das Wohnen

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Grundlagen der Arbeit.....</b>	<b>III</b>
Zielsetzung .....	III
Methodisches Vorgehen .....	III
<b>1. Radon .....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1. Einführung .....	- 1 -
1.2. Entstehung von Radon.....	- 1 -
1.3. Eigenschaften .....	- 2 -
1.4. Geschichte.....	- 2 -
1.5. Radon in der Umwelt.....	- 2 -
1.6. Radon in der Bodenluft .....	- 3 -
<b>2. Baulicher Schutz .....</b>	<b>- 4 -</b>
2.1. Allgemein .....	- 4 -
2.2. Radon im Gebäude.....	- 4 -
2.3. Sanierung von Altbauten.....	- 5 -
2.4. Neubauten .....	- 5 -
2.5. Bautechnische Maßnahmen.....	- 5 -
2.6. Lüftungstechnische Maßnahmen .....	- 5 -
2.7. Erfolgskontrolle .....	- 6 -
<b>3. Messtechniken.....</b>	<b>- 6 -</b>
3.1. Passive und aktive Messverfahren.....	- 6 -
3.2. Radongasmessungen .....	- 7 -
3.2.1. Doppelfilterverfahren .....	- 7 -
3.2.2. Diffusionskammerverfahren.....	- 7 -
3.2.3. Adsorptionsverfahren .....	- 8 -
3.2.4. Ionisationskammerverfahren .....	- 8 -
3.3. Zerfallsproduktmessung.....	- 9 -
3.4. Zusammenfassung Messverfahren .....	- 9 -

<b>4. Versuch - Messungen .....</b>	<b>- 10 -</b>
4.1. Aufbau der Messungen .....	- 10 -
4.1.1. 1. Messung .....	- 10 -
4.1.2. 2. Messung .....	- 11 -
4.1.3. 3. Messung .....	- 11 -
4.2. Fazit der Messungen.....	- 12 -
<b>5. Medizinische Anwendung.....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>6. Gerichtsurteile .....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>7. Fazit .....</b>	<b>- 15 -</b>
<b>8. Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>9. Literatur und Quellenverzeichnis.....</b>	<b>- 17 -</b>
9.1. Interview .....	- 17 -
9.2. Internetseiten .....	- 17 -

## **Grundlagen der Arbeit**

### **Zielsetzung**

Zielsetzung der Arbeit soll es sein, das Edelgas Radon besser zu verstehen und bei den planerischen Aufgaben, die auf uns zukommen, in jedem Fall das Edelgas mit zu betrachten.

### **Methodisches Vorgehen**

Als Quellen dienten führende Internetseiten über das Thema „Radon“. Des Weiteren habe ich mit Herrn Joachim Weise (Umweltmesstechnik Bayreuth) und Herrn Kemski (Kemski & Partner, Beratende Geologen) telefoniert. Ihre Meinung, Erfahrung und Informationen zum Thema Radon waren bei Erstellung der Facharbeit sehr hilfreich.

# 1. Radon

## 1.1. Einführung

Natürliche Radionuklide wie Uran-238, Uran-235 und Thorium-232 sind in der Erdkruste enthalten. Das radioaktive Edelgas Radon-222 ist ein Zwischenprodukt das über die Zerfallsreihe des Uran-238 und Radium-226 entsteht. Es zählt zu den Edelgasen der achten Hauptgruppe im Periodensystem. Radon kommt überall auf der Welt vor und wird dort, wo Uran vorhanden ist, freigesetzt.<sup>1</sup>



Abbildung 1: Schematische Darstellung Zerfallsreihe Uran 238 zu Radon  
Quelle: <http://www.ksm.kit.edu/img/U238Zerfallsschema.jpg>

## 1.2. Entstehung von Radon

Innerhalb der Zerfallsreihen von Uran und Thorium entsteht durch Alphazerfall von Radium ein jeweils anderes Radonisotop. Diese unterscheiden sich auch in ihren Halbwertszeiten: Rn-220 (Thoron) in der Th-232-Reihe mit ca. 55 Sekunden und Rn-219 (Actinon) in der U-235-Reihe mit ca. 3,9 Sekunden. Mit 3,8 Tagen Halbwertszeit ist Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) das stabilste Isotop der Zerfallsreihe aus Radium und daher von praktischem Interesse, da die Halbwertszeiten der anderen Isotope zu kurz sind, um weiträumige Wanderungen im Untergrund zu erlauben.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> vgl.: <http://www.bfs.de/de/ion/radon/einfuehrung.html>

<sup>2</sup> vgl.: <http://de.wikipedia.org/wiki/Radon>

### 1.3. Eigenschaften

Radon ist ein farbloses, geruchsloses, geschmackloses und radioaktives Gas. Es geht keine chemischen Verbindungen ein und ist deshalb besonders mobil. Nur mit Fluor reagiert es zu Radonfluorid. Mit 9,73 g/l ist es etwa siebenmal schwerer als Luft und somit das mit Abstand dichteste elementare Gas auf der Erde. Sein Schmelzpunkt liegt bei  $-71^{\circ}\text{C}$  und der Siedepunkt bei  $-61,8^{\circ}\text{C}$ .<sup>3,4</sup>

### 1.4. Geschichte

Bereits im 16. Jahrhundert konnte eine gesundheitsschädigende Wirkung bei den Bergarbeitern in Schneeberg im Erzgebirge bemerkt werden, jedoch war Radon zu diesem Zeitpunkt noch völlig unbekannt. Friedrich Ernst Dorn entdeckte erst im Jahre 1900 das Edelgas. Er nannte es Radium-Emanation (lat. Emanation: Ausfluss; „aus Radium herausgehendes“). 1908 konnten die Briten William Ramsay und Robert Whytlaw-Gray eine ausreichende Menge isolieren, um die Dichte von Radon zu bestimmen. Da es im Dunklen Licht abgab, wurde es nach dem lateinischen Wort „nitens“ (lat. leuchtend) in Niton benannt. Radon ist seit 1923 die gebräuchliche Bezeichnung für das radioaktive chemische Element.<sup>5,6</sup>

### 1.5. Radon in der Umwelt

In der Erdatmosphäre befindet sich auf  $10^{21}$  Luftmoleküle ein Radonatom, das es zum seltensten Bestandteil der Luft macht. In der Raum- und Außenluft, sowie in Gesteinen, Böden und Wässern, überdeckt die Radonkonzentrationen nur wenige  $\text{Bq}/\text{m}^3$  bis hin zu einigen Million  $\text{Bq}/\text{m}^3$ . In Grund- und Quellwässern unterliegt die Radonaktivitätskonzentration starken Schwankungen und zeigt eine deutliche Abhängigkeit von der Bodenart - lokal werden Werte bis zu einigen  $\text{MBq}/\text{m}^3$  gemessen. Dagegen ist die Radonkonzentration, bedingt durch die turbulente Strömung, in fließendem Oberflächwasser sehr gering. In der freien Atmosphäre überschreitet die Konzentration selten  $50 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , durch die rasche Verdünnung beim Übertritt aus dem Boden in die Außenluft, während in der Bodenluft Konzentrationen von einigen  $\text{kBq}/\text{m}^3$  bis zu  $\text{MBq}/\text{m}^3$  auftreten. Freisetzungen aus Brauch- und Trinkwasser sowie aus Baumaterialien spielen in der Regel eine untergeordnete Rolle. Jedoch bewirkt, dass im Untergrund zur Verfügung stehende Radon einige 100 bis  $1.000 \text{ Bq}/\text{m}^3$  in der Raumluftkonzentration, da es ins Gebäude eindringen kann.<sup>7</sup>

---

<sup>3</sup> vgl.: <http://de.wikipedia.org/wiki/Radon>

<sup>4</sup> vgl.: <http://www.bfs.de/de/ion/radon/einfuehrung.html>

<sup>5</sup> vgl.: <http://de.wikipedia.org/wiki/Radon>

<sup>6</sup> vgl.: <http://www.radon-info.de/shtml/geschichte.shtml>

<sup>7</sup> vgl.: <http://www.radon-info.de/shtml/verhalten.shtml>

## 1.6. Radon in der Bodenluft

Durch das Bundesamt für Strahlenschutz wurde eine im regionalen Maßstab erstellte Karte veröffentlicht, welche zur Prognose der Radonkonzentration in der Bodenluft dient. Die Radonkonzentration in der Bodenluft kann auf Grund der unterschiedlichen Bauweisen nicht auf ein einzelnes Haus prognostiziert werden.

Bei weniger als 20 kBq/m<sup>3</sup> bieten die üblichen Abdichtungsmaßnahmen gegen Bodenfeuchte in der Regel ausreichend Schutz, auch für die Gebiete mit erhöhter Radonkonzentration in der Bodenluft. Allerdings sollte auf Schwachstellen wie zum Beispiel Rohrdurchführungen u.a. besonders geachtet werden. Bei erhöhter Radonkonzentration in der Bodenluft sollte Radon bei Neubauten in Betracht gezogen werden. Standortmessungen werden angeraten. Besonders bei bestehenden Gebäuden sollte diese durchgeführt werden.<sup>8</sup>

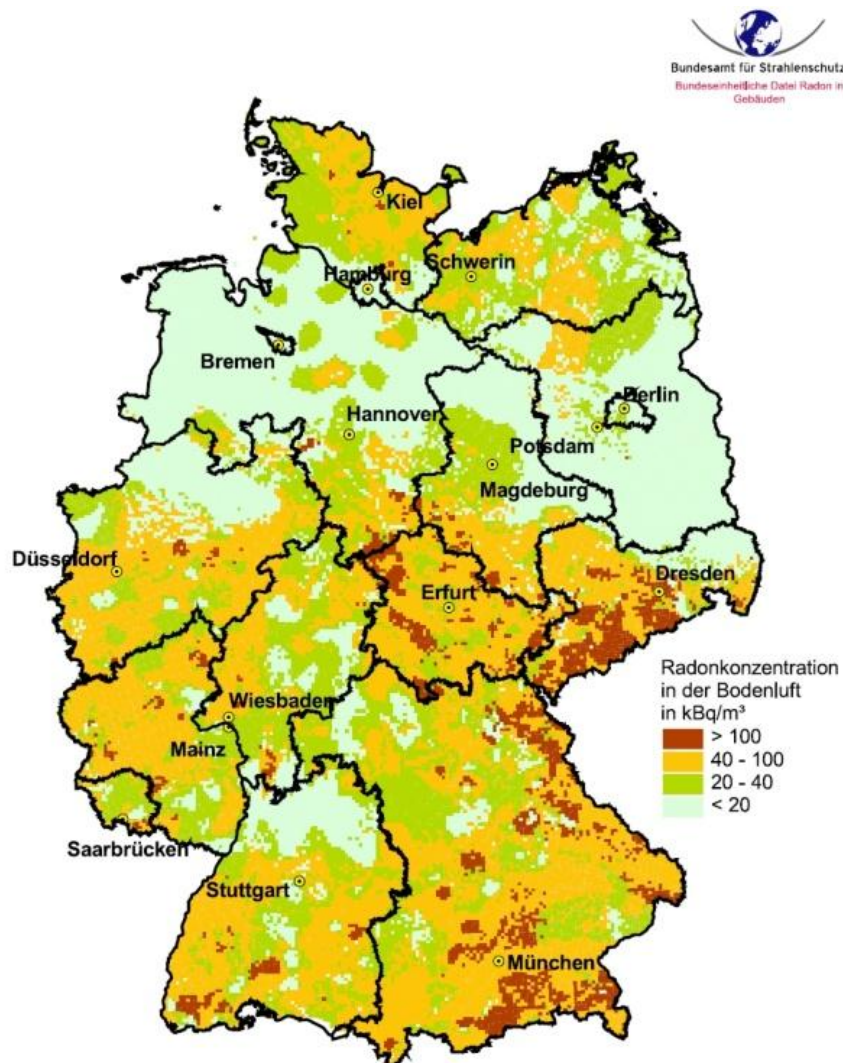


Abbildung 2: Übersicht über die Radonkonzentration in der Bodenluft in 1 m Tiefe auf der Datenbasis von September 2003  
Quelle: [http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon\\_boden/radonkarte.gif](http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radonkarte.gif)

<sup>8</sup> vgl.: [http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon\\_boden/radonkarte.html](http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radonkarte.html)

## 2. Baulicher Schutz

### 2.1. Allgemein

Ausschlaggebend für die Radonkonzentration sind die individuellen Bedingungen, die jedes Haus besitzt. Zusätzlich befindet sich jedes Haus auf einem spezifischen Umfeld – Durchlässigkeit des Baugrundes, Grundwasserstand, etc. – auf Grund dessen mögliche Quellen des Radons zu beachten sind. Gründliche Analysen sollten bei bestehenden Häusern die Faktoren der Radonmessung bei einer Beweissicherung zum gleichrangigen Teil mit einbezogen werden.<sup>9</sup>

### 2.2. Radon im Gebäude

Über undichte Stellen im Fundament und in der Bodenplatte findet das Radon seinen Weg ins Gebäude. Geringer Unterdruck im Keller gegenüber dem Untergrund erzeugt einen Kamineffekt, der das Radon ins Gebäude zieht.

Folgende bauliche Faktoren wirken sich negativ auf die Radonkonzentration aus:

- Risse und Fugen in Wänden und Böden im Keller
- Kabel- und Rohrdurchführungen - schlecht isoliert
- zwischen Keller- und Erdgeschoss unzureichende Dichtigkeit
- Böden aus Erde, Kies oder Steinen

Ein Verdünnungseffekt von den unteren zu den oberen Stockwerken tritt bei der Verteilung hinauf auf. Mit der höchsten Radonkonzentration im Gebäude ist im Keller zu rechnen, allerdings ist in den meisten Fällen ab dem zweiten Stockwerk keine erhöhte Radonkonzentration mehr zu erwarten.<sup>10</sup>



Abbildung 3: Eindringendes Radon ins Gebäude - Abnahme in den oberen Geschossen

Quelle: [http://www.radon.at/img\\_deu/radonhaus\\_300.jpg](http://www.radon.at/img_deu/radonhaus_300.jpg)

<sup>9</sup> vgl.: <http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

<sup>10</sup> vgl.: [http://www.radon.at/ueber\\_radon.htm#eindringen](http://www.radon.at/ueber_radon.htm#eindringen)



### **2.3. Sanierung von Altbauten**

Alternative Möglichkeiten bei bestehenden Gebäuden sind unumgänglich. Technische Lösungen müssen bei zu sanierenden Gebäuden auf den Einzelfall bezogen werden. Um unangemessene Kosten zu vermeiden und die finanzielle Obergrenze nicht zu überschreiten, sollte bei alten Häusern von den Bauherren die Höhe des Gebäudewertes zur Senkung der Radonkonzentration gerecht bedacht werden. Leicht erhöhte Radonkonzentration mit allen Mitteln unter 100 Bq/m<sup>3</sup> zu senken, rechtfertigt nicht die geringe Reduzierung des Gesundheitsrisikos.<sup>11</sup>

### **2.4. Neubauten**

Angemessene Schutzmaßnahmen können zuverlässig bei Neubauten festgelegt werden, die bei sachkundiger Ausführung grundsätzlich zum Erfolg führen. Selbst in Gebieten mit hoher Radonkonzentration in der Bodenluft ist der Aufwand bei anspruchsvollen Bauvorhaben verhältnismäßig gering. Die Maßnahmen sind finanziell und technisch kalkulierbar.<sup>12</sup>

### **2.5. Bautechnische Maßnahmen**

Um das Eindringen von Radon in das Haus und die Ausbreitung des Radons innerhalb des Gebäudes verhindern zu können, genügen oft schon radondichte Baukonstruktionen und Bauelemente bei Neubauten. Bei Sanierungen können durch Abdichtungsmaßnahmen (z.B.: Abdichten von Leitungsführungen, Abdichten mit Dichtungsbahnen, etc.) radonbelastete Räume vermieden werden.<sup>13</sup>

### **2.6. Lüftungstechnische Maßnahmen**

Eindringen des Radons ins Gebäude kann durch einen gezielten Aufbau einer definierten Druckdifferenz (Unterdruck, Überdruck) reduziert und in Idealfällen sogar ganz unterbunden werden. Die Drucksituation im Gebäude bzw. zwischen Gebäudeinnerem und dem Gebäudeuntergrund kann zum Beispiel durch Lüftungssysteme oder Öffnungen in einer gewünschten Weise beeinflusst werden. Allerdings muss darauf geachtet werden, dass bei niedrigen Außentemperaturen kein Kondenswasser auftritt, welches das Gebäude bei einem zu starken Überdruckbetrieb schädigen kann.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> vgl.: <http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

<sup>12</sup> vgl.: <http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

<sup>13</sup> vgl.: <http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

<sup>14</sup> vgl.: <http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

## **2.7. Erfolgskontrolle**

Wenn möglich sollten durch Messungen oder augenscheinliche Kontrolle die durchgeführten Arbeiten auf ihre Qualität geprüft werden, ob die Maßnahmen auch tatsächlich wirksam sind. Bereits vor Abschluss eines bestimmten Bauabschnittes oder einer Gesamtmaßnahme sollten die verbauten Materialien auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Beschädigte oder unzureichend verklebte oder verschweißte Folien sollten unbedingt vermieden werden und bei Nichteignung sofort getauscht oder ausgebessert werden.<sup>15</sup>

## **3. Messtechniken**

Um in einem Aufenthaltsraum im Jahresmittel die Radonkonzentration zu ermitteln, sind auf Grund von zeitlichen Schwankungen Messungen über einen längeren Zeitraum erforderlich. Sie werden im Wohnraum und einem Schlafräum empfohlen, um die Radonsituation zu bewerten, zusätzlich sollten weitere Messungen im Kellerraum oder in nicht unterkellerten Räumen durchgeführt werden.<sup>16</sup>

### **3.1. Passive und aktive Messverfahren**

Die Messverfahren werden üblicherweise eingeteilt, ob sie aktiv oder passiv und ob sie Radongas oder Zerfallsprodukte messen.

Passive Messgeräte werden häufig als Radondosimeter oder –exposimeter bezeichnet, da sie während den Messungen ohne Betriebsenergie laufen. Dadurch werden sie recht preisgünstig und können in großen Mengen angewendet werden. Allerdings steht der Auswertung ein großer Laboraufwand entgegen. Diese Messgeräte können nur Radongas messen und werden deshalb häufig für Messungen in Wohnungen verwendet. Anschließend werden die Geräte per Post zum Labor gesandt und dort ausgewertet.

Aktive Messgeräte arbeiten mit Strahlungsdetektoren und mit Pumpen und benötigen deshalb während der Messung Strom. Sie eignen sich deshalb für den automatischen Betrieb. Ein Auswertungslabor oder separate Auswertungsrechner sind meistens nicht erforderlich.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> vgl.: <http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

<sup>16</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html>

<sup>17</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html>

## **3.2. Radongasmessungen**

Alle Radongasmessgeräte müssen kalibriert werden, dies geschieht in einer Radonkammer, in der zur Erzeugung des Radons Radiumpräparate eingesetzt werden.

Es gibt zwar eine große Anzahl von Messgeräten, aber nur wenige Messprinzipien, denen das Verfahren des Doppelfilterverfahrens zu Grunde liegt. Einzelne Radonatome in einem Luftvolumen zu erfassen ist recht schwierig, deshalb werden in einer Apparatur die entstehenden Zerfallsprodukte gemessen und nicht das Radongas.<sup>18</sup>

### **3.2.1. Doppelfilterverfahren**

Durch die Messkammer zieht eine Pumpe Luft mit einigen Litern Inhalt. In der Raumluft befindliche Zerfallsprodukte werden durch den Eingangsfiler zurückgehalten. Aus dem Radongas in der Kammer bilden sich neue Zerfallsprodukte, die auf dem Auslassfilter abgeschieden werden und von einem Strahlungsdetektor auf ihre Radioaktivität gemessen. Wenigen Stunden Sammelzeit im Kurzzeitbetrieb stehen aufwändige Auswertungsrechnungen gegenüber, während bei Langzeitmessungen die Zählrate der Radongaskonzentration proportional ansteigt.<sup>19</sup>

### **3.2.2. Diffusionskammerverfahren**

„Am weitesten verbreitet für Radongasmessungen ist das Diffusionskammerverfahren. Die Idee entspricht dem Doppelfilterverfahren, jedoch ersetzt die natürliche Gasdiffusion die Pumpe. Die Messkammer ist wesentlich kleiner als beim Doppelfilterverfahren. Die Messempfindlichkeit ist meistens gering, deshalb ist dieses Verfahren nur für Langzeitmessungen ab ungefähr einem Monat geeignet.

Radongas diffundiert durch ein Einlassfilter in eine Messkammer mit ungefähr 10 cm<sup>3</sup> Inhalt. Zerfallsprodukte, die sich in der Kammer bilden, scheiden sich an den Kammerwänden und auf einem eingebauten Strahlungsdetektor ab. Auch das Radongas in der Kammer liefert einen Beitrag zum Messsignal. Je nach Strahlungsdetektor gibt es aktive und passive Ausführungen.

---

<sup>18</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html>

<sup>19</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html>

Die aktive Ausführung verwendet meistens einen Silizium-Halbleiterdetektor für Alphastrahlung. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit lässt sich die Messkammer vergrößern. Zusätzlich erhöht ein Hochspannungsfeld zwischen den Kammerwänden und dem Detektor die Zählkammer. In der Kammer frisch entstandene Radonzerfallsproduktatome sind elektrisch geladen und lassen sich deshalb gezielt auf die Detektoroberfläche leiten.

Bei der passiven Ausführung hat sich das Kernspurverfahren oder Ätzspurverfahren bewährt. Der Detektor ist ein strahlungsempfindlicher, ätzbarer Kunststoff-Chip oder eine Folie. Auftreffende Alphateilchen zerstören einen Teil der chemischen Bindungen. In einem Ätzbad aus Natron- oder Kalilauge löst sich der Kunststoff allmählich auf. Das geht an den Auftreffstellen der Alphateilchen besonders schnell. Deshalb entstehen Ätzspuren, die sich mit dem Mikroskop erkennen und zählen lassen. Dieses passive Verfahren ist in DIN 25706-1 genormt.<sup>20</sup>

### **3.2.3. Adsorptionsverfahren**

„Das Adsorptionsverfahren oder Aktivkohleverfahren für Radongas ist in DIN 25706-2 genormt. Aktivkohle lagert an ihrer Oberfläche aus der Umgebungsluft Radongas an. Die von der Aktivkohle gesammelte Radioaktivitätsmenge ist ein Maß für die Radonkonzentration in der Umgebungsluft.

DIN bezeichnet diese Geräte als Radonsammler. Es sind Blechdosen mit ca. 100 g Aktivkohle oder Kunststoffröhrchen mit ca. 5 g Inhalt. Blechdosen lassen sich mit einem Gammaskpektrometer auswerten. Das Spektrometer misst in dem Fall die Gammastrahlung der innerhalb der Dose aus dem Radongas entstandenen Zerfallsprodukte. Zur Auswertung der Röhrchen wird deren Kohle-Inhalt mit einem Flüssigszintillator vermischt, der auf Alpha- und Betastrahlung reagiert.<sup>21</sup>

### **3.2.4. Ionisationskammerverfahren**

In einer Isolationskammer wird ein Strahlungsempfindliches Volumen von einem Liter und mehr durch eine geschickte Anordnung von Elektroden mit relativ kleiner Betriebsspannung erzeugt. Ein Kernzerfall in dem Volumen liefert einen schwachen Ladungsimpuls an die Elektroden, der aufwändig verstärkt, aufbereitet und gezählt wird. Bei sehr hoher Aktivitätskonzentration kann ein Gleichstrom gemessen werden.<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html#Diffusionskammerverfahren>

<sup>21</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html#Adsorptionsverfahren>

<sup>22</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html#Ionisationskammer-Verfahren>

### **3.3. Zerfallsproduktmessung**

Radonzerfallsproduktmessungen sind leichter als Radongasmessungen, deshalb gibt es nicht so viele Messverfahren, die aber alle auf dem Filterverfahren beruhen. Dabei saugt eine Pumpe Umgebungsluft durch den Messfilter, auf dem sich die Zerfallsprodukte abscheiden und die Radioaktivität durch einen Strahlungsdetektor misst. Es gibt zahlreiche Varianten des Filterverfahrens, die von Anordnung, Pumpleistung, Detektortyp, Betriebsablauf und Auswertmethode abhängig sind. Kurzzeitsysteme sind die am häufigsten verwendeten, bei denen für einige Minuten der Messfilter besaugt wird. Anschließend erfolgt die Radioaktivitätsmessung des Filters. Langzeitliche Verfahren messen die Filteraktivität während des Sammelvorgangs.

Eine Kalibrierung kann rein rechnerisch erfolgen. Dazu wird der Luftdurchsatz des Messfilters und die Ansprechwahrscheinlichkeit des Strahlendetektors zur Berechnung der Aktivitätskonzentration in der Luft mit Hilfe von Differentialgleichungen nötig. Moderne Geräte besitzen einen Mikrocomputer, die während des Sammelvorgangs die nötigen Daten erfassen und in Echtzeit das zugehörige Gleichungssystem lösen. Sie zeigen das fertig berechnete Messergebnis bereits während der Messung an.<sup>23</sup>

### **3.4. Zusammenfassung Messverfahren**

„Die Kriterien zur Auswahl eines geeigneten Messsystems zur Bestimmung der Radonkonzentration umfassen nicht nur messtechnische Anforderungen an die einzelnen Verfahren sondern auch ökonomische Gesichtspunkte. In diesem Zusammenhang spielt die Messgenauigkeit eine entscheidende Rolle. Auch die Dauer einer Messung, d. h. die Entscheidungsfindung, ob Kurzzeitmessung oder Langzeitmessung, ist ein wesentliches Kriterium für die Ermittlung repräsentativer Ergebnisse der Radonkonzentration. Darüber hinaus sollten Radonmessungen nur mit Messgeräten erfolgen, die über eine gültige Kalibrierung durch eine der o.g. evaluierten Stellen verfügen.“<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> vgl.: [http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html#Prinzipien\\_der\\_Zerfallsproduktmessung](http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html#Prinzipien_der_Zerfallsproduktmessung)

<sup>24</sup> vgl.: <http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html#Zusammenfassung>

## 4. Versuch - Messungen

### 4.1. Aufbau der Messungen

Es wurden insgesamt drei Versuche in unterschiedlichen Zeiträumen durchgeführt. Die Versuche wurden zum einen einer Schule in Kulmbach in einem Vorbereitungsraum, sowie in einem Wohnhaus in Heinersreuth, Lkr. Kulmbach durchgeführt.

#### 4.1.1. 1. Messung

Die Messung wurde im nicht unterkellerten Vorbereitungsraum in der Schule in Kulmbach, mit dem Ramon 2.2 Radonmonitor durchgeführt. In einem Zeitraum von zwei Monaten wurde ein Mittelwert von  $72 \text{ Bq/m}^3$  gemessen. Nach ca. einer Woche kann von dem Gerät ein Mittelwert abgelesen werden, welcher von äußere Bedingung (Lüften, Jahreszeit, etc.) abhängig ist.



Abbildung 4: Ramon 2.2 Radonmonitor  
Quelle: Eigenes Foto

#### 4.1.2. 2. Messung

Die Messung wurde in einen Kellerraum in einem Wohnhaus in Heinersreuth mit dem DOSEMAN der Firma Sarad durchgeführt. In einem Zeitraum vom 02.04. bis zum 09.04.2011 wurde ein Mittelwert von 77,2 Bq/m<sup>3</sup> gemessen. Nachfolgende Grafik zeigt den Verlauf der Messung.

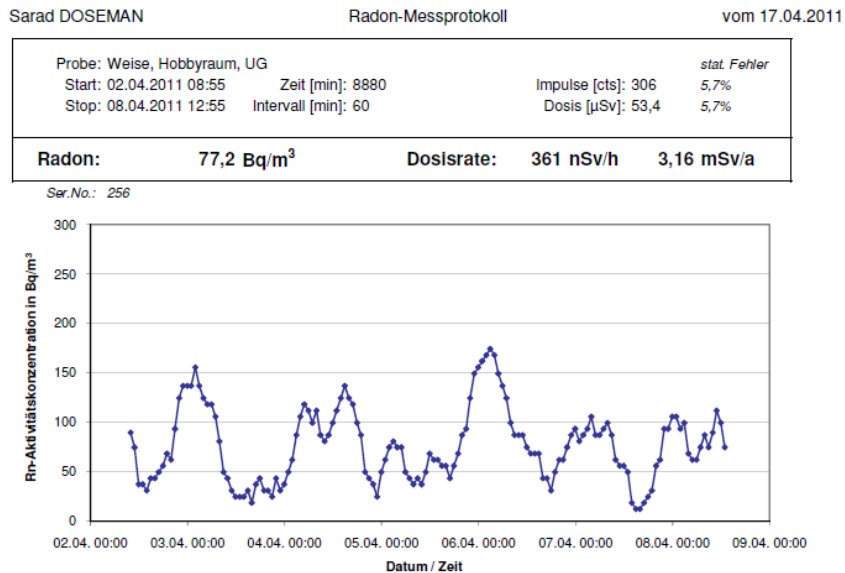


Abbildung 5: Radon-Messprotokoll  
Quelle: Umweltmesstechnik Bayreuth Herr Weise

#### 4.1.3. 3. Messung

Die Messung wurde in einem Kellerraum in einem Wohnhaus in Heinersreuth mit einem Radondosimeter durchgeführt. In einem Zeitraum von ca. 4 Monaten wurde ein Mittelwert von 83 Bq/m<sup>3</sup> gemessen. Zeitgleich wurde eine weitere Messung im zweiten Obergeschoss mit einem Mittelwert von 23 Bq/m<sup>3</sup> durchgeführt. Zur Auswertung wurden die beiden Radondosimeter an ein Labor gesendet und dort ausgewertet.



Abbildung 6: Radondosimeter  
Quelle: <http://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/FLUGS/PDF/Themen/Innenraeume/Radon.pdf>

## 4.2. Fazit der Messungen

Die Messungen zeigen, dass über einen kurzen Zeitraum gleich gute Ergebnisse zu erzielen sind wie bei einem langen Zeitraum. Privatanwender können ca. 40,00 Euro investieren und eine über 2 Monate dauernde Messung selbst durchführen.

## 5. Medizinische Anwendung

Im Freien stellt Radon keine Gefährdung dar, während es in geschlossenen Räumen zu einer beachtlichen Gefahr für die Gesundheit werden kann. Da Radon ein radioaktiver Stoff ist, zerfällt es in seine Folgeprodukte - Polonium, Bismuth und Blei. Dies sind feste Radon-Folgeprodukte die ebenfalls radioaktiv sind und sich an feinsten Schwebeteilchen und Staubteilchen anlagern. Radon selbst wird nur bedingt vom Körper aufgenommen, vor allem die radioaktiven festen Folgeprodukte fügen der Lunge große Strahlschäden zu. In die Lunge gelangt Radon über die Atemluft, wo sie sich am empfindlichen Gewebe anlagern können.<sup>25</sup>

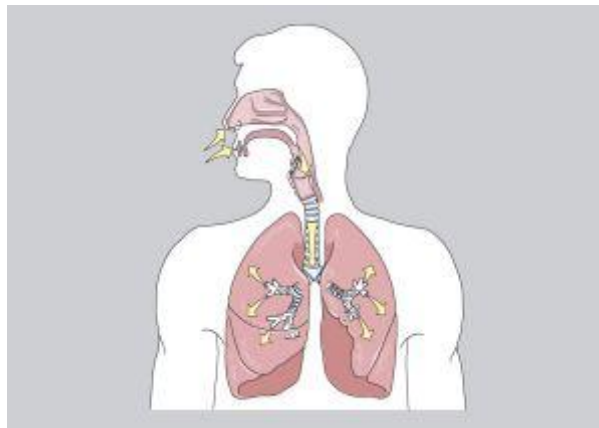


Abbildung 7: Radon gelangt über die Atemluft in die Lunge, wo sich die Folgeprodukte an den Lungenbläschen ablagern - Schematische Darstellung  
Quelle: [http://www.radon.at/img\\_deu/lunge\\_300.jpg](http://www.radon.at/img_deu/lunge_300.jpg)

Durch den radioaktiven Zerfall der Folgeprodukte kommt es zu einer direkten Bestrahlung des Lungengewebes mit Alpha-Strahlung. Dadurch steigt das Erkrankungsrisiko an Lungenkrebs.<sup>26</sup>

„Je größer die Radongaskonzentration ist, desto höher ist also das Lungenkrebsrisiko, denn: Je mehr Radon sich in der Raumluft befindet, desto größer ist die Zahl der entstehenden Radonfolgeprodukte, die sich am Lungengewebe anlagern. Die Strahlenbelastung nimmt zu und mit ihr das Lungenkrebsrisiko, dessen Krankheitsverlauf in über 90 % der Fälle tödlich ist!“<sup>27</sup>

<sup>25</sup> vgl.: [http://www.radon.at/ueber\\_radon.htm#eindringen](http://www.radon.at/ueber_radon.htm#eindringen)

<sup>26</sup> vgl.: [http://www.radon.at/ueber\\_radon.htm#eindringen](http://www.radon.at/ueber_radon.htm#eindringen)

<sup>27</sup> vgl.: [http://www.radon.at/ueber\\_radon.htm#eindringen](http://www.radon.at/ueber_radon.htm#eindringen)



Unmittelbare Warnsymptome wie Müdigkeit, Übelkeit oder Kopfweg können dem Radon auch bei jahrelanger Exposition allerdings nicht zugeschrieben werden. Erst nach Jahrzehnten macht sich die schleichende Erkrankung bemerkbar.<sup>28</sup>

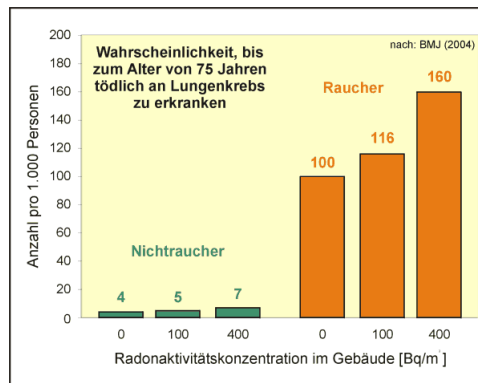


Abbildung 8: Radonbelastung Vergleich Raucher und Nichtraucher  
Quelle: <http://www.radon-info.de/images/lkrebs.gif>

In den letzten Jahren wurden Vergleiche mit anderen Umweltrisiken durchgeführt, nachdem Studien den Zusammenhang zwischen Radon und Lungenkrebs nunmehr auch zählbar aufweisen. Solche Risikobewertungen sollen zur Abschätzung des Umfangs notwendiger Maßnahmen für öffentliche Entscheidungsträger dienen. Ebenso sind sie ein wichtiges Hilfsmittel zur Kommunikation hinsichtlich der Sensibilisierung für die schädlichen Umwelteinflüsse. Als unfreiwillig eingehbares Risiko wird die Gefährdung des Radons eingestuft. Das größte individuelle Risiko stellt Radon im Vergleich mit andern Risiken (z.B.: Passivrauchen, Asbest, Brand im Haus) dar.<sup>29</sup>

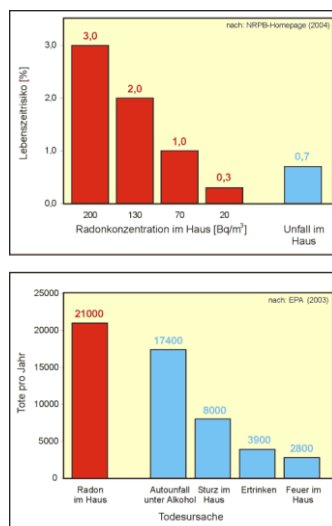


Abbildung 9: Risikobewertung von Radon gegenüber Unfällen  
Quelle: [http://www.radon-info.de/images/abb\\_risk.gif](http://www.radon-info.de/images/abb_risk.gif)

<sup>28</sup> vgl.: [http://www.radon.at/ueber\\_radon.htm#eindringen](http://www.radon.at/ueber_radon.htm#eindringen)

<sup>29</sup> vgl.: <http://www.radon-info.de/shtml/risiko.shtml>

## 6. Gerichtsurteile

Nachfolgender Artikel wird wörtlich aus der Freien Presse Sachsen zitiert:

„Radonstreit geht in nächste Runde

Weiter Auseinandersetzung um verseuchte Wohnung in BadSchlema - Messreihe soll wahre Belastung ermitteln

Bad Schlema. Die Auseinandersetzungen um eine radonbelastete Wohnung in der Bad-Schlemaer Grubenstraße sind noch nicht vom Tisch. Der Vermieter, die Gebäude- und Wohnungsverwaltung GmbH Schlema (GUW), hat gegen ein Urteil des Amtsgerichts Aue Berufung eingelegt. Die Richter hatten die GUW dazu verurteilt, einer Frau drei Monatsmieten zurückzuzahlen, weil in deren Wohnung im Durchschnitt 1340 Becquerel gemessen wurden. Der Spitzenwert lag sogar bei 5100 Becquerel. Einen gesetzlichen Grenzwert für Radongas gibt es zwar nicht, die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO und der Internationalen Strahlenschutzkommission liegen jedoch bei 100 beziehungsweise 600 Becquerel.

Das neue Urteil des Landgerichts Chemnitz wird für Mitte Juni erwartet. "Ich könnte mir aber vorstellen, dass der Fall an den Bundesgerichtshof weitergereicht wird", schätzt Frank Tippmann ein, der Anwalt der ehemaligen Mieterin. "Denn die Problematik rund um Radon ist bislang noch nicht vor einem Gericht behandelt worden."

Inzwischen hat Tippmann einen zusätzlichen Mandanten: die Familie, der man die bewusste Wohnung nach dem Auszug der ursprünglichen Klägerin vermietet hat. "Wie konnte man dort nur neue Leute einziehen lassen?", fragt der Anwalt. Dieses Thema ist Bürgermeister Jens Müller (Freie Wähler) ziemlich peinlich. "Das hätte nie passieren dürfen", räumt er ein. "Da wurden leider Fehler gemacht."

Zurzeit läuft eine 100-tägige Messreihe, um die tatsächliche Belastung in dem gesamten Wohnblock zu ermitteln. Wenn diese über 400 Becquerel liegt, soll das Haus vorläufig leergezogen werden. Doch Müller hofft nicht, dass es so weit kommt.

Die tatsächlichen gesundheitlichen Risiken schätzt der Rathaus-Chef als eher gering ein. In dieser Position sieht er sich durch ein Fachgespräch im Karl-Aurand-Haus Anfang April bestätigt. Mediziner und Wissenschaftler waren dort zu folgendem Ergebnis gekommen: Die Regionen Sachsens mit erhöhten Radonwerten in Wohnungen seien hinsichtlich des allgemeinen Lungenkrebsgeschehens im Vergleich zum restlichen Sachsen völlig unauffällig.

erschienen am 13.05.2010 (Von Gunter Niehus)<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> vgl.: <http://www.freiepresse.de/LOKALES/ERZGEBIRGE/AUE/Radonstreit-geht-in-naechste-Runde-artikel7373989.php>

## **7. Fazit**

Radon wird für die am Baubeteiligten immer wichtiger da durch die neuen EnEV-Standards die Häuser immer dichter gebaut werden um den hohen Wärmeschutz zu gewährleisten. Dabei kommt es aber auch immer häufiger zu Fehlern bei der Abdichtung, durch falsche Ausführung kommt das Radon in das Gebäude und kann dort schwere gesundheitliche Schäden zufügen. Deshalb sollte bei allen Um- und Neubauten auch die Radonkonzentration in der Bodenluft mit beachtet werden und durch einen Fachplaner in jedem Fall überprüft werden.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung Zerfallsreihe Uran 238 zu Radon.....	- 1 -
Abbildung 2: Übersicht über die Radonkonzentration in der Bodenluft in 1 m Tiefe auf der Datenbasis von September 2003.....	- 3 -
Abbildung 3: Eindringendes Radon ins Gebäude - Abnahme in den oberen Geschossen .....	- 4 -
Abbildung 4: Ramon 2.2 Radonmonitor.....	- 10 -
Abbildung 5: Radon-Messprotokoll.....	- 11 -
Abbildung 6: Radondosimeter .....	- 11 -
Abbildung 7: Radon gelangt über die Atemluft in die Lunge, wo sich die Folgeprodukte an den Lungenbläschen ablagern - Schematische Darstellung.....	- 12 -
Abbildung 8: Radonbelastung Vergleich Raucher und Nichtraucher .....	- 13 -
Abbildung 9: Risikobewertung von Radon gegenüber Unfällen.....	- 13 -

## **9. Literatur und Quellenverzeichnis**

### **9.1. Interview**

Telefonat mit Herrn Weise von Umweltmesstechnik in Bayreuth am 29.03.2011

Telefonat mit Herrn Kemski von Kemski & Partner, Beratende Geologen am 28.04.2011

### **9.2. Internetseiten**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Radon>

(gefunden am 13.10.2010)

<http://www.bfs.de/de/ion/radon/einfuehrung.html>

(gefunden am 13.10.2010)

[http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon\\_boden/radonkarte.html](http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radonkarte.html)

(gefunden am 13.10.2010)

<http://www.chemie.de/lexikon/Radonmessung.html>

(gefunden am 10.03.2011)

<http://www.freiepresse.de/LOKALES/ERZGEBIRGE/AUE/Radonstreit-geht-in-naechste-Runde-artikel7373989.php>

(gefunden am 10.03.2011)

[http://www.radon.at/ueber\\_radon.htm#eindringen](http://www.radon.at/ueber_radon.htm#eindringen)

(gefunden am 10.03.2011)

<http://www.radon-info.de/shtml/geschichte.shtml>

(gefunden am 13.10.2010)

<http://www.radon-info.de/shtml/risiko.shtml>

(gefunden am 13.10.2010)

<http://www.radon-info.de/shtml/verhalten.shtml>

(gefunden am 13.10.2010)

<http://www.umweltmesstechnik-bayreuth.de/radonschutz.html>

(gefunden am 29.03.2011)