



## Radon – der „lautlose Killer“

Wenn selbst die seriöse „Bayerische Staatszeitung“ bei ihrer Berichterstattung über die Einführung einer neuen Ausbildung zum Radon-Fachberater beim Bayerischen Landesamt für Umwelt den drastischen Ausdruck „lautloser Killer“ zur Charakterisierung des Gases Radon wählt, dann lässt sich dessen gesundheitsschädigendes Potential bereits erahnen.

Tatsächlich kommt eine Studie des Erlanger Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin aus dem Jahr 2012 zu dem Ergebnis, dass Radon nach dem Zigarettenrauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs in Deutschland darstellt. Damit liegt Radon noch vor anderen bekannten Gefahrstoffen wie Asbest oder den Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK).

Im Folgenden möchten wir Ihnen einen Überblick über das Vorkommen und die gesundheitlichen Auswirkungen von Radon in Gebäuden geben und die Situation für das Stadtgebiet von Nürnberg anhand der vorliegenden Messdaten eingehender beleuchten.

### **Wo kommt Radon vor ?**

Die Erdkruste enthält das natürliche Radionuklid Uran-238. Als Zwischenprodukt der Zerfallsreihe von Uran-238 entsteht (über Radium-226) das radioaktive Edelgas Radon-222. Das Gas ist farblos, geruchlos und geschmacklos und besitzt eine Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Radon kommt in unterschiedlichen Konzentrationen in Gesteinen und Böden auf der ganzen Welt vor. Radon geht mit anderen Elementen kaum Verbindungen ein und ist daher sehr mobil. Es kann daher leicht aus dem Boden entweichen und sich über die Luft oder gelöst im (Grund-) Wasser verbreiten.

Die Radon-Konzentrationen in der Bodenluft wurden durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in einer Radonkarte ([www.bfs.de/de/ion/radon/radon\\_boden/radon\\_karte.gif](http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radon_karte.gif)) für Deutschland zusammengefasst. Die Radonkarte Deutschlands gibt eine Orientierung über die regionale Verteilung der Radonkonzentration in der Bodenluft einen Meter unter der Erdoberfläche. Datenbasis sind bis September 2003 durchgeführte Messungen an insgesamt 2.346 geologisch repräsentativen Messorten. Für das Stadtgebiet Nürnberg liegt nach Auskunft des BfS aber keine direkte Bodenluftmessung vor. Für die Region Nürnberg (Nürnberger Keuperbecken) werden in der Radonkarte Bodenluft-Konzentrationen von 20.000 bis 40.000 Bq/m<sup>3</sup> prognostiziert. Aufgrund des groben Kartenmaßstabes sind daraus aber keine Empfehlungen für Baugebiete oder gar für einzelne Gebäude abzulesen.

In der bodennahen Außenluft werden im Freien in Deutschland, bedingt durch den hohen Verdünnungseffekt beim Austritt aus dem Untergrund, nur geringe Radon-Konzentrationen von

3 bis 40 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>) gemessen. Der Mittelwert liegt bei ca. 9 Bq/m<sup>3</sup>. In Gebäuden (oder in Bergwerken) kann sich Radon aber in der Luft anreichern, was in der Regel zu deutlich höheren Konzentrationen führt.

### **Welche gesundheitlichen Auswirkungen hat Radon beim Menschen ?**

Gesundheitliche Auswirkungen von Radon wurden zuerst bei Bergarbeitern unter Tage beobachtet. Dabei geht die gesundheitliche Gefährdung weniger von Radon selbst, sondern von dessen eigenen radioaktiven Zerfallsprodukten (radioaktive Isomere der Elemente Polonium, Wismut und Blei) aus. Diese sind überwiegend an die in der Luft befindlichen Staubteilchen und Aerosole angelagert. Beim vollständigen Zerfall in der Lunge entsteht energiereiche Alphastrahlung, welche die Zellen des Bronchialepithels schädigen kann. Dieser Prozess fördert die Entstehung von Lungenkrebs.

Das Gesundheitsrisiko durch Radon wird durch nationale und internationale Fachgremien aktuell wie folgt eingeschätzt: Radon in Wohnungen ist als kausale Ursache von Lungenkrebs bei Rauchern und bei Nichtraucher anzusehen. Dabei besteht ein annähernd linearer Expositions-Wirkungs-Zusammenhang, d.h. pro Anstieg der Radonkonzentration um 100 Bq/m<sup>3</sup> nimmt das Lungenkrebsrisiko um ca. 10 bis 16 Prozent zu. Nach neueren Abschätzungen werden in Deutschland ca. 5 Prozent aller Lungenkrebs-Todesfälle durch Radonbelastungen in Wohnungen verursacht.



## Wie hoch ist das Radonrisiko in Gebäuden ?

Der Mittelwert der Radonkonzentrationen in Gebäuden in der Europäischen Union liegt bei ca. 60 Bq/m<sup>3</sup>; für Deutschland wird die mittlere Radon-Konzentration mit ca. 50 Bq/m<sup>3</sup> angegeben. Allerdings existiert zwischen einzelnen Gebäuden meist eine große Schwankungsbreite der Radon-Konzentrationen. Steuernde Größen für die Radon-Konzentration in Gebäuden sind das Radonangebot aus dem Baugrund, der bauliche Zustand des Gebäudes (Dichtheit der unterirdischen Gebäudehülle und Kamineffekte im Gebäude), das Lüftungsverhalten der Nutzer sowie nachgeordnet auch die verwendeten Baustoffe.

Aus Radonmessungen an 50.000 Häusern in Deutschland wurden bedeutende, durch die geologischen Gegebenheiten hervorgerufene regionale Unterschiede ermittelt. Neben Gebieten mit Radongehalten des Baugrundes ohne Bedeutung für den Strahlenschutz (ca. 20% der Fläche Deutschlands mit Bodenkonzentrationen unter 10.000 Bq/m<sup>3</sup>), gibt es auch ausgewiesene Radongebiete, in denen ein gestaffeltes Schutzkonzept für Gebäude gegen erhöhte Radonexposition zu empfehlen ist (ca. 9 % der Fläche mit Bodenkonzentrationen über 80.000 Bq/m<sup>3</sup>).

Regionen mit hoher Belastung des Bodens sind in Deutschland die Mittelgebirgsregionen wie Eifel, Schwarzwald, Bayerischer Wald, Fichtelgebirge, Harz, Thüringer Wald und Erzgebirge. Der Übertritt von Radongas aus dem Baugrund in die Innenraumluft von Gebäuden variiert stark zwischen einzelnen Häusern. Neben der Bauweise der Bodenplatte und der Art der Beschichtungen zum Feuchteschutz im erdberührenden Bereich sind das Auftreten von Spalten und Rissen sowie die Ausführung von Rohr- und Kabeldurchlässen maßgebliche Einflussfaktoren für die Höhe der Radonkonzentration in der Innenraumluft. Die aus dem Verhältnis der Radonkonzentration im Baugrund und der korrespondierenden Konzentration in der Innenraumluft ermittelten, mittleren Transferfaktoren liegen bei ca. 0,14 Prozent für das Erdgeschoss und bei ca. 0,23 Prozent für den Keller.

Durch warme, im Gebäude aufsteigende Luft entsteht eine Sogwirkung, die kalte Bodenluft in das Gebäude saugt. Über Treppenhäuser, Kamine, Aufzugschächte oder sonstige Steigkanäle kann radonbelastete Luft auch höhere Stockwerke erreichen, wobei sich aber zunehmend Verdünnungseffekte einstellen.

Das Zusammenspiel einer großen Anzahl potentieller Einflussfaktoren ist bei jedem Gebäude individuell verschieden. Daher sind deutliche Unterschiede der Radon-

Konzentrationen in der Innenraumluft auch in unmittelbar benachbarten Gebäuden möglich. Zudem sind in den einzelnen Gebäuden relevante Konzentrationsschwankungen für Radon in der Innenraumluft mit unterschiedlichen Tagessgängen messbar.

## Welche Grenzwerte gibt es für Radon in der Innenraumluft ?

Für Radonkonzentrationen in Gebäuden gibt es in Deutschland gegenwärtig keine gesetzlichen Grenzwerte. Die von unterschiedlichen Organisationen ausgesprochenen Empfehlungen in Form von Referenzwerten sind im Folgenden zusammengefasst:

- Die Empfehlungen der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK, 2004) zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon in Gebäuden treffen auf der Basis von Jahresmittelwerten folgende Unterteilung: Bis **100 Bq/m<sup>3</sup>** sind keine baulichen Maßnahmen erforderlich, von **100 bis 400 Bq/m<sup>3</sup>** werden einfache bauliche Maßnahmen zur Einschränkung der Radonbelastung empfohlen („Heimwerker-Maßnahmen“), von **400 bis 1.000 Bq/m<sup>3</sup>** werden mittlere bauliche Maßnahmen zur Einschränkung der Radonbelastung (z.B. im Zuge geplanter baulicher Maßnahmen bei Instandsetzungen) empfohlen und **über 1.000 Bq/m<sup>3</sup>** beginnt der Konzentrationsbereich, bei dem auch aufwendigere Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration in Gebäuden ergriffen werden sollten (Sanierungsprojekte).
- Die in der Überarbeitung befindliche EURATOM-Grundnorm des Strahlenschutzes sieht zukünftig Referenzwerte in Form von Jahresmittelwerten für Radon in der Innenraumluft für öffentliche Gebäude mit Publikumsverkehr (z.B. Schulen und Kindertagesstätten) und für Wohngebäude von **200 Bq/m<sup>3</sup>** für neue Gebäude sowie von **300 Bq/m<sup>3</sup>** für Altbauten vor. An allgemeinen Arbeitsplätzen soll zukünftig ein Referenzwert von **1.000 Bq/m<sup>3</sup>** gelten.
- Gemäß der „Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexposition innerhalb von Gebäuden“ der EG-Kommission aus dem Jahr 1990 sollen die Jahresdurchschnittswerte der Radonkonzentration in Bestandgebäuden den Referenzwert von **400 Bq/m<sup>3</sup>** nicht überschreiten. Für neu zu errichtende Wohnräume existiert ein Planungswert von **200 Bq/m<sup>3</sup>**.



- Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt, im Zusammenhang mit der Radonbelastung in Gebäuden einen Richtwert von **100 Bq/m<sup>3</sup>** als maximal akzeptable Radonkonzentration in Wohnräumen einzuhalten.

### **Wie stellt sich die Radonsituation im Stadtgebiet von Nürnberg dar ?**

Durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) wurden in den 1980er Jahren bundesweite Erhebungen zur Radonbelastung in Gebäuden durchgeführt. Im Zuge dieser Messkampagne wurden auch im Stadtgebiet von Nürnberg und im Kreis Nürnberger Land Langzeitmessungen über mehrere Monate bis zu einem Jahr durchgeführt. Neben Erdgeschossen wurden auch in den Obergeschossen der Gebäude die Radonkonzentrationen gemessen. Allerdings lag nur ein einziger Messpunkt in einem Kellerraum. Insgesamt stehen für die Region Nürnberg 238 Messergebnisse zur Radonbelastung der Innenraumluft zur Verfügung. Diese Messdaten liefern folgende Aussagen:

- Von den 238 Messungen in Innenräumen liegt nur ein einziger Messwert über dem von der WHO empfohlenen Richtwert von 100 Bq/m<sup>3</sup>. Dieser in einem 1. Obergeschoss ermittelte Wert (von 239 Bq/m<sup>3</sup>) ist wohl als Ausreißerwert einzustufen.
- Die Mehrzahl der Messungen (89 Prozent) liegen im Konzentrationsbereich unter 50 Bq/m<sup>3</sup>, 46 Prozent aller Messwerte liegen sogar unter 25 Bq/m<sup>3</sup>.
- Erwartungsgemäß wurden in der Regel in Erdgeschossen und im Keller höhere Radonkonzentrationen gemessen als in den Obergeschossen.
- In den höheren Obergeschossen (ab 2. Obergeschoss) wurden keine Radonkonzentrationen über 50 Bq/m<sup>3</sup> festgestellt.

Aus den Messungen der 1980er Jahre des BfS lässt sich somit **für die Region Nürnberg** zusammenfassend **kein erhöhtes Gefährdungspotential** hinsichtlich Radonbelastungen in Innenräumen ableiten.

Trotz dieser hinsichtlich des Radonvorkommens in Gebäuden günstigen Ausgangssituation im Stadtgebiet fasste der Umweltausschuss der Stadt Nürnberg im Januar 2013 den Beschluss, vorsorglich in ausgewählten öffentlichen Gebäuden mit sensiblen Nutzungen (Schulen, Kindertagesstätten) im kommenden

Jahr die Raumluftkonzentrationen von Radon erneut zu überprüfen.

Hintergrund der Entscheidung ist die Tatsache, dass die Messungen der 1980er Jahre in Gebäuden ausgeführt wurden, deren damaliger Zustand oftmals nicht mehr dem aktuellen Bauzustand heutiger Gebäude entspricht. Durch bauliche Maßnahmen im Zuge energetischer Sanierungen oder bei sonstigen Renovierungsarbeiten wurde vielfach der Luftaustausch auch bei älteren Gebäuden verringert (z.B. durch dicht schließende Fenster und Türen, Fassadenverkleidungen, Dachbodendämmungen etc.). Damit ist tendenziell eine Erhöhung der Radon-Konzentrationen in den Innenräumen, verglichen mit der Situation in den 1980er Jahren, zu erwarten.

Da es sich bei den Radon-Messungen in Gebäuden um Langzeit-Dosimeter-Untersuchungen über einen Zeitraum von ca. 9 bis 12 Monaten handeln wird, ist mit dem Vorliegen der neuen Messergebnisse für die Nürnberger Schulen und Kindertagesstätten aber erst gegen Ende des Jahres 2014 zu rechnen.

Für weitere Fragen zum Thema Radon in Gebäuden stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

*Alexander Mahr*

*SUN/U-M, 0911-231-3113*

#### **Literaturempfehlungen:**

Bayerisches Landesamt für Umwelt: UmweltWissen – Radon in Gebäuden. Stand: März 2012.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: Daten+Fakten+Ziele – Radon in Gebäuden – Auswirkungen auf die Gesundheit. Stand: September 2004

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Zivilisatorisch veränderte natürliche Umweltradioaktivität. Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresbericht 2004, S. 42-48

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Umweltpolitik – Radon, Merkblätter zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern. Bonn, 2004.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Empfehlung der Kommission zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexposition innerhalb von Gebäuden. Amtsblatt der EG Nr. L 80/26 vom 27.03.1990

Online-Informationen des Bundesamtes für Strahlenschutz: <http://www.bfs.de/de/ion/radon>

World Health Organisation: WHO Handbook on Indoor Radon. 2009