

Umweltradioaktivität

Strahlenbiologie und Strahlenschutz

(aktualisiert und ergänzt, aus *Wohnung und Gesundheit*, Heft 3/00, Nr. 94 Herausg.: Institut für Baubiologie + Ökologie, Neubeuern, ISSN 0176-0513)

Die gesundheitliche Relevanz der **Radioaktivität** und der damit verbundenen **ionisierenden Strahlung** ist eine wissenschaftlich abgesicherte Tatsache. Jede überschüssige und unnatürliche Dosis radioaktiver Strahlung bewirkt ein zusätzliches Gesundheitsrisiko - insbesondere Krebs. Vor dem Hintergrund neuerer Untersuchungen wird immer deutlicher, dass das Strahlenrisiko im Bereich kleiner Strahlendosen noch immer **weit unterschätzt** wird. Zudem wird im Niedrigdosisbereich neben Krebserkrankungen auch zunehmend von Krankheitsbildern und Effekten berichtet, die **nicht** unmittelbar mit einer Tumorentstehung zusammenhängen wie z.B. Störungen des Immunsystems, des Nervensystems und "oxidativem Stress". Innerhalb des internationalen Strahlenschutzes wurden diese Beobachtungen seit fast 50 Jahren konsequent mit Rücksichtnahme auf die Nuklearindustrie vernachlässigt und nur bedingt zu Empfehlungen und Grenzwertfestlegungen herangezogen. Aus Vorsorgeaspekten kann die baubiologische Untersuchung und Bewertung der **Baustoff-Radioaktivität** und der **Radon-Konzentration** eine effektive Reduzierung der persönlichen Dosis der gefährlichsten aller Strahlenarten liefern.

Durch den Einfluss der Zivilisation ist in Bezug auf die durchschnittliche Belastung des Menschen bereits ein beachtlicher Anteil natürlicher und künstlicher Radioaktivität (bis über 100%) hinzugekommen. Hier stehen vor allem Anreicherungen in Baumaterialien, Bergbau, medizinische Anwendungen, Kernenergie und weltweite Kernwaffenversuche im Vordergrund. Die wichtigsten Beiträge ionisierender Strahlung durch Radioaktivität im Lebensumfeld (Wohnbereich und Innenräume) werden verursacht durch:

- **Gammastrahlung.** Sie stellt eine sehr energiereiche elektromagnetische Strahlung dar. Diese Strahlungsart dringt tief in das Körpergewebe ein und hat in der Luft eine Reichweite von einigen hundert Metern.
- **Radon.** Radon (Rn-222) ist ein radioaktives Gas und ein starker Alphastrahler. Es entweicht aus bestimmten radioaktiven Materialien (Boden, Baumasse) und reichert sich schnell in der Innenraumluft an.

Die derzeit überwiegend aus natürlichen Quellen stammende Strahlenexposition setzt sich aus der **äußeren** und der **inneren** Exposition zusammen.

- Die **äußere Einwirkung** durch radioaktive Erdstrahlung wird im Wesentlichen durch die Gammastrahlung des natürlichen Strahlers Kalium (K-40) und der Zerfallsreihen des Radium (Ra-226) und Thorium (Th-232) verursacht.
- Bei der **inneren Aufnahme** überwiegt der Anteil des radioaktiven Gases Radon über die Luft. Kalium sowie die zahlreichen radioaktiven Folgenuklide der natürlichen Zerfallsreihen von Radium und Thorium werden auch über das Trinkwasser und die Nahrung aufgenommen.

Durch Anreicherungen natürlicher Radioaktivität (Erdstrahlung) in Baumaterialien kommt es in vielen Häusern an Schlaf und Aufenthaltsplätzen bereits zu einem erhöhten Anteil an Gammastrahlung, als in der natürlichen Umgebung vorzufinden ist. Wesentlich relevanter ist in Bezug auf die Dosis jedoch die Aufnahme von **Radon** und seinen Zerfallsprodukten über die Innenraumluft. Ausgehend von einem in deutschen Wohnräumen zu messenden Mittelwert der Radon-Aktivitätskonzentration von ca. 50 Bq/m³ (Becquerel pro Kubikmeter) in der Raumluft berechnet sich, dass der Körper zu 35% allein durch dieses radioaktive Gas belastet wird. In etwa 1-2% der deutschen Wohnungen können bereits weit höhere Radonwerte im Mittel über 250 Bq/m³ gemessen werden. Es gibt hierfür im Wesentlichen folgende Ursachen:

- mangelhafte Abdichtungen von Wohnräumen und Häusern zum Erdreich
- mangelhafte Lüftung von Wohnräumen und Häusern
- erhöhte Radonkonzentration durch radiumhaltige Mineralien in der Erde
- erhöhte Radonkonzentration durch radiumhaltige Baumasse

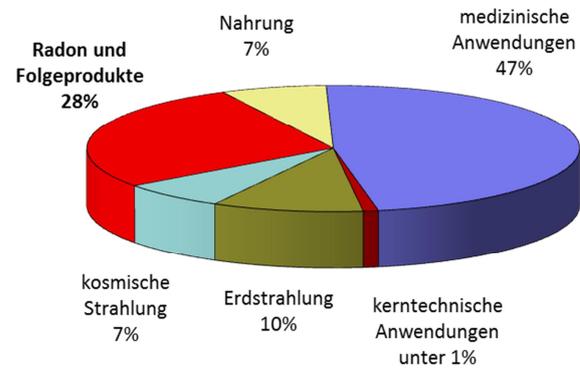
Als Handlungsspielraum für eine effektive Reduzierung der radioaktiven Dosis im Wohnbereich ist in erster Linie die **Baumasse** und die **Luftqualität** zu nennen, um die ionisierende Strahlenbelastung so gering wie möglich halten zu können.



Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gibt für das Jahr 2010 nachfolgende Zahlenwerte für die effektive Dosis der radioaktiven Strahlenbelastung der deutschen Bevölkerung heraus. Es handelt sich hierbei um **Mittelwerte**, die jedoch relativ großen regionalen und individuellen Schwankungen unterliegen. Die Gesamtbelastung betrug demnach insgesamt durchschnittlich 3,9 Millisievert/Jahr. Dieser Wert war zu 52 % auf natürliche und zu 48 % auf künstliche zivilisatorische Strahlenquellen zurückzuführen.

Durchschnittliche radioaktive Strahlenbelastung in Deutschland (2010)

effektive Dosis* pro Jahr	mSv/a	(%)
natürliche Strahlenquellen:	2,1	52
Erdstrahlung	0,4	10
kosmische Strahlung	0,3	7
Radon und Folgeprodukte	1,1	28
Nahrung	0,3	7
zivilisatorische Strahlenquellen:	1,8	48
medizinische Anwendungen	1,8	48
kerntechnische Anwendungen	< 0,1	< 1
Gesamtbelastung 2010	3,9	100



* in Millisievert pro Jahr (mSv/a)

ZIVILISATORISCH BEDINGTE KÜNSTLICHE RADIOAKTIVITÄT

Die Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlen in der **Medizin** stellt bisher den Hauptanteil der rein künstlich verursachten Strahlenbelastung dar. Die bekannteste Anwendung ist die Röntgendiagnostik. In der Bundesrepublik Deutschland werden im Mittel etwa zwei Röntgenuntersuchungen pro Person und Jahr durchgeführt. Daraus ist eine mittlere effektive Dosis pro Person von etwa 1,8 mSv/a errechnet worden. Bei bestimmten Behandlungsmethoden der Medizin (Szintigramme) werden radioaktive Substanzen gespritzt oder radioaktive Implantate eingesetzt. So kann auch der Mensch selbst zu einem kurzfristigen Strahlenrisiko für seine Umwelt werden. Weitere Beiträge zur künstlichen Strahlenexposition werden durch Kernkraftwerke, kerntechnische Anlagen, Kernwaffenversuche und Reaktorunfälle geleistet.

Bei dem Reaktorunfall von **Tschernobyl** kam es im Wesentlichen zu einer Belastung der Bevölkerung durch Iod (I-131), Strontium (Sr-90) und Cäsium (Cs-134 und Cs-137), wobei diese Nuklide durch den Wind auch schnell auf weite Teile von Europa verteilt wurden. Aufgrund der relativ kurzen Lebensdauer und der hohen Wirksamkeit von I-131 (Aufnahme in die Schilddrüse) war die Schädigung in den ersten Tagen nach dem Unfall (26. April 1986) durch die innere Aufnahme besonders hoch. Die allein durch den Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl resultierende mittlere Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland betrug 0,11 mSv im Jahr 1986 und 1996 noch ca. 0,02 mSv (siehe ausführliche Darstellung im Anhang). Am 30. September 1999 ereignete sich in einer japanischen Brennelementfabrik in **Tokai Mura** einer der schwersten Unfälle in einer kerntechnischen Anlage der letzten Jahre. Bei der Handhabung von Uran zur Brennelementherstellung kam es zu einer unkontrollierten Kettenreaktion. Globale Auswirkungen durch Nuklidverteilungen über den Wind wie bei Tschernobyl sind glücklicherweise nicht zu erwarten, da die Reaktion im letzten Moment noch gestoppt werden konnte. Der Atomunfall in Japan traf eines der hoch-industrialisiertesten Länder der Erde und bewies schon 1999 einmal mehr, dass die Atomenergie ein nicht beherrschbares Sicherheitsrisiko darstellt.

Am 11. März 2011 gab es an der japanischen Pazifikküste einen Super-GAU im Kernkraftwerk **Fukushima** als Folge eines Erdbebens und eines Tsunamis. Es kam auch hier, wie schon in Tschernobyl, zu einer Kernschmelze in mehreren Reaktorgebäuden mit mehreren Expositionen. Es wurde eine mit Tschernobyl vergleichbare Menge an Radioaktivität freigesetzt. Ein großer Teil des radioaktiven Materials wurde direkt in den Pazifik geleitet oder wurde durch die Westwinde über das Meer getragen. Zusätzlich wurde auch das Festland stark kontaminiert. Besonders betroffen ist das Gebiet in nord-östlicher Richtung zu Fukushima-Stadt hin. Hier werden bei Messungen in Yamada Futaba Town in der Präfektur Fukushima noch ein Jahr nach dem Unfall in zirka 15 km Abstand zum Unfallreaktor um 1.000fach erhöhte Ortosisleistungs-werte (bis zu 26.000 nSv/h) vorgefunden. Das Gebiet um den Reaktor ist heute Sperrgebiet und für sehr lange Zeit unbewohnbar. Nach wenigen Tagen haben nach und nach alle weltweit positionierten Messstellen der CTBTO mit extrem empfindlichen Messgeräten die radioaktiven Teilchen in der Luft (insbesondere Iod-131 und Cäsium-137 sowie radioaktive Edelgase) in deutlich auffälligen Konzentrationen nachgewiesen.



In USA und Europa wurden zwar ebenfalls zirka 2 Monate lang erhöhte Werte gemessen, eine kritische Belastung in der Luft lag aber nicht vor. Die Messwerte lagen in Deutschland Anfang April 2011 an der Meßstelle Schauinsland im Schwarzwald im Bereich von 0,001 Becquerel pro Kubikmeter, gegenüber der Hintergrundbelastung durch natürliches Radon (1-5 Bq/m³). Noch nie hat es in der Geschichte eine so hohe spontane radioaktive Kontamination des Meerwassers gegeben wie jetzt durch den Fukushima-Unfall. Es bleibt abzuwarten und zu beobachten, wie die mittel- und langfristigen Folgen für die Umwelt sein werden. Der US-Kongress hat bereits kurz nach dem Unfall vor einer Kontamination an den Stränden der US-Westküste durch z.B. angeschwemmtes Material aus Japan gewarnt.

Die Bunderegierung hat schnell nach der Katastrophe in Japan für Deutschland den Atomausstieg nun endgültig beschlossen. In Deutschland waren im Jahr 2005 noch 18 Kernkraftwerke Betrieb. Jetzt, sind es noch 9 und im Jahr 2022 ist dann Schluss. Anfang 2012 gibt es 434 Atomkraftwerke weltweit. Trotz des Atomausstiegs von Deutschland wird die Anzahl der Reaktoren noch weiter zunehmen. USA und Frankreich sind mit 104 und 58 Atomkraftwerken neben Japan mit 51 die Spitzenreiter. China hat erst 14 und wird in den kommenden 50 Jahren die Zahl sicher verdoppeln oder sogar verdreifachen (27 davon sind bereits in Bau).

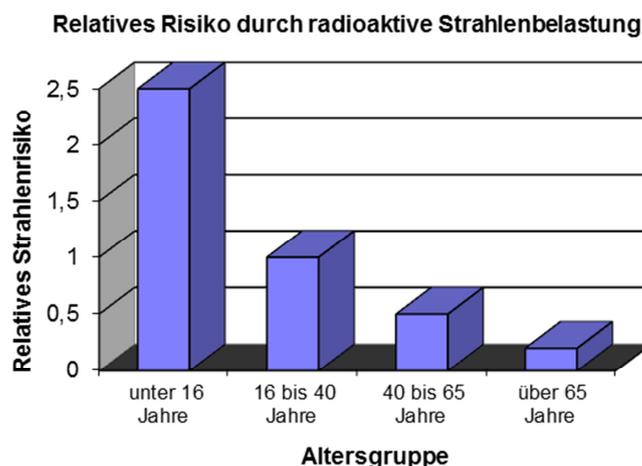
Das erste Atomkraftwerk wurde im England 1957 in Sellafield in Betrieb genommen. Den ersten heftigen Reaktorunfall gab es bereits im gleichen Jahr in Sellafield (INES 5). Dann folgte kurze Zeit später der Kyschtym-Unfall in Russland bzw. in der UdSSR in der Kerntechnische Anlage Majak. Weitere wichtige Unfälle mit INES 5 gab es in den USA in Harrisburg (Three Mile Island) 1979 und auch schon in Tschernobyl 1982, also bereits 4 Jahre vor der großen Reaktorkatastrophe 1986. Der Fukushima-Unfall in Japan wurde, wie auch der Unfall in Tschernobyl 1986, in der INES Bewertungsstufe 7 eingestuft. Das ist die höchste Stufe - der Super Gau - mit der schwersten Freisetzung radioaktiven Materials, Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld und gesundheitliche Spätschäden der Bevölkerung über große Gebiete.

STRAHLENBIOLOGIE

Die Wirkung der Radioaktivität auf biologische Systeme besteht in der Zerstörung chemischer Strukturen und biochemischer Reaktionsmechanismen im lebenden Organismus durch die sehr energiereiche Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung. Es kommt z.B. zur Entstehung von Radikalen und Ionen in Organen und Zellen, Spaltung von Bindungen, Bruch von empfindlichen Wasserstoff-Brücken, Hydratisierung, Hydrolysen, etc...

Die bei radioaktiver Bestrahlung biologischer Systeme zu beobachtenden Effekte sind die Schädigung bzw. Abtötung von Organismen und Zellen, das Auftreten von Mutationen und Krebs. Für krebsauslösende Wirkungen sind in erster Linie die Schädigung der DNA und Chromosomenbrüche in der Zelle verantwortlich, die bei erhöhtem Auftreten durch das zelleigene Reparatursystem nicht mehr ausreichend behoben werden können. Innerhalb des bestrahlten menschlichen Gewebes entsteht eine erhöhte Anzahl von mutierten lebens- und vermehrungsfähigen Krebszellen.

Radioaktive Strahlung bewirkt somit unkontrollierbare Veränderungen an den Chromosomen (DNA, Erbinformation) und den Zellmembranen (Zellstoffwechsel). Bei der Zellteilung und -vermehrung werden strahlungsbedingte Veränderungen des Erbgutes (DNA) an Folgegenerationen - zunächst unerkant - weitergegeben und verbreitet. Besonders strahlenempfindlich reagieren die Stammzellen der Erneuerungsgewebe wie Knochenmark, Haut und die Keimzellen. Das strahlenbedingte Krebsrisiko ist wesentlich vom Alter bei der Bestrahlung abhängig. Das relative Risiko bei Kindern unter 16 Jahren ist ca. fünfmal höher als das bei Erwachsenen über 40.



Neue Erkenntnisse

Die Meinungen über die Wirkung kleiner Strahlendosen gehen in der Wissenschaft, Industrie und Politik weit auseinander. Erkenntnisse neuerer Untersuchungen an Modellsystemen, aber auch an exponierten Populationen zeigen immer deutlicher, dass das Strahlenrisiko im Bereich kleiner Strahlendosen noch immer **erheblich unterschätzt** wird. Biologische Risiken durch Radioaktivität entstehen auch schon bei kleinen Strahlendosen durch Summation über einen langen Zeitraum. Kurzzeitige, aber hohe Strahlenintensitäten werden vom menschlichen Organismus schneller kompensiert als langfristige, aber schwache Strahlendosen.

Nachdem sich durch den Unfall in Tschernobyl die wissenschaftliche Aufmerksamkeit schwerpunktmäßig auf den stark gestiegenen **Schilddrüsenkrebs** (Einlagerung radioaktiven Iods) gelenkt hat, zeigt sich jetzt in neueren Veröffentlichungen aus der Ukraine und aus Weißrußland ein deutlicher Anstieg von **Leukämien** bei Kindern und Erwachsenen. Des Weiteren sind auch Krankheiten aufgetreten, die bislang **nicht** in Verbindung mit Strahlung gebracht wurden.

Nach einer Studie von 1997 konnte in der unmittelbaren Umgebung von bundesdeutschen Kernkraftwerken eine signifikante Erhöhung der Krebsrate bei Kindern beobachtet werden. Die frühkindliche Leukämierate liegt im Nahbereich der Leistungsreaktoren um etwa den Faktor 3 höher als in durchschnittlich belasteten Gebieten.

Auch bei der medizinisch-diagnostischen Anwendung ionisierender Strahlung (z.B. Röntgen, Szintigramme) handelt es sich im Allgemeinen um kleine Dosen. Im internationalen Vergleich ist die medizinische Strahlenexposition in Deutschland deutlich höher als in anderen Industrienationen. Die medizinische Strahlenbelastung wird von einigen Wissenschaftlern auch für den starken Anstieg der Brustkrebshäufigkeit verantwortlich gemacht.

Nicht tumoröse Krankheitsbilder

Eine statistische Untersuchung in den USA konnte aufzeigen, dass durch die zusätzliche Radioaktivität der weltweit durchgeführten Atombombentests die **Säuglingssterblichkeit** enorm (ca. 30%) zugenommen hat. Für den Zeitraum von 1945 bis 1995 konnte aufgezeigt werden, dass überwiegend durch den Beitrag des globalen radioaktiven Fallouts die erhöhte Säuglingssterblichkeit in USA zu insgesamt ca. 900.000 frühkindlichen Todesfällen geführt hat.

- Die **genomische Instabilität**, eine bisher unerwartete Strahlenwirkung, führt in den Nachkommen der bestrahlten Zellen erst ca. 10 bis 15 Zellteilungen später zu chromosomalen Schäden und Veränderungen.
- Der **Petkau-Effekt** beschreibt Zellmembranschäden durch strahleninduzierte freie Sauerstoffradikale. Durch diese Art „oxidativen Stress“ steigt die relative Schädigung sogar mit *abnehmender Dosisrate*. Durch diesen Effekt konnte erstmals erklärt werden, dass niedrige chronische radioaktive Strahlendosen vielfach gefährlicher sind, als aufgrund der linearen Extrapolation von *hoch* (Opfer Hiroshimabombe) nach *tief* (globaler Fallout) zunächst angenommen wurde.

Besonders die zuletzt genannten Effekte beziehen sich auf Wirkmechanismen, die ebenfalls bei chemischen Noxen (Wohngifte, chemische Schadstoffe) in z.T. identischer Weise als „oxidativer Stress“ beschrieben wurden. Synergistische und **gegenseitig verstärkende** Wirkungen zwischen ionisierender Strahlung und Umweltgiften sind im Niedrigdosis- bzw. Niedrigkonzentrationsbereich daher besonders zu beachten.

Das Gas **Radon** ist besonders gefährlich, da es als unsichtbares, geruch- und geschmackloses Gas direkt in die Lunge gelangt. Beim Einatmen radonhaltiger Luft werden ca. 25 % des radioaktiven Gases vom Körper aufgenommen. Das kurzlebige Radon zerfällt in der Lunge direkt, zerstrahlt in Körperflüssigkeiten und hinterlässt dort eine Kette von weiteren Strahlungsprozessen durch seine ebenfalls radioaktiven Zerfallsprodukte im ganzen Organismus. Radon und die Produkte seiner radioaktiven Zerfallskette wirken so direkt innerhalb des Körpers. Radioaktive Kleinionen als Folgeprodukte in der Luft lagern sich zusätzlich an lungengängigen Feinstaub an und finden ebenso den Weg in den Körper.

Durch die einwirkende Alphastrahlung ist das Gesundheitsrisiko, insbesondere für Lungenkrebs, sehr hoch. Nach statistischen Schätzungen kommt es in den alten Bundesländern jährlich zu 2000 - 6000 zusätzlichen Lungenkrebstoten (das sind ca. 4 -12 %) bereits durch die mittlere Radongaskonzentration von ca. 50 Bq/m³ in der Raumluft. Damit ist das Radon nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache von **Lungenkrebs**.

Durch die Summe von **Radonbelastung** und **Rauchen** wird das Krebsrisiko noch um ein Vielfaches erhöht.



STRAHLENSCHUTZ

Richt- und Grenzwerte für Radioaktivität und Radon

Aus der Vielseitigkeit der heutzutage anfallenden umweltbedingten Risiken ist es oft aufgrund von mangelnden Untersuchungsergebnissen praktisch unmöglich, eindeutige Ursache-Dosis-Wirkungsbeziehungen aufzustellen. Bei Einhaltung der daraus resultierenden Grenzwerte kann von keiner Stelle ein Schutz der Gesundheit garantiert werden. Hier ist es nun angezeigt, die Bedeutung des Wortes „Grenzwert“ in das richtige Licht zu rücken, so wie es im März 1998 von Prof. Dr. Roland Scholz bei seinem Vortrag bei dem internationalen Kongress „Die Wirkungen niedriger Strahlendosen“ in Münster nahegelegt wurde. Demnach gilt sinngemäß:

„Grenzwerte sind dazu geschaffen, um das Gesundheitsrisiko der Allgemeinbevölkerung im Sinn einer wirtschaftlichen Verträglichkeit in angemessenen Grenzen zu halten, wobei ein statistisch ermittelter Verlust an Lebenstagen oder -jahren für die Bevölkerung in Kauf genommen werden muss.“

Glücklicherweise gilt in der Baubiologie und für alle baubiologischen Untersuchungen:

Jede machbare Reduzierung ist anzustreben, Maßstab ist stets die Natur.

Strahlenschutz in Deutschland wird in erster Linie durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und die Strahlenschutzkommission (SSK) reglementiert.

Die akut tödliche Strahlendosis liegt nach heutigen Erkenntnissen bei ca. 7 Sievert (Sv). Die amtliche Röntgenverordnung hielt Anfang des Jahrhunderts ganze 2,5 Sievert pro Jahr noch für unbedenklich. Nach dem 2. Weltkrieg waren es nur noch 250 mSv/a (Millisievert pro Jahr) und Anfang der 60er Jahre noch 5 mSv/a. Heute gilt für die allgemeine Bevölkerung als Empfehlung ein Wert unter 2 mSv/a. Die aktuelle Strahlenschutzverordnung fordert für die Bevölkerung, dass neben der natürlichen Umgebungsstrahlung die zivilisatorische Zusatzbelastung höchstens 1,0 mSv/a ausmachen darf. Für den Arbeitsplatz sind es nach Verordnung 20 mSv/a. Zum Vergleich: Hintergrundbelastung im Mittel (ohne medizinische Anwendungen) ca. 2,6 mSv/a.

Konform mit diesen Empfehlungen wird für Baustoffe dazu geraten, eine Gesamtbelastung von 1,0 mSv/a innerhalb von Häusern nicht zu überschreiten. Eine Überprüfung wird durch ein spezielles Bewertungsschema für Baustoffradioaktivität ermöglicht. Leider liegen derzeit nur sehr wenige Baustoffgutachten vor.

Es zeigt sich bei kritischer Betrachtung, dass die gültigen Empfehlungen durch auffällige Baumassen-Radioaktivität und Radonbelastungen in Häusern leicht um ein Vielfaches überschritten werden können.

In Gebieten mit erhöhten Radon-Vorkommen empfiehlt die Strahlenschutzkommission (SSK), neue Häuser radongeschützt zu bauen. Auf der Basis neuer Erkenntnisse, die auch zum Entwurf zum Radonschutzgesetz (2004) geführt haben, empfiehlt auch die SSK konkrete Maßnahmen zur Reduzierung von Radonkonzentrationen in Wohnungen auch der Bereich unterhalb von 250 Bq/m³ zu berücksichtigen." Das Umweltministerium legte damals einen Entwurf eines Radonschutzgesetzes vor. Das Gesetz sollte Ende 2005 verabschiedet werden, es kam jedoch nicht durch den Bundesrat und durch den Bundestag. Darin enthalten ist/war ein Raumluft-Zielwert (Wunschwert) für Radon in Häusern von 100 Bq/m³. Dieser Wert gilt auch als Empfehlung des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Weltgesundheitsorganisation WHO.

Auf internationaler Ebene wurde im Februar 2010 durch die EURATOM der Entwurf für eine Neufassung der EU-Basic Safety Standards (EU-BSS) veröffentlicht, in den erstmals Regelungen für die Begrenzung der Radonkonzentration in Gebäuden aufgenommen worden sind (siehe Artikel 100 „Radon in dwellings and buildings with public access“). Für die nationalen Regelungen im Strahlenschutz könnten sich hieraus wesentliche Änderungen ergeben. Geplant sind Referenzwerte zum Schutz der Bevölkerung vor Radon in Wohnungen von maximal **300 Bq/m³** für Gebäude. Die Mitgliedstaaten sollen Gebäuderichtlinien einführen, um den Zutritt von Radon aus dem Boden und aus Baumaterialien zu verhindern. Die geforderten Messvorschriften für Luftmessungen und Materialprüfungen (Radon-Exhalation) sollen noch erarbeitet bzw. vereinheitlicht werden. Die bisherigen Richtwerte der EU waren als Empfehlungen zu verstehen, die Referenzwerte hätten jedoch einen deutlich verbindlicheren Charakter und mehr juristische Relevanz. Dadurch würde dem baulichen Radonschutz deutlich größere Bedeutung zukommen. Schwerpunkt der derzeitigen Diskussionen ist die Frage, welche Anforderungen auf das Bauwesen nach Einführung entsprechender nationaler Regelungen zum Radonschutz zukommen sowie welche Strategien hinsichtlich der Umsetzung der geplanten EU-Richtlinien durch die Bundesrepublik und die Bundesländer verfolgt werden.



Die Baubiologischen Richtwerte für Radon orientieren sich an den durchschnittlichen Jahresmittelwerten im Freien (Bodennähe). Ab 30 Bq/m³ treten schwache Auffälligkeiten auf und über 200 Bq/m³ sind bereits als extrem auffällige Werte zu betrachten (Standard der Baubiologischen Messtechnik SBM 2008 - Richtwerte für Schlafbereiche).

MESSTECHNIK

Zur Messung von Gammastrahlung werden z.B. Geigerzähler, Kontaminationsmonitore, Dosisleistungsmessgeräte oder Szintillationszähler eingesetzt. Bei der Messung werden die radioaktiven Zerfälle in der Form von Impulsen pro Zeit ermittelt und in die Dosisleistung umgerechnet.

Bei der Messung der Radonkonzentration werden z.B. aufzeichnende und direktanzeigende elektronische Messgeräte verwendet oder spezielle Aktivkohledosen sowie Kernspurdetektoren als Passivsammler aufgestellt. Bei Radon werden Messungen vor Ort zur Quellensuche, Kurzzeitmessungen über einige Tage oder Aufzeichnungen sowie Langzeitmessungen über mehrere Wochen oder Monate durchgeführt. Für eine erste Bestimmung der Radonkonzentration in der Raumluft empfiehlt sich daher immer eine Mindest-Messzeit von ca. 3-7 Tagen in der Heizperiode einzuhalten. Für genaue Bewertungsmessungen werden längere Aufzeichnungsphasen von 3 Monaten bis zu einem Jahr empfohlen. Im Sommer liegen die Radon-Innenraumkonzentrationen in der Regel um den Faktor 5 bis 10 niedriger als im Winter. Auch im Erdreich können jahreszeitlich bedingte deutliche Unterschiede der Radon-Bodengaskonzentrationen festgestellt werden, hier sind die Unterschiede jedoch deutlich geringer und liegen bei zirka Faktor 2 bis 3.

Ergänzend zur den Radonmessungen in der Innenraumluft kommen auch Materialprüfungen (Radon-Exhalationsrate), Bodengasmessungen (mit Bodengassonde, empfohlene Tiefe: 80 - 100 cm) in Frage.

EMPFEHLUNGEN

Radioaktive Belastungen sollten generell vermieden werden. Dies gilt in besonderem Maße für radioaktive Dauerbelastungen im Schlaf- und Wohnbereich oder am Arbeitsplatz. Vor Bau- oder Renovierungsbeginn sollte die Radioaktivität von Baustoffen durch gezielte Messungen überprüft werden. Nur die strahlungsärmsten Baustoffe und Einrichtungsgegenstände sind zu bevorzugen. Es sollte nicht auf radioaktiv belastetem Grund oder in radioaktiv gefährdeter Umwelt (z.B. in der Nähe von Kernkraftwerken oder kerntechnischen Anlagen) gebaut werden. Besonders sollte auch darauf geachtet werden, die medizinische Belastung durch Röntgenaufnahmen und Szintigramme möglichst gering zu halten. Eine weitere Empfehlung ist eine Reduzierung von Langstreckenflügen in großen Höhen. Bei Schwangerschaft oder mit Säuglingen sollte daher nicht geflogen werden.

Bei der Radon-Sanierung geht es die konsequente Reduzierung der Radonkonzentration in Wohn- und Aufenthaltsräumen durch Lüftung, Abdichtung und Absaugung. Typische Radon-Leckstellen in einem Gebäude gegenüber Radon-Bodengas aus dem Erdreich sind Risse und Fugen in Böden und Wänden, Durchführungen von z.B. Kabeln, Leitungen und Rohren, Schächte und Bodenöffnungen, Keller mit Naturböden, Kies, Bruchstein, lose verlegten Ziegeln. Eine effektive Radonreduzierung stellt das Lüften dar. In Häusern mit Jahres-Mittelkonzentrationen von 250 Bq/m³ reicht manuelle Fensterlüftung jedoch hier meist nicht mehr aus. Ein Einbau von aktiven Be-, Ab- und Entlüftungen mit Ventilatoren (z.B. mit Wärmerückgewinnung), Lüftungsschlitzen (Fensterfalzlüftern) oder anderen Belüftungsmaßnahmen kann zur Sicherstellung eines permanenten guten Luftwechsels (siehe DIN-1946-6 von 2009 / Lüftungsnorm) empfehlenswert sein. Wenn es geologisch bedingte erhöhte Radon-Aktivitätskonzentrationen im Haus in Radonreichen Gegenden gibt, dann ist besonders die Lüftung z.B. über den Einbau von Ventilatoren im Kellergeschoss ratsam. Dicke Betonschichten hält Radon schon gut ab. Deshalb sollte die Bodenplatte eines Hauses in einer radonbelasteten Umwelt aus dickerem Beton sein. Zusätzlich ist eine besonders radondichte Folie (z.B. aus PE-HD) empfehlenswert. Kostspieligere Spezialsanierungen durch Drainagen, Rohrverlegungen im Erdreich, Absaugvorrichtungen im oder unter dem Kellerboden und nachträgliches Abdichten der Baumasse sind seltener notwendig. Weitere ausführlichere Empfehlungen liefert das Radon-Handbuch Deutschland (Bezug über das Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de).

Alle radioaktiv auffälligen Baustoffe können in gleichem Maße ein Radonrisiko darstellen, speziell wenn es sich um radiumhaltige Baustoffe handelt. Falls auffällige Baustoffe verwendet wurden, können auch spezielle Abdichtungsmaßnahmen Abhilfe schaffen.

Dr. Thomas Haumann

Vorstandsmitglied im VDB e.V

Sachverständigenbüro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen



QUELLEN

1. Internationaler Kongress „Die Wirkungen niedriger Strahlendosen“ Münster. 19. bis 21. März 1998
2. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, **Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2010**
3. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, **Radonschutzgesetz (Entwurf 2004)**
4. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit + Bundesamt für Strahlenschutz, **Radon-Handbuch Deutschland**, September 2001 (siehe auch unter www.bfs.de)
5. Europäische Kommission, Radiation protection 112, "Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials" EU 1999
6. Scholz, Roland, Radioaktive Niedrigstrahlung - ein Gesundheitsrisiko ?, umwelt - medizin - gesellschaft, 4/99
7. Baubiologie Maes, Institut für Baubiologie und Oekologie IBN ;“ Standard der Baubiologischen Messtechnik (SBM2008) und Baubiologische Richtwerte für Schlafbereiche“ in Wohnung & Gesundheit 3/08 – Nr. 126 (Standard) und 4/08 – Nr. 127 (Richtwerte), Verlag IBN, 83115 Neubeuern (www.baubiologie.de)
8. Wichmann, H.E., et al., **Lungenkrebsrisiko durch Radon in der Bundesrepublik Deutschland (West)**, ecomed Verlag, Landsberg 1998
9. Weltgesundheitsorganisation, **WHO Air Quality Guidelines** 2nd edition (www.euro.who.int), Chapter 8.3 **Radon**
10. Weltgesundheitsorganisation, **WHO handbook on indoor Radon**, Radonhandbuch der WHO (WHO 2009)

