

8. SÄCHSISCHER RADONTAG

10. TAGUNG RADONSICHERES BAUEN

9. SEPTEMBER 2014

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
UND WIRTSCHAFT DRESDEN

veranstaltet durch:

**Sächsisches Staatsministerium für
Umwelt und Landwirtschaft - SMUL**



**KORA e.V. - Kompetenzzentrum für
Forschung und Entwicklung zum
radonsicheren Bauen und Sanieren**

unterstützt durch:

HTW Dresden
Hochschule für
Technik und Wirtschaft Dresden



ZAFIT ZAFT - Zentrum
für angewandte
Forschung und Technologie e.V.



INHALT

Prof. Dr.-Ing. Walter-Reinhold Uhlig Grußwort des Vorstandsvorsitzenden von KORA e.V.	5
Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Stenzel Grußwort des Rektors der HTW Dresden	7
Dr. Fritz Jaeckel Grußwort des Staatssekretärs des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft	9

DIE EU-GRUNDNORM STRAHLENSCHUTZ – VORSTELLUNG DER NORM UND SCHRITTE ZUR UMSETZUNG IN DEUTSCHES RECHT

Dr. Markus Trautmannsheimer Vorgaben der neuen Strahlenschutzgrundnorm zu Radon	11
Prof. Dr.-Ing. Walter-Reinhold Uhlig Anforderungen aus dem Bauwesen an die Umsetzung der EU-Strahlenschutznorm	23
Dr. Thomas Beck Normen auf dem Gebiet der Messung und Bewertung von Radon	31

DER NATIONALE AKTIONSPLAN – ANFORDERUNGEN UND UMSETZUNG

Michael Reiter, Martin Sachsenweger Die Radondatenbank Sachsen und weitere Fachinformationen für die Praxis	37
Dipl.-Ing. Grit Höfer Weiterbildungsmaßnahmen zur Radonfachperson in Bayern und Sachsen	49
Dr. Valeria Gruber Umsetzung der EU-BSS im Radonschutz am Beispiel Österreich	55

BEISPIELE

Martha Palacios
Kinder vor Radon schützen in der Schweiz 63

Alexander Maas
Radonsituation in Gebäuden mit Gewölbekeller 67

Prof. h.c. Dr. rer.nat. habil Bernd Leißring
Zielstellungen und Erfahrungen bei aktuellen Fragen des radonsicheren Bauens und Sanierens 79

Jan Gottwald
Ergebnisse von Radonsanierungsaufgaben in Sachsen 83

Referentenverzeichnis 91



Prof. Dr.-Ing. Walter-Reinhold Uhlig
Vorsitzender Kompetenzzentrum für
radonsicheres Bauen e.V.
und
Lehrgebiet Baukonstruktion an der
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Dresden

Begrüßung

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

in diesem Jahr lädt das Kompetenzzentrum für radonsicheres Bauen und Sanieren e.V. bereits zum 10. Mal zur „Tagung radonsicheres Bauen und Sanieren“ ein. Die seit 2007 gemeinsam mit dem Sächsischen Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft als „Sächsischer Radontag“ veranstaltete Tagung führt auch in diesem Jahr wiederum Fachleute aus den verschiedensten Fachgebieten in Dresden zusammen, um aktuelle Themen des radonsicheren Bauens und Sanierens zu erörtern. Seit Beginn verfolgt diese Veranstaltung das Ziel, ein lebendiges Forum des Meinungs austausches zwischen Spezialisten aus der Forschung, Baupraxis sowie aus öffentlichen und privaten Verwaltungen und betroffenen Kommunen zu schaffen. Dass dies in zunehmendem Maße gelingt, zeigen die vielfältigen positiven Reaktionen auf die Tagungen der letzten Jahre.

In diesem Jahr wird die inhaltliche Vorstellung der für den Radonschutz wichtigen Teile der Europäischen Grundnorm Strahlenschutz (Richtlinie 2013/59/EURATOM) sowie deren bis 2018 abzuschließende Umsetzung in nationales Recht im Mittelpunkt der Beiträge stehen. Erstmals wird in dieser europäischen Grundnorm dem baulichen Radonschutz breiter Raum eingeräumt. So werden die Einführung von Referenzwerten der Radonkonzentration in der Raumluft sowie die Umsetzung eines nationalen Maßnahmenplanes zur langfristigen Reduzierung der Radon-Exposition gefordert. Hieraus ergeben sich für alle Bereiche des Bauens, aber auch der öffentlichen Verwaltungen und der Wohnungswirtschaft vielfältige neue Anforderungen. Diese werden auf dem 8. Sächsischen Radontag in vielfältiger Weise thematisiert. Dabei sind neben der inhaltlichen Vorstellung der EU-Grundnorm erste Schritte zur deren Umsetzung in Deutschland und Österreich Inhalt einer Reihe von Beiträgen.

Neben den Beiträgen zur EU-Grundnorm wird auch in diesem Jahr das Tagungsprogramm durch die Vorstellung von Beispielen des radonsicheren Bauens und Sanierens abgerundet, wobei in diesem Jahr ganz unterschiedliche Aspekte im Fokus der Beiträge stehen. So wird neben der Vorstellung des Schweizer Vorgehens beim Radonschutz in Schulen in einem weiteren Vortrag die Radonsituation in Häusern mit Gewölbekellern im Mittelpunkt stehen. Daneben freue ich mich, dass in den abschließenden Beiträgen die langjährigen Erfahrungen von zwei im baulichen Radonschutz führenden sächsischen Unternehmen weitergegeben werden.

Viele haben im Vorfeld zum Gelingen unserer heutigen Tagung beigetragen. Bedanken möchte ich mich insbesondere bei den Mitarbeitern der Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur und der Hochschulleitung der HTW Dresden, beim ZAFT e.V. sowie insbesondere bei den Vertretern des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft für deren vielfältige Unterstützung.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Walter-Reinhold Uhlig

Vorsitzender KORA e.V.





Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Stenzel
Rektor der Hochschule für
Technik und Wirtschaft Dresden

Grußwort zum 8. SÄCHSISCHEN RADONTAG

Mit der „10. Tagung Radonsicheres Bauen“, die seit 2007 gemeinsam mit dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft als Sächsischer Radontag durchgeführt wird, begeht das Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung zum radonsicheren Bauen und Sanieren (KORA e.V.) in diesem Jahr ein Jubiläum. Für das kontinuierliche Wirken sei an dieser Stelle insbesondere dem Vorstand von KORA e.V. gedankt. Wie auch in den letzten Jahren wird die Tagung von der HTW Dresden und dem Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V., dem Forschungszentrum an der HTW Dresden, in vielfältiger Weise unterstützt.

Ganz besonders möchte ich die Teilnehmer der heutigen Tagung an unserer Hochschule begrüßen. Die Pflege und Förderung des wissenschaftlichen Erfahrungsaustausches ist eine wesentliche Aufgabe unseres Hochschullebens, die ich gern unterstütze.

Zwischen der HTW Dresden und KORA e.V. besteht eine enge Verbindung, die sich in den letzten Jahren sehr fruchtbar entwickelt hat. So ist das radonsichere Bauen ein fester Bestandteil unserer Lehr- und Forschungstätigkeit, u.a. durch eine Lehrveranstaltung im 7. Semester an der Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur zum radonsicheren Bauen und Sanieren. Des Weiteren sind in den letzten Jahren eine große Anzahl von studentischen Arbeiten zum Thema Radon sowie radonsicheres Bauen und Sanieren erarbeitet worden. Über die aktuell laufenden Diplomarbeiten wird auf der heutigen Tagung in zwei Beiträgen berichtet. Die in diesen Arbeiten behandelten Themen sind hochaktuell und praxisorientiert. Insbesondere sei auf die Entwicklung einer Radon-Datenbank in Kooperation mit dem SMUL verwiesen, eine Thematik von hoher aktueller Relevanz. Die im Januar 2014 beschlossene Europäische Grundnorm Strahlenschutz enthält erstmalig auf europäischer Ebene Forderungen an das radonsichere Bauen. Die Überführung der Festlegungen der EU-Grundnorm in deutsches Recht muss bis 2018 abgeschlossen sein. Damit kommt auf das Bauwesen eine Vielzahl von Fragen zu, die bisher in der erforderlichen Breite noch nicht geklärt sind. Ein ganz wesentlicher Aspekt der Überführung der Festlegungen ist eine umfassende Wissensvermittlung für alle Bauschaffenden, aber auch für Bauherren sowie die Immobilienwirtschaft. Dabei wird die Radon-Datenbank als Informationsplattform eine wichtige Rolle spielen.

Die heutige Tagung widmet sich schwerpunktmäßig der Vorstellung der EU-Grundnorm Strahlenschutz sowie den unterschiedlichen Aspekten, die sich für die Umsetzung in deutsches Recht ergeben. Der sächsische Radontag hat damit - wie auch in den letzten Jahren - ein aktuelles und praxisbezogenes Thema aufgenommen und wird so seiner Zielstellung gerecht, ein Forum für den Dialog von Wissenschaft und Praxis zu sein.

Mein Dank gilt dem Organisationsteam und den Referenten, die diese Tagung erfolgreich vorbereitet und mit gestaltet haben. Ich wünsche der Tagung einen interessanten Verlauf und allen Teilnehmern einen regen persönlichen Erfahrungsaustausch.

Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Stenzel

Rektor der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden





Dr. Fritz Jaeckel
Staatssekretär des Sächsischen
Staatsministeriums für Umwelt
und Landwirtschaft

Begrüßung

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich freue mich, Sie zu unserem nunmehr 8. Sächsischen Radontag herzlich willkommen zu heißen.

Dies ist der erste Radontag seit Inkrafttreten einer neuen EU-Richtlinie zum Strahlenschutz (Richtlinie 59/2013/Euratom), die erstmals verbindliche Regelungen zum Radonschutz beinhaltet. Sie stellt dahingehend eine Zäsur dar, als die bisherigen Aktivitäten des Freistaates Sachsen zum Radonschutz mehr oder weniger vor dem Hintergrund der Freiwilligkeit erfolgten, und damit auch eine gewisse Freiheit im Handlungsspielraum ermöglichten. Diese Maßnahmen haben aber auch eine ausgezeichnete Grundlage geschaffen, um uns bei den nunmehr stattfindenden Diskussionen zwischen Bund und Ländern zur Umsetzung der Richtlinie gestalterisch einbringen zu können. In keinem anderen Bundesland liegen mehr Praxiserfahrungen zum Radonschutz vor als im Freistaat Sachsen. Dies ist auch dem Sächsischen Radontag mit den hier präsentierten Erfahrungsberichten und den oftmals sehr kontroversen, aber immer konstruktiven Diskussionen zu verdanken. Dazu haben Sie, die die Veranstaltung besucht und mit Ihren Vorträgen bereichert haben, einen bedeutenden Beitrag geleistet.

Formal ist die Richtlinie bis zum 6. Februar 2018 von den europäischen Mitgliedstaaten in nationales Recht umzusetzen. Von Seiten des Bundes gibt es jedoch aus verschiedenen Gründen die Bestrebung, die inhaltlichen Diskussionen bereits Ende 2016 abzuschließen.

Der Freistaat Sachsen ist meines Erachtens gut auf die Umsetzung vorbereitet. Das liegt auch daran, dass in den vergangenen Jahren glücklicherweise mehr Partner aus dem Baubereich die Notwendigkeit erkannt haben, sich intensiver mit der Themenstellung zu befassen. Dies hat sich nicht nur in dem starken Interesse an unserer europäischen Radonschutzkonferenz im vergangenen Dezember im Dresdner Stadtmuseum gezeigt, die den Schwerpunkt „Bauen“ zum Inhalt hatte. Ein wesentlicher Schritt war vielmehr die Einführung einer Weiterbildungsmaßnahme zur Radonfachperson durch die Bauakademie (BA) Dresden in diesem Frühjahr. Die BA hatte dankenswerterweise die Unterstützung ihres Trägers, des Verbandes der Bauindustrie Sachsen/Sachsen-Anhalt sowie des Vereins KORA, der sich für die wesentliche inhaltliche Ausgestaltung verantwortlich zeichnet. Diesen Institutionen sowie allen beteiligten Referenten sei an dieser Stelle gedankt. Ein besonderer Dank gilt auch den bayrischen Kollegen, die ihre Erfahrungen aus der Durchführung von zwei entsprechenden Ausbildungsmaßnahmen eingebracht und uns außerdem durch ihre Mitwirkung in der Prüfungskommission unterstützt haben.

Derzeit arbeiten wir gemeinsam mit der HTW Dresden, dem Verein KORA und der HTWK Leipzig an einer digitalen Fachinformation zu Radon und Bauen. Die Information hierüber wird ein Gegenstand des diesjährigen Radontages sein. Zudem wird sich der 8. Sächsische Radontag mit der Situation in Österreich und der Schweiz beschäftigen und, wie bereits in den vergangenen Jahren, praktische Fallbeispiele für Radonsanierungsmaßnahmen vorstellen.

Ich wünsche uns allen einen erfolgreichen Radontag mit vielen anregenden Diskussionen.

Dr. Fritz Jaeckel
Staatssekretär im Sächsischen Staatsministerium
für Umwelt und Landwirtschaft



VORGABEN DER NEUEN STRAHLENSCHUTZGRUNDNORM ZU RADON

GUIDELINES OF THE NEW RAY PROTECTION BASIC NORM TO RADON

Markus Trautmannsheimer

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, München



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Vorgaben der neuen Strahlenschutzgrundnorm zu Radon

Dr. Markus Trautmannsheimer
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
München

8. Sächsischer Radontag
9. September 2014
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

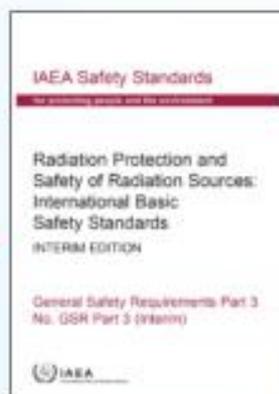
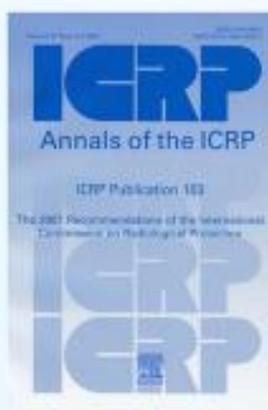


Gliederung

- Einleitung
 - Gründe für die Überarbeitung der EU-Grundnorm
 - Entstehung der EU-Grundnorm (BSS)
- Die Regelung zu Radon in der neuen EU-Grundnorm
 - Allgemeines
 - Wohnungen, Innenräume
 - Arbeitsplätze
 - Radonexposition/Dosis-Koeffizient
- Die Umsetzung der EU-Radon-Regelungen in deutsches Recht



Gründe für die Überarbeitung der EU-Grundnorm





Entstehung der EU-Grundnorm (BSS)

- Erster Entwurf mit Bewertung der Expertengruppe nach Art 31. Euratom-Vertrag am 24.02.2010
- Beginn der Beratungen bei der Arbeitsgruppe „Atomfragen“ Ende 2011
- Billigung der BSS durch den Europäischen Ministerrat am 05.12.2013
- Veröffentlichung der BSS im Amtsblatt der Europäischen Union im Januar 2014

Folie: 4



Die Ratsarbeitsgruppe Atomfragen bei der EU

- Die Sitzungen der Ratsarbeitsgruppe finden im Justus Lipsius Gebäude in Brüssel statt



Justus Lipsius (1547-1606): Niederländischer Rechtsphilosoph und Philologe

Folie: 5



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Der Sitzungsraum



Folie: 6



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Die Regelungen zu Radon in der neuen EU- Strahlenschutzgrundnorm



Folie: 7



Definition Referenzwert

In einer ... Expositionssituation der Wert der effektiven Dosis ..., oberhalb dessen Expositionen als unangemessen betrachtet werden, auch wenn es sich nicht um einen Grenzwert handelt, der nicht überschritten werden darf.

Erwägungsgrund 42:

Bei der Wahl von Referenzwerten sollen sowohl Anforderungen des Strahlenschutzes als auch gesellschaftliche Kriterien berücksichtigt werden.



Erwägungsgründe 17, 22, 23

- Referenzwert für Radonkonzentration in Innenräumen (sowie für Gammastrahlung aus Baustoffen) sollen festgelegt werden
- Durch jüngste epidemiologischen Untersuchungen wurde eine statistisch signifikante Zunahme des Lungenkrebsrisikos oberhalb 100 Bq m⁻³ nachgewiesen. Bestimmungen der Empfehlung 90/143/Euratom wurden aufgenommen, wobei gleichzeitig Flexibilität für die Umsetzung gegeben ist
- Anerkennung, dass Kombination Rauchen und Radon zu wesentlich höheren individuellen Risiko führt. Mitgliedstaaten sollten auf beide Gesundheitsrisiken reagieren.

Folie: 9



Artikel 54 Radon am Arbeitsplatz

- Die Mitgliedstaaten legen nationale Referenzwerte für Radonkonzentrationen an Arbeitsplätzen fest.
- Der Referenzwert für die Aktivitätskonzentration in der Luft darf im Jahresmittel nicht höher sein als 300 Bq m^{-3}
- Eine Überschreitung ist durch Gegebenheiten gerechtfertigt, die auf nationaler Ebene bestehen
 - Bei Festlegung eines Referenzwerts oberhalb 300 Bq m^{-3} muss die Kommission informiert werden (Erwägungsgrund 24)
- Radonmessungen
 - im Erd- oder Kellergeschoss in den Gebieten mit erhöhten Radonpotential (Verweis auf Artikel 103)
 - an bestimmten Arten von Arbeitsplätzen (z.B. Bergwerke, Schauhöhlen, Wasserwerke)

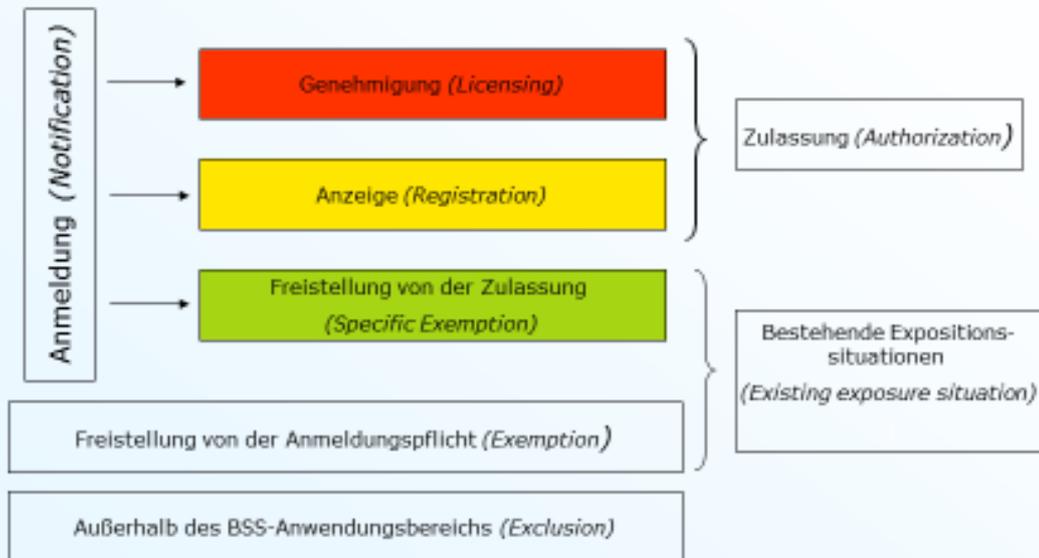


Erwägungsgrund 25

- Es sollten Maßnahmen zur Radon- und Expositionsverminderung getroffen werden, wenn der Referenzwert überschritten ist
- Liegen die Werte weiterhin über dem Referenzwert, sollten diese Arbeiten nicht als Tätigkeit angesehen werden
- Arbeitsplätze müssen dann aber gemeldet werden
- Bei einer effektiven Dosis größer 6 mSv pro Jahr
 - Arbeitsplatz wird wie geplante Expositionssituation behandelt
 - legt der Mitgliedstaat fest welche operativen Schutzanforderungen Anwendung finden
 - übliche Dosisgrenzwerte gelten



Das neue Strahlenschutzsystem



Dauerhafte Überschreitung des Referenzwerts

- Verweis in Artikel 54 auf Artikel 25 Abs. 2
 - Anmeldung solcher Arbeitsplätze ist vorgeschrieben (vor Aufnahme der Arbeiten oder so rasch wie möglich)
 - Mitgliedstaaten legen fest, welche Informationen enthalten sein müssen
- Verweis in Artikel 54 auf Artikel 35 Abs. 2
 - Falls 6 mSv oder entsprechender zeitintegrierter Wert der Radonexposition überschritten, Behandlung als geplante Expositionssituation
 - Mitgliedstaaten legen fest welche Maßnahmen des Kapitels VI „Berufliche Exposition“ dann angemessen sind
 - Bei einer Dosis unter 6 mSv fortlaufende Überwachung der Exposition



Artikel 74 Radonexposition in Innenräumen

- Der Referenzwert für die Aktivitätskonzentration in der Luft darf im Jahresmittel nicht höher sein als 300 Bq m^{-3}
- Im Rahmen des nationalen Maßnahmenplans nach fördern die Mitgliedstaaten Maßnahmen zur Ermittlung von Wohnräumen, in denen die Radonkonzentration den Referenzwert überschreitet
- Die Mitgliedstaaten stellen Informationen bereit über:
 - die Radonexposition in Innenräumen und die damit verbundenen Gesundheitsrisiken
 - die Wichtigkeit der Durchführung von Radonmessungen
 - die zur Verringerung vorhandener Radonkonzentrationen verfügbaren technischen Mittel



Artikel 103 Radon-Maßnahmenplan

Die Mitgliedstaaten

- erstellen einen nationalen Maßnahmenplan um die langfristigen Risiken der Radon-Exposition in Wohnräumen, öffentlich zugänglichen Gebäuden und an Arbeitsplätzen anzugehen
- sorgen dafür, dass geeignete Maßnahmen getroffen werden, um bei neuen Gebäuden einen Radoneintritt zu verhindern (Anforderungen in nationalen Bauvorschriften)
- ermitteln Gebiete, für die erwartet wird, dass die Radonkonzentration in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden den Referenzwert überschreitet



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



ANHANG XVIII

(optionale) Punkte des nationalen Maßnahmenplans

- Strategie für die Durchführung von Erhebungen zu Radonkonzentrationen in Innenräumen zum Zweck der Abschätzung der Radonkonzentrationsverteilung in Innenräumen
- Kriterien für die Abgrenzung von Gebieten mit einer potenziell hohen Radon-Exposition
- Ermittlung von Arbeitsplätzen und öffentlichen Gebäuden, wie Schulen und unterirdische Arbeitsplätze sowie Arbeitsplätze und Gebäude in bestimmten Gebieten, in denen Messungen erforderlich sind
- Festlegung von Referenzwerten für Wohnräume und Arbeitsplätze



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



ANHANG XVIII

(optionale) Punkte des nationalen Maßnahmenplans

- Strategie
 - für die Verringerung der Radon-Exposition in Wohnräumen
 - zur Ermöglichung von Sanierungsmaßnahmen für bestehende Gebäude
 - zur Verhinderung des Radon-Eintritts in neue Gebäude
 - Zur Ermittlung von Baustoffen mit erheblicher Radon-Exhalation
- Kommunikationsstrategie zur Schärfung des Bewusstseins der Öffentlichkeit und Unterrichtung von Entscheidungsträgern
- Finanzielle Hilfe für Radonerhebungen und Sanierungsmaßnahmen, insbesondere für private Wohnräume mit sehr hohen Radonkonzentrationen
- Damit verbundener Fragen wie z.B. Energieeinsparprogramme und Programme zur Luftqualität in Innenräumen



Radon Dosiskonversion

- In den Erwägungsgründen wird an mehreren Stellen auf die ICRP Empfehlung 103 aus dem Jahr 2007 verwiesen
- Dort ist eine Koeffizient von 10 mSv/a pro 600 Bq m⁻³ Radon-222-Konzentration in Wohnräumen festgelegt
- Für Arbeitsplätze gilt ein Koeffizient von 10 mSv/a pro 1500 Bq m⁻³
- In Erwägungsgrund 11 wird gefordert, dass eine Sachverständigengruppe die wissenschaftlichen Entwicklungen verfolgen und ggf. eine Empfehlung zur Aktualisierung dieses Koeffizient (wie auch für alle anderen Koeffizienten für Ingestion) abgeben soll.

Folie: 18



Radon Dosiskonversion

- Aber bei der Wahl der Referenzwerte wurde schon der ICRP Veröffentlichung 115 von 2010 Rechnung getragen
- Der Referenzwert von 300 Bq m⁻³ für Wohnräume entspricht etwa 17 mSv/a
- Der Referenzwert von 300 Bq m⁻³ für Arbeitsplätze entspricht etwa 5 mSv/a, wegen geringerer mittlerer Aufenthaltszeit
- Die Werte sind aber mit großen Unsicherheiten behaftet!

Folie: 19



Die Umsetzung der EU-Radon- Regelungen in deutsches Recht



Folie: 20



Die Umsetzung der EU-Radon-Regelungen in deutsches Recht

- EU-Strahlenschutz in Kraft seit 6. Februar 2014
- Übergangsfrist 4 Jahre, Ziel des BMUB ist 2017
- Neues Strahlenschutzgesetz ist im Gespräch
- Die Länder sollen in die Umsetzung stark miteingebunden werden
- 1. Sitzung der Arbeitsgruppe „Radon“ der Länder und des BMUB am 30.06.2014 in Berlin





1. Sitzung der Arbeitsgruppe „Radon“ am 30.06.2014 in Berlin

- Etwa 25 Teilnehmer: Vertreter der Länder, des BMUB und des BfS
- Diskussion zweier Entwürfe des BMUB
 - Regelungen zum Schutz vor Radon in Aufenthaltsräumen
 - Regelungskonzept Radon am Arbeitsplatz
- Festlegung von Gebieten mit erhöhtem Radonpotential:
 - Kriterien müssen gemeinsam entwickelt werden
 - Arbeitsgruppe wurde gegründet
- Rahmen-/Muster-Radonmaßnahmenplan soll entwickelt werden



Die Umsetzung der EU-Radon-Regelungen in deutsches Recht

- Gute Zusammenarbeit des Bayerischen Umweltministeriums mit dem Umweltministerium des Freistaats Sachsen
- Viel Arbeit für das BMUB und die Länder steht bevor!



ANFORDERUNGEN AUS DEM BAUWESEN AN DIE UMSETZUNG DER EU-STRAHLENSCHUTZNORM

DEMANDS FROM THE CIVIL ENGINEERING TO THE CONVERSION OF THE EU-RADIATION PROTECTION NORM

Walter-Reinhold Uhlig

HTW Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur, Dresden

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten der Regelungen im Bauwesen sind vielfältig und reichen von Gesetzen über Normen bis zu freiwilligen Verpflichtungen. Die Umsetzung der EU-Grundnorm hinsichtlich des baulichen Radonschutzes in deutsches Recht wird neben Gesetzen und Normen weitere untergesetzliche Regelungen beinhalten. Zur erfolgreichen Umsetzung ist es wichtig, dass frühzeitig alle am Bau Beteiligten in den Prozess einbezogen werden.

Summary

The possibilities of the regulations in the civil engineering are manifold and reach from laws through norms up to voluntary obligations. The conversion of the EU-basic norm concerning the architectural radon protection in German right will contain beside laws and norms other sublegal regulations. It is important for the successful conversion that every participant of constructions is early included in the process.

1 Grundlagen

Die Vorgaben der aktuellen Strahlenschutzgrundnorm der EU für Radon erfordern bei deren Umsetzung in nationales Recht grundsätzliche Überlegungen, in welcher Form dies geschieht, denn die Art der Umsetzung ist nicht zwingend vorgegeben. Die Möglichkeiten sind vielfältig und reichen von gesetzlichen Regelungen über Normen bis zu freiwilligen Verpflichtungen.

Bisher existieren die erforderlichen Instrumentarien, welche die Bauschaffenden benötigen, um radonsicher zu bauen und zu sanieren zu können, noch nicht. Das ist verständlich, da der Umsetzungsprozess der Strahlenschutzgrundnorm noch in der Anfangsphase steht. Vergegenwärtigt man sich aber die Zielsetzung der Bundesrepublik, bereits 2017 den Überführungsprozess abzuschließen, ist damit ein sehr ambitioniertes Ziel, welches große Anstrengungen erfordert, verbunden. Eine frühzeitige Einbindung aller Bauschaffenden in den Prozess der Umsetzung ist dabei unbedingt erforderlich. Vor allen Dingen geht diese Aufforderung an die (Standes-)vertretungen des Bauwesens, wie die Architekten- und Ingenieurkammern, aber auch Verbände und weitere Gremien.

Die zum Thema Radon in der EU-Grundnorm aufgenommenen Aspekte sind im Beitrag von Dr. Trautmannsheimer [1] vorgestellt worden. Aus Sicht der Bauwirtschaft ergeben sich grundsätzliche Fragen, die im Rahmen der Überführung gelöst werden müssen:

- Einführung von Referenzwerten für Arbeitsplätze und Wohnräume und deren rechtliche Auslegung.
- Festlegung zu Radonmessungen (**Wie – Wo – Wann**).
- Festlegungen zu Prüf- und Zertifizierungsstandards für Baustoffe.
- Festlegungen, in welcher Form bauliche und anlagentechnische Lösungen des Radonschutzes geregelt werden.

Ganz unmittelbar ergibt sich, dass eine

- umfassende Wissensvermittlung erforderlich wird. Unter umfassend ist hierbei zum einen zu verstehen, dass in diesen Prozess alle am Bau Beteiligten (vom Planer über den Bauschaffenden bis hin zum Bauherren und Nutzer) einbezogen werden, zum anderen, dass die Informationen entsprechend der Zielgruppe genügend umfassend und genau gestaltet werden.

2 Regelungen

2.1 Allgemeine Aussagen zur Regelungen im Bauwesen

So breit wie der Begriff Bauwesen zu sehen ist – hier sind von Baustoffen und Baukonstruktionen über die Bauausführung bis hin zur Regelungen bei der Nutzung von Gebäuden ganz unterschiedliche Aspekte zu betrachten – ist auch die Möglichkeit von Regelungen sehr vielfältig:

In einer ersten Gruppe können gesetzliche Regelungen zusammengefasst werden, wie das **Baugesetzbuch**, die **Bauordnungen der Länder und bauaufsichtlich eingeführte Technischen Baubestimmungen, Verordnungen** (wie z.B. die Energieeinsparverordnung) sowie **sonstigen Regelungen** (z.B. zum Arbeitsschutz). Für Bauleistungen ist die **VOB**, hier vor allen Dingen Teil C ein wichtiges Instrument im Rahmen der vertragsgerechten Bauausführung. Eine weitere wichtige Gruppe von Regelungen im Bauwesen bilden **Normen**, hier vor allen Dingen die DIN-Normen, aber auch solche von Fachverbänden (z.B. VDI oder – für spezielle Fragen der Bauwerkserhaltung – der WTA).

Nicht alle Sachverhalte erfordern eine hohe Regelungsdichte in gesetzlicher Form oder in Normen. Manche Fragen lassen sich (evtl. zusätzlich) in der Form von **Vereinbarungen auf freiwilliger Basis** besser regeln. Hier soll beispielhaft das RAL-Gütezeichen genannt werden.

Abschließend zu diesem Überblick soll auf die **allgemein anerkannten Regeln der (Bau-)Technik (AaRT)** verwiesen werden. Charakterisiert werden diese dadurch, dass sie

- In der Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt,
- In der Praxis erprobt und bewährt sowie
- Umfassend bekannt sind.

Dabei können sowohl gesetzliche Regelungen als auch Regelungen aus Normen eingehen, es können aber auch nicht geregelte Lösungen als allgemein anerkannte Regel der Bautechnik akzeptiert werden, zum Teil können diese auch von Normen abweichende Regelungen enthalten. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind einer ständigen Weiterentwicklung ausgesetzt. Sie haben aber „erhebliche Bedeutung für die Bestimmung der Soll-Eigenschaften von Sachen und als Haftungsmaßstab“ [2].

2.2 Regelungen zum baulichen Radonschutz

Nur sehr wenige Länder haben bisher ein umfassendes Regelungspaket zum baulichen Radonschutz eingeführt. Deutschland steht hierbei noch vor vielen Fragestellungen, die zu klären sind. Bisher sind lediglich für einige spezielle Arbeitsplätze über das Strahlenschutzrecht Regelungen gesetzlich verankert. Hinsichtlich von Anforderungen an die Bauausführung, die Eigenschaften von Baustoffen und weitere, das Bauwesen betreffende Fragen gibt es noch keine geregelten Lösungen und Prozesse.

2.3 Voraussetzungen für die Einführung von Regelungen

Die Frage, inwieweit Deutschland für die Überführung der Strahlenschutzgrundnorm hinsichtlich des Radonschutzes gerüstet ist, soll im Folgenden betrachtet werden. Dabei wird die Betrachtung aus Sicht der Bauwirtschaft und hier vor allen Dingen der praktischen Umsetzung von Baumaßnahmen geführt, also ausdrücklich nicht aus Sicht des Strahlenschutzes sowie der Strahlenschutzforschung.

Die Frage, welche Konzentrationswerte von Radon in der Raumluft zulässig sind, ist bisher zum Teil kontrovers diskutiert worden. Die unterschiedlichen genannten und dokumentierten Werte, von 100 Bq/m³ (WHO-Radonhandbuch, BfS) bis zu 400 Bq/m³ (Radon-Handbuch Deutschland; Wert für Sanierungen), führten, vor allen Dingen in der interessierten Öffentlichkeit, immer wieder zu Verunsicherung und Ratlosigkeit. Es ist zu hoffen, dass mit dem in der EU-Grundnorm aufgenommenen Referenzwert von 300 Bq/m³ diese Diskussion abgeschlossen werden kann. In diesem Zusammenhang möchte ich ausdrücklich davor warnen, in den Entscheidungsprozess andere – niedrigere – Werte einzubringen, ohne dass dies durch eine stichhaltige wissenschaftliche und wirtschaftliche Begründung hinterlegt ist.

Bau- und Lüftungstechnische Lösungen für das radonsichere Bauen sind bekannt und erprobt. Vor allen Dingen für den Neubau sind eigentlich keine neuen Erkenntnisse, die über die heutigen Anforderungen an eine dichte Gebäudehülle hinausgehen, zu erwarten. Das ist durch mehrere Untersuchungen belegt (s. u.a. [3]). Die deutlich kompliziertere Situation hinsichtlich des baulichen Radonschutzes bei Sanierungsmaßnahmen sowie bei energetischen Sanierungen lässt aber keine so eindeutige Aussage wie beim Neubau zu. Auf dem Gebiet der bau- und Lüftungstechnischen Lösungen kann demnach zusammenfassend konstatiert werden, dass grundsätzlich die Lösungsmöglichkeiten bekannt und erprobt sind, dass diese aber (noch) nicht im Sinne der allgemein

anerkannten Regeln der Bautechnik vorliegen und es demnach im Falle von juristischen Auseinandersetzungen an einer objektiven Entscheidungsgrundlage fehlt.

Für den radonsicheren Neubau und die Sanierung sind geregelte Messverfahren zu definieren, die – bei hoher Sicherheit – einfache und zugleich kostengünstige Messung ermöglichen. Auch hierfür gilt, dass bekannt ist, welche Möglichkeiten für die Radonmessung im Erdreich, in der Raumluft sowie für Baumaterialien bestehen (siehe [4] bis [6]), entsprechend normierte Verfahren sind aber bisher noch nicht im Bauwesen eingeführt. Im folgenden Beitrag von Herrn Dr. Beck [7] wird auf die Entwicklung und Einführung von Geräte- und Messnormen näher eingegangen werden.

3 Anforderungen der Baupraxis an die Umsetzung der EU-Strahlenschutzgrundnorm

3.1 Allgemeines

Noch ist offen, in welcher Form die Umsetzung der Forderungen aus der EU-Strahlenschutzgrundnorm erfolgen wird. Aktuell sind Arbeitsgruppen gebildet worden, in denen unter Leitung des Umweltministeriums Vertreter von Bund und Ländern den Prozess voranbringen. Die folgenden Vorschläge sind als Diskussionsbeitrag in diesem Prozess zu betrachten. Es wäre wünschenswert, wenn sich in diese Diskussion alle Betroffenen – das sind neben den Vertretern von Bund und Ländern die Interessenvertretungen von Fachverbänden aus dem Bereich des Bauwesens und der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft und viele weitere interessierte Kreise – einbringen. Ich denke, der Sächsische Radontag ist hierfür ein geeignetes Forum, einen solchen Diskussionsprozess anzustoßen.

Bisher hat sich der Hauptverband der Deutschen Bauindustrie mit einem Positionspapier eingebracht. Die dort formulierten Wünsche und Forderungen fließen in die folgenden Vorstellungen ein. Von anderen Verbänden, wie z.B. den Ingenieur- oder Architektenkammern sind bisher noch keine entsprechenden Stellungnahmen bekannt.

3.2 Information

Aktuell ist ein ganz wichtiger Aspekt, eine umfassende Aus- und Weiterbildungskampagne zu initiieren. Ganz eindeutig ist ein großes Manko darin zu sehen, dass der weitaus größte Teil der Architekten und Ingenieure, aber auch aller weiteren im Bauwesen Tätigen noch sehr geringe Kenntnisse hinsichtlich des baulichen Radonschutzes hat. Unabhängig davon, dass nationale Regelungen (erst) in etwa vier Jahren vorliegen müssen, sollte der bauliche Radonschutz bereits heute in alle Bauvorhaben einbezogen werden. Das betrifft in erster Linie die energetische Sanierung, aber auch den Neubau und die Deklaration von Baustoffen. Ansonsten sehen wir uns in wenigen Jahren der Situation gegenüber gestellt, dass gerade fertiggestellte Neubauten oder Sanierungen wegen eines ungenügenden Radonschutzes erneut saniert werden müssen. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass in der Regel die Nachbesserung deutlich aufwändiger und damit teurer ausfällt, als wenn der bauliche Radonschutz mit dem Neubau oder der Sanierungsmaßnahme gleich berücksichtigt worden wäre.

Vielfältige Möglichkeiten bestehen für eine umfassende Information, die im Folgenden stichpunktartig aufgeführt werden:

- **Integration des Themas in die Ausbildung für alle Bauberufe:** Lehrinhalte in Universitäten und Fachhochschulen sowie in weiteren Ausbildungsstätten des Bauwesens sind dahingehend zu ergänzen, dass das Thema des radonsicheren Bauens und Sanierens

genauso wie die Grundlagen des energetischen Bauens, aber auch der Statik und Geologie, um nur einige Bereiche zu nennen, einbezogen wird. In die Ausbildung sind auch weitere Fachrichtungen, wie z.B. der Umweltschutz oder die Technischen Gebäudeausrüstung, einzubeziehen.

- **Weiterbildung:** Eine noch größere Bedeutung kommt der Weiterbildung aller im Bauwesen Tätigen zu. Hier muss ein Weg gefunden werden, wie das Thema mit vertretbarem Aufwand so kommuniziert werden kann, dass Radonschutz selbstverständlicher Teil des Baugeschehens wird. Da nicht zu erwarten und einzufordern ist, dass alle in diesem Prozess Beteiligten entsprechend aus- oder weitergebildet werden können, ist der Weg, den die Freistaaten Bayern und Sachsen mit der Ausbildung zur Radon-Fachpersonen eingeschlagen haben, ein sehr guter Ansatz, der deutschlandweit verfolgt werden sollte. Vergleichende Strategien sind auch aus anderen Bereichen des Bauwesens bekannt, z.B. in Form des Energieberaters, des (spezialisierten) Tragwerksplaner, Fachplaners für Brandschutz usw.

In den Prozess der Weiterbildung sind selbstverständlich auch die Verantwortlichen in öffentlichen Einrichtungen, die Bauherren und die Wohnungswirtschaft einzubeziehen.

- **Umfassende Information der Bevölkerung:** Viele, zudem häufig problematische Erfahrungen der letzten Zeit haben gezeigt, wie wichtig eine frühe und intensive Einbeziehung der Bevölkerung in die verschiedensten Prozesse ist. Für Fragen des Strahlenschutzes gilt dies in besonderem Maße, wird dieses Thema gerade in Deutschland sehr emotional diskutiert. Eine gute und sachliche Information ist in diesem Zusammenhang außerordentlich wichtig.

3.3 Gesetz – Vorschrift – untergesetzliche Regelung

Im Grunde ist die Frage, in welcher Form Regelungen zum baulichen Radonschutz getroffen werden, für die Bauschaffenden zwar nicht unwichtig, aber, so würde ich behaupten, zweitrangig. Vermutlich wird es so sein, dass eine gestufte Regelung eingeführt wird. Wichtig ist aber zu klären, was geregelt wird. Hierauf werde ich im folgenden Abschnitt 3.4 zurückkommen.

Ein vergleichender Blick auf bestehende Regelungen des Bauwesens soll zeigen, welche Möglichkeiten es gibt, den Radonschutz in den Bauprozess zu integrieren.

Beispiel: Regelungen zum energetischen Bauen:

Diese beruhen auf einer gesetzlichen Regelung, dem **EnEG** (Energieeinsparungsgesetzes). Da in einem Gesetz in erster Linie allgemeine Ziele verankert werden, sind zur (baupraktischen) Umsetzungen weitere, nachgeordnete Regelungen erforderlich. Für das energetische Bauen ist das die **EnEV**. Diese wiederum bezieht sich in vielen Einzelaspekten auf ein Paket von **DIN-Normen** (z.B. DIN 4108 und DIN V 18599), die für die Nachweisführung unerlässlich sind. Darüber hinaus fließen in das energetische Bauen eine Vielzahl von baulichen und anlagentechnischen Lösungen ein, die nicht in Normen oder Gesetzen geregelt sind. So werden viele Lösungen über **allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen** geregelt. Interessant ist, dass vor allen Dingen im Bereich der Bauwerkssanierung spezielle Regelungen erarbeitet und in Merkblättern oder ähnlichen Dokumentationen niedergeschrieben werden, die als wichtige Hilfe für die Planung und Bauausführung heute unerlässlich sind. Genannt werden sollen hier vor allen Dingen die Merkblätter der WTA (Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege) [8]

Beispiel freiwillige Verpflichtung

Gerade dort, wo hohe Qualitätsstandards wichtig sind, sind freiwillige Verpflichtungen zur Einhaltung eines gewissen Niveaus ein gutes, vielfach angewendetes Mittel. In Deutschland hat sich auf diesem Gebiet **RAL** (RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung) [9] als wichtigster Partner etabliert. So gibt es derzeit etwa 85 RAL-Gütevereine, die dem Bauwesen zugeordnet werden

können. Beispiele sind RAL-Gütevereine für Abbrucharbeiten, den Fertigbau, den Kanalbau oder die Wärmedämmung von Fassaden.

3.4 Regelungen für das Radonsichere Bauen und Sanieren

3.4.1 Übersicht

Die Regelungen zum radonsicheren Bauen und Sanieren werden sich, wie bereits angedeutet, aus verschiedenen Komponenten zusammensetzen. Zunächst soll noch einmal zusammengestellt werden, wo dringender Regelungsbedarf besteht:

- Einführung von Referenzwerten
- Beschreibung von Prozessen
- Beschreibung von technischen Lösungen einschl. der Festlegung von Qualitätsstandards

3.4.2 Referenzwerte

Die Festlegung stellt eine grundsätzliche Komponente dar und sollte deshalb in einem zu schaffenden/zur überarbeitenden Gesetz verankert werden. Dabei ist klar abzugrenzen, wo dieser Wert gilt und wo nicht, wo evtl. Ausnahmen zugelassen werden usw. Der in der Strahlenschutzgrundnorm definierte Referenzwert von 300 Bq/m³ stellt einen guten Kompromiss dar. Wie bereits an früherer Stelle angemerkt, sollten Überlegungen, für Deutschland einen niedrigeren Wert zu definieren, vorerst nicht weiter verfolgt werden, da hier nach meiner Kenntnis eine belastbare Folgeabschätzung fehlt. Wie im Positionspapier des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie [10] ..."wird für die Bauwirtschaft der Referenzwert immense Bedeutung für haftungs- und Gewährleistungsfragen erlangen. Hier sind zu klären, inwieweit die Überschreitung des Referenzwertes einen Baumangel darstellt und welche Bedeutung er im Rahmen von Gerichtsbarkeiten erlangen wird. Hier brauchen wir dringend rechtssichere Festlegungen".

3.4.3 Beschreibung von Prozessen

Es sind klare Regelungen zu definieren, in welcher Form der Radonschutz in das Bauen und die Bewirtschaftung von Gebäuden einbezogen wird. Hier ist vor allen Dingen zu klären, wann und in welcher Form Messungen durchzuführen sind sowie welche Konsequenzen sich ergeben, wenn im Ergebnis der Messungen erhöhte Radonkonzentrationen festgestellt werden (s. auch Punkt 3.4.2). Es ist zu klären, ob es in absehbarer Zeit eine allgemeine Verpflichtung zur Radonmessung – ähnlich der Erstellung von Energiepässen im Bereich des energetischen Bauens - geben wird oder „nur“ im Zusammenhang mit baulichen Maßnahmen Radonmessung durchgeführt werden müssen. Die Wünsche aus dem Bauwesen – kurze Messzeiten plus geringer Aufwand (preiswert) plus hohe Sicherheit und Aussagekraft – sind nur schwer zu vereinigen. Ganz sicher liegt hier noch eine große Wegstrecke vor uns, bis alle die Fragen, die sich mit den Prozessabläufen ergeben, geklärt sind.

3.4.4 Beschreibung von technischen Lösungen und Festlegung von Qualitätsstandards

Wie bereits erwähnt, sind die Lösungen im baulichen Radonschutz bekannt und weitestgehend erprobt. Deshalb ist es ausreichend, grundsätzliche Aussagen in Normen aufzunehmen, ohne die konkreten Umsetzungen vorzugeben. Ob die Festlegungen in bestehende DIN-Normen (z.B. zur Abdichtung aus dem Baubereich oder zur Lüftung aus dem TGA-Bereich) integriert werden oder aber eine eigenständige Norm für den baulichen und anlagentechnischen Radonschutz entwickelt wird, ist nach meiner Kenntnis noch nicht endgültig entschieden. Beide Lösungen sind möglich, allerdings sollten in den Entscheidungsprozess vor allen Dingen diejenigen einbezogen werden, die später mit den Normen arbeiten müssen, also die Architekten und Bauingenieure. Für alle am Bau Beteiligten dürfte zweifellos die Zusammenfassung aller zu regelnden Aspekte des radonsicheren Bauens in einer Norm die bevorzugte Lösung sein.

Für die Radonsanierung sind häufig keine so eindeutigen Lösungen wie im Neubau anwendbar, in der Regel stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Die radonsichere Sanierung erfordert deshalb deutlich größeren Sachverstand und Erfahrung. Das ist in anderen Gebieten des Bauens nicht anders und deshalb können auch hier die Erfahrungen aus der bisherigen Praxis Pate stehen. So ergibt sich nach meinem Dafürhalten ein sinnvoller Weg, spezielle Regelungen und Prozessbeschreibungen zum baulichen Radonschutz in ein WTA-Merkblatt zu fassen.

Bereits mehrfach ist darauf verwiesen worden, dass der Erfolg einer baulichen Radonschutzmaßnahme – sowohl beim Neubau als auch der Sanierung – von der Einhaltung hoher Qualitätsstandards abhängt. Diese durchzusetzen, sind Gesetze und Normen im Allgemeinen nicht gut geeignet. Ich denke, hier wäre die Gründung eines RAL-Gütevereins ein vielfach erprobter Weg, die erforderlichen Qualitätskriterien zu definieren und durchzusetzen.

3.4.5 Berücksichtigung des baulichen Radonschutzes im Baugenehmigungsverfahren

Aktuell sind im Baugenehmigungsverfahren Nachweise des Wärmeschutzes (nach EnEV), des Brandschutzes, der Standsicherheit, des Erschütterungsschutzes, Schallschutzes und noch einige mehr mit einem Bauantrag einzureichen. Ich bin mir durchaus bewusst, dass die Abforderung eines weiteren Nachweises für den Radonschutz nicht auf umfassende Zustimmung trifft. Aber die zu erwartende gesetzliche Regelung zum baulichen Radonschutz muss zwingend zu Festlegungen im Bauordnungsrecht führen.

3.5 Zusammenfassung

Die Umsetzung der Forderungen der EU-Grundnorm zum baulichen Radonschutz in deutsches Recht wird neben Gesetzen und Normen weitere Bausteine, wie ergänzende Regelungen zur Radonsanierung oder untergesetzliche Regelungen zur Qualitätssicherung benötigen. Dabei wird die Umsetzung vor allen Dingen dann erfolgreich sein, wenn frühzeitig alle am Bau Beteiligten in den Prozess einbezogen werden.

4 Literaturverzeichnis

- [1] Trautmannsheimer, Markus: Vorgaben der neuen Strahlenschutzgrundnorm zu Radon; Tagungsband 8. Sächsischer Radontag, Dresden 2014
- [2] de.wikipedia/wiki/Anerkannte_Regeln_der_Technik
- [3] Uhlig, Walter-Reinhold: Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration?; Tagungsband 7. Sächsischer Radontag, Dresden 2013
- [4] Guhr, Andreas: Die Radonexposition der Bevölkerung beim Aufenthalt in Gebäuden – Messtechnische Erfassung der Radonkonzentration; Tagungsband 1. Tagung Radonsicheres Bauen, Dresden 2005
- [5] Schulz, Hartmut u.a.: Neue Aspekte der Radonmessung in Gebäuden, Tagungsband 2. Sächsischer Radontag, Dresden 2008
- [6] Guhr, Andreas, Conrady, Jürgen und Rein, Bert: Vergleichende Analyse von Verfahren zur Kurz- und Langzeitmessung der Radonkonzentration, Tagungsband 7. Sächsischer Radontag, Dresden 2013
- [7] Beck, Thomas: Normen auf dem Gebiet der Messung und Bewertung von Radon; Tagungsband 8. Sächsischer Radontag, Dresden 2014
- [8] www.wta.de/de/wta-merkblaetter
- [9] www.ral-guetezeichen.de
- [10] Positionspapier zur Umsetzung der EURATOM BSS in das deutsche Strahlenschutzrecht vom 14.02.2014; <http://www.bauindustrie.de>

NORMEN AUF DEM GEBIET DER MESSUNG UND BEWERTUNG VON RADON

STANDARDS FOR MEASUREMENT AND ASSESSMENT OF RADON

Thomas Beck

Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin

Zusammenfassung

Die Normungsaktivitäten verfolgen das Ziel, einheitliche Regelungen für die Messung und Bewertung von Radon und seinen Folgeprodukten zu schaffen. Die IEC erarbeitet Gerätenormen und legt dazu messtechnische Anforderungen an Messgeräte fest. Diese Anforderungen sind von Messgeräten zu erfüllen, um deren Eignung für die Messung nachzuweisen. Die Normen wenden sich an Hersteller und an Einrichtungen, die Typprüfungen für Messgeräte durchführen. Die ISO erarbeitet Verfahrensnormen. Sie legen das Verfahren fest, das angewendet werden muss, um eine bestimmte Messaufgabe zu erfüllen.

Die gegenwärtig publizierten bzw. in Erarbeitung befindlichen Normen zu Radon und Radon-Folgeprodukte decken das gesamte Geräte- und Anwendungsspektrum ab. Die Anwendung dieser Normen sichert die Qualität der Messungen auf einem anerkannten wissenschaftlich-technischem Niveau.

Summary

The purpose of standardization is the establishment of harmonized procedures for the measurement and assessment of radon and its decay products. IEC prepares standards for instruments, which specify measurement requirements. According to these requirements, the capability of the instruments for the measurement can be proved. The standards are relevant for producers and institutions carrying out type tests. ISO prepares standards to be applicable when a specific measurement is carried out.

The currently published standards and the standards currently being in preparation cover all types of instrument and the whole range of measurement applications. The use of the standards ensures the quality of the measurements on an approved scientific and technical level.

1 Nationale und internationale Normungsorganisationen

Normung ist die planmäßige, durch die interessierten Kreise gemeinschaftlich durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit (DKE-GN/2-1:2000-11).

Die deutsche nationale Normungsorganisation ist das DIN. Für die Erarbeitung und Auslegung von Texten elektronischer Normen einschließlich Sicherheitsbestimmungen haben das DIN und der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) die Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE) als gemeinsames Organ gegründet.

Das DIN ist Mitglied in der *International Organization for Standardization (ISO)* und der europäischen Normungsorganisation CEN. Der DKE ist Mitglied in der *International Electrotechnical Commission (IEC)* und der europäischen elektrotechnischen Normungsorganisation CENELEC.

Bei der ISO werden für den Strahlenschutz relevante Normen im technischen Komitee TC85 *Radiation Protection* erstellt. Das Arbeitsgebiet umfasst alle Normen auf den Gebieten des individuellen Schutzes (Arbeiter, Patienten, Personen der Bevölkerung) sowie des Schutzes der Umwelt vor ionisierender Strahlung. Eine Ausnahme bildet die Normung zur Analyse von radioaktiven Stoffen im Wasser. Dies erfolgt bei ISO im technischen Komitee TC147. Bei der IEC ist das technische Komitee TC45 *Radiation Protection Instrumentation* für die Normung von gerätetechnischen Anforderungen zur Messung ionisierender Strahlung am Arbeitsplatz und in der Umwelt zuständig. Die Normungsaktivitäten von ISO und IEC, die das Gebiet der Messung und Bewertung von Radon und Radon-Folgeprodukte betreffen, sind in der Abb. 1 dargestellt. Die internationalen Arbeitsgruppen werden in nationalen Arbeitsgruppen des DIN und des DKE gespiegelt.



Technische Komitee TC 85, Arbeitsgruppe 5 - Radioaktivität in der Umwelt

- Normenreihe ISO 11665: Radon-222 in Luft
- ISO 16641 – Radon-220: Integrierende Verfahren zur Bestimmung der mittleren Aktivitätskonzentration mit Festkörperspurdetektoren

Technische Komitee TC 147 - Wasserbeschaffenheit – Radioaktivität

- Normenreihe ISO 13164 (4 Teile) – Bestimmung von Radon-222 im Wasser



Technische Komitee TC 45, Arbeitsgruppe B10 – Messgeräte für Radon und Radon-Folgeprodukte

- Normenreihe IEC 61577 – Geräte zur Messung von Radon und Radon-Folgeprodukte

Abb. 1: Übersicht über die Aktivitäten der internationalen Normungsorganisationen auf dem Gebiet von Radon

Es ist hervorzuheben, dass das DIN internationale Normen der ISO und der IEC in das deutsche Normenwerk unverändert übernimmt, sofern dem keine grundlegenden nationalen Einwände entgegenstehen. Bei europäischen Normen des CEN und des CENELEC ist der DIN infolge der Regelungen zur Harmonisierung des europäischen Binnenmarktes verpflichtet, diese Normen unverändert in das deutsche Normenwerk zu übernehmen.

2 Normen für Messgeräte von Radon- und Radon-Folgeprodukte (Gerätenormen)

Die Normenreihe DIN IEC 61577 (Abb. 2) beschreibt die besonderen Anforderungen an Messgeräte zur Messung der Aktivitätskonzentration von luftgetragenen Radon und/oder der potenziellen Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte im Freien, in Wohnungen und an Arbeitsplätzen, einschließlich Untertage-Bergwerken.



Abb. 2: Aufbau der Normenreihe DIN IEC 61577 – Geräte zur Messung von Radon und Radon-Folgeprodukte

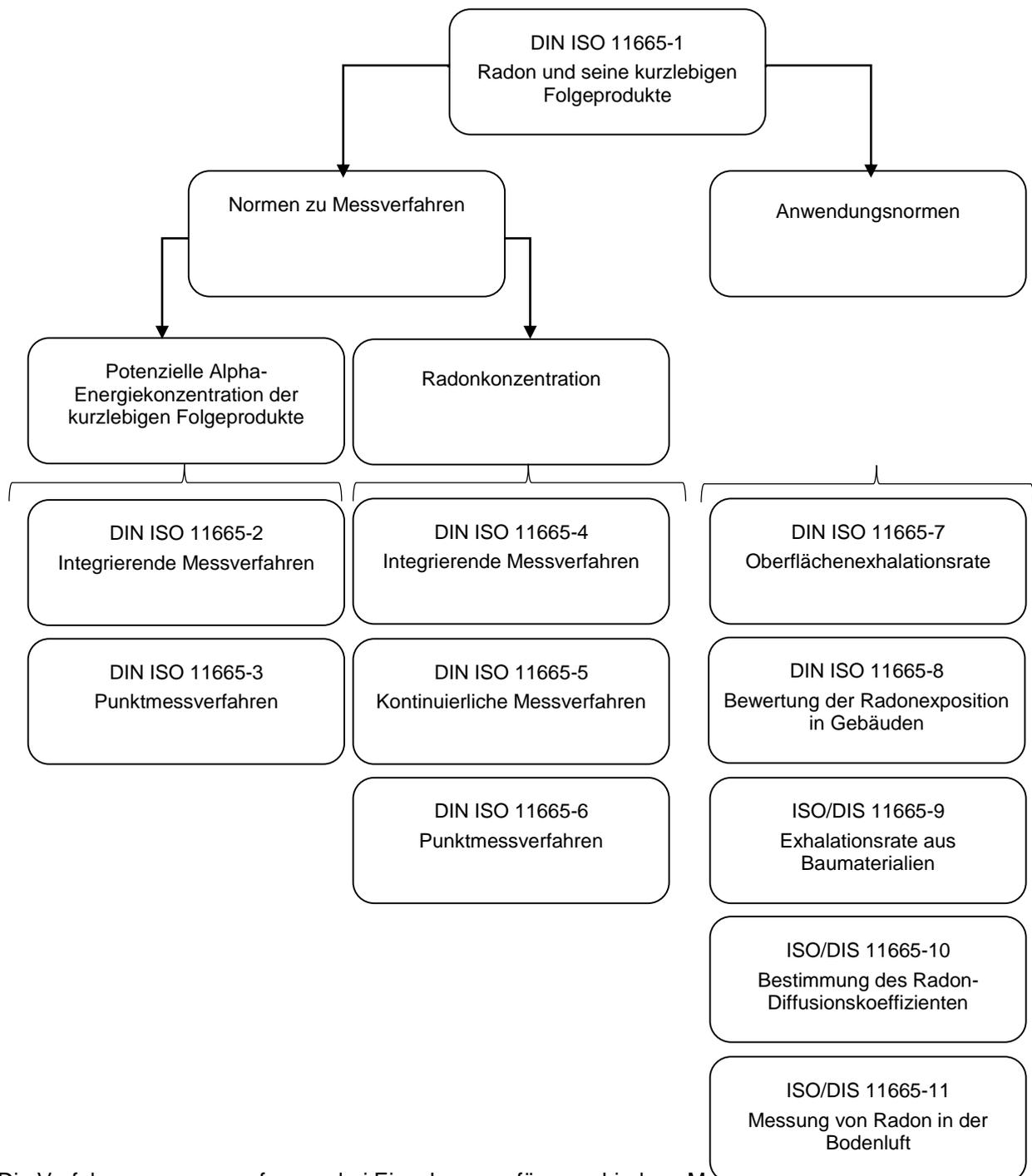
Die Normen gelten praktisch für alle Arten von Messgeräten, die auf Verfahren mit kurzzeitiger oder kontinuierlicher Probenahme und auf integrierenden Verfahren beruhen. Die mit einer Probenahmeeinrichtung, z. B. mit einer Filtereinrichtung, gesammelte Aktivität kann sowohl während der Probenahme als auch nach Abschluss des Probenahmezyklus gemessen werden.

Die IEC-Normen wurden in das Normungswerk des DIN übernommen. Gegenwärtig überarbeitet ISO den Teil 1. Die 2. Edition des Teils 2 der Normenreihe wird durch ISO in den nächsten Monaten publiziert.

Die IEC-Normen wenden sich an Hersteller von Messgeräten und Einrichtungen, die die Eignung der Messgeräte prüfen. Die Normen spezifizieren Mindestanforderungen an das Design, die Handhabung und Wartung der Geräte. Sie legen maximale Messabweichungen fest, die bei Variation verschiedener Einflussgrößen (z.B. klimatische Größen, aerosolphysikalische Größen, Elektromagnetismus) einzuhalten sind. Damit ist sichergestellt, dass die Messgeräte auch unter verschiedenen Umgebungsbedingungen messfähig sind und eine akzeptable Messgenauigkeit erreicht wird. Auf der Grundlage der IEC-Normen können die messtechnischen Eigenschaften der Geräte geprüft (z.B. mittels Typprüfung) und deren Eignung festgestellt werden.

3 Verfahrens- und Anwendungsnormen

Die Normenreihe DIN ISO 11665 beinhaltet Verfahrens- und Anwendungsnormen zur Messung und Bewertung von Expositionen durch Radon und Radon-Folgeprodukte.



Die Verfahrensnormen umfassen drei Einzelnormen für verschiedene Messmethoden.

Abb. 3: Aufbau der Normenreihe DIN ISO 11665 – Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte
Bestimmung der momentanen Radon-Aktivitätskonzentration bzw. der potenziellen Alpha-Energiekonzentration (DIN ISO 11665-6, DIN ISO 11665-3),

- kontinuierliche Messverfahren zur Bewertung der zeitlichen Variation der Radon-Aktivitätskonzentration im Freien, öffentlichen Gebäuden, Häusern oder an Arbeitsplätzen (DIN ISO 11665-5) und
- integrierende Messverfahren für die Bestimmung der mittleren Radon-Aktivitätskonzentration bzw. der potenziellen Alpha-Energiekonzentration mit Messzeiten über mehrere Wochen bis zu einem Jahr (DIN ISO 11665-2, DIN ISO 11665-4).

DIN ISO 11665-4 beinhaltet unter anderem auch die Messverfahren mit Kernspur- und Aktivkohledetektoren, die ebenfalls in den älteren deutschen Normen DIN 25706-1 und -2 geregelt waren. Diese DIN-Normen wurden nach Publikation der ISO-Norm zurückgezogen

Neben den Verfahrensnormen umfasst die Normenreihe DIN ISO 11665 auch Anwendungsnormen. Wie in Abb. 3 ersichtlich, werden verschiedene Messaufgaben normativ spezifiziert:

- Bestimmung der Oberflächenexhalationsrate,
- Exhalationsrate aus Baumaterialien,
- Bestimmung des Radon-Diffusionskoeffizienten,
- Messung von Radon in der Bodenluft.

Die Normen ISO/DIS 11665-9, ISO/DIS 11665-10 und ISO/DIS 11665-11 befinden sich noch in der Bearbeitung und liegen bisher nur als Entwurf (DIS) vor.

Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt – Luft: Radon-222 – Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie für zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden (ISO 11665-8:2012)

Um den Jahresmittelwert der Radon-Aktivitätskonzentration im Gebäude näherungsweise zu bestimmen und nicht zu unterschätzen^{N11)},

- muss mindestens die Hälfte der Messperiode im Winter oder während der Heizperiode liegen;
- müssen die Messgeräte für mindestens zwei Monate aufgestellt werden. Die Messungen müssen während eines Zeitraums durchgeführt werden, in dem die Anzahl aufeinanderfolgender Tage, in denen die Räumlichkeiten nicht betreten werden, nicht mehr als 20 % dieses Zeitraumes beträgt. Räumlichkeiten, die für längere Zeit nicht betreten werden, werden ausgeschlossen, da Radon durch die fehlende Belüftung angereichert werden kann.

^{N11)} Nationale Fußnote: Zum Vergleich von Messergebnissen mit dem als Jahresmittelwert definierten Zielwert sind Messungen über ein Jahr erforderlich. Messungen über kürzere Zeiträume sollten nur dann erfolgen, wenn mit diesen das Über- bzw. Unterschreiten des Zielwertes bei Berücksichtigung der saisonalen Schwankungen ausreichend sicher prognostiziert werden kann und wenn im Falle der Überschreitung des Zielwertes ein weiterer Verzug von Reduzierungsmaßnahmen nicht zugemutet werden kann.

Abb. 4: Festlegungen der DIN ISO 11665-8 zum Messverfahren mit deutscher nationaler Fußnote

Für die praktische Umsetzung der rechtlichen Regelungen zum Radonschutz ist die DIN ISO 11665-8 – *Bewertung der Radonexposition in Gebäuden* von besonderer Bedeutung. Die Norm spezifiziert die Anforderungen sowohl zur Bestimmung des Jahresmittelwertes der Radon-Aktivitätskonzentration in Gebäuden als auch zur Identifizierung von Radonquellen und Eintrittswegen.

Beispielhaft ist in Abb. 4 das Verfahren zur Bestimmung des Jahresmittelwertes der Radon-Aktivitätskonzentration wiedergegeben. Es ist bedauerlich, dass die von deutscher Seite im ISO-Normungsverfahren eingebrachten Änderungsvorschläge nicht akzeptiert wurden. Allerdings konnten zahlreiche nationale Spezifikationen bei Übernahme in das DIN-Regelwerk durch sogenannte ‚nationale Fußnoten‘ ergänzt werden, welche bei der Anwendung in Deutschland zu berücksichtigen sind.

4 Radonnormen als Teil des untergesetzlichen Regelwerkes

Durch vertragliche Regelungen zwischen der Bundesrepublik und dem DIN ist der DIN verpflichtet, technische Normen so zu schaffen, dass sie in der öffentlichen Verwaltung und im Rechtsverkehr als Umsetzung technischer Anforderungen herangezogen werden können und damit in Rechtsvorschriften auf sie Bezug genommen werden kann. Dies bedeutet, dass die Normen für eine Rezeption ohne jede inhaltliche Prüfung durch staatliche Instanzen geeignet sein sollen.

Im Rahmen der Umsetzung von rechtlichen Regelungen zum Radonschutz sind auch Festlegungen zur Sicherstellung der Qualität der Messungen und Messstellen sowie zur einheitlichen Bewertung von Messergebnissen zu treffen. Ersteres kann durch Typprüfung (Bauartprüfung) auf der Grundlage der Normenreihe DIN IEC 61577 erfolgen. Das Vorgehen und die Maßnahmen zur Ermittlung und Bewertung der Radonexposition in Gebäuden wird in DIN ISO 11665-8 spezifiziert. Der Umfang der dazu in den rechtlichen Regelungen zum Radonschutz zu treffenden Festlegungen und die diesbezügliche Eignung der betreffenden Normen ist gegenwärtig Gegenstand der Beratungen.

DIE RADONDATENBANK SACHSEN UND WEITERE FACHINFORMATIONEN FÜR DIE PRAXIS

“RADON DATABASE” – BOTH SUBJECT-SPECIFIC INFORMATION AND PRACTICAL APPLICATION

Michael Reiter¹⁾, Klaus Gaber¹⁾ (Teil 1 „Methodentheorie mit Beispielskizzen“)

Martin Sachsenweger²⁾, Walter-Reinhold Uhlig²⁾ (Teil 2 „Fallbeispielkatalog“)

¹⁾ Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Leipzig

²⁾ Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dresden

Zusammenfassung

Die digitale Fachinformation „Radon und Bauen“ besteht neben einer allgemeinen Einführung in die Radonproblematik aus Teil 1 „Methodentheorie mit Beispielskizzen“ und Teil 2 „Fallbeispielkatalog“. Die Zielgruppe stellen Architekten und Planer aber auch bauausführende Unternehmen und Privatpersonen dar. Der bauliche und technische Radonschutz von Gebäuden bildet den Inhalt von Teil 1. Dieser wird anhand einer ausgewählten Bandbreite und Anzahl von Beispielskizzen dargestellt und erläutert.

Teil 2 ist eine Sammlung baulich umgesetzter Lösungsmöglichkeiten zum Schutz vor Radon in Gebäuden in Form einer Radondatenbank. Diese können als Planungshilfe, zur Auswahl einer geeigneten Schutzmaßnahme verwendet werden. Über eine Suchfunktion kann der Anwender nach bestimmten Lösungsansätzen bzw. nach Fallbeispielen mit engem Bezug zum eigenen Projekt filtern. Mit der Datenbanksoftware „Microsoft Access“ wurde eine lokal verwendbare Datenbank erstellt. Eine Eingabemaske ermöglicht das Eintragen neuer Fallbeispiele. Mit Hilfe einer Webanwendung sollen die Beispiele in naher Zukunft öffentlich zugänglich gemacht werden.

Summary

The technical information "Radon and Construction" targets architects, planners, construction executive companies or individuals. After a general introduction about radon issues, the structural and technical protection from radon in buildings is described and visualized in a broad number of examples in part 1 "Theory and Methods with Exemplary Sketches".

Part 2 "Case Studies" is a collection of structurally implemented solutions for radon protection in buildings as a locally accessible database that has been created using the database software "Microsoft Access". This data can be used as a planning resource for choosing an appropriate solution to other problems. By using a search function, the user is able to filter out approaches similar to new projects. An input form enables the user to extend the data with new solutions for radon protection. A web application for public access of the data is soon to be released.

1 Einleitung

Der Kenntnisstand und die Erfahrungen zum Schutz vor Radon sind bei Planern, Architekten, Bauausführenden und Privatpersonen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Grundlegend verantwortlich sind die fehlenden verbindlichen Regelungen zum baulichen Radonschutz.

Mit der Richtlinie 2013/59 Euratom „zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom“, die am 5. Dezember 2013 im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurde, sind die Grundlagen für die Schaffung verbindlicher Regelungen in allen EU-Mitgliedsstaaten gelegt worden. In der EU Grundnorm sind u.a. Regelungen zum Radonschutz in Wohngebäuden und an Arbeitsplätzen enthalten. Die Richtlinie muss innerhalb von vier Jahren, mit einer Frist zum 6. Februar 2018 in nationales Recht umgesetzt werden [1].

2 Digitale Fachinformation „Radon und Bauen“, Teil 1

2.1 Zielstellung

Teil 1 der digitalen Fachinformation „Radon und Bauen“, entsteht in Kooperation des Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) und der HTWK Leipzig. Ziel dieser Ausarbeitung, die im Rahmen einer Masterarbeit erarbeitet wird, ist die anschauliche Vermittlung der Methodentheorie in Kombination mit einem Beispielkatalog. Sie richtet sich an Bauherren, Handwerker sowie Planer und soll mit ihrem Inhalt hinsichtlich der Radonproblematik sensibilisieren und Lösungsansätze aufzeigen.

2.2 Aufbau der Fachinformation

1. Einleitung
2. Messmethodik und Planung
3. Methodentheorie
4. Beispielkatalog

Einleitung - Einführend wird dem Nutzer dieser Fachinformation ein Einblick in die allgemeine Radonproblematik ermöglicht.

Messmethodik und Planung - Die Messmethodik und Planungsgrundlagen werden hinsichtlich Neu- und Bestandsbauten betrachtet. Dabei wird auf die Notwendigkeit und Durchführung von Radonkonzentrationsmessungen eingegangen. Darüber hinaus werden grundlegende Hinweise zur Planung von Radonschutzmaßnahmen, Kontrollmessungen sowie energetischen Sanierungen gegeben.

Methodentheorie – Für eine übersichtliche Darstellung der gängigen Radonschutzmaßnahmen erfolgte die thematische Gliederung in zwei Bereiche, Abdichtungs- und Lüftungsmaßnahmen. Neben dem Funktionsprinzip der jeweiligen Radonschutzmaßnahmen werden Grundlagen, allgemeine schematische Details sowie Hinweise zur Ausführung vermittelt.

Beispielkatalog – Eine große Bandbreite an Beispielskizzen bietet dem Nutzer anschauliche Lösungsvorschläge zum Thema Radonschutz. Die Unterteilung in Neu- und Bestandsbauten sowie die Betrachtung verschiedener Bauweisen ermöglicht eine übersichtliche und benutzerfreundliche Anwendung.

2.3 Veröffentlichung der digitalen Fachinformation

Die Veröffentlichung erfolgt durch das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. Teil 1 der digitalen Fachinformation „Radon und Bauen“ steht auf der offiziellen Internetpräsenz unter www.radon.sachsen.de zum Download zur Verfügung.

2.4 Beispielhafte Darstellungen

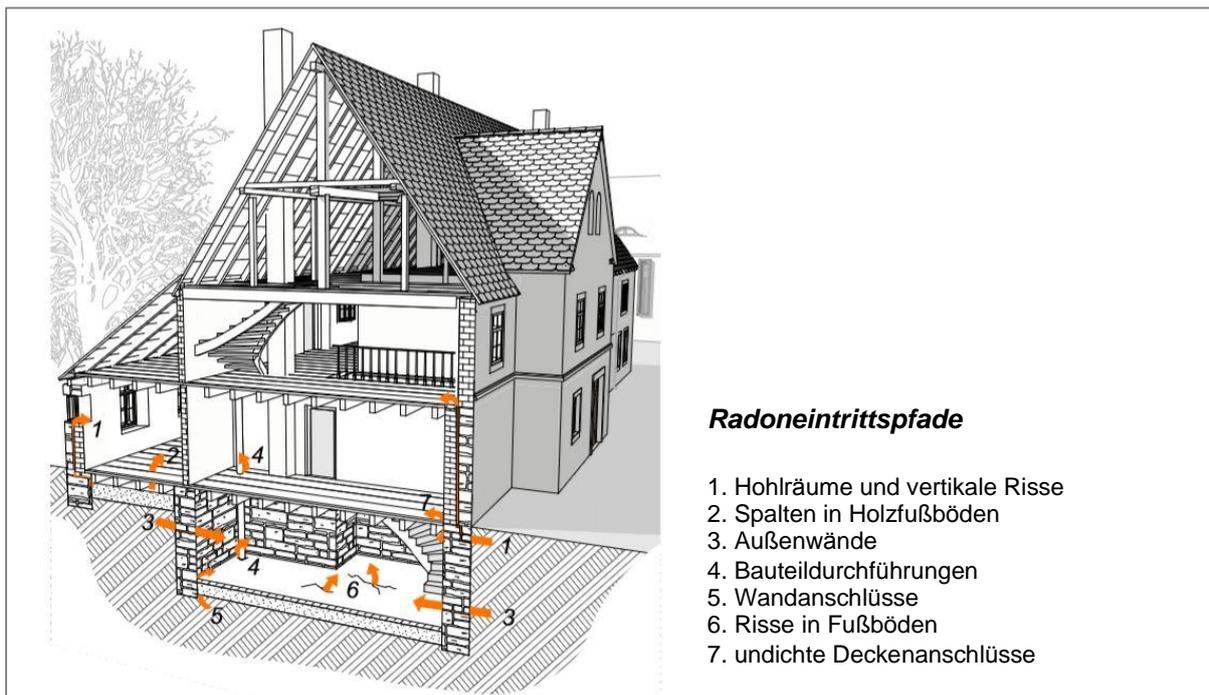
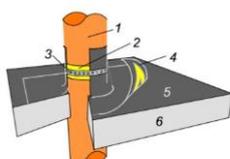


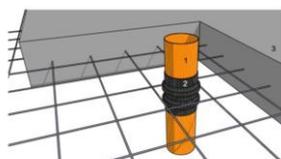
Abb. 1: Typische Radoneintrittspfade in Bestandsgebäuden (Messmethodik und Planung)

Abbildung 1 verdeutlicht unter „Messmethodik und Planung“ wie vielfältig Radoneintrittspfade in Bestandsgebäuden sind. Damit wird dem Nutzer aufgezeigt, wie umfangreich eine Sanierung zum Schutz vor Radon ausfallen kann.

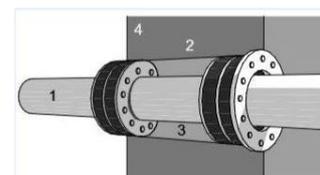
Bauteildurchführungen



EPDM-Rohrmanschette



EPDM-Dichtring



Ringraumdichtung

Abb. 2: schematische Darstellungen von Bauteildurchführungen (Methodentheorie)

Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Darstellungsweise innerhalb der Methodentheorie. Anhand dieser schematischen Zeichnungen werden Funktion, Aufbau und Ausführung gezeigt und beschrieben.

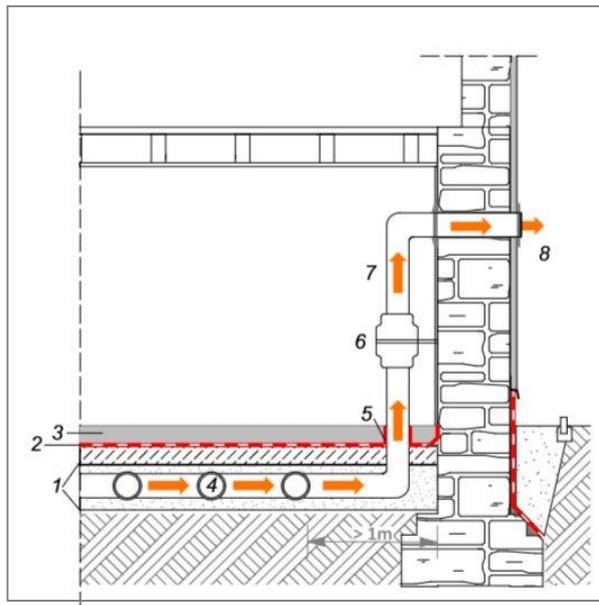


Abb. 3: Radondrainage im Bestandsbau

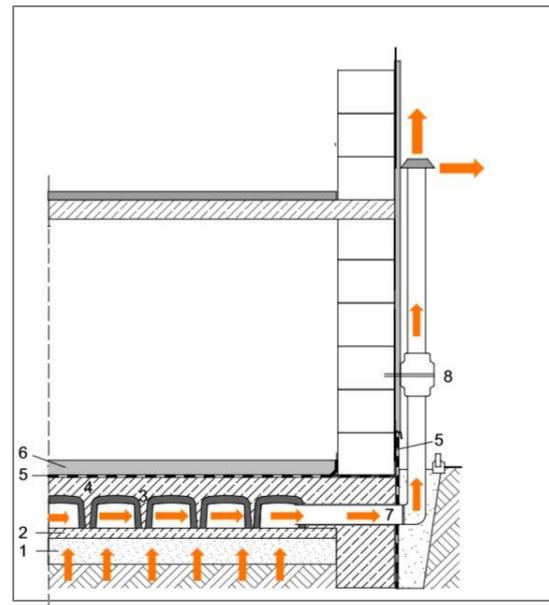


Abb. 4: Hohlräumeabsaugung im Neubau

Abbildungen 3 und 4 sind Zeichnungen aus dem Beispielkatalog und zeigen in Abhängigkeit der jeweiligen Bauweise und Konstruktion einen Lösungsvorschlag zum Schutz vor Radon. Dabei ist die Darstellung der Abbildungen bewusst schematisch gewählt, um die Lösungen verständlich zu präsentieren.

2.5 Fazit

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Fachinformation die gebräuchlichsten Schutzmaßnahmen lediglich anhand von ausgewählten Beispielen erläutert. Die außerordentlich große Vielfalt der Baustoffe, Bauteile und Konstruktionen verlangt in der Regel einen individuell geplanten Radonschutz. Dabei ist die Empfehlung einer Radonschutzmaßnahme immer abhängig von bestimmten Einflussfaktoren.

Allein aus der Konsequenz des hohen Gefahrenpotentials einer erhöhten Radonkonzentration, ist die Beauftragung von Radonfachpersonen und entsprechenden Fachfirmen empfehlenswert.

3 Inhalt der „digitalen Fachinformation Teil 2“

3.1 Allgemeines

Im Rahmen einer studentischen Arbeit an der HTW Dresden wird eine Datenbank zum Schutz vor Radon in Gebäuden mit internationalen und nationalen Fallbeispielen erstellt. Die Entwicklung der Datenbank erfolgt in enger Abstimmung mit dem Sächsischen Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft. In die Datenbank werden, realisierte Lösungen aufgenommen, die über definierte Suchkriterien gefiltert werden können. Alle Fälle sind anonymisiert und abstrahiert. Mit der Datenbanksoftware „Microsoft Access“ wurde eine lokal verwendbare Datenbank erstellt. Eine Eingabemaske ermöglicht das Eintragen neuer Fallbeispiele. Mit Hilfe einer Webanwendung sollen

die Beispiele in naher Zukunft öffentlich zugänglich gemacht werden. Eine kontinuierliche Erweiterung der Datenbank mit neuen Datensätzen ist ebenfalls vorgesehen. Die Datenbank wird nach Fertigstellung auf der Homepage von KORA e.V. veröffentlicht.

3.2 Anlass und Ziel der Datenbank

Das Konzept der Datenbank verfolgt das Ziel, dass sowohl Architekten und Planer als auch Bauherren und Privatpersonen umfassende Informationen zu ausgeführten Projekten erhalten können. Die Klärung von Fachbegriffen wird durch die Verlinkung mit der „Digitalen Fachinformation Teil 1“ unterstützt. Dem Interessenten mit geringem thematischem Vorwissen wird die Möglichkeit geboten sich schnell und einfach über Lösungsansätze und dessen Funktionsweise zu informieren. Dem Nutzer der Datenbank bleibt dabei freigestellt, ob er sich im Allgemeinen zu Lösungsansätzen oder über Lösungsbeispiele zu bestimmten Schutzmaßnahmen informieren möchte. Besonders interessant ist die Möglichkeit nach Fallbeispiel mit engem Bezug zum eigenen Projekt zu filtern. Diese Projekte können Anhaltspunkte zur Auswahl der richtigen Schutzmaßnahme geben, aber auch über Wirksamkeit, Kosten oder die Ausführung informieren. Möglichweise lassen sich von Anfang an Schutzmaßnahmen ausschließen. Die gefilterten Lösungsvorschläge dürfen jedoch nicht als Standardmaßnahme angesehen werden. Am Ende muss für jeden einzelnen Fall eine individuelle Lösungsvariante entwickelt und realisiert werden.

3.3 Aufbau der Datenbank

3.3.1 Konzept der Suchfunktion

Jeder Datensatz enthält eine Reihe von Basisinformationen, die für jedes Fallbeispiel definiert sind. Fallbeispiele bei denen einzelne Basisinformationen fehlen, werden in der Datenbank nicht berücksichtigt. Die Basisinformationen stellen die Grundlage der Suchfunktion dar, über dessen Kriterien später gefiltert wird. Im Folgenden werden die Suchkriterien beschrieben.

Land - Das Land stellt ein grundlegendes Auswahlkriterium zur Eingrenzung der Fallbeispiele dar. Durch die starke Variation der länderspezifischen Bauweisen und Baumaterialien haben sich auf internationaler Ebene unterschiedliche Schutzmaßnahmen durchgesetzt.

Bestandsbau/Neubau - Diese Auswahl dient der Unterscheidung zwischen Bestandsgebäuden und Neubauten. Es kann somit nach Sanierungsmaßnahmen oder „Schutzmaßnahmen im Neubau“ gefiltert werden. In der Kategorie der Neubauten befinden sich zudem Objekte mit passiven Radonschutzsystemen, die nach der Fertigstellung des Gebäudes aufgrund einer zu hohen Raumluftkonzentrationen aktiviert wurden.

Hanglage - Gebäude in Hanglage stellen bei der Auswahl von Schutzsystemen einen Sonderfall dar. Durch den direkten Kontakt des Erdreiches mit der Außenwand ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, die das Eindringen der radonhaltigen Bodenluft ins Gebäude ermöglichen. Bei der Auswahl des Schutzsystems sollte dies berücksichtigt werden.

Nutzung - Bei der Nutzung wird zwischen Wohngebäuden sowie öffentlich-, und gewerblich genutzten Gebäuden unterschieden. Den Nutzungen sind Gebäudetypen wie Einfamilienhäuser, Schulen, Kindergärten, Mehrfamilienhäuser oder Büros zugeordnet. Die verschiedenen Nutzungszeiträume jedes Gebäudetyps werden so berücksichtigt. In Schulen und Kindergärten bietet sich beispielsweise, aufgrund der bekannten Nutzungsdauer, ein zeitgesteuertes mechanisches Lüftungssystem an.

Tab. 1: Übersicht über die Nutzungen

Nutzung	Gebäudetyp
wohnen	Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus
öffentlich	Schule, Kindergarten, Kirche
gewerblich	Büro, Betriebsstätte

Kellerausbildung - Bei der Kellerausbildung kann zwischen Vollunterkellerung, Teilunterkellerung, Kriechkellern oder Gebäuden ohne Keller unterschieden werden. Die Ausbildung des Kellers spielt bei der Wahl der Schutzmaßnahme eine entscheidende Rolle. Als am stärksten belasteter Gebäudebereich, mit direktem Kontakt zum Erdreich sollte die Lösungsvariante immer auf den Kellertyp abgestimmt werden.

Zeitperiode - Jedes Objekt wird entsprechend des Baujahres einer Zeitperiode zugeordnet. Die Zeitperioden ermöglichen den Vergleich zwischen Objekten mit ähnlichen Baumaterialien und Bauweisen.

Schutzmaßnahme - Aufgrund der großen Anzahl an Lösungsmöglichkeiten wurden die Schutzmaßnahmen in unterschiedliche Gruppen zusammengefasst. Diese beruhen auf verschiedenen Strategien zum Schutz vor Radon in Gebäuden. Typische Strategien sind u.a. die Erhöhung der Luftwechselrate im Raum oder die Steuerung der Druckverhältnisse im Boden. Unter Sonderlösungen sind länderspezifische Lösungsansätze sowie Pilotprojekte des Radonschutzes zusammengefasst.

Tab. 2: Übersicht über die Schutzmaßnahmen

Art der Schutzmaßnahme	Schutzmaßnahme
1. Abdichtungen	flächige Abdichtung, partielle Abdichtung
2. Lüftungstechnische Maßnahmen	natürliche Lüftung, mechanische Lüftung
3. Unterdruckerzeugung unter der Bodenplatte	Radonbrunnen, Radondrainage, etc.
4. Sonderlösungen	Überdruckerzeugung im Gebäude, Abkopplung eines Gebäudeteiles, etc.

3.3.2 Struktur der Fallbeispiele

Neben den Basisinformationen sind zu jedem Fallbeispiel weitere detaillierte Informationen enthalten. Diese lassen sich den folgenden Gruppen zuordnen. Dabei ist zu beachten, dass diese nicht unbedingt für alle Beispiele vollständig vorhanden sind.

Objektdaten

Die Objektdaten umfassen Informationen zum Gebäude, dem Baugrund und den baulichen Merkmalen. Alle Basisinformationen, exklusive der Schutzmaßnahmen, sind den Daten zugeordnet.

Weiterhin sind Informationen zur geografischen Lage des Gebäudes, der Anzahl der Geschosse sowie der Durchführung vorangegangener Sanierungen hinterlegt. Bauweisen und verwendete Baumaterialien sind unter dem Punkt „Bauliche Merkmale“ beschrieben.

Messergebnisse

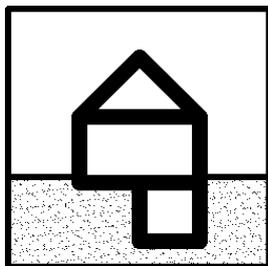
Die Messergebnisse liefern mindestens einen Vergleichswert der Radonkonzentration im Gebäude. Das heißt, dass Messungen jeweils vor und nach Durchführung der Schutzmaßnahme erfolgten. Aufgrund des unterschiedlichen Informationsgehaltes der Fallbeispiele muss bei der Raumluftkonzentration zwischen Mittelwerten und Maximalwerten unterschieden werden. Zusätzlich sind jeder Vergleichsmessung der Messort, das Messgerät sowie die Messdauer zugeordnet.

Schutzmaßnahme

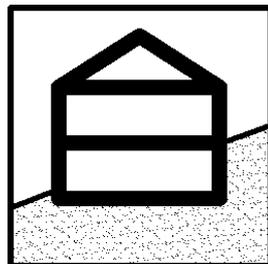
Hier werden die durchgeführten Schutzmaßnahmen gelistet und beschrieben. Meist sind mehrere Maßnahmen in Kombination angewendet worden. Außerdem werden Informationen zu den Kosten aufgeschlüsselt. Zur Einschätzung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme wurde ein Prozentsatz errechnet, der die Absenkung der Radonkonzentration beschreibt.

Objektbilder

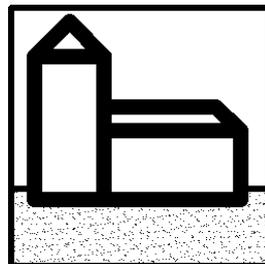
Zum besseren Verständnis der Sachverhalte werden den Fallbeispielen Objektbilder hinzugefügt. Zur Wahrung des Datenschutzes wird nur ausgewähltes Bildmaterial verwendet werden, das keine direkten Rückschlüsse auf das konkrete Objekt zulässt. Nach individuellen Absprachen werden ausschließlich Detailfotos zur Bauausführung, Messprotokolle und Grafiken verwendet. Die optische Wahrnehmung von Informationen wird mittels Verwendung von Piktogrammen verbessert. Aus den Piktogrammen lassen sich beispielsweise Informationen zum Gebäudetyp, der Kellerausbildung und zur Hanglage ablesen.



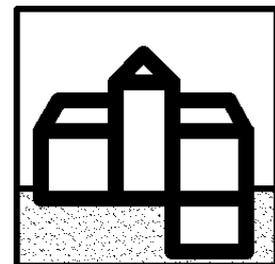
- Einfamilienhaus
- eingeschossig
- teilunterkellert



- Mehrfamilienhaus
- Hanglage
- keine Kellergeschoss



- Kirche
- kein Kellergeschoss



- Schulgebäude
- teilunterkellert

Abb. 5: Piktogramme mit Kernaussagen

3.4 Fallbeispiele

An einem ausgewählten Beispiel wird das Eingabeformular der Access-Datenbank veranschaulicht. Über diese Maske kann die Datenbank schnell und einfach erweitert werden. Ein Teil der Informationen kann über vordefinierte Listenfelder eingegeben werden, alle weiteren Inhalte werden

über Text- oder Zahlenfelder eingepflegt. Zur Veranschaulichung der Eingabemöglichkeiten wurde ein weiteres Beispiel (Abb. 8) mit vollständigen „Informationen zur Messung“ beigefügt.

The screenshot shows a web-based data entry interface for a building object. At the top, there is a tab labeled 'Tab_Fallbeispiel'. Below it, the object name 'Fallbeispiel: Einfamilienhaus im Erzgebirge' is entered in a text field, with an ID of '1035' shown next to it. The main section is titled 'Objektdaten' and contains several input fields and checkboxes. The 'Land' is set to 'Deutschland' and 'Lage' to 'Erzgebirge, Sachsen, Deutschland'. The 'Nutzung' is 'Schule' and 'öffentlich'. There are checkboxes for 'Bestandsgebäude' (checked) and 'Hanglage' (unchecked). Other fields include 'Zeitperiode' (vor 1870), 'Baujahr' (1730), 'Kellerausbildung' (Teilunterkellert), 'Geschosse' (2), 'Grundfläche' (- m²), and 'Durchführung der Sanierung' (2004). An 'Ändern' button is located below the 'Nutzung' fields. A text area at the bottom contains the following description: 'Das Gebäude steht im Gebiet einer Altbergbaulandschaft im Erzgebirge. Das Erdgeschoss und das ausgebaute Dachgeschoss wird als Wohnraum genutzt. Der Keller dient als Lagerraum.'

Abb. 6: Eingabeformular Objektdaten 1

The screenshot shows the 'Baugrund' and 'Bauliche Merkmale' sections of the data entry form. The 'Baugrund' section contains a text area with the following description: 'Das Gebäude wurde auf der Aufschüttung einer Bergbauhalde errichtet. Unter dem Gebäude befindet sich in 18 m Tiefe ein ehemaliger Bergbauschacht. Die Umgebung des Gebäudes wurde in der Vergangenheit durch Gangeinbrüche beeinträchtigt.' The 'Bauliche Merkmale' section contains several dropdown menus: 'Art der Gründung' (keine Bodenplatte), 'Material der Kellerwände' (Naturstein), 'Baumaterial der Außenwände' (Vollziegel), 'Material des Kellerbodens' (Naturboden), and 'Art der Kellerdecke' (Holzbalkendecke). A text area at the bottom contains the following description: 'Die Teilunterkellerung wurde als Bruchsteingewölbe ausgeführt. Eine Bodenplatte wurde nicht ausgebildet. Die Holzdielung im Erdgeschoss, lagert auf der Aufschüttung.'

Abb. 7: Eingabeformular Baugrund/Bauliche Merkmale

Fallbeispiel_Messung

Messergebnisse

Fallbeispiel
Einfamilienhaus im Erzgebirge

Radonkonzentration vorher 3500 Bq/m³

Radonkonzentration danach 200 Bq/m³

Gebäudebereich Erdgeschoss

Raum alle Räume

Informationen zur Messung:

Aussage des Messwertes Mittelwert

Messgerät Unbekannt

zeitliche Klasse Unbekannt

zeitliche Einordnung Unbekannt

Fallbeispiel
Rathaus in Frankreich

Radonkonzentration vorher 1800 Bq/m³

Radonkonzentration danach 150 Bq/m³

Gebäudebereich Erdgeschoss

Raum Schlafzimmer

Informationen zur Messung:

Aussage des Messwertes Maximalwert

Messgerät Alphaguard

zeitliche Klasse 4 Wochen

zeitliche Einordnung Heizperiode

Abb. 8: Eingabeformular Messergebnisse

Schutzmaßnahme

Schutzmaßnahme	Art der Schutzmaßnahme
Abkopplung eines Gebäudebereiches	Sonderlösungen
Überdruckerzeugung im Gebäude	Sonderlösungen
Radondrainage	Unterdruckerzeugung im gebäudeangrenzenden Erdreich

Ändern

Ausführung der Schutzmaßnahme

Als Schutzmaßnahme wurde eine Überdruckerzeugung im Keller sowie eine Unterdruckerzeugung, unter dem nicht unterkellerten Bereich, realisiert. Das Kellergewölbe wird durch eine gasdichte Tür vom Wohnbereich abgekoppelt. Durch den Einbau eines 20 Watt-Kleinlüfters im Keller wird hier ein Überdruck erzeugt. Die Abdichtung des Fußbodens im Erdgeschoss erfolgt durch eine Stahlbetonbodenplatte. Auf der Oberseite werden Bitumenschweißbahnen mit Alu-Einlage aufgeklebt. Diese werden zu den Außenwänden aufgekantet und mittels Dickbeschichtung abgedichtet. Unter der eingebauten Stahlbetonbodenplatte wurde eine Radondrainage verlegt.

Absenkung der Radonkonzentration 96 %

Abb. 9: Eingabeformular Schutzmaßnahme 1

Kosten

Die Kosten für die Bauausführung betragen 22.500 € inklusive Mehrwertsteuer.

Kosten in €

Ergebnis

Der Einbau des überdruckerzeugenden Lüfters, in den Gewölbekeller, verhindert den Eintritt der radonhaltigen Bodenluft ins Gebäude. Im nicht unterkellerten Bereich wird durch die Radondrainage, ein Unterdruck unter der Bodenplatte erzeugt. Eine durchschnittliche Radonkonzentration von 200 Bq/m³ belegt die Wirksamkeit, der ausgeführten Radonschutzmaßnahmen. Die Radonkonzentration wurde um 96 % gesenkt.

Abb. 10: Eingabeformular Schutzmaßnahme 2

3.5 Webanwendung

Die Webanwendung befindet sich momentan im Entwurfsstadium. Es ist eine Oberfläche auf zwei Ebenen geplant. Dabei beinhaltet die erste Ebene die Suchfunktion sowie die Übersichtsdarstellung der gefilterten Fallbeispiele. Die Übersichtsdarstellung ist ein kurzer Abriss zu jedem Fallbeispiel. Diese stellt das Piktogramm, die Basisinformationen sowie wenige weitere charakteristische Eigenschaften dar. Der Anwender findet schnell geeignete Fallbeispiele. Auf der zweiten Ebene wird eine Detailansicht zu jedem Fallbeispiel dargestellt, diese kann in der Übersichtsdarstellung aufgerufen werden. Hier werden alle Informationen sowie Objektbilder und Messprotokolle ausführlich dargestellt.

3.6 Statistische Auswertung zu den Fallbeispielen

Die Statistische Auswertung wurde auf Grundlage der 70 aktuell in der Datenbank aufgenommenen Fallbeispiele erstellt.

Länder:

Die Datenbank umfasst momentan Fallbeispiele aus 11 Ländern. Die Schweiz ist mit 14 Datensätzen am stärksten vertreten. Weiterhin enthält die Datenbank eine große Anzahl von Datensätze aus Deutschland, Frankreich und Großbritannien.

Zeitperiode:

Fallbeispiele im Gebäudebestand bilden den größten Teil der Datenbank. Neubauprojekte sind kaum vorhanden. Die genaue Aufgliederung auf die Bauzeiten zeigt Abb.11.

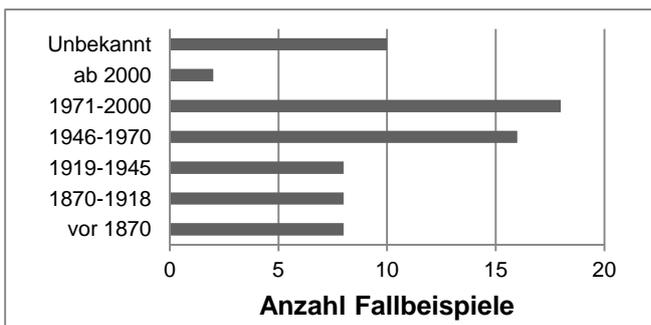


Abb. 11: Übersicht über die Zeitperioden

Nutzung:

Über die Hälfte der aufgenommenen Fallbeispiele (60%) sind Einfamilienhäuser. Die Schulen sind mit einem Anteil von 19 % vertreten. Mehrfamilienhäuser kommen auf einen Anteil von 14 %. Unter den verbliebenen 9 % befinden sich Büros, Kirchen und Kindergärten.

Kellerausbildung:

Die in Deutschland wenig verbreitete Hausbauweise ohne Kellergeschoss ist in der Kategorie der aufgenommenen Fallbeispiele mit 40 % am stärksten vertreten, was vor allen dadurch begründet ist, dass ein Großteil der Fallbeispiele nicht aus Deutschland stammt. Es folgt die Teilunterkellerung mit 26 % und die Vollunterkellerung mit 23 %. Den kleinsten Anteil stellen mit 9% die Kriechkeller dar.

Schutzmaßnahmen:

Abdichtungen und mechanische Lüftungssysteme wurden annähernd bei jedem zweiten Fallbeispiel verwendet. Eine detaillierte Aufstellung der angewendeten Schutzmaßnahmen zeigt Abb.12.

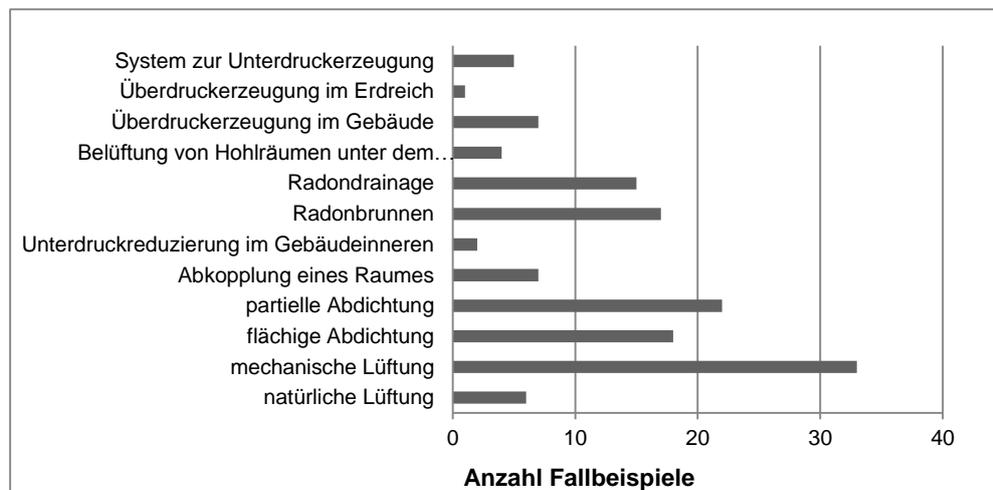


Abb. 12: Übersicht über die Schutzmaßnahmen

4 Literaturverzeichnis

- [1] Richtlinie 2013/59/EURATOM, vom 5. Dezember 2013 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:DE:PDF>
- [2] Tabelle „Empfehlungswerte verschiedener Institutionen zur Radonaktivitätskonzentration in Wohnräumen“, Internet: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/strahlenschutz/2354.htm> (besucht am: 24.07.2014)



WEITERBILDUNGSMAßNAHMEN ZUR RADONFACHPERSON IN BAYERN UND SACHSEN

ADULT EXTENDED EDUCATION AS A RADON SPECIALIST IN BAVARIA AND SAXONY

Grit Höfer¹⁾

Tobias Kloubert²⁾

¹⁾ Bauindustrieverband Sachsen/Sachsen-Anhalt e. V., Leipzig

²⁾ Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg

Zusammenfassung

In einem viertägigen Weiterbildungskurs wurden in den Freistaaten Bayern und Sachsen die ersten Radonfachpersonen ausgebildet. Neben einer umfangreichen theoretischen Ausbildung gehörte auch ein Praxistag zum Lehrprogramm. Bei einer Exkursion wurden verschiedene Projekte vor Ort untersucht, bei denen korrektive Maßnahmen zum radonsicheren Bauen realisiert wurden. Die Weiterbildungsmaßnahme endete mit einem Prüfungstag, der sich sowohl aus einer mündlichen als auch einer schriftlichen Prüfung zusammensetzte. Nach dem erfolgreichen Bestehen der Prüfung kann sich jeder Teilnehmer auf eine Liste der Radonfachpersonen setzen lassen, die beim Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft und beim Bayerischen Landesamt für Umwelt gemeinsam geführt wird. Die beiden Freistaaten erkennen die Weiterbildungsmaßnahme gegenseitig an und verweisen bei Anfragen zu Radonmessungen, zum radonsicheren Bauen und bei Sanierungsmaßnahmen auf die Radonfachpersonen zur fachlichen Begleitung. Ab 2018 muss die EURATOM-Richtlinie zum Strahlenschutz in nationales Recht umgesetzt werden. Die Wertschöpfungskette Bau wird vielfältig betroffen sein und eine frühzeitige Sensibilisierung aller am Bau Beteiligten ist wichtig. Durch die zusätzlichen Kompetenzen können Architekten und Bauingenieure künftig als verlässliche Partner und Berater für die Bauherren auftreten. Maßnahmen zum Radonschutz sind bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen und fachgerecht und rechtssicher bei der Bauabwicklung umzusetzen. Um die Radonfachpersonen und den Kreis der Radoninteressierten auch für die Zukunft stetig auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft zu halten und einen Austausch zwischen Fachpersonen und Baubranche zu fördern, wurde das Bayerische Radon-Netzwerktreffen ins Leben gerufen.

Summary

In a four-day training course, the first 'radon specialists' have been trained in Bavaria and Saxony. In addition to an extensive theoretical training a practice day was also part of the teaching program. During an excursion several projects were examined, where procedures for radon-proof construction have been carried out. The course program finished with an exam, which is made up of both an oral and a written part. After successfully passing the test, each participant can be put on a list of radon professionals which can be found on the homepages of the Saxon State Ministry for Environment and Agriculture and the Bavarian Environment Agency. In both German states the further education as a 'radon specialist' is accepted and it will be referred to this list in case of requests concerning radon

measurements, radon-proof constructions or radon renovation projects. As of 2018, the EURATOM Directive must be transposed into national law. The construction value chain will be affected in many ways and an early awareness of all those involved in construction is important. These additional skills give the architects and construction engineers the knowledge to act as a competent and reliable partner and consultant for the constructor. Procedures for radon protection are already important during the planning phase and have to be carried out properly and legally in the construction process. To keep the 'radon specialist' and the circle of radon interested parties informed on the current state of science and to promote an exchange between the 'radon specialist' and the construction industry, the Bavarian Radon network meetings will be launched.

1 Einführung

Am 5. Dezember 2013 wurde die Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates der Europäischen Kommission zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung erlassen. Diese muss innerhalb der nächsten vier Jahre in nationales Recht umgesetzt werden. Die Richtlinie enthält neue weitreichende Regelungen zum Schutz vor Radon in Innenräumen, sowohl in privaten als auch in öffentlichen Gebäuden. Für alle Innenräume wurde als Referenzwert, der nicht überschritten werden sollte, eine Radonkonzentration von 300 Bq/m³ im Jahresmittel festgelegt. Dadurch soll der Schutz der Gebäudenutzer vor Radon in Gebäuden im nationalen Strahlenschutzrecht verankert werden. Die Radonkonzentrationen in bestehenden Gebäuden sollen vermindert und neue Gebäude so errichtet werden, dass ein Radonzutritt mit baulichen Maßnahmen erheblich verringert wird.

Dies stellt sowohl die Verantwortlichen auf politischer Ebene als auch die gesamte Wertschöpfungskette Bau vor immense Aufgaben.

In den vergangenen Jahren hat sich darüber hinaus die Medienpräsenz um das Thema Radon stetig vergrößert. Sowohl in den Ministerien der Länder als auch in den ihnen unterstellten Ämtern resultierten vermehrt Bürgeranfragen zu Radon.

Damit künftig genügend qualifizierte Fachleute zur Verfügung stehen, müssten in den nächsten Jahren deutschlandweit vielfältige Aus- und Weiterbildungsprogramme im Bereich der beruflichen und universitären Fort- und Ausbildung angeboten werden. Bisher wird das Thema des baulichen Radonschutzes in der Ausbildung an Universitäten und Fachhochschulen kaum im Lehrplan berücksichtigt. Lediglich an der HTW Dresden wird seit einigen Jahren ein spezieller Kurs zum radonsicheren Bauen und Sanieren angeboten. Auch in der Berufsausbildung werden bisher keine oder nur ungenügende Kenntnisse zum radonsicheren Bauen vermittelt. Eine durchgängige Wissensvermittlung zum radonsicheren Bauen ist vom Facharbeiter, über den Polier zum Projektverantwortlichen und Planer bis hin zum Nutzer künftig unerlässlich.

Die Freistaaten Bayern und Sachsen haben mit den Weiterbildungskursen zur „Radonfachperson“ nun erstmals für Deutschland ein solches Ausbildungsprogramm angeboten. Mit Unterstützung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) wurden 2013 am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) zwei Fortbildungskurse angeboten. In Sachsen folgte im Frühjahr 2014 in Zusammenarbeit mit dem LfU, dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL), dem Kompetenzzentrums für radonsicheres Bauen und Sanieren (KORA e. V.) und dem Bauindustrieverbands Sachsen/Sachsen-Anhalt e. V. (BISA) ein dritter Kurs.

Die Zielgruppe der Auszubildenden waren dabei bereits im Beruf stehende Fachleute aus der Baubranche, wie Architekten, Bauingenieure, Lüftungstechniker und dem Baugewerbe angesiedelte Berufsgruppen, wie beispielsweise Energieberater.

Am Bayerischen Landesamt für Umwelt haben aus zwei vollständig belegten Kursen 36 Teilnehmer mit Erfolg abgeschlossen.

Aus dem analogen Weiterbildungskurs im Frühjahr 2014, der in Sachsen angeboten wurde, sind 19 Radonfachpersonen hervorgegangen. Diese Weiterbildungsmaßnahme wurde über die Bauakademie Sachsen des BFW Bau Sachsen e. V. organisiert und durchgeführt. Einer der Träger der

Bauakademie Sachsen ist der BISA. Eine weitere Fortbildungsmaßnahme in Sachsen wird derzeit vorbereitet und soll voraussichtlich im Frühjahr 2015 stattfinden.

Damit übernehmen Bayern und Sachsen für Deutschland eine Vorreiterrolle bei der Ausbildung und Weiterqualifizierung von Radonfachpersonen.

2 Ausbildungsmethoden

Die Aufgabengebiete einer Radonfachperson umfassen die:

- Beratung in Radonfragen
- Durchführung von Radonmessungen
- Durchführung von Radonsanierungen
- Berücksichtigung von Radon bei Neubauten
- Berücksichtigung von Radon bei energetischen Sanierungen

Tab. 1: Ausbildungsschema zur Radonfachperson in Bayern und Sachsen

Block 1: zweitägig	Grundlagen	Radioaktivität und Strahlenschutz, geogenes Radonpotential, Wirkung von Radon u. a.
	Spezialteil	Rechtsgrundlagen, Möglichkeiten der Radonsanierung, Lüftungstechnik, Vorsorgemaßnahmen u. a.
Block 2: eintägig	Praktischer Teil und Hausarbeit	Messtechnik, Besichtigung eines Sanierungsbeispiels, Bestandsaufnahme an Übungsobjekten, Besprechung der Hausarbeit zu einem Fallbeispiel, eigene Messungen u. a.
Block 3: eintägig	Präsentation Beispiele und Prüfung	schriftliche und mündliche Abschlussprüfung Verteidigung der Hausarbeit

Im ersten Kursteil werden den Auszubildenden theoretische Grundlagen zur Radioaktivität und zum Strahlenschutz vermittelt. Rechtsgrundlagen, Radonsanierungsmöglichkeiten und Vorsorgemaßnahmen zum Radonschutz gehören ebenfalls zum Lehrplan (Abb. 1 + 2).



Abb. 1: Gespräche mit Fachleuten



Abb. 2: Radonsanierungsbeispiele vorstellen

Der zweite Kursteil beinhaltet die Ausbildung am praktischen Sanierungsbeispiel. Dabei werden Gebäude, in denen bereits eine Radonsanierung stattgefunden hat oder diese noch im Gange ist vor Ort besucht. Die jeweils ermittelten Radoninnenraumkonzentrationen in unterschiedlichen Stadien der Sanierung werden miteinander verglichen und die jeweils angewandten Sanierungsarten erläutert und besprochen. In den Zeiträumen zwischen den Kursen erhalten die Teilnehmer außerdem Hausarbeiten zu weiteren ausgewählten Fallbeispielen und müssen eigenständig Radonmessungen mit Leihgeräten vornehmen und interpretieren.



Abb. 3 und 4: Praktische Beispiele zu Radonsanierungen

Den dritten Kursblock bildet die Präsentation und Bewertung der ausgewählten Fallbeispiele und der durch eigene Messungen erhaltenen Radonkonzentrationswerte. Abschließend müssen die Teilnehmer der Ausbildung ihr erworbenes Wissen sowohl in einer mündlichen als auch in einer schriftlichen Prüfung unter Beweis stellen.

Die Prüfungskommissionen sind dabei aus Vertretern beider Bundesländer, Bayerns und Sachsens zusammengestellt. Bei erfolgreichem Abschluss wird den Teilnehmern ein Zertifikat zur Radonfachperson ausgestellt, das von beiden Freistaaten gegenseitig anerkannt wird. Ebenso werden diese in eine gemeinsame Liste der Radonfachpersonen mit aufgenommen. Damit steht bei Anfragen rund um das Thema Radon ein Fundus an ausgebildeten Fachleuten bereit, auf die bei Radonanfragen verwiesen werden kann.

3 Radon-Netzwerktreffen

In Bayern wurde parallel zum Ausbildungsprogramm zur Radonfachperson das Bayerische Radon-Netzwerk gegründet. Sein Ziel ist es, die Radonfachpersonen und weitere Radoninteressierte, beispielsweise aus der Baubranche, in regelmäßigen Abständen zusammen zu bringen und über aktuelle Themen zu Radon zu informieren. Dadurch soll fundiertes Fachwissen ausgebaut und die Qualität von Dienstleistungen gefördert werden. Der Austausch über Dienstleistungsangebote rund um Radon, die Vernetzung von Kooperationspartnern und die Vermittlung und Förderung von Schulungs- und Fortbildungsmaßnahmen stehen daher im Zentrum der Veranstaltungen.

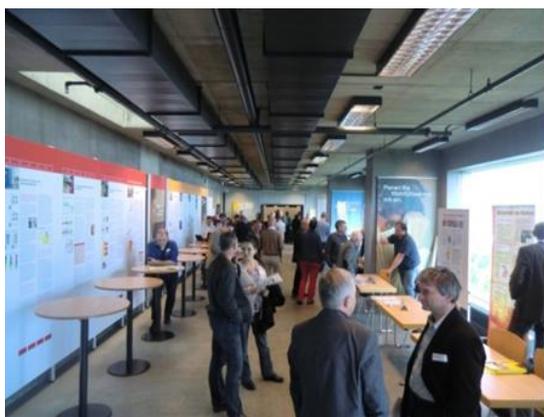


Abb. 5 und 6: das Bayerische Radon-Netzwerktreffen

Zum ersten Netzwerktreffen wurde im Januar 2013 eingeladen. Dabei wurden auch die geplanten Weiterbildungsmaßnahmen zur Radonfachpersonen vorgestellt. Bereits beim zweiten Radon-Netzwerktreffen im September konnten die Radonfachpersonen des ersten Ausbildungskurses vorgestellt werden. Das Bayerische Landesamt für Umwelt kooperiert bei den Veranstaltungsorten für das Radon-Netzwerktreffen mit dem Bauzentrum München, wo das 4. Radon-Netzwerktreffen am 30.09.2014 stattfinden wird. Die Schwerpunkte werden auf der Risikokommunikation und dem weiteren Ausbau der Zusammenarbeit von Radonfachpersonen mit der Bauindustrie liegen.

4 Literaturhinweise

- [1] Liste der Radonfachpersonen in Sachsen und Bayern: www.lfu.bayern.de/radon-netzwerk
- [2] Bauindustrieverband Sachsen/Sachsen-Anhalt e. V.: <http://www.bauindustrie-ssa.de/>
- [3] Bauzentrum München: http://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Energieeffizientes_Bauen.html
- [4] KORA - Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung zum Radonsicheren Bauen und Sanieren e. V.: <http://www2.htw-dresden.de/~Radon/kora/start.htm>
- [5] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz: <http://www.stmuv.bayern.de/>
- [6] Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: <http://www.smul.sachsen.de/>
- [7] Helmholtz Zentrum München: <http://www.helmholtz-muenchen.de/>
- [8] Radonfachpersonen der Schweiz: <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00046/05579/index.html?lang=de>



UMSETZUNG DER EU-BSS IM RADONSCHUTZ AM BEISPIEL ÖSTERREICH

IMPLEMENTATION OF THE EU-BSS REQUIREMENTS REGARDING RADON IN AUSTRIA

Valeria Gruber
Wolfgang Ringer

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Abteilung Radon und Radioökologie, Österreichische Fachstelle für Radon, Linz, Österreich

Zusammenfassung

Basierend auf den neuen EU-BSS sind alle Mitgliedsstaaten verpflichtet, eine Strategie zu entwickeln, um die langfristigen Risiken durch Radon-Exposition zu behandeln, festgelegt im Nationalen Radon-Maßnahmenplan. Dieser Beitrag zeigt sowohl die derzeitigen rechtlichen Grundlagen zum Thema Radonschutz und den Status der Radon-Aktivitäten in Österreich auf. Darüber hinaus werden die Strategien und nötigen Schritte zur Umsetzung der Forderungen der EU-BSS in österreichisches Recht diskutiert und die Themenbereiche zur Erarbeitung eines Radon-Maßnahmenplans vorgestellt.

Summary

Based on the new EU-BSS all member states will be obliged to design a strategy to address long-term risks from radon exposure, laid down in the "national radon action plan". This paper presents the current legal basis regarding radon in Austria, the status of radon activities as well as the strategies and necessary steps to implement the EU-BSS requirements into Austrian law and establish an Austrian radon action plan.

1 Einleitung

Das Radonthema wird in Österreich schon seit über 100 Jahren behandelt. Erste Radonmessungen in Wasser wurden schon Anfang des 20. Jahrhundert durchgeführt, hauptsächlich zur Suche nach radonhaltigen Quellen für medizinische Anwendungen. Radonmessungen in Luft begannen nach dem 2. Weltkrieg, und bis in die 1970er Jahre wurden bereits mehrere tausend Messungen in Arbeitsplätzen (Höhlen, Minen) und in Wohngebäuden durchgeführt. Dennoch dauerte es bis Anfang der 1990er Jahre, bis eine systematische und koordinierte Untersuchung der Radonsituation in Österreich begann.

Im Zuge des österreichischen nationalen Radonprojektes (ÖNRAP) [1], [2] wurden zwischen 1992 und 2002 über 20.000 Radonmessungen in ungefähr 9.000 österreichischen Wohngebäuden durchgeführt. Die daraus ermittelte durchschnittliche Radonkonzentration in Österreich liegt bei etwa

100 Bq/m³, kann aber in Einzelfällen deutlich höher liegen (abhängig von geologischen Gegebenheiten und gebäudephysikalischen Parametern). Damit ist Österreich weltweit eines der Länder mit der höchsten durchschnittlichen Radonkonzentration (siehe RADPAR, [3]). Laut der europäischen Pool-Studie von 13 epidemiologischen Studien [4] steigt das Lungenkrebsrisiko um 16% pro 100 Bq/m³ Radonkonzentration. Radon verursacht in Österreich pro Jahr ca. 400 Lungenkrebstote.

2 Rechtliche Grundlagen in Österreich

In Österreich besteht keine gesetzliche Regelung hinsichtlich der Radonkonzentration in Wohnungen, d.h. es gibt keine Grenzwerte, die eingehalten werden müssen. Basierend auf den Veröffentlichungen der Europäischen Kommission [5] und der Internationalen Strahlenschutzkommission 1990 [6] hat jedoch die **Österreichische Strahlenschutzkommission 1992** eine **Empfehlung betreffend „Richtwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen“** herausgegeben [7]. Diese beinhaltet vier Eckpfeiler – die Festsetzung eines Eingreifrichtwertes für bestehende Gebäude von 400 Bq/m³ und eines Planungsrichtwertes für Neubauten von 200 Bq/m³, die Erstellung einer Radonpotenzialkarte, die Erstellung von Richtlinien für Vorsorge- und Sanierungsmaßnahmen und die Information der Bevölkerung über Radon.

Diese Empfehlung bildete die Basis für Radonprogramme und -aktivitäten bis zur Aufnahme von Radon in die Novellierung des **österreichischen Strahlenschutzgesetzes (StrSchG) 2004 in § 38b** – „Festlegungen betreffend Radon in Wohnungen“ [8]: „Das zuständige Ministerium ist demnach verpflichtet, alle verfügbaren Radonmessdaten in einer zentralen Datenbank zu erfassen, entsprechendes Kartenmaterial zu erstellen, die Öffentlichkeit über die Gebiete mit erhöhter Radonkonzentration zu informieren und Empfehlungen für die Reduzierung der Exposition auszuarbeiten. Die Informationen sind der Bevölkerung bzw. den Länderbehörden zugänglich zu machen.“

2008 wurde die **Natürliche Strahlenquellenverordnung (NatStrV, [9])** verlautbart, als Teil der Umsetzung der 96/29/Euratom Richtlinie [10]. Die NatStrV regelt den Strahlenschutz betreffend natürlicher terrestrischer Strahlenquellen für Arbeitskräfte sowie Einzelpersonen der Bevölkerung. Arbeitsplätze mit potenziell erhöhten Radon-Expositionen (wie Wasserwerke, untertägige Arbeitsbereiche, Besucherbergwerke, Radon-Kuranstalten) sind im Geltungsbereich dieser Verordnung angeführt. Ausdrücklich nicht dem Geltungsbereich der Verordnung unterliegen Expositionen durch Radon in Wohnungen und Expositionen infolge des natürlichen Strahlenniveaus.

Baurecht ist in Österreich Ländersache, aber es gibt eine Harmonisierung über die Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB), und seit 2007 ist Radon in der **OIB-Richtlinie 3**, Kapitel 8, Schutz vor gefährlichen Immissionen, explizit erwähnt [11]. In den meisten Bundesländern sind die OIB-Richtlinien verbindlich erklärt.

Auf Basis der Ergebnisse der diversen Radon-Untersuchungen und –Projekte, welche seit den 1990ern in Österreich durchgeführt wurden, wurde die dreiteilige ÖNORM-Reihe S 5280 [12], [13], [14] veröffentlicht. Diese behandelt die Themen Radonmessungen, Radonvorsorgemaßnahmen und Radonsanierungsmaßnahmen bei Gebäuden. Zusätzlich wird in der ÖNORM S 5200 [15] der Schutz der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide (externe Bestrahlung und Inhalation von Radon und Radonfolgeprodukte) aus Baumaterialien geregelt. Im Zuge der Veröffentlichung der NatStrV wurde auch die zweiteilige ÖNORM-Reihe S 5223 [16], [17] ausgearbeitet, die die Abschätzung der effektiven Dosis bei Arbeiten mit natürlichen radioaktiven Stoffen behandelt. Das Verfahren zur Bestimmung des Anteils des natürlichen Radonniveaus bei Arbeiten mit natürlichen radioaktiven Stoffen wird in der technischen Regel ONR 195223 [18] festgelegt.

Mit diesen rechtlichen Grundlagen wurden auch die bis jetzt gültigen europäischen Empfehlungen und Richtlinien betreffend Radon erfüllt. Im Jänner 2014 wurde die neue Richtlinie des Rates zur „Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung“ (EU-BSS) veröffentlicht (Richtlinie 2013/59/EURATOM, [19]).

Damit ist der Radonschutz in Wohngebäuden erstmals in einer EU Richtlinie enthalten. Der Radonschutz wird in drei Artikeln behandelt – Radon am Arbeitsplatz (Artikel 54), Radonexposition in Innenräumen (Artikel 74) und der Radonaktionsplan (Artikel 103). Die EU-BSS sind bis 6. Februar 2018 in nationale Rechts- und Verwaltungsvorschriften umzusetzen.

3 Status der österreichischen Radonaktivitäten

Wie oben erwähnt, wurden im Zuge des **österreichischen nationalen Radonprojektes (ÖNRAP)** zwischen 1992 und 2002 über 20.000 Radonmessungen in ungefähr 9.000 österreichischen Wohngebäuden durchgeführt. Auf Basis der Messergebnisse des ÖNRAP wurde das „Radonpotenzial“ abgeleitet, ein von speziellen Eigenheiten einzelner Messungen (z.B. Art des Hauses oder Stockwerk, in welchem die Messungen durchgeführt wurden) unabhängiger Wert, der ein Gebiet hinsichtlich seiner Radongefährdung charakterisiert (Details siehe [1] und [2]). Daraus wurde die **Radonpotenzialkarte** für Österreich erstellt, unterteilt in 3 Potenzialklassen. Die so erstellte Radonpotenzialkarte wurde mit Daten der seither durchgeführten Radonmessungen, vor allem durch geförderte Radonmessungen in Oberösterreich, erweitert (siehe Abb. 1). Rund 7% aller Gemeinden liegen in der Radonpotenzialklasse 3, ca. 1/5 in 2 oder 3 (siehe auch: www.radon.gv.at).

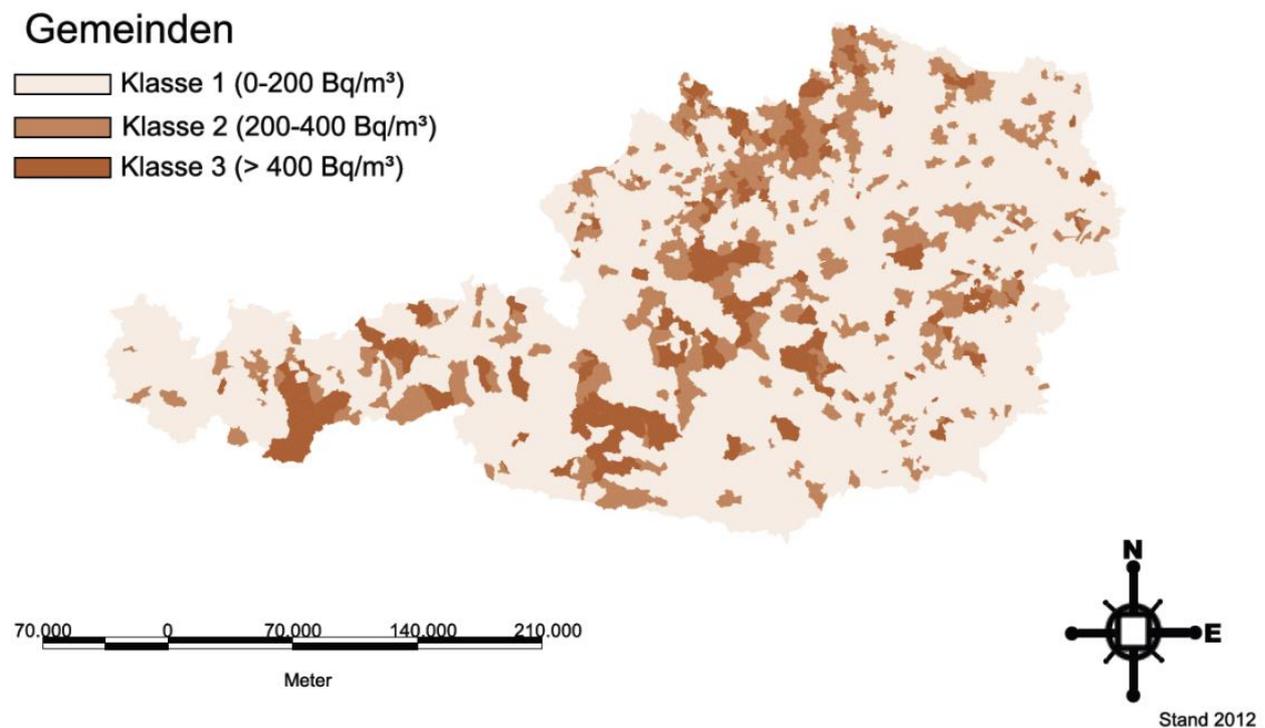


Abb. 1: Radonpotenzialkarte von Österreich, Stand 2012 [20]

Alle Radonmessungen werden, wie im StrSchG [8] gefordert, in einer **zentralen Radondatenbank** gespeichert. Diese umfasst derzeit ca. 30.000 Datensätze, mit einer direkten Portalanbindung für die Messstellen, die Bundesländer und das Ministerium. Zusätzlich zu den Ergebnissen der Radonmessungen werden auch relevante Informationen über Haustyp, Art der Messung und erfolgte Vorsorge- und Sanierungsmaßnahmen gespeichert.

Die zentrale Radondatenbank wird von der **Österreichischen Fachstelle für Radon** betreut. Die Fachstelle wurde, ebenfalls basierend auf der Aufnahme von Radonschutz in das StrSchG [8], 2006 gegründet, in die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) eingebettet und wird vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) finanziert. Das primäre Ziel der Fachstelle ist, die Radonaktivitäten in Österreich zu koordinieren, sie dient außerdem als Kommunikations- und Informationsplattform für Behörden und die Bevölkerung und berät die Behörden und Entscheidungsträger. Derzeit ist die Fachstelle beauftragt, die Österreichische Radonstrategie und den Radonmaßnahmenplan auszuarbeiten, sowie die Radonkarte zu verbessern, Strategien zur Radon-Öffentlichkeitsarbeit zu erarbeiten und Studien zum Thema durchzuführen (siehe auch unten). Im Zuge der Öffentlichkeitsarbeit wird von der Fachstelle bereits derzeit eine telefonische Radon-Infoline angeboten, sowie via Homepage, Broschüren etc. Information zum Thema Radon zur Verfügung gestellt.

In Hinblick auf Reduktion der Strahlenbelastung der Österreicher durch Radon sind bereits zahlreiche Studien und Maßnahmen in Österreich durchgeführt worden – sowohl in **Messkampagnen** in Privathäusern (z.B. ÖNRAP), als auch in ca. 800 Kindergärten, ca. 350 Schulen und ca. 450 Amtsgebäuden und diversen speziellen Arbeitsplätzen. Auch Projekte zur Evaluierung von **Radonvorsorgemaßnahmen** und **Sanierungsmaßnahmen** wurden bereits durchgeführt und neue sind am Laufen, welche als Basis für die oben genannte ÖNORMEN dienen und die Ergebnisse der neuen Studien sollen zur Überarbeitung verwendet werden.

Obwohl in Österreich bereits schon viel zum Thema Radonschutz passiert ist, und schon viel Wissen über das Thema existiert, gibt es in der praktischen Umsetzung des Wissens und der Aufklärung der Bevölkerung und der Entscheidungsträger noch viel zu tun. Dies soll mit einer umfassenden Radonstrategie (siehe unten) erreicht werden.

4 Strategien zur Umsetzung der EU-BSS im Radonschutz

Die Aufnahme von Radon in die EU-BSS liefert die rechtliche Basis für einen gesetzlich geregelten Radonschutz in den Mitgliedsstaaten. In Österreich wurde, wie oben bereits diskutiert, schon seit 20 Jahren intensiv durch diverse Projekte und Programme am Radonschutz gearbeitet. Die Erstellung eines Nationalen Radonmaßnahmenplan, wie in Artikel 103 der EU-BSS gefordert, gibt die Möglichkeit, diese Aktivitäten besser zu koordinieren, die Bereiche zu evaluieren, in denen noch Handlungsbedarf besteht, und eine Struktur und einen Plan für die nötigen rechtlichen, wissenschaftlichen und praktischen Entscheidungen und Tätigkeiten der nächsten Jahre festzusetzen.

Derzeit ist die Strategie zur Umsetzung der EU-BSS im Radonschutz in Österreich in Ausarbeitung, federführend von der Österreichischen Fachstelle für Radon (siehe oben), die vom BMLFUW dafür beauftragt wurde. Die Strategie beinhaltet mehrere Schritte – einen Plan für die nötigen Maßnahmen, die noch vor der Gesetzesänderung zur Umsetzung der EU-BSS in den nächsten Jahren erfolgen müssen, und einen Radon-Maßnahmenplan, wie in den EU-BSS gefordert, der dann nach der Umsetzung in österreichisches Recht gültig ist und eine Radonstrategie für die nächsten Jahre enthalten wird.

Als erster Schritt wurden für die Radonstrategie Themenbereiche identifiziert, die für die Umsetzung der EU-BSS und für den zukünftigen Radonmaßnahmenplan von Bedeutung sind, basierend auf den zu erfüllenden Punkten in den relevanten Artikeln und Liste in Anhang XVIII der EU-BSS. Der Status (siehe auch Kapitel 3) und der Handlungsbedarf zu Erreichung des gesteckten Ziels werden für alle

Themenbereiche erarbeitet. Die identifizierten Themenbereiche der Radonstrategie sind nachfolgend kurz diskutiert.

Zur Revision und **Anpassung der Rechtsmaterien** ist der wesentliche Punkt die Festlegung eines Referenzwerts, da der derzeitige Planungsrichtwert von 400 Bq/m³ nicht den Forderungen der EU-BSS entspricht. Die festgelegten Referenzwerte sollen nach dem ALARA-Prinzip so niedrig als möglich gewählt werden, aber müssen auch technisch und wirtschaftlich verwirklicht sein. Eine Erarbeitung der Entscheidungsgrundlagen z.B. auf Basis von Kosten-Wirksamkeits-Beurteilungen muss erfolgen. Auch alle bereits bestehenden Rechtsmaterien (siehe Kapitel 1) müssen geprüft werden, ob sie den Forderungen der EU-BSS genügen und gegebenenfalls überarbeitet werden.

Ein wesentlicher Punkt in der Radonstrategie ist die Erstellung einer zuverlässigen Basis zur **Beurteilung des Radonrisikos** in Österreich – vor allem in Hinsicht auf zielgerichteten Einsatz von Ressourcen, Maßnahmen und Förderungen in Gebieten mit erhöhtem Radonrisiko. Mit der Radondatenbank und der Radonpotentialkarte (siehe oben) ist bereits eine Basis dazu vorhanden, die bestehende Radonpotentialkarte basiert allerdings auf oft nur 3-5 Messungen pro Gemeinden, es wurden unterschiedliche Messsysteme verwendet und auch Kurzzeitmessungen integriert. Daher ist eine Verbesserung wünschenswert, um „Radongebiete“, wie in den EU-BSS (Artikel 103 (3)) gefordert, zu ermitteln. Die Definition dieser Gebiete dient ja als Grundlage für weitere Entscheidungen, z.B. Messungen an Arbeitsplätzen (EU-BSS, Artikel 54 (2)). In Österreich sollen Radon-Messkampagnen weiterhin gefördert werden, und gezielte Kampagnen und Studien zur Verbesserung der Radonpotentialkarte wurden bereits gestartet bzw. sind geplant. Daraus sollen verlässliche Radonkarten erstellt werden, als Basis für Entscheidungen für Behörden und Entscheidungsträger für verschiedene Gesichtspunkte (Arbeitsplätze, Priorisierung von Messkampagnen, Vorsorgemaßnahmen). Das Radonrisiko soll zur Feststellung des Trends und Evaluierung der Wirksamkeit der Maßnahmen regelmäßig neu abgeschätzt und bewertet werden.

Um langfristig die mittlere Radonkonzentration und die dadurch verursachte Strahlenbelastung der Österreicher zu senken, ist es unumgänglich, effiziente **Radonschutzmaßnahmen** bereits **bei der Planung und Errichtung von Gebäuden** zu berücksichtigen. Dadurch soll erreicht werden, dass kein Neubau Radonkonzentrationen über den Referenzwert aufweist, gemäß ALARA Prinzip soll die Radonkonzentration in neuen Gebäuden durch einfache und kostengünstige Maßnahmen so niedrig als möglich gehalten werden. Dafür ist ein fundiertes Wissen über bauliche Radonvorsorgemaßnahmen nötig und muss der Radonschutz noch stärker in Baurecht und Baubewilligungen verankert und berücksichtigt werden. Dazu ist die Aufklärung und Ausbildung von Baufachleuten und den zuständigen Behörden von besonderer Bedeutung. Ein Einbinden von Radon als Parameter in Gebäudezertifikate und Förderung der Marke „radonsicheres Bauen“ ist zu diskutieren, sowie die relevante ÖNORM regelmäßig zu überarbeiten.

Ein weiterer Punkt der Radonstrategie ist **die Reduktion der Radonkonzentration in bestehenden Wohngebäude und Wohnungen** unter den Referenzwert, bzw. so niedrig als möglich, zur Senkung des individuellen Radonrisikos der Bewohner. Dafür sollen Messkampagnen in privaten Wohnhäusern und Wohnungen gefördert werden, um diese Wohnungen zu finden und sowohl die Bevölkerung aufzuklären als auch Baufachleute und relevante Zielgruppen auszubilden. Dafür soll das Wissen über effiziente, kostengünstige Sanierungsmaßnahmen durch Studien erweitert werden und in die Überarbeitung der relevanten ÖNORM einfließen. Ein relevanter Punkt ist auch die Schaffung einer Basis für das Thema Radon bei Immobilientransfer und Mietschutz (z.B. Methodenentwicklung für aussagekräftige Kurzzeitmessungen).

Der **Radonschutz** zielt außerdem darauf ab, dass Beschäftigte und die Bevölkerung durch Aufenthalt **an ihrem Arbeitsplatz oder in öffentlichen Gebäuden** keiner unververtretbaren Radonkonzentration ausgesetzt sind. Dafür müssen laut EU-BSS Referenzwerte von maximal 300 Bq/m³ für alle diese Bereiche festgelegt werden, wofür in Österreich erst eine rechtliche Grundlage geschaffen werden und die bestehende Natürliche Strahlenquellenverordnung angepasst werden muss. Als Entscheidungsgrundlage sollen Studien zu Abschätzung des Risikos an Arbeitsplätzen sowie Machbarkeitsstudien gefördert und durchgeführt werden. Wesentlich dafür ist die Definition von „Radongebieten“ (siehe oben). Messkampagnen in öffentlichen Gebäuden und an allgemeinen Arbeitsplätzen sollen gefördert werden und die Verpflichteten und Arbeitnehmer zum Thema aufgeklärt werden.

Für eine zuverlässige Evaluierung und Bewertung von Radonexpositionen von Einzelpersonen aus der Bevölkerung oder Arbeitskräfte sind **qualitätsgesicherte Radonmessungen** die Basis. Auch

bauliche **Radonschutzmaßnahmen** (Vorsorge, Sanierung) müssen, wenn von Firmen angeboten, einem Qualitätsstandard folgen. Daher ist die Etablierung eines Qualitätssicherungs-Prozedere (ev. Zertifizierung, Anbieten von Ringversuchen, Kalibrierstellen) für Anbieter von Radonmessungen, Sanierungen und Vorsorgemaßnahmen nötig. Darüber hinaus soll Methodenwicklung für neue Anwendungsbereiche (z.B. verlässliche Kurzzeitmessungen bei Immobilientransfer) gefördert werden, und regelmäßig die relevanten Rechtsmaterien (Normen) auf den aktuellen Stand der Technik gebracht werden.

Für die Umsetzung der meisten oben genannten Themenbereiche ist ein wesentlicher Punkt zur Umsetzung und Verwirklichung, den **Radonschutz** in die **Ausbildung** von verschiedenen relevanten Fachbereichen einfließen zu lassen. Das Radonthema soll einerseits in die fachbezogenen schulische und universitären Ausbildungen (v.a. Bausektor, Gesundheitssektor) verankert werden, als auch in spezifischen Schulungen von bereits tätigen Baufachleuten, Bausachverständigen, Behördenvertretern, Ärzten. Dafür müssen die relevanten Zielgruppen und deren Erreichbarkeit identifiziert werden und eine spezifische Ausbildungsstrategie ausgearbeitet werden. Auch ein Zertifizierungssystem der Ausgebildeten muss diskutiert werden.

Generell ist eine **Sensibilisierung der Bevölkerung und der Entscheidungsträger** nötig, sodass die Bevölkerung über das Radonthema informiert ist und die Entscheidungsträger das Thema aktiv mittragen. Als Grundlage für ein größeres Radonbewusstsein der künftigen Generationen soll das Radonthema bereits in den schulischen Bereich eingebunden werden. Generell soll eine grundlegende Radon-Sensibilisierungs-Strategie für die Bevölkerung erarbeitet werden, mit einbeziehen von Medien und Journalisten, Informationen für Bauherren, Arbeitnehmer und Arbeitgeber, Berufsverbände, Aufklärung durch Ärzte, Veröffentlichung von Radonbroschüren, aktuelle Radonkarten und Ergebnissen von Studien, etc. Die Radon-Aufklärungsarbeit soll auch regelmäßig auf ihre Wirksamkeit evaluiert werden und dementsprechend angepasst werden.

Zusätzlich zu den bis jetzt diskutierten Themenbereichen soll der **Radonschutz mit anderen Themen verknüpft** werden und somit Synergien genutzt werden, für eine breitere Akzeptanz und administrativen Erleichterungen. Radonschutz kann vor allem mit Themenbereichen wie Innenraumluftqualität oder Rauchen verknüpft werden. Vor allem sollen auch Studien über den Einfluss von thermischen Sanierungen auf die Radonkonzentration in Wohngebäuden gefördert werden und Bauherren und Baufachleute auf mögliche negative Auswirkungen sensibilisiert werden.

Diese Themenbereiche bilden die Grundlage für die Ausarbeitung einer Radonstrategie in Österreich, sowohl in Hinblick auf noch nötige Schritte zur Gesetzesanpassung zur Umsetzung der EU-BSS bis Februar 2018, als auch für einen langfristigen Radonmaßnahmenplan, wie in den EU-BSS gefordert. Die Effizienz der Radonschutz-Maßnahmen muss regelmäßig evaluiert werden, und der Radonmaßnahmenplan dementsprechend angepasst und aktualisiert werden.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Friedmann, H. et al.: Das österreichische nationale Radonprojekt – ÖNRAP. Projekt Endbericht, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend, Wien, 2007 Internet: <http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/umwelt/strahlen-atom/strahlenschutz/radon/radonmessung/oenrapprojektendbericht.pdf> (besucht am 12.8.2014)
- [2] Friedmann, H.: *Final Results of the Austrian Radon Project*, Health Physics, Vol. 89 (4), pp. 339-348, 2005
- [3] Bartzis, J. et al.: RADPAR – Final Scientific Report, 2012 Internet: <http://web.jrc.ec.europa.eu/radpar/project.cfm> (besucht am 12.8.2104)
- [4] Darby S. et al.: Radon in Homes and Risk of Lung Cancer: Collaborative Analysis of Individual Data from 13 European Case-Control Studies, *BMJ* 2005;330:223, 2005

- [5] European Commission: *Commission Recommendation of 21 February 1990 on the protection of the public against indoor exposure to radon (90/143/Euratom)*, Brüssel, 1990
- [6] ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 60. Annals of the ICRP Vol. 21 No. 1-3; 1990
- [7] Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz (BMGSK): 58. Sitzung am 29. Juni 1992. *Empfehlung der Strahlenschutzkommission betreffend „Richtwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen“*, In: Radon in Österreich 1993m Beiträge, Forschungsberichte, BMGSK, Sektion III, Bd. 3/94, Wien, 1994
- [8] Republik Österreich: *Strahlenschutzgesetz – StrSchG*, Änderung BGBl. I Nr. 137/2004
- [9] Republik Österreich: *Natürliche Strahlenquellen-Verordnung – NatStrV*, BGBl. II Nr. 2/2008
- [10] Council of the European Union: Council directive 96/29/EURATOM of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers from ionizing radiation, ABl. Nr. L 139 , 29.6.1996
- [11] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB-Richtlinie 3, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, OIB-330.3-023/11, Oktober 2011 Internet: http://www.oib.or.at/sites/default/files/ri3_061011_0.pdf (besucht am 12.8.2104)
- [12] ÖNORM S-5280-1. *Radon – Messverfahren und deren Anwendungsbereiche*, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2008
- [13] ÖNORM S-5280-2. *Radon – Technische Vorsorgemaßnahmen bei Gebäuden*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2012
- [14] ÖNORM S-5280-3. *Radon – Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2005
- [15] ÖNORM S-5200: *Radioaktivität in Baustoffen*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2009
- [16] ÖNORM S-5223-1: *Abschätzung der effektiven Dosis bei Arbeiten mit natürlichen radioaktiven Stoffen, Teil 1: Verfahren*, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2007
- [17] ÖNORM S-5223-2: *Abschätzung der effektiven Dosis bei Arbeiten mit natürlichen radioaktiven Stoffen, Teil 2: Dosisbestimmung*, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2008
- [18] ONR-195223: *Verfahren zur Bestimmung des Anteils des natürlichen Radonniveaus (geogener Radonhintergrund) bei Arbeiten mit natürlichen radioaktiven Stoffen*, Normungsinstitut, Wien, 2009
- [19] Rat der Europäischen Union, *Richtlinien 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom*, Amtsblatt der Europäischen Union, L13, 17. Januar 2014
- [20] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES): *Radonpotenzialkarte von Österreich, basierend auf ÖNRAP Daten, Stand 2012; verfügbar bei AGES, Österreichische Fachstelle für Radon*, Linz, 2014



KINDER VOR RADON SCHÜTZEN IN DER SCHWEIZ

PROTECTION OF CHILDREN AGAINST RADON IN SWITZERLAND

Martha Palacios (Gruson)

Bundesamt für Gesundheit (BAG), Bern Schweiz

Zusammenfassung

Die aktuelle Revision der Schweizerischen Strahlenschutzgesetzgebung bietet die Möglichkeit, den Radonschutz von Kindern zu verbessern. Es ist vorgesehen, Schulen und Kindergärten vermehrt zu messen und falls nötig, prioritär zu sanieren.

Summary

The current revision of the Swiss legislation on radiation protection offers the opportunity to improve radon protection for children. It is planned to increase the number of radon measurements in schools and kindergartens, and to remediate them as a priority if necessary.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren haben die internationalen Organisationen neue Empfehlungen zu Radon veröffentlicht. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) hat die Situation für die Schweizer Bevölkerung neu beurteilt und entsprechende Massnahmen im «Aktionsplan Radon 2012–2020» vorgeschlagen, welcher vom Bundesrat im Mai 2011 genehmigt wurde [1]. Dieser Aktionsplan stützt sich auf das Radonhandbuch der Weltgesundheitsorganisation von 2009 [2] und auf die Publikation 115 der Internationalen Strahlenschutzkommission von 2010 [3].

2 Revision der Strahlenschutzverordnung

Die Anpassung der gesetzlichen Bestimmungen an die neuen internationalen Standards ist eine der wichtigsten Massnahmen des Radonaktionsplans. Dabei wird die Kompatibilität mit den grundlegenden Sicherheitsnormen der Europäischen Union vom November 2013 [4] erzielt. Im Rahmen der aktuellen Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) [5] ist vorgesehen, die geltenden Richt- und Grenzwerte von 400 Bq/m³ und 1000 Bq/m³ (im Jahresmittelwert) für Radon in Wohn- und Aufenthaltsräumen durch einen einzigen Referenzwert von 300 Bq/m³ (im Jahresmittelwert) unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips zu ersetzen. Orte, in welchen sich

Kinder regelmässig während mehreren Stunden pro Tag aufhalten, werden als Aufenthaltsräume betrachtet.

Die Übernahme von 300 Bq/m³ als Referenzwert hätte zur Folge, dass alle Regionen der Schweiz von den Schutzmassnahmen betroffen sein könnten, was die Bereitstellung eines effizienten, für die kantonalen Vollzugsbehörden leicht umsetzbaren Dispositivs mit einem guten Kosten-Nutzen-Verhältnis erfordert. Die neue Fassung der StSV sieht deshalb nicht mehr vor, gezielt Gebäude mit erhöhten Radonkonzentrationen in Radongebieten zu identifizieren und zu sanieren, sondern den Fokus auf präventive Radonschutzmassnahmen für Neu- und Umbauten in allen Regionen zu legen.

3 Kinder vor Radon schützen

Trotz diesem Systemwechsel soll aufgrund des Vorsorgeprinzips in Schulen und Kindergärten vermehrt gemessen werden, was ebenfalls im Radonaktionsplan 2012-2020 festgehalten ist. Es wurden schon mehrere Pilotstudien mit Beteiligung der interessierten Kantone durchgeführt.

3.1 Pilotstudie im Kanton Aargau

Im Winter 2009/2010 hat der Kanton Aargau alle öffentlichen Schulen und Kindergärten auf Radon untersucht [6]. Während drei Monaten wurden passive Radondosimeter in mehreren Schulräumen im Unter- und Erdgeschoss von über 1200 Gebäuden exponiert.

Die Resultate der Kampagne zeigten einen überraschend hohen Sanierungsbedarf auf: fast 50 Gebäude müssten allein aufgrund von Überschreitungen des aktuellen Grenzwertes von 1000 Bq/m³ gemäss StSV saniert werden. Einige betroffene Gebäude konnten bereits in den Sommerferien durch ausgebildete Radonfachpersonen [7] saniert werden. Für alle betroffenen Schulräume mit Grenzwertüberschreitungen konnte schon vor Schuljahresbeginn eine Übergangslösung bis zur Sanierung gefunden werden.

Zudem haben Schulräume in fast 160 Gebäuden eine Radonkonzentration von über 300 Bq/m³ aufgezeigt. Der Kanton Aargau hat für diese Fälle folgende Empfehlung herausgegeben:

- Die Räume mit einer Radonkonzentration von über 600 Bq/m³ sollten so rasch wie möglich saniert werden und bis zur erfolgreichen Sanierung nur noch eingeschränkt als Schulräume benutzt werden.
- Die Sanierung der Räume von über 300 Bq/m³ sollte in den nächsten Jahren vorgesehen werden. Bis dahin sollten die Räume vor der Benutzung regelmässig gut gelüftet werden.

Diese ausführliche Pilotstudie wurde als Grundlage für die Vorbereitung der künftigen Kinderschutzstrategie vor Radon angewendet.

3.2 Künftige Kinderschutzstrategie vor Radon

Im Rahmen der Revision der StSV wird aufgrund des Vorsorgeprinzips vorgeschlagen, dass anerkannte Radonmessungen in Schulen und Kindergärten vervollständigt werden. Eine Arbeitsgruppe des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS) ist zurzeit daran, ein Radon-Messprotokoll für Schulen und Kindergärten zu entwickeln, damit eine möglichst genaue Abschätzung des Jahresmittelwerts der Radonkonzentration erreicht werden kann. Falls eine Überschreitung in einem Schulraum festgestellt wird, sollte diese wenn möglich durch eine aktive Messung während der

eigentlichen Aufenthaltszeit der Kinder bestätigt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Radonkonzentration zeitliche Schwankungen vorweist, insbesondere steigt sie tendenziell wenn das Gebäude unbenutzt ist.

Die neue Fassung der StSV sieht aufgrund des Verhältnismässigkeitsprinzips ein flexibles, abgestuftes Vorgehen für die Sanierung von bestehenden Wohn- und Aufenthaltsräumen vor, welches die Dringlichkeit und die wirtschaftliche Tragbarkeit des Einzelfalls berücksichtigt. Hinsichtlich des Kinderschutzes sollte in Zukunft die Sanierung von Schulen und Kindergärten, welche eine Radonkonzentration von über 300 Bq/m³ aufweisen, innerhalb von drei Jahren durchgeführt werden.

4 Schlussfolgerungen

Die Umsetzung des Radonaktionsplans 2012-2020 sowie die aktuelle Revision der StSV bieten die Gelegenheit, Kinder besser vor Radon zu schützen. Es ist vorgesehen, vermehrt in Schulen und Kindergärten zu messen und falls nötig, prioritär zu sanieren. Der Entwurf der revidierten StSV soll 2015 in die Konsultation gehen. Das Inkrafttreten der revidierten StSV ist ab 2016 geplant.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesamt für Gesundheit (BAG), Nationaler Radonaktionsplan 2012-2020, 2011
- [2] World Health Organization (WHO), Handbook on Indoor Radon - a Public Health Perspective, 2009
- [3] International Commission on radiation protection (ICRP), Publication 115, Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon, 2010
- [4] Council of the EU, Directive laying down BSS for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, 13675/13, Brussels, 2013
- [5] Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV, SR 814.501, Stand am 1. Januar 2014)
- [6] Kanton Aargau, Amt für Verbraucherschutz, Bericht zum Pilotprojekt: Radonmessungen in allen öffentlichen Schulen und Kindergärten des Kantons Aargau, 2010
- [7] Bundesamt für Gesundheit (BAG), Liste der Radonfachperson in der Schweiz, 2014



RADONSITUATION IN GEBÄUDEN MIT GEWÖLBKELLER

SITUATION OF RADON IN HOUSES WITH VAULTED CELLAR

Alexander Maas ¹⁾, Walter-Reinhold Uhlig ¹⁾

Bernd Leißring ²⁾

¹⁾ HTW Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur, Dresden

²⁾ Bergtechnisches Ingenieurbüro GEOPRAX, Chemnitz

Zusammenfassung

Seit der Entwicklung von Gewölbkellern vor über 5000 Jahren wurden die Bauformen dieser Keller ständig weiter entwickelt wobei die Nutzung über die gesamte Geschichte hinweg annähernd die gleiche blieb. Diese Keller bildeten lange Zeit die einzige Möglichkeit der kühlen, langfristigen Einlagerung von Lebensmitteln. Neben der Geologie, die ausschlaggebend für die Bodenradonkonzentration ist, sowie dem verwendeten Baumaterial spielt vor allem die Dichtheit der Gewölbkeller an den erdberührenden Bereichen eine wichtige Rolle für die einzustellende Radonkonzentration der Raumluft. Je dichter die erdberührende Gebäudehülle ausgebildet ist, desto geringer fällt die Radonkonzentration der Raumluft in Gewölbkellern in Verbindung mit einer gewissen Luftwechselrate aus. Vor allem die jahrhunderte alten Gewölbkeller aus Naturstein sind im Gegensatz zu den Ziegelgewölben bzw. den preußischen Kappengewölben aufgrund fehlender Bodenversiegelungen sowie Undichtheiten des Mauerwerk-gefüges einer größeren Radonbelastung ausgesetzt. Ergänzend stellt die Exhalation des Radons aus Natursteinen, die in den alten Gewölbkellern als Baumaterial verwendet wurden, einen nennenswerten Einfluss auf die Radonexposition dar.

Summary

Since development of vaulted cellars more than 5000 years ago, the form of structure of these cellars has been developed further in which the use all over the centuries almost has been the same. These cellars established the own possibility over a long time of long-term food dumping in a cool environment. Beside the geology, which is crucial for the concentration of ground-radon, as well as the used building materials establishes especially the impermeability of vaulted cellars at ground-tangented areas an important role for the setting of concentration of radon in room air. The more compact the ground-tangented mantle of building is in connection with a certainly change of air, the lesser is the concentration of radon in the room air of vaulted cellars drops out. Especially several centuries old vaulted cellars out of natural stones are in oppisite of vaulted cellars out of bricks or rather surbased barrel vaulted cellars more exposed in a bigger contamination of radon because of a missing sealing of bottom as well as leakages in structure of stonework. Additional the exhalation of radon out of natural stones, which are used as building material in old vaulted cellars exhibits an important influence to the exposition of radon.

1 Historische Entwicklung der Gewölbekeller

1.1 Entwicklung der Gewölbekeller bis zum 16. Jahrhundert

Aus bauhistorischer Sicht wird als Keller ein „ganz oder teilweise in den Boden eingetiefter gemauerter, zumeist gewölbter Raum unter hölzernen oder steinernen Wohngebäuden, auch unter Anbauten oder in Bergen und Felsen“ bezeichnet [1]. Mit der Errichtung der ersten Gebäude in Massivbauweise sind auch die ersten Keller entstanden, deren eigentliche Nutzung sich mit der Zeit und von Gebiet zu Gebiet fortlaufend änderte. Bis zur Entwicklung von Stahl und Beton waren neben der Anwendung von Holz, gewölbte Konstruktionen aus Steinen oder Lehm die einzige Möglichkeit Räumlichkeiten zu überspannen [2]. Nach dem nichttragenden Lehmgewölbe als Urform entstand um ca. 3000 v.Chr. das nubische Gewölbe mit statischer Funktion aus Lehmziegeln später auch aus gebrannten Ziegeln. Im Hochmittelalter kam es zu einer verstärkten Ausprägung der Ausführung von Gewölbekellern aus Naturstein sowohl in den repräsentativen Bauten wie Burgen und Festungen als auch in größeren städtischen Gebäuden. Diese dienten in dieser Zeit zum einen der Schaffung eines kühlen Raumklimas in den Kellerräumen im Hinblick auf die langfristige Einlagerung von Lebensmitteln, zum anderen dem Aspekt des Brandschutzes in Bezug auf darüber befindliche Holzbalkendecken. Mit der zunehmenden Bierbrauerei und dem intensiven Weinanbau im 16. Jahrhundert sowie der Einführung der Kartoffel im 16. Jahrhundert wurden weitere Gewölbekeller aus Naturstein für die langfristige kühle Lagerung dieser Nahrungsmittel unter zahlreichen Gebäuden errichtet. Dabei wurden zu jener Zeit meist Steine aus der direkten Umgebung als Baumaterial verwendet.



Abb. 1.1: Bogengewölbe aus Naturstein

1.2 Gewölbekeller und die Stadtentwicklung 16. – 19. Jahrhundert

Mit der Stadtentwicklung im 16. Und 17. Jahrhundert waren häufig der Ausbau der Städte zu repräsentativen Residenzen sowie der sprunghafte Anstieg der Bevölkerungszahl verbunden. Damit einher ging der Bau von repräsentativen Bürgerhäusern in den eng bebauten Städten. Teilweise wurden alte Bauwerke einfach überbaut oder in die neuen Häuser integriert. Gerade größere Häuser waren aufgrund des Mangels an Lagerplatz zumeist vollunterkellert wobei die Unterkellerungen als Gewölbekeller in Bogenform ausgeführt wurden. Neben der üblichen Nutzung als Abstellraum,

Wirtschaftsraum oder Lagerraum für Güter und Lebensmittel wurden diese Gewölbe aus Gründen des Wohnungsmangels vereinzelt auch als Souterrain-Wohnungen genutzt.

Die Gewölbekeller wurden zumeist aus regional anstehendem Material errichtet. So kamen in der Region in und um Dresden zumeist Sandsteine aus dem naheliegenden Elbsandsteingebirge zur Anwendung, wurde in der Umgebung um Nürnberg dagegen ein rötlicher Burgsandstein abgebaut und verwendet. In der Region um Rostock wurden sedimentäre Natursteine sowie Findlinge aus Geschiebeschichten verbaut [3].

In Sachsen sind zudem umfangreiche Kelleranlagen in Lößlehm-Gebieten bekannt.

1.3 Kappengewölbe des 19. Jahrhunderts

Die industrielle Revolution im 19. Jahrhundert war die treibende Kraft für die Verwendung von Stahl im Bauwesen. Man begann, die Baustoffe Stein und Eisen gleichzeitig und gemeinsam zu verwenden [4]. Hieraus resultierte in der Entwicklung der Gewölbe das Kappengewölbe, auch als Preußische Kappendecke oder Berliner Gewölbe bezeichnet [5]. Diese Gewölbeart kam vor allem wegen seiner hohen Belastbarkeit vermehrt zur Anwendung. Gerade unter mehrgeschossigen Gebäuden sowie unter Ställen, in denen größere Tiere wie Rinder untergebracht waren, wurde dieser Gewölbetyp ausgeführt [5]. Beim Kappengewölbe bilden zwei parallel verlaufende Doppel-T Stahlträger die Widerlager der aus Ziegelstein oder Beton flach gewölbten Decken, die in diesen Stahlträgern aufliegen.

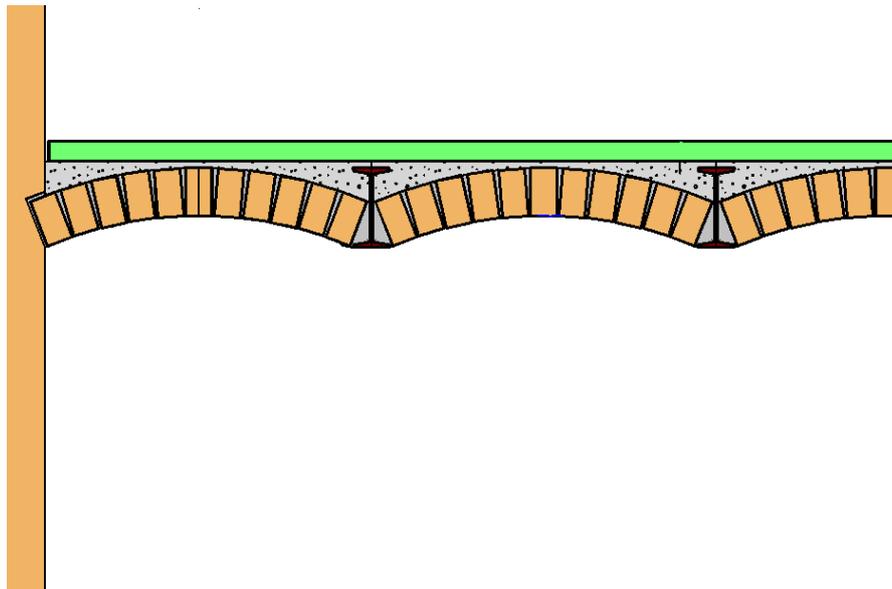


Abb. 1.3: Darstellung einer Preußischen Kappendecke

Die Bauweise der Kappengewölbe war bis 1930 stark verbreitet und wurde anschließend weitgehend durch die Verwendung massiver Stahlbetondecken verdrängt [5].

1.4 Gewölbekeller des 20. Jahrhunderts

Die meisten Häuser, welche im 20. Jahrhundert errichtet wurden, ganz gleich ob Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus und unabhängig von der Geschossanzahl und der Lage erhielten eine Vollbeziehungsweise Teilunterkellerung. Dabei wurden die Keller mittels massiver Stahlbetondecken oder Fertigteildecken ausgeführt. Lediglich wenige Kellerdecken kleinerer Häuser mit Teilunterkellerung wurden zu dieser Zeit noch als Gewölbe ausgebildet. Diese Bauweise fand Anwendung bei kleineren Kellerräumen, die mit einer Holzbalkendecke überspannt waren und diente lediglich dem Brandschutz. Massive Bodenplatten wurden bis dato noch nicht ausgeführt, jedoch wurde der natürliche Kellerboden oftmals mittels Estrichschicht versiegelt. Der Aspekt des Brandschutzes war von großer Bedeutung und an den meisten Orten bereits Vorschrift, da die Kellerräume zu dieser Zeit, wie auch heute, als Lagerräume, sowie zur Unterbringung der Haustechnik wie Heizung oder Öltanks genutzt wurden. Wurde ein Gewölbe errichtet, so geschah dies mittels Verwendung von Ziegeln im bis dahin üblichen Reichsformat. Ab 1940 kam der Bau von Gewölben vor allem im Kellerbereich nicht mehr zum Einsatz und wurde vollständig durch die massive Stahlbeton- beziehungsweise Fertigteilbauweise ersetzt.

2 Radonbelastung von Gewölbekellern hinsichtlich unterschiedlich betrachteter Grundlagen

2.1 Bewertung der Radonbelastung unter Betrachtung der baulichen Ausführung von Gewölbekellern

Gerade in Gewölbekellern, die bis zum 19. Jahrhundert aus Natursteinen errichtet wurden, ist mit einer erhöhten Radonbelastung aufgrund fehlender Abdichtungen zu rechnen. Aufgrund der fehlenden Abdichtungen an den erdberührenden Gebäudeteilen [6], kann das Bodenradon mittels Konvektion ungehindert durch die zahlreichen Hohl- und Zwischenräume des Natursteinmauerwerks sowie durch undichte Leitungs- und Medienzuführungen in die Kellerräume und von dort in das übrige Gebäude gelangen. Der Eintritt des Radons in das Gebäude basiert hauptsächlich auf der Druckdifferenz zwischen dem Gebäudeinneren und dem umgebenden Erdreich [7]. Den Haupteintrittspfad des Bodenradons bildet in diesen, aus Natursteinen errichteten Kellern oftmals der Bodenbereich, da dieser meist lediglich aus dem verdichteten Erdreich, gelegentlich aus einer Pflasterschicht, deren Fugen jedoch nicht verfüllt sind, besteht. Eine Radonkonzentration größer $> 1000 \text{ Bq/m}^3$ ist in diesen Kellern keine Seltenheit. Ein weiterer Aspekt für die erhöhte Radonbelastung in Gewölbekellern liegt in der Verwendung von Naturgesteinen mit einer hohen Dichte des mineralen Gefüges. In der Regel liegt der Einfluss des Radon-222 aus Baumaterialien auf die Radonkonzentration in Räumen bei circa 30 Bq/m^3 bis 70 Bq/m^3 . Doch gerade in Gebieten, in denen Granit, Gneis oder Syenit vorkommt und in Verbindung mit Lehmörtel als Baumaterial in Gewölbekellerräumen verbaut wurde, setzen diese Baustoffe größere Mengen von Radon frei, welches durch den natürlichen Zerfall der Bestandteile der jeweiligen Gesteine entsteht. Die Radium-Konzentration dieser Gesteine beträgt $50\text{-}500 \text{ Bq/kg}$ und kann daher zu einer erhöhten Radonkonzentration im Gebäude führen. Preußische Kappendecken weisen aufgrund der Verwendung von genormten Ziegelsteinen in Verbindung mit Mauermörtel ein dichteres Gefüge der erdberührenden Gebäudeteile im Gegensatz zu Natursteinmauerwerken auf. Zudem wurde in diesen Kellern oftmals Estrich als Bodenbelag bzw. Bodenplatte auf dem verdichteten Erdreich eingebaut. Aufgrund dieser Ausführungen unterliegen die Ziegelgewölbekeller bzw. Preußische Kappengewölbe einer geringeren Konvektion des Bodenradons und somit einer niedrigeren Radonbelastung als herkömmliche Gewölbekeller aus Naturstein. Einen weiteren Schwerpunkt für eine erhöhte Radonbelastung in Gebäuden spielt gerade bei nachträglich errichteten Gewölbedecken unter der Holzbalkenkonstruktion des Erdgeschosses die Verfüllung der Zwischenräume mit sog. Fehlbodenschüttungen. Da diese Bereiche häufig mit Schlacken oder Sanden aus Abraumhalden

verfüllt wurden, spielt die Exhalation auch hier eine wichtige Rolle für die erhöhte Radonkonzentration v.a. für die Räumlichkeiten über diesen Gewölben. Der Grund für die Verwendung dieser Baustoffe lag zum einen in der kostengünstigen Anschaffung, zum anderen in der beabsichtigten Ausführung einer möglichst massiven und schweren Decke, die einen erhöhten Brand- und Schallschutz ermöglichte [8]. All diese Aspekte sind in der Gesamtheit für die erhöhte Radonbelastung in Gewölbekellern, die bis zum Ende des 19. Jahrhunderts errichtet wurden, verantwortlich. Erst mit der Ausführung der ersten Bauwerksabdichtungen, mittels industriell hergestellter Abdichtungsmaterialien ab ca. 1920 kam es zur allmählichen Reduzierung der erhöhten Radonkonzentration [9]. Da man durch die technische Entwicklung nun auch in der Lage war, vor allem Lebensmittel auf nicht mehr herkömmliche Art lagern zu müssen, war man nicht mehr darauf angewiesen, dass gezielt Feuchtigkeit zur Kühlung in die Kellerräume gelangt. Durch die Abdichtung der erdberührenden Gebäudeteile reduzierte man neben dem Feuchtigkeitseintrag auch die Konvektion des Bodenradons in die, zu dieser Zeit errichteten Gewölbekeller. Auch die, durch die fortschreitende Industrialisierung ermöglichte Verwendung von Stahl, Beton und Formatziegeln spielt bei der Exhalation gerade bei Kappengewölben (Berliner Gewölben) eine wichtige Rolle [4]. Wie aus Tabelle 2.1 ersichtlich wird, ist die Radonfreisetzung aus modernen Baumaterialien geringer, als aus herkömmlich verwendeten Natursteinen. Aufgrund der bestrebten trockenen Lagerung von diversen Gütern wurde in den meisten historischen Gewölbekellern nachträglich im Bodenbereich ein Estrich eingebracht, wodurch der Eintritt des Bodenradons stark reduziert wurde. Daher war die Radonbelastung der Gewölbekeller, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts errichtet bzw. nachträglich abgedichtet wurden, zunächst geringer als die Belastung vormals errichteter Gewölbekeller. Da die industrielle Herstellung von Abdichtungen jedoch noch nicht so weit entwickelt war, besaßen herkömmliche Dichtungsanstriche beziehungsweise Dichtungsbahnen fast keinen Kunststoffanteil sowie einen sehr hohen Gehalt flüchtiger Bestandteile, die sich im Laufe der Jahre unter dem Einfluss des ständigen Wechsels von warmer und kalter Temperatur sowie feuchten und trockenen Umgebungsbedingungen zersetzten [10]. Die Lebensdauer der Abdichtungen war keineswegs so hoch wie bei heutigen Abdichtungen. Ebenso waren die Techniken der Ausführungen noch nicht so weit entwickelt wie heutzutage. Daher kommt es oft vor, dass diese alten Abdichtungen der Kellerwände nicht mehr in Takt sind bzw. sich vollständig aufgelöst haben, wodurch die Konvektion des Radons heute im Gegensatz zur damaligen Zeit der Ausführung wieder beträchtlich zugenommen hat [11].

Tab. 2.1: Radium-226-Gehalt ausgewählter Baumaterialien

Material	Radium-226 in Bq pro kg	
	Mittelwert	Bereich
Granit	100	30-500
Gneis	75	50-157
Diabas	16	10-25
Basalt	26	6-36
Granulit	10	4-16
Kies, Sand, Kiessand	15	1-39
Natürlicher Gips, Anhydrit	10	2-70
Tuff, Bims	100	< 20-200
Ton, Lehm	< 40	< 20-90
Ziegel, Klinker	48	10-200
Beton	30	7-92
Kalksandstein, Porenbeton	15	6-80
Kupferschlacke	1500	860-2100
Gips aus der Rauchgasent-schwefelung	20	< 20-70
Braunkohlenfilterasche	82	4-200

Durch die ständig fortlaufende technische Weiterentwicklung besitzen heutige Abdichtungsmaterialien einen hohen Kunststoffanteil sowie einen geringen Gehalt flüchtiger Bestandteile, wodurch vor allem eine lange Lebensdauer sowie eine hohe Dichtheit dieser Materialien gewährleistet ist. Werden heutige Gebäude mit modernen Baustoffen und Abdichtungen normgerecht nach DIN 18195 sowie nach dem aktuellen Stand der Technik ausgeführt, kann mit Sicherheit eine hohe Radonbelastung aus Konvektion sowie Exhalation ausgeschlossen werden [12].

2.2 Bewertung der Radonbelastung hinsichtlich der Geologie

Die Höhe der Bodenradonkonzentration hängt maßgeblich von den vorliegenden Gesteinsarten im Untergrund ab. Besonders gilt dies für Gesteine, deren Minerale Uran beziehungsweise Radium als Urelement der Zerfallskette oder deren Folgeprodukte beinhalten, aus denen letztendlich das Radon²²² entsteht. Nach Kemski kommen diese Radonmutternuklide primär in akzessorischen Gesteinsmineralen, in Magmatiten vor (z.B.: Monazit, Apatit, Zirkon). Daneben werden die Radonmutternuklide durch Adsorption an Tonmineralneubildungen und Eisen-Mangan-Oxidhydroxiden in der Verwitterungszone angereichert und sind Bestandteil von Sekundärmineralisationen an Korngrenzen sowie auf Schieferungsflächen und Feinklüften im Gestein. Vor allem saure Magmatite sind wegen des vermehrten Einbaus von Uran in ihre Minerale sehr gute Lieferanten des Radons [13]. Zu diesen Magmatiten zählen unter anderem die Gesteinsarten Granit, Syenit, Gabbro, Diabas, Basalt, Bimsstein und Obsidian [14]. Sedimentgesteine und Metamorphite enthalten hingegen nur durchschnittliche Radionuklidgehalte zwischen ca. 10 und 40 Bq/kg Radium und lassen hinsichtlich der Radonaktivitätskonzentrationen kein einheitliches Muster erkennen. Nur in Ausnahmefällen treten auch in Sedimentgesteinen hohe Uran- und Radiumgehalte auf (z.B.: Schwarz-, Alaunschiefer). Carbonate zählen zu den Gesteinen mit unterdurchschnittlichen Radionuklidgehalten und galten daher lange als wenig radonbelastet. Des Öfteren kann es aber auch über diesen Gesteinen zu hohen Radonkonzentrationen in der Bodenluft kommen. Hierfür ist in erster Linie die mitunter starke Anreicherung von Uran und Radium in den Böden gegenüber dem Ausgangsgestein die Ursache, weil die feinkörnigen Rückstände bei der Carbonatverwitterung - Tonminerale sowie Eisen-Oxide und Eisen-Hydroxide - eine gute Adsorptionsfähigkeit für diese Elemente aufweisen. Hohe Radonaktivitätskonzentrationen in Kiesen und Sanden sind in aller Regel auf die guten Migrationsmöglichkeiten im Untergrund zurückzuführen, wobei die Radionuklidgehalte in diesen Sedimenten meist nur niedrig sind. In enger Beziehung mit dem Vorkommen des Radons bzw. der Mutternuklide spielt daher auch die Permeabilität des Untergrundes eine wichtige Rolle [13]. Da das Radon²²² eine sehr hohe Wasserlöslichkeit besitzt kann es bei Gesteinen mit einer hohen Permeabilität sehr leicht an die Oberfläche gelangen [15]. Gewölbekeller waren ursprünglich darauf ausgelegt, dass eine gewisse Feuchtigkeit bewusst zum Erreichen eines dauerhaft kühlen und feuchten Klimas für die Einlagerung von diversen Nahrungsmitteln in das Kellerinnere gelangen kann. Das in Wasser gelöste Radon gelangt mit der eindringenden Feuchtigkeit in die Gewölbekeller und wird dort mit der Verdunstung derer wieder freigesetzt. Aufgrund der hohen Feuchtigkeitsrate in diesen Kellern kann es somit zu hohen Radonkonzentrationen kommen [16]. Wurden diese Keller über Gesteinsarten des Untergrundes gegründet, aus denen große Mengen an Radon entstehen, so kann es besonders in Gewölbekellern aus Natursteinen, aufgrund der geringen Dichtheit gegenüber Feuchtigkeit zu besonders hohen Radonkonzentrationen kommen.

2.3 Betrachtung der Radonbelastung von Gewölbekellern in Bergbaugebieten

Der teilweise sehr oberflächennahe Bergbau, die Bergbaurückstände sowie die Verwendung von natürlichen Bergematerial bei der Errichtung von Gebäuden nehmen großen Einfluss auf die erhöhte Radonkonzentrationen innerhalb der meisten Gebäude in diesen Gebieten. Der Ursprung für diese Problematik liegt im verstärkten Vorkommen des Mutterisotops Uran in der Geologie dieser Gebiete. Betroffen sind dabei besonders die Gebäude, die sich direkt über Grubenhohlräumen befinden und

neben dem erhöhten Uran-238-Gehalt des Bodens auch den konvektiven Gastransportprozessen der Grube ausgesetzt sind. Dabei sind allein in Sachsen rund 800.000 Menschen betroffen, die diese Gebiete des ehemaligen als auch des gegenwärtigen Bergbaus bewohnen. Diese Regionen verdienen daher besondere Aufmerksamkeit, da in den letzten Jahren durch Energiesparmaßnahmen an Gebäuden und zukünftig im Ergebnis der Umsetzung der Energiesparverordnung (EnEV 2009 bzw. 2014) mit einer weiter ansteigenden Exposition gerechnet werden muss [17].

3 Einstufung der Einflüsse auf die Radonkonzentration bei der Bewertung der Radonbelastung von Gewölbekellern

Im Rahmen der Untersuchung der Radonsituation in Gewölbekellern wurden Messungen in einigen Kellern dieser Art durchgeführt. Die untersuchten Gewölbekeller waren alle von unterschiedlicher baulicher Ausführung sowie unterschiedlichen Alters. Ebenso befanden sich die untersuchten Objekte an Standorten mit unterschiedlicher Geologie, sodass die Möglichkeit der generellen Einstufung der Radonsituation in Abhängigkeit von den vorliegenden Einflussfaktoren besteht. Die Untersuchungen ergaben, dass die geologischen Verhältnisse eines zu betrachtenden Objektes für die mögliche Radonbelastung im Gebäudeinneren maßgebend sind, da das Radon grundsätzlich aus den Gesteinsarten des Untergrundes frei gesetzt wird und manche Gesteinsarten vermehrt Radon freisetzen als andere. Abbildung 3.1 verdeutlicht, dass ein wichtiger Aspekt für die Radonkonzentration in Gewölbekellern in der Ausführung der Dichtheit dieser erdangrenzenden Räumlichkeiten liegt. Die Messungen ergaben, dass Objekte, die den gleichen geologischen Verhältnissen ausgesetzt sind, durchaus unterschiedliche Radonkonzentrationen im Gebäudeinneren aufweisen welche durch die unterschiedliche bauliche Ausführung und damit verbunden durch eine unterschiedliche Dichtheit der erdangrenzenden Gebäudehülle bedingt sind. Dort, wo der Einbau möglich ist, kann eine nachträglich ausgeführte vertikale Abdichtung gegen Feuchtigkeit an den Außenwänden, v.a. der Gewölbekeller des 19. und 20. Jahrhunderts (z.B. Ziegelgewölbe, Preuß. Kappendecke) in Verbindung mit dem Einbau einer Bodenplatte (Beton oder Estrichboden) im Vergleich zu einem undichten und nicht abgedichteten Keller (z.B. Natursteingewölbe) ebenfalls zu einer deutlichen Senkung der Radonkonzentration führen. Die Messung des Bodenradons in direkter Umgebung aller Messobjekte verdeutlichte, dass sich trotz hoher Bodenradonkonzentrationen vergleichsweise niedrige Werte in Gewölbekellern mit höherer Dichtheit (z.B. Preußisches Kappengewölbe mit Ziegelmauerwerk) der erdangrenzenden Gebäudehülle ergaben, als bei Kellern mit niedriger Dichtheit (Gewölbe mit Natursteinmauerwerk) und niedrigen ermittelten Bodenradonkonzentrationen dieser Keller.

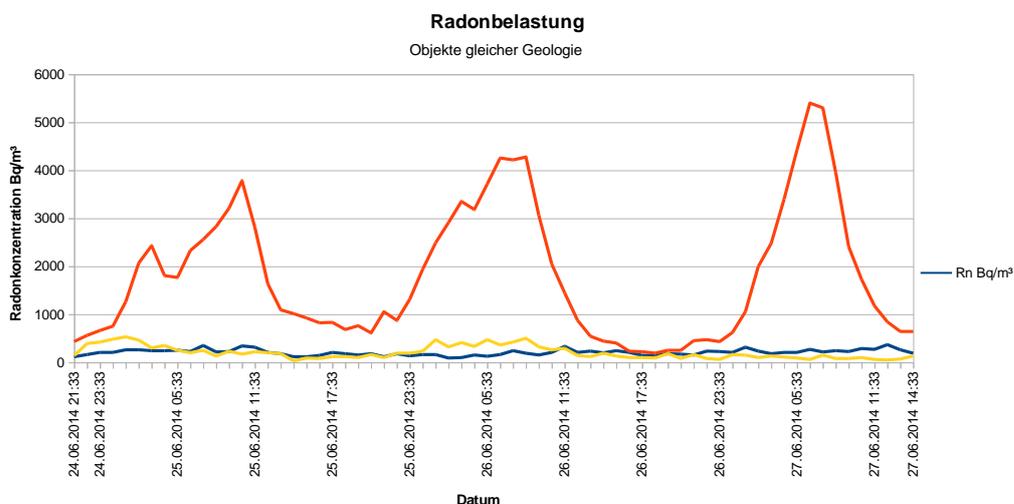


Abb. 3.1: Radonkonzentrationen in Kellern unterschiedlicher Ausführung unter dem Einfluss gleicher Geologie

- (---) Sandsteingewölbekeller, ohne Abdichtung, ohne Bodenversiegelung (max. Wert: 5402 Bq/m³)
 - (---) Ziegelkeller mit preußischem Kappengewölbe, einfach Estrichschicht als Bodenplatte (max. Wert: 532 Bq/m³)
 - (---) Ziegelkeller mit preußischem Kappengewölbe, Betonplatte mit darunter liegender Bitumenschweißbahn (max. Wert: 351 Bq/m³)
- Allg. Hinweis:** Alle drei Keller werden lediglich als Lagerraum genutzt.

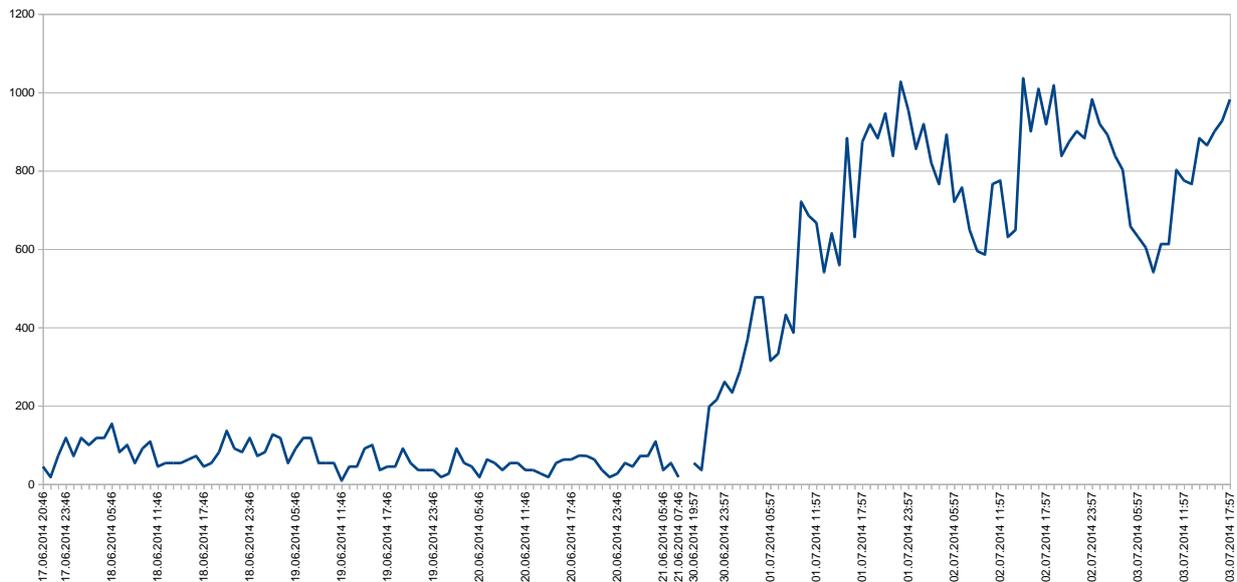


Abb. 3.2: Radonkonzentration unter dem Einfluss der Luftwechselraten

Messung 1: Dauerhaft angekippte Kellerfenster während der Messung

Messung 2: Dauerhaft geschlossene Kellerfenster während der Messung

Allg. Hinweis: Ziegelkeller mit preußischer Kappengewölbe, ohne Bodenplatte nur lose Pflasterschicht.

Des Weiteren bildet die Luftwechselrate der Gewölbekellerräume einen wichtigen Aspekt für den Einfluss auf die auftretende Radonbelastung. Abbildung 3.2 zeigt, dass je höher diese Luftwechselrate ist, desto geringe fällt die Radonkonzentration in den Kellerräumen gleicher Bauart aus.

Zuletzt spielt in Verbindung mit der Luftwechselrate auch die Nutzung des Gewölbekellers für die Einstellung der Radonkonzentration eine wichtige Rolle. So treten in Gewölbekellern, die einer ständigen bzw. regelmäßigen Nutzung in kurzen Zeitabständen unterliegen, weitaus geringere Konzentrationen des Radon-Gases auf als bei Kellern, die nur gelegentlich betreten werden. In Tabelle 3.3 werden alle Typen der untersuchten Gewölbekeller unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren auf die Radonbelastung dargestellt.

Tab. 3.3: Übersicht der Untersuchungsobjekte und deren Einflussfaktoren auf die Radonbelastung

Nr.	Gewölbeart	Baumaterial	Kellerboden	Max. Wert Bodenradon (Bq/m ³)	Max. Rn-Wert (Bq/m ³)	Sonstiges
1	Bogengewölbe	Sandstein / Syenit mit Lehmörtel, ohne Putz	Betonpflaster ohne Verfugung	25 Bq/m ³	3721 Bq/m ³	Nutzung als Weinkeller; ohne Luftzirkulation
2	Preuß. Kappengewölbe	Ziegelstein mit Mauermörtel, ohne Putz	Betonpflaster ohne Verfugung	85 Bq/m ³	1036 Bq/m ³ (154 Bq/m ³)	Nutzung als Abstellraum; ohne Zirkulation (mit dauerhafter Zirkulation d. Raumluft)
3	Bogengewölbe	Granit mit Lehmörtel und Kalkputz	Verdichteter natürlicher Boden	34 Bq/m ³	8253 Bq/m ³	Nutzung als Abstellraum; ohne Luftzirkulation
4	Preuß. Kappengewölbe	Ziegelstein mit Mauermörtel ohne Putz	Betonestrich	12 Bq/m ³	532 Bq/m ³	Nutzung als Abstellraum, Unterbringung der Heizanlage o. Luftzirkulation
5	Preuß. Kappengewölbe	Ziegelstein mit Mauermörtel ohne Putz	Magerbetonschicht, Schweißbahn, Betonestrich	21 Bq/m ³	369 Bq/m ³	Nutzung als Abstellraum ohne Luftzirkulation
6	Bogengewölbe	Sandstein mit Lehmörtel	Betonestrich	7 Bq/m ³	181 Bq/m ³	Nutzung als Abstellraum ohne Luftzirkulation
7	Bogengewölbe	Ziegelstein mit Mauermörtel ohne Putz	Verdichteter natürlicher Boden	19 Bq/m ³	333 Bq/m ³	Nutzung als Abstellraum, Unterbringung der Heizanlage mit dauerhafter Luftzirkulation

4 Fazit

Aufgrund der ursprünglichen Nutzung als Lagerraum für Lebensmittel wurden Gewölbekeller prinzipiell so ausgeführt, dass die Feuchtigkeit des Erdreiches zur Kühlung dieser Räume ungehindert eindringen konnte. Über die gleichen Eintrittspfade der Bodenfeuchtigkeit gelangt auch das Bodenradon in die Kellerräume. Daher sind Gewölbekeller prinzipiell verstärkt gefährdet, eine höhere Radonbelastung zu erfahren als Keller, die eine Abdichtung besitzen bzw. nach heutigem Stand der Technik errichtet werden. Maßgebend für die Höhe der Radonkonzentration ist die Dichtheit der erdangrenzenden Gebäudehülle. Im Vergleich steht Ziegelmauerwerk mit genormten Ziegelsteinen und Mörtel (z.B. Preußisches Kappengewölbe) für einen höheren Dichtheitsgrad als Gewölbe aus Natursteinmauerwerk und Lehmörtel. Ebenso spielt die Art der Ausführung der Bodenversiegelung eine wichtige Rolle. Eine einfache Pflasterschicht ohne verfüllte Fugen weist eine geringere Dichtheit auf als eine Betonestrichschicht mit Dichtungsbahn darunter. Entsprechend weisen die Gewölbekeller aus genormten Baumaterialien wie zum Beispiel das Berliner Gewölbe im Gegensatz zu den frühen Bogengewölbekellern aus Naturstein eine geringere Radonbelastung auf, aufgrund des dichteren Gefüges der erdangrenzenden Bauteile. Prinzipiell können Keller unterschiedlicher Ausführung unter Annahme der gleichen Geologie folgenden zu erwartenden Radonkonzentrationen zugeordnet werden:

Tab. 4: *Einstellung der Radonkonzentration in Gewölbekellern unterschiedlicher Ausführung jedoch unter dem Einfluss der gleichen Geologie*

Ausführung des Gewölbekellers	Radonkonzentration (Bq/m ³)
Natursteinkeller, ohne Bodenplatte, ohne Abdichtung	> 1000 Bq/m ³
Ziegelsteine, ohne Bodenplatte, ohne Abdichtung	≤ 1000 Bq/m ³
Ziegelsteine, mit Bodenplatte ohne Abdichtung	< 600 Bq/m ³
Ziegelsteine, mit Bodenplatte, mit Abdichtung	< 400 Bq/m ³
Unabhängig von der Art der Ausführung aber mit permanent hoher Luftwechselrate	≤ 350 Bq/m ³

Entsprechend der ermittelten Bodenradonkonzentrationen in direkter Umgebung der Messobjekte stellt sich heraus, dass diese keineswegs maßgebend sind für die Radonkonzentration der Raumluft in den Gewölbekellern. Vielmehr ist die Dichtheit der Keller, bedingt durch deren Ausführung ausschlaggebend. Ältere Keller weisen im Gegensatz zu jüngeren Kellern eine größere Undichtheit des Gefüges der Gebäudeelemente auf. Diese Undichtheit ist durch die Verwendung der jeweiligen Baustoffe bedingt. Da bei den Kellern vor allem des 16. – 19. Jahrhunderts zumeist Natursteine mit Lehmörtel verwendet wurden und diese Steine zudem durch die minerale Zusammensetzung von sich aus eine größere Menge an Radon freisetzen können, kommt es zusammen mit der hohen Porosität des Gefüges aus Naturstein und Lehmörtel zu einer erhöhten Radonbelastung im Gebäudeinneren. Die Keller des 19. – 20. Jahrhunderts wurden aufgrund der technischen Weiterentwicklung zumeist aus industriell hergestellten Baustoffen errichtet (z.B. Formatziegel, Mörtel), diese setzen von Ihrer Zusammensetzung her vergleichsweise wenig Radon frei. Ziegel und Mörtel bilden außerdem ein sehr dichtes Gefüge wodurch der Eintritt von Bodenradon im Vergleich zum Natursteingewölbe stark unterbunden wird.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Küntzel, Tomas: Keller des 13. Jahrhunderts in der Stadtwüstung Nienover. In: Forum Urbes medii aevi 2 (Brünn 2005) Seiten 184-201, Seite 184
- [2] Böttcher, Georg; Bögen, Gewölbe, Kuppeln – Bögen, Gewölbe, Kuppeln, URL: <http://ingenieurbüro-böttcher-asl.de/mediapool/88/885822/data/Gewoelbe.pdf>, S. 2, Abrufdatum: 29.06.2014
- [3] BGR, Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 2334 Rostock, URL: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Sammlungen-Grundlagen/GG_geol_Info/Karten/Deutschland /GUEK200/Texte/Rostock.html, Abrufdatum: 16.06.2014
- [4] Pasternak Hartmut; Hoch, Hans-Ullrich; Füg, Dieter; 1. Entwicklung der Eisen- und Stahlbauweise, 1.1 Eisen- und Stahlbauweise – ein historischer Abriss, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin 2010, S. 8
- [5] Wikipedia, Kappendecke 08.04.2014, URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kappendecke>, Abrufdatum: 18.06.2014
- [6] Uhlig, Walter-Reinhold, Radonsicheres Bauen und Sanieren, Radonsanierung, Vortrag, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2014, Folie 2
- [7] Kemski & Partner Beratende Geologen, Radon-Info, Die Informationsseite zum Thema Radon und Radioaktivität, Was ist Radon?, Eigenschaften und Verhalten von Radon, Radon im Haus, 06.07.2012, URL: <http://www.radon-info.de/shtml/imhaus.shtml>, Abrufdatum 25.07.2014
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Strahlung, Rückstände und Materialien mit natürlicher Radioaktivität, Handlungsempfehlungen, Schlacken mit natürlicher Radioaktivität als Fehlbodenschüttung, Augsburg 08/2013, URL: http://www.lfu.bayern.de/strahlung/rueckstaende_mit_nat_radioaktivitaet/doc/infoblatt_fehlboeden.pdf, Abrufdatum: 25.07.2014
- [9] Weber, Jürgen; Hafkesbrink, Volker; Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung, Verfahren und juristische Betrachtungsweise, 1.1 Geschichtlicher Abriss, 3. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2012, S. 3
- [10] Weber, Jürgen; Hafkesbrink, Volker; Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung, Verfahren und juristische Betrachtungsweise, 1.1 Geschichtlicher Abriss, 3. Auflage, Wiesbaden 2012, S. 6
- [11] Uhlig, Walter-Reinhold, Radonsicheres Bauen und Sanieren, Radon in Gebäuden - Konvektion, Vortrag, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2014, Folie 15
- [12] Uhlig, Walter-Reinhold, Radonsicheres Bauen und Sanieren, Radon in Gebäuden – Radonsicherer Neubau, Vortrag, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2014, Folie 29
- [13] Kemski & Partner Beratende Geologen, Radon-Info, Die Informationsseite zum Thema Radon und Radioaktivität, Was ist Radon?, Eigenschaften und Verhalten von Radon, Die Abhängigkeit von geologischen Parametern, 06.07.2012, URL: http://www.radon-info.de/shtml/abh_geol.shtml, Abrufdatum 25.07.2014
- [14] Wikipedia, Magmatisches Gestein, 26.06.2014, URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Magmatisches_Gestein, Abrufdatum: 26.07.2014
- [15] Meyer, Winfried, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Fachgebiet „Radon in Gebäuden“, Radon und Radon-Zerfallsprodukte, Messung und Bewertung, Eigenschaften von Radon, Vortrag, Weiterbildung zur Radon-Fachperson, Dresden 21.02.2014 – 28.03.2014, 2014, Folie 3
- [16] Schmidt, Sebastian, , Klassifizierung von Häusern mit Gewölbekeller und Teilunterkellerung in Sachsen und deren Systematisierung bezüglich der Radoneintrittspfade und Ableitung beispielhafter notwendiger Sanierungsmaßnahmen zur Senkung der Radoninnen-

Raumkonzentration unter besonderer Berücksichtigung der Belüftung der Häuser, 1.6 Radon in Gebäuden, Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2013, S. 27.

- [17] Guhr, Andreas; Uhlig, Walter-Reinhold; Conrady, Jürgen; SCHÜLERPROJEKT ZUR RISIKOKOMMUNIKATION UND SENKUNG DER RADONEXPOSITION IN GEBÄUDEN, 1. Projekthintergrund und Problemstellung, Vortrag, 3. Sächsischer Radontag - 5. Tagung Radonsicheres Bauen, Dresden 29.09.2009, S. 43.

ZIELSTELLUNGEN UND ERFAHRUNGEN BEI AKTUELLEN FRAGEN DES RADONSICHEREN BAUENS UND SANIERENS

TARGETS AND EXPERIENCES TO CURRENT QUESTIONS OF RADON PROOF CONTRACTION AND REFURBISHMENT

Bernd Leißring

Bergtechnisches Ingenieurbüro GEOPRAX, Chemnitz

Zusammenfassung

Eine zentrale Fragestellung ist die Vorgabe von Zielwerten für das radonsichere Bauen oder für Radonsanierungen an Bestandsgebäuden. Durch die Vorgabe der EU-Norm 2013 mit dem Zugang der Umsetzung innerhalb der nächsten Jahre in den einzelnen Mitgliederländern erreicht die Beantwortung im Rahmen einzuführender gesetzlicher Vorschriften eine wichtige praktische Bedeutung.

An vorliegenden Daten von repräsentativen Jahresmessungen der Radonbelastung für große Gebiete und Messdaten an Einzelobjekten werden Schlussfolgerungen für die Prüfung der erreichten Ergebnisse und Schlussfolgerungen für zukünftige Sanierungen vorgestellt.

Summary

One central question is the guideline of values for the radon proof constructions of existing buildings.

Because of the target of the EU standard 2013 and under the duress of the realization within the next years in the member countries the answering within the framework of the legal prescriptions which must be introduced has an important practical importance.

By facts which have been given by representative yearly measurements of the radon exposure in bigger areas and measuring data at detached building conclusions for the examination of the given results and conclusions for the future refurbishments will be presented.

1 Vorbemerkungen

Mit der Vorgabe der EU Norm 2013 und dem Auftrag der Umsetzung in den Mitgliedsstaaten der EU [1] wird bezüglich der zulässigen Radonbelastung für die Bevölkerung eine relevante Zielwertvorgabe gegeben. Es gilt, ausgehend von vorhandenen Daten und durchzuführenden Messungen für einzelne Standorte und Gebiete Vorstellungen zu ermitteln, welche Belastungen vorliegen und welche Maßnahmen zur Senkung der Radonbelastungen in den Fokus des „Machbaren“ treten.

Betrachtet man die Empfehlungen der zuständigen staatlichen Stellen oder von internationalen Gremien zu Höhen der „zulässigen Radonbelastung“ in Innenräumen von Gebäuden chronologisch, ist der Trend zu immer niedrigeren Empfehlungswerten zu erkennen.

Erinnert werden kann auch an die Verwaltungsvorschrift in Sachsen [2] aus dem Jahr 1995, wo Fördermittel bei nachgewiesenen Radonkonzentrationen größer als 15.000 Bq/m³ in Wohn- und Arbeitsbereichen, in Schulen, Kinderrippen, Kindergärten und ähnlichen Einrichtungen mit Aussicht auf Werte größer 1.000 Bq/m³ gestellt werden konnte.

2 Problemstellungen

Konstatiert man den gegenwärtigen Stand zu den Empfehlungen von Radonkonzentrationen in Gebäuden, wird deutlich, dass es keine gesetzlichen Vorgaben dazu in der BRD gibt.

Es liegen aber die zahlreichen Empfehlungen vor, deren Erreichen aber in Ermessen der jeweiligen Verantwortlichen liegt [3].

Für die gegenwärtigen Handlungsprämissen liegen insbesondere drei Problemstellungen vor:

1. **Problemstellung 1**

Welcher Zielwert soll erreicht werden?

Notwendigkeit:

Durch den Bauherrn muss der zu erreichende Zielwert vor Baubeginn festgelegt werden!

2. **Problemstellung 2**

Welche Radonkonzentration ist in den Innenräumen vorhanden?

Notwendigkeit:

Prüfung der Relevanz der Messung der Ausgangssituation. Systemcharakter der Radonausbreitung in dem Gebäude muss erkennbar sein. Ursachen der Belastung müssen bekannt sein.

3. **Problemstellung 3**

Sanierungsplanung unter den vorgesehenen Nutzungsbedingungen des Gebäudes

Notwendigkeit:

Festlegungen zur baulichen Realisierung unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen.

3 Fallbeispiele

Im Folgenden werden einzelne Beispiele über Radonlangzeitmessungen in den Städten Schneeberg, Annaberg und Johanngeorgenstadt vorgestellt und auf die vorliegenden speziellen Probleme durch den historischen Bergbauumgang hingewiesen.

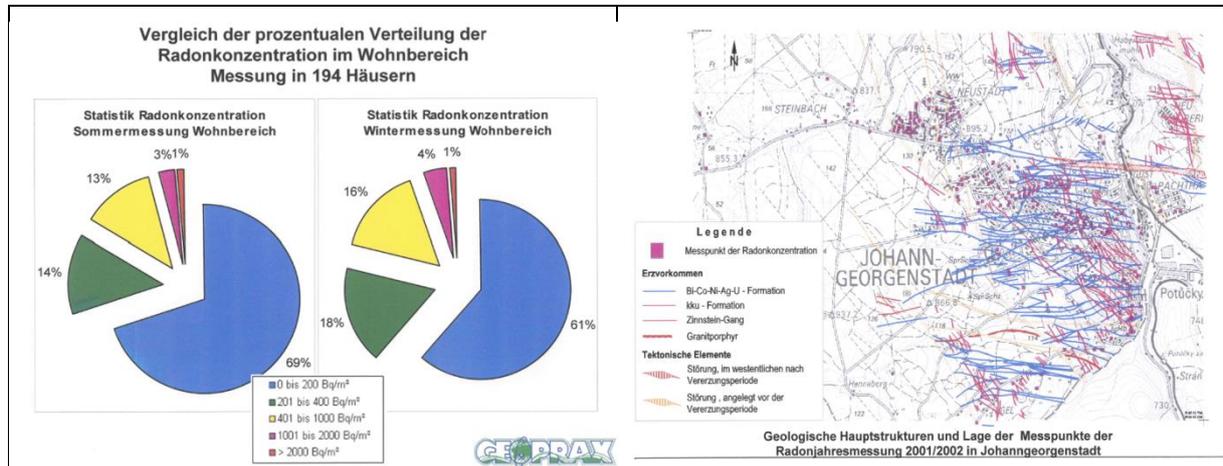


Abb. 1: Beispiel einer Jahresmessung in Johanngeorgenstadt

Zudem soll an Einzelobjekten gezeigt werden, welche Ausgangsbedingungen und Handlungsprämissen sich ergeben, um durch Sanierung eine erhebliche Senkung der Radonkonzentration in Innenräumen von Gebäuden zu erreichen [4].

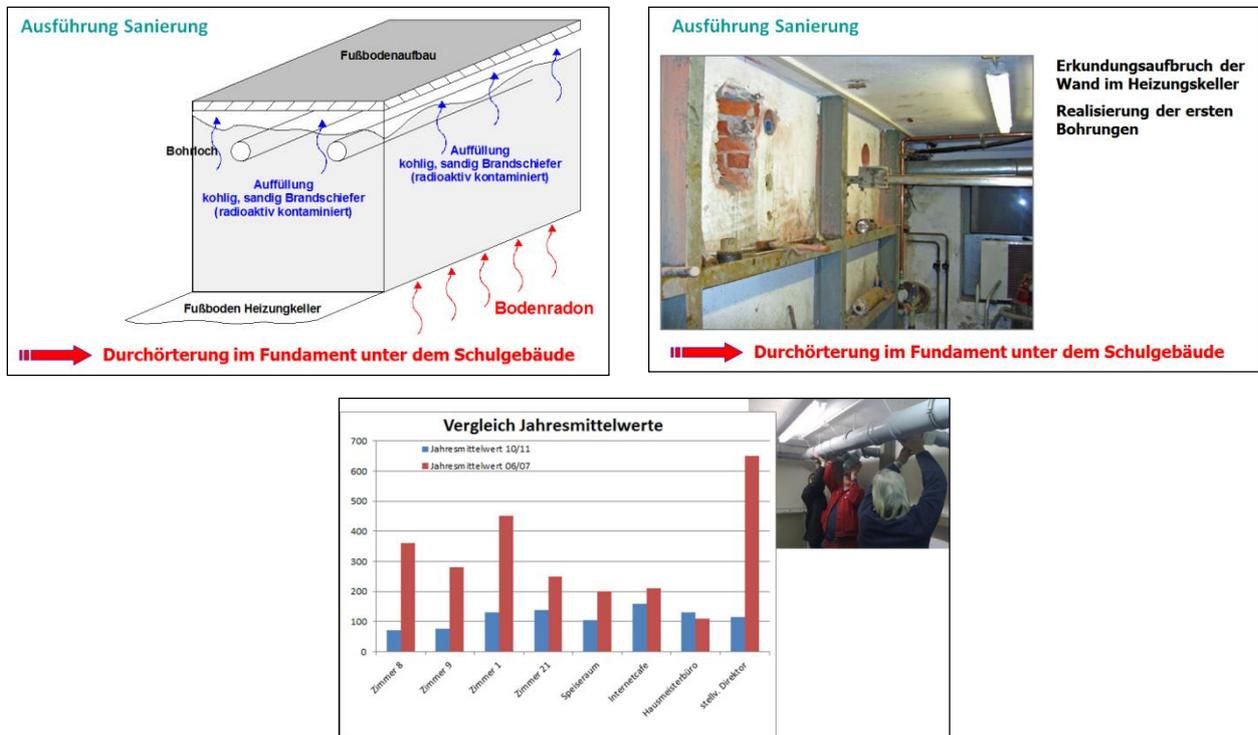


Abb. 2: Sanierungsbeispiel einer Schule in Freital

4 Schlussfolgerungen, Ausblick und Hinweise

Schlussfolgerungen aus dem Bestand durchgeführter Sanierungsmaßnahmen:

- Alle Objekte mit unterschiedlichen Belastungen und baulichen Gegebenheiten
- im Allgemeinen keine generellen Vergleichbarkeiten
- Unterschiedliche Sanierungskonzepte im Regelfall notwendig
- meist erhebliche Kosten für die Sanierung der Bestandsbauten
- Objekte mit bergbaulichen Beeinflussungen erfordern besondere Planungen

Insbesondere wird bei der Umsetzung der EU-Norm nach Artikel 103 [1] auf einen Radonmaßnahmeplan orientiert, um „die langfristigen Risiken der Radon-Exposition in Wohnräumen, öffentlich zugänglichen Gebäuden und an Arbeitsplätzen anzugehen und zwar hinsichtlich jeglicher Quellen für den Radonzutritt ...“.

Daraus ergeben sich eine Vielzahl zwar von Notwendigkeiten, um den relevanten Bestand von Problemfällen, standörtlichen Bedingungen und letztlich eine praktikable Festlegung zu „gesetzlichen“ Zielwerten festzustellen und festzulegen.

<p style="text-align: center;">Ausblick und Hinweise</p> <p>➔ Vor Beginn der Sanierung muss in Abstimmung mit dem Auftraggeber über den zu erreichenden Zielwert und die Machbarkeit im jeweiligen Objekt (Kostenaufwand) gesprochen werden.</p> <p>➔ Bei komplizierten Ausgangsbedingungen hat sich eine iterative Abarbeitung der Sanierungsschritte auch zur Einhaltung von Kostenrahmen bewährt.</p> <p>➔ Mit Langzeitmessungen muss der Sanierungsstand nach Abschluss der Baumaßnahmen dokumentiert werden.</p> <p>➔ Meist sind die Sanierungsmaßnahmen mit technischen Anlagen gekoppelt. Eine turnusgemäße Prüfung der technischen Anlagen ist Voraussetzung für eine dauerhafte Radonsenkung (Wartungspflicht).</p> <p>➔ Die ausgeführten baulichen Maßnahmen müssen dokumentiert werden (Hausakte), bei Modernisierungsmaßnahmen, Umbauten u. ä. im Objekt müssen die vorhandenen Radonschutzgegebenheiten unbedingt beachtet werden, damit es nicht durch Zerstörungen zu negativen Auswirkungen kommt.</p>	<p style="text-align: center;">Hinweise für eine Strategie für bauliche Sanierungen unter dem Aspekt anspruchsvoller „Grenzwerte“</p> <ul style="list-style-type: none">• Bestandsaufnahme auch unter Tendenzen der energetischen Sanierung der Gebäude und Nutzungsabsichten• Breite Kommunikation der Problematik, um Verantwortlichen, Eigentümern, Arbeitgebern und Bauausführenden die Brisanz der Einhaltung vorgegebener Empfehlungs- bzw. Zielwerte zu vermitteln.• Es ist zu erwarten, dass rechtliche Streitfälle über die jetzt schon vorliegenden und anhängigen Verfahren verstärkt auftreten.
---	--

Abb. 3: Ausblick und Hinweise

5 Quellenverzeichnis

- [1] Richtlinie 2013 /59/EUROATOM des Rates: Amtsblatt der Europäischen Union vom 05.12.2013
- [2] Sächsischen Amtsblatt: Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung über die Gewährleistung von Fördermitteln für Maßnahmen im Bereich Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen vom 31.03.1995
- [3] Empfehlungen zum Schutz vor Radon in Gebäuden: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft www.umwelt.sachsen.de 2014
- [4] Leißring, B., Leißring, N., Leißring, G.: Beispiele von Radonsanierungen und Beispiele von radonsicheren Bauen im Erzgebirge und an weiteren Standorten Vortrag zur 47. Sitzung des AK Natürliche Radioaktivität in Eisleben 25.04.2014

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00046/05579/index.html?lang=de>

ERGEBNISSE VON RADONSANIERUNGSAUFGABEN IN SACHSEN

RESULTS OF RADON REMEDIATION TASKS IN SAXONY

Jan Gottwald¹⁾

Lutz Schneider¹⁾

¹⁾ Stoller Ingenieurtechnik GmbH, Dresden

Zusammenfassung

Die gesundheitliche Gefährdung durch die Inhalation von Radon ist weltweit ein viel beachtetes Problem. Abschätzungen aus international gepoolten Studien haben ergeben dass ca. 5 % aller Lungenkrebsfälle auf Radon zurückzuführen sind (das entspricht allein in Deutschland etwa 1.700 Fällen). Trotzdem wird in der Öffentlichkeit die radiologische Gefahr, die durch Radon in Gebäuden ausgeht, massiv unterschätzt. Viele Menschen sind sich nicht bewusst, dass sie – sowohl zu Hause als auch am Arbeitsplatz – einer teilweise stark erhöhten Dosis ausgesetzt sein könnten.

Dabei ist es vor allem bei Neubauten durch verhältnismäßig einfache Maßnahmen möglich, einen umfassenden Radonschutz zu gewähren. Aber auch die energetische Sanierung von Altbauten weist erhebliche Radonschutzmöglichkeiten ohne wesentlich erhöhten Kostenaufwand auf, wenn moderne Sanierungsansätze umgesetzt werden. Dies wurde bei der Sanierung des Stadtschlusses in Pirna erfolgreich umgesetzt.

Summary

The health risk of radon inhalation is a globally recognized problem. International studies have shown that approximately 5% of all lung cancer cases are traced back to radon (which means that in Germany alone, there are about 1,700 cases). Despite these facts, the radiological risk posed by radon in buildings is massively underestimated by the public. Many people are not aware that they could be exposed to an in some cases strongly increased dose both at home and at work.

But a comprehensive radon protection in new buildings is practicable, even with relatively simple measures. Also the energy renovation measures in old buildings have a significant radon protection options without significantly increased costs. Basis is the implementation of modern rehabilitation approaches. This has been successfully implemented in the renovation of the Schloss Sonnenstein in Pirna.

1 Vorgehensweise und Grundlagen

Um das Gefährdungspotenzial quantifizieren zu können, welches von Radon im Boden ausgeht, werden seit einigen Jahren Bodenradon-Karten veröffentlicht, welche die generelle Situation der Radonkonzentration in Sachsen bzw. Deutschland aufzeigen sollen, aber für eine konkrete Aussage zu einem Baustandort kaum verwertbar sind. Solche Karten dienen ausschließlich der groben Orientierung, eine Bewertung der Bodenradonkonzentration an einzelnen Gebäudestandorten oder in Gebäuden ist nicht möglich, da die Messergebnisse selbst in einem räumlich eng begrenzten Gebiet von 1 km x 1 km zum Teil deutlich schwanken können.

Bereits die vom Schweizer Bundesgesundheitsamt durch Herrn Dr. G. Piller auf dem BfS-Kolloquium „Verbraucherschutz“ am 06.12.2004 in Berlin vorgestellten Ergebnisse (siehe Abb. 1) zeigten, dass auch auf kleinen Flächen von nur 100 m x 100 m in benachbarten Gebäuden zum Teil gravierend unterschiedliche Radonkonzentrationen auftreten können. Ähnliche Situationen sind bezüglich der Bodenradonkonzentration erkannt worden, insbesondere in Bereichen von geologischen Störungszonen bzw. in Bereichen mit Bergbaufolgeschäden.

Die obige Aussage von G. Piller „Nur eine Messung gibt Klarheit“ gilt zwar insbesondere für alle Innenraummessungen zur Ableitung von Sanierungsempfehlungen, wird aber mitunter immer häufiger auch bezüglich einer vorherigen Bodenradonbestimmung von kommunalen Behörden in der Baugenehmigung ausdrücklich gefordert.

Unsere bisherigen Beratungen von Architekten und bauausführenden Firmen basieren auf langjährigen Erfahrungen bezüglich Bau & Sanierung einer Vielzahl kleinerer Gebäude bis hin zur fachlichen Begleitung bei der Durchführung von umfangreichen Großprojekten:

- Radon in Sachsen: Konzeption zur Umsetzung/Realisierung von Maßnahmen zur Ermittlung und Minderung von Radonkonzentrationen in Gebäuden Sachsens; Ergebnisse aus 721 Langzeitradonmessungen (Stoller 1996 bis 1997), AG: SMUL/LfULG
- Bayern (Penzberg): Ermittlung von Gebieten Deutschlands mit gehäuft auftretenden erhöhten Radonkonzentrationen in Häusern infolge Bergbau (Stoller mit C&E Chemnitz und GRS 1998 bis 2001), AG: BfS
- Altlastenkataster: Dokumentationssystem für die Neuen Bundesländer; radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten; (Stoller 1999), AG: GRS
- Stadt Dresden: Untersuchung zu Konsequenzen aus einer veränderten Radongesetzgebung bezüglich Radon in Wohngebäuden der Stadt Dresden; (Stoller 2005)
- Stadtschloss Pirna: Messung der Radonkonzentration und Beratung zum Radonsicheren Bauen im Rahmen der Sanierung des Stadtschlusses Pirna; (Stoller 2011 bis 2012); AG: Bilfinger & Berger

Neben der geographisch-geologisch bedingten Radonkonzentrationen in Gebäuden, sind insbesondere auch die Bauausführung (nach Stand der Technik), der Baustoffeinsatz aber auch das Alter der Gebäude von großer Bedeutung. Letztere wird in Abb. 2 für die Region der Oberpfalz grafisch dargestellt. Dass es vor allem in älteren Gebäuden zu einer deutlichen Erhöhung der Konzentration kommt, liegt in der Tatsache begründet, dass beim Bau dieser Häuser zum einen lokal vorhandene Baumaterialien genutzt wurden, die ebenfalls oft in hohem Maße Radon emanieren (Naturstein, Granit u. ä.). Zum anderen wurde seinerzeit beim Bau im Bereich des Fundaments kaum

Radon-Karte

Benachbarte Gebäude



Abb. 1: Unterschiede in den Messungen zur Radonkonzentration

ausreichend auf Abdichtmaßnahmen gegenüber Bodenradon geachtet bzw. es sind vorhandene ‚Abdichtungen‘ (insbesondere gegen Feuchtigkeit) inzwischen stark gealtert. Die diesbezüglichen statistischen Erhebungen aus den neunziger Jahren sind deshalb heutzutage nicht mehr belastbar, da bei einer energetischen Sanierung mit Reduzierung der Luftwechselzahlen (wie dies in verschiedenen Forschungsprojekten gezeigt werden konnte) sehr viel höhere Werte zu erwarten sind die mitunter um einen Faktor 2...8 höher liegen können. Radon und auch andere Luftschadstoffe können sich dadurch signifikant in der Raumluft-Konzentration erhöhen.

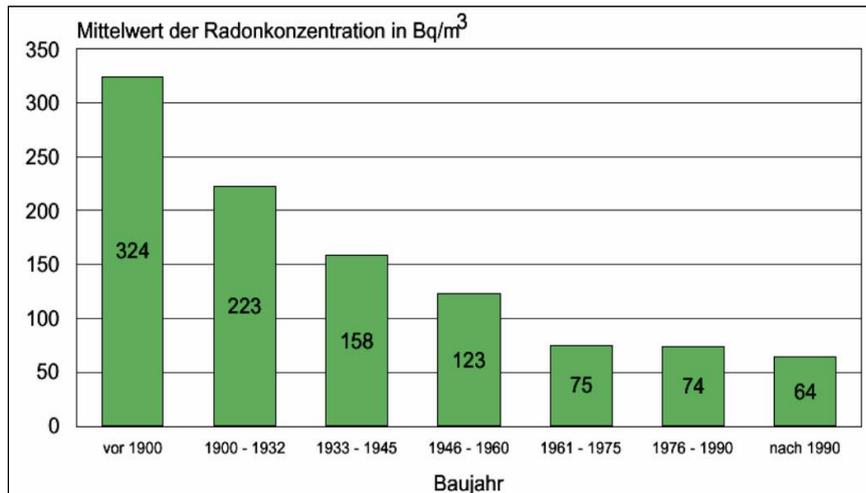


Abb. 2: Gemessene Radonkonzentration in Abhängigkeit vom Baujahr

Das Radonrisiko ist allerdings lediglich dosisbezogen bewertbar, hierbei gehen u. a. die Radonkonzentration, die Aufenthaltszeit sowie die Atemrate in die Betrachtungen mit ein. Bei mittleren Aufenthaltszeiten für Wohnräume wird bei einer Belastung von 100 Bq/m³ von einer effektiven Strahlenbelastung von 6 mSv pro Jahr ausgegangen (ICRP Ref. 00/902/09). Bedenkt man, dass der jährliche Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen bei 20 mSv liegt, lässt sich anhand der Gebäudestruktur in Deutschland sowie den bisher ermittelten Radonkonzentrationen in Gebäuden leicht erkennen, dass in einem beachtenswerten Gebäudeanteil – insbesondere nach Umsetzung von EnEV-Maßnahmen – womöglich zu einem erhöhten Lungenkrebsrisiko und Dosisbelastungen > 20 mSv/a für Bewohner/Nutzer/Arbeitsplätze kommen kann. Bei Arbeitsplätzen ist dabei sicherlich die geringere Aufenthaltszeit bezüglich der Rn-Konzentrations-Dosis-Korrelation zu beachten.

1.1 Messungen vor dem Bauen: Bodenradonkonzentration

Die Wertebereiche zur Radonkonzentration in der Bodenluft wurden bzgl. der Radonverfügbarkeit inzwischen rein empirisch in vier Klassen eingeteilt:

- < 20.000 Bq/m³: sehr niedrige Radonverfügbarkeit
- 20.000 – 40.000 Bq/m³: niedrige Radonverfügbarkeit
- 40.000 – 100.000 Bq/m³: mittlere Radonverfügbarkeit
- >100.000 Bq/m³: hohe Radonverfügbarkeit.

Die Ergebnisse, die sich aus einer Bestimmung der Bodenradonkonzentration ergeben, sind allerdings für eine genaue Bewertung des Radonpotenzials häufig ungeeignet, zumal auch eine Interkalibrierung verschiedener Methoden bisher fehlt.

Messprogramme, wie sie unter anderem von Prof. Uhlig an der HTW Dresden durchgeführt worden sind [1] zeigen, dass wohl u. a. auch durch lokale Störungen innerhalb weniger Meter

Radonkonzentrationsschwankungen um Größenordnungen auftreten können. Ferner kommt es auch zu jahreszeitlichen und wetterabhängigen Schwankungen, die in der summierten Messabweichung durchaus einen Faktor zehn erreichen können. Zudem können Lehm- und Tonschichten in oberflächennahen Bereich mitunter auch Sperrschichten gegen aufsteigendes Radon bilden und im Meßgebiet vorhandene tiefergelegene Bodenradonkonzentrationen geringer erscheinen lassen. Aber auch wenig erfolgreiche Bohrlochabdichtung können fehlerhafte Messungen generieren.

Die genannten Aspekte verursachen zum Teil eine signifikante Streuung der Messergebnisse und sind damit als Grundlage für bauliche Entscheidungen oft wenig aussagefähig. Allerdings lassen sich zumindest gewisse Einstufungen in die o. g. Klassen ableiten, mit denen grundlegende Maßnahmen zum Radonsicheren Bauen geplant werden können.

1.2 Messmethoden im bestehenden Gebäuden: Kurzzeit vs. Langzeit

Um nun in einem bestehenden Gebäude einen ersten groben Überblick über die vorherrschende Radonbelastung zu bekommen, kann z. B. mit einem Messgerät (z. B. Radonmessgerät der Marke alphaGuard) die Radonkonzentration bestimmt werden. Im praktischen Einsatz hat sich allerdings die Messung mittels Dosimetern bewährt, da für bestimmte Entscheidungen eine zeitintegrierte Radonmessung meist ausreichend und kostengünstiger ist.

Vom Bundesamt für Strahlenschutz wurden in den Jahren 1991 bis 1993 in einer großen Zahl von Häusern erste Erhebungsmessungen über einen Zeitraum von 24 Stunden durchgeführt (bei möglichst geschlossenen Türen und Fenstern). Diese dienten dazu, eine erste Übersicht über die regionale Verteilung zu erwartender Radonkonzentrationen in Häusern zu erlangen. Abb. 3 zeigt für 33 Messpunkte in 32 Häusern die kumulative Verteilung der Verhältnisse von Kurzzeitmesswert (KZM) zu Langzeitmesswert (LZM). Alle Kurzzeitmesswerte waren höher als 15.000 Bq/m^3 . Die Relationen bewegen sich in einem sehr breiten Spektrum (Faktor 1,5 bis maximal 470). Grundsätzlich kann jedoch angemerkt werden, dass das Verhältnis zwischen Kurzzeit- und Langzeitmesswert von einer Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt wird, wie z. B. Nutzungsart des Raumes, Lebensgewohnheiten der Bewohner und bauliche Besonderheiten des Hauses.

Die Abbildung zeigt ferner, dass auch im Bereich von Kurzzeitmesswerten der Radonkonzentration von mehr als 15.000 Bq/m^3 die Langzeitmesswerte in der Mehrzahl (ca. 75%) weniger als um einen Faktor 10 niedriger liegen. In etwa der Hälfte aller Fälle ist der Faktor kleiner als 5. Derartige Vergleiche können demzufolge allenfalls zur Abschätzung von Verteilungen zu erwartender Radonkonzentration für eine große Anzahl von Häusern dienen. Prognosen für einzelne Häuser sind damit nicht möglich. Eine Kurzzeitmessung konnte deshalb damals auch nicht für den Nachweis der Förderfähigkeit einer Sanierungsmaßnahme herangezogen werden.

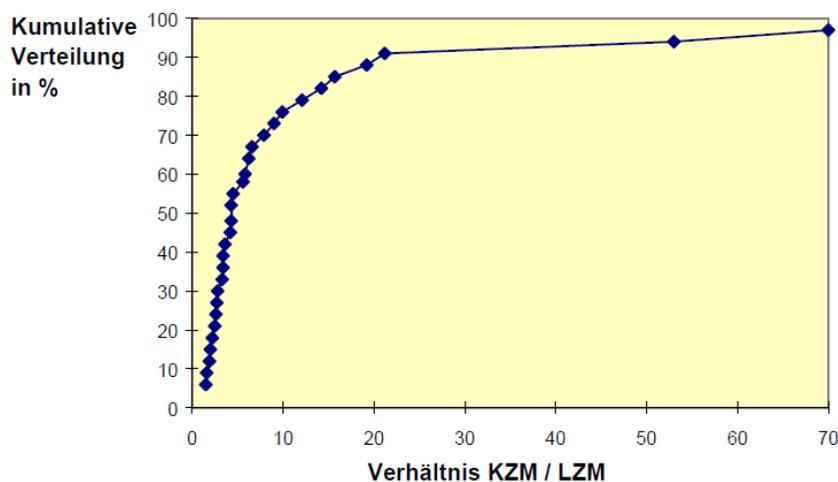


Abb. 3: Kumulative Verteilung der Verhältnisse KZM zu LZM

1.3 Gesetzliche Regelungen

Mit der Stellungnahme der deutschen Strahlenschutzkommission (verabschiedet in der 192. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 24. Juni 2004) wurden in Auswertung der bis dahin vorliegenden Gesundheitsstudien zum Radon erste Korrelationen von Radon und Lungenkrebs explizit dargelegt und danach auch entsprechende Empfehlungen in das Radonhandbuch des BfS aufgenommen. Damit ist gemäß zur Definition des Standes der Technik auch eine Empfehlung erfolgt, worauf sich Berater stützen sollten – etwas anderes liegt zum aktuellen Zeitpunkt leider nicht vor.

Bei stark erhöhten Radonkonzentrationen kann sich ein Berater gemäß Bauordnung der Länder allerdings sehr schnell im unangenehmen Bereich der Gefahrenabwehr wiederfinden, da bei mehr als 300 Bq/m^3 mitunter Dosiswerte von über 20 mSv/a erreicht werden, bzw. Bereiche mit anerkannt erhöhtem Krebsrisiko:

§ 13 Sächsische Bauordnung: „Schutz gegen schädliche Einflüsse“

(1) Bauliche Anlagen müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen....

Um die Radonmesswerte aus Innenraummessungen qualitativ einschätzen zu können, wurde in einer Stellungnahme des BMUB aus dem Jahr 2004 der Stand der Technik definiert [2] und dann auch durch das BfS im „Radonhandbuch-Deutschland“ als Entscheidungsbasis benannt. Für Radonkonzentrationen in Wohnräumen gab es seither die folgenden staatlichen Empfehlungen:

- Konzentrationen bis 100 Bq/m^3 gelten als „normale“ Radonbelastung und erfordern keinerlei bauliche Maßnahmen. Dieser Wert stellt von daher auch den Zielwert für das Radonsichere Bauen dar, wie er auch seit 2009 von der WHO empfohlen wird.
- Der Bereich zwischen 100 und 400 Bq/m^3 gilt als Ermessensbereich für einfache Maßnahmen zur Radonreduktion. In Abhängigkeit von der vorliegenden Situation kann als einfache Maßnahme bereits häufigeres oder intensiveres Lüften geeignet sein. Auch eine Änderung der Raumnutzung zur Verringerung der Aufenthaltszeiten kann in Betracht gezogen werden.
- Für den Bereich zwischen 400 und 1.000 Bq/m^3 reichen die oben genannten Empfehlungen allerdings nicht mehr aus. Hier müssen bereits einfache bauliche Maßnahmen ergriffen werden. Abhängig von der genauen Konzentration kann bereits ein Abdichten der Bodenplatte erste Resultate bringen. Aber auch das Abdichten von Ausbreitungspfaden (Leitungsdurchführungen, Installationsschächte etc.) sind möglich.
- Ab einer Belastung von mehr als 1.000 Bq/m^3 müssen umfangreiche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden die die Radonkonzentration senken sollen, auch wenn dazu aufwändigere bau- und lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind. Hierfür kann es notwendig sein, den Kellerboden nachzubetonieren. Ebenfalls sollten die Böden vor allem im Kellerbereich auf Haarrisse untersucht werden und flächenhaft abgedichtet werden.

Was aber tun, wenn nun nach einer Messung in einem bestehenden Gebäude ein erhöhter Radonwert gemessen wurde?

Zwar ist aktuell die EU-Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung vor Radon in Bearbeitung und soll auch bis 2018 in geltendes deutsches Recht umgesetzt werden. Bis dahin aber gibt es neben den o. g. Empfehlungen in Deutschland bisher weder gesetzliche Grenzwerte noch klare, verbindliche Reglementierungen für Sanierungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen im Bausektor. Lediglich in den gemeinsamen Empfehlungen des APUG (Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit) wird die gemeinsame Sichtweise deutscher Behörden (Bundesministerium für Gesundheit (BMG), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Robert Koch-Institut (RKI), Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und Umweltbundesamt (UBA)) dargelegt:

Es wird empfohlen, bei neu zu errichtenden Gebäuden ab sofort einen Planungswert von $<100 \text{ Bq/m}^3$ zugrunde zu legen und bei Altbauten anzustreben.

Diese behördenübergreifende allgemeine Festlegung stellt nach Aussagen von Juristen ebenfalls eine ausreichende Entscheidungsgrundlage zum allgemein anerkannten Stand der Technik bei Bau- und Sanierungsaufgaben dar, bei deren Einhaltung Schadensersatzansprüche vermieden werden können. Damit stehen beratende Ingenieure und Architekten trotz aller fehlender gesetzlicher Grenzwerte auf der „sicheren Seite“, denn mit dem Urteil des OLG Stuttgart (Beschluss vom 14.09.2011, 10 W 9/11) zu den „Anforderungen an eine Mangelbeseitigung bei Fortentwicklung anerkannter Regeln der Technik und gesetzlicher Vorschriften nach Abnahme“ wurde folgender signifikanter Leitsatz festgestellt:

Auch wenn das Werk grundsätzlich den zur Zeit der Abnahme anerkannten Regeln der Technik als vertraglichen Mindeststandard entsprechen muss, muss eine Mangelbeseitigung die zum späteren Zeitpunkt ihrer Vornahme geltenden anerkannten Regeln der Technik und gesetzlichen Vorschriften einhalten.

Eine Vororientierung auf die bis 2018 umzusetzende EU-Regulierung mit max. 300 Bq/m³ könnte somit bei einer Mängelbeseitigung auch für den Berater fatale Folgen haben.

2 Sanierung und bauliche Maßnahmen

Ein wichtiger Punkt, der bei baulichen Maßnahmen zu beachten ist, sind die Vorgaben, die durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) gemacht werden. Im Rahmen von Sanierungs- und Modernisierungsvorhaben steht dabei die Einsparung von Energie im Vordergrund, was i. a. mit einer Änderung des Luftwechsels einhergeht. Werden bei einer solchen Baumaßnahme allerdings die Bedingungen bzgl. der Radonbelastung nicht im ausreichenden Maße bedacht, kann es hinterher zu einer deutlichen Steigerung der Konzentration kommen. In Abb. 4 wurde bereits 1997 dieser Zusammenhang dargestellt: Deutlich ist zu sehen, dass zwar der Effekt der Energieeinsparung erreicht wurde, gleichzeitig ist aber die Radonkonzentration um einen Faktor fünf erhöht.

Sowohl für die Sanierung als auch den Neubau von Gebäuden gibt es mittlerweile umfangreiche Maßnahmen die geeignet sind, die Radonkonzentration auf ein moderates Niveau zu senken. Vor allem das Radonhandbuch des BfS stellt einen vielfältigen Katalog an Maßnahmen bereit und ist damit bereits heute als allgemein gültiger Stand der Technik anerkannt. Einige dieser Maßnahmen seien im Folgenden kurz genannt.

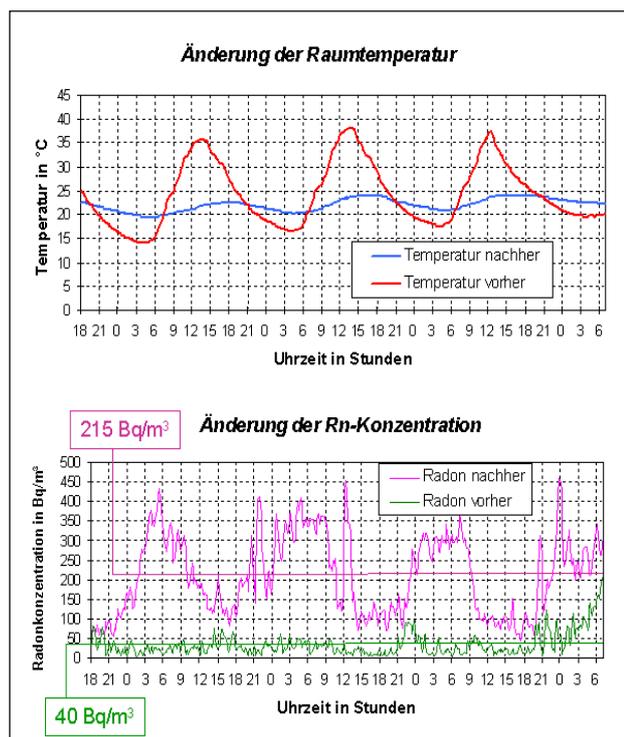


Abb. 4: Änderung von Temperatur und Rn-Konzentration im Dachgeschoss eines Altbaus vor und nach baulichen Maßnahmen zur Wärmedämmung.

Möglichkeiten für bauliche Sanierungsmaßnahmen:

- Abdichten von Radon-Eindringstellen mit geeigneten Dichtungsmassen;
- Abdichten von Ausbreitungspfaden im Haus (Leitungsdurchführungen, Installationsschächte etc.);
- flächenhaftes Abdichten von Haarrissen in Böden bzw. Kellerwänden;
- Nachbetonieren von Naturkellerböden;
- Ersatz von Radon emanierenden Baustoffen (Schlacken, Granit etc.);
- natürliche Entlüftungsmöglichkeiten nutzen, Druckverhältnisse im Haus verändern;
- mechanische Frischluftzufuhr in verschiedenen Ausführungen.

Präventive Maßnahmen für Neubauten:

- Durchgehende Bodenplatte statt Streifenfundament (ggf. Weiße Wanne);
- mechanische Luftabführung im Unterbau bzw. unter dem Gebäude (Kiesbett mit zusätzlicher Entlüftung);
- Radondichte Folie unter Bodenplatte;
- Leitungsdurchführungen ins Erdreich nachhaltig abdichten, ggf. oberirdisch;
- dichte Türen zwischen Keller- und Wohnräumen (evtl. automatische Türschließer);
- räumlich abgeschlossene/abgetrennte Treppenhäuser.

Nachfolgend soll ein Projekt der vergangenen Jahre kurz skizziert werden. Dabei handelte es sich um ein umfangreiches Bauvorhaben bei dem im Rahmen einer Sanierung Hinweise zum Radonsicheren Bauen gegeben und von der bauausführenden Firma Bilfinger & Berger umgesetzt worden sind.

2.1 Sanierung des Schloss Sonnensteins in Pirna

Das Schloss Sonnenstein ist eine oberhalb der Altstadt gelegene Burg-Festung im Pirnaer Stadtteil Sonnenstein. Erbaut im 13. Jahrhundert wurde sie 2010 durch den Bau- und Dienstleistungskonzern im Auftrag des Landkreises Sächsische Schweiz-Osterzgebirge denkmalgerecht saniert. Seit Ende 2011 hat, neben der touristischen Nutzung, hier auch der Landtag seinen Sitz.

Aufgrund des in dieser Region erhöhten geogenen Radonpotenzials waren im Rahmen der Sanierung Maßnahmen zum Schutz vor Radon zu ergreifen. Die Koordinierung dieser Maßnahmen wurde von der Stoller Ingenieurtechnik GmbH durchgeführt und umfasste die folgenden Arbeitspunkte:

- Planung eines Messprogramms zur flächendeckenden Bestimmung der Radonkonzentration im gesamten Gebäudebestand;
- Bestimmung der Radonkonzentration mittels Ortsdosimeter sowie anschließende Auswertung;
- Erarbeitung von Lüftungstechnischen und radonschutzbezogenen Vorschlägen auf Grundlage der Messergebnisse;
- baubegleitende Zusammenarbeit mit Planern und Architekten vor Ort;
- abschließende Messungen nach den erfolgten Sanierungsarbeiten und Dokumentation.

Bereits im Vorfeld gab es Messungen zur Innenraum-Radonkonzentration, die auf ein stark erhöhtes Potenzial hinwiesen (Messwerte zwischen 1.200 und 15.000 Bq/m³). Daher wurde durch Stoller ein erweitertes Messprogramm geplant, in dessen Verlauf an ausgewählten Punkten auf Wunsch des Auftraggebers Kurzzeitmessungen durchgeführt worden sind.

Diese Messungen wurden teils unter relativ schwierigen Randbedingungen vorgenommen, da die Entkernung im Gebäudekomplex bereits in vollem Gange war. Auch wenn versucht wurde, die ausgewählten Räume bestmöglich abzudichten, so führten diese baubedingten Randbedingungen mitunter zu nahezu „unzulässigen“ Messbedingungen, was die Datenauswertung erschwerte.

Im Rahmen der Bautätigkeiten sind von uns Vorschläge und Hinweise zum Radonsicheren Bauen erarbeitet und vor Ort mit den Architekten, Bauplanern und Lüftungsspezialisten diskutiert sowie optimiert worden. Um eine Nachhaltigkeit der Umbau- und Sanierungsmaßnahmen zu gewährleisten,

wurde unsererseits ein Referenzwert von 100 Bq/m³ empfohlen, so dass in Räumen mit hoher Aufenthaltszeit dieser Wert erreicht werden sollte und in technischen Nebenräumen mit untergeordneter bzw. geringfügiger Nutzung eine Überschreitung akzeptiert werden kann, zumal durch zusätzliche Lüftungseinrichtungen auch dort eine Reduzierung eingeräumt wurde.

Kurz vor dem Ende der Bautätigkeiten 2012 ist auf Wunsch des Auftraggebers eine zweite Kurzzeitmessung über 170 Stunden durchgeführt worden. Die dabei ermittelten Messwerte in Keller- und Erdgeschoss lagen in 10 % unter 100 Bq/m³, in 40 % zwischen 100 und 200 Bq/m³, in 40 % zwischen 200 und 300 Bq/m³, sowie in 10 % bis 400 Bq/m³. Für einen Nachweis der Nachhaltigkeit der Sanierungsmaßnahmen wurde dem Auftraggeber eine Langzeitmessung in 2016 vorgeschlagen, da die bisherigen Kurzzeitmessungen im Allgemeinen eine starke Überbewertung der Radonkonzentration aufzeigen und den Sanierungserfolg schlechter darstellen, als er tatsächlich vorliegt.

Die im Rahmen des Sanierungsvorhabens erzielten Ergebnisse sind, verglichen mit den sehr hohen Ausgangswerten zu Beginn als sehr effektiv bezüglich der gewählten relativ einfachen Maßnahmen zu bewerten, da sie zum einen ergaben, dass die Abdichtmaßnahmen im Rahmen der EnEV korrekt durchgeführt worden sind. Zum anderen lagen, mit einer Ausnahme (Wirtschaftsraum), alle Kurzzeitmesswerte deutlich unterhalb von 400 Bq/m³.

Beim Stadtschloss Pirna lagen die „radonbedingten Sanierungskosten“ sowie die Kosten für Messaufgaben weit unterhalb von 1 % der Bausumme.

3 Ergebnisse

Unsere Erfahrungen bei der Sanierung des Stadtschlusses Pirna aber auch in zahlreichen kleineren Projekten zeigen auf, dass beim Radonsicheren Bauen der Qualitätssicherung bei der Bauausführung eine sehr hohe Bedeutung zukommt, um den Zielwert von 100 Bq/m³ zu erreichen. Wir haben festgestellt, dass häufig große Unkenntnis zu dieser Radonschutz-Problemstellung und zur effektiven Ausführung des Radonschutzes besteht, was zu nachhaltigen Problemen führen kann.

Die Mitwirkung bei der Planung und die Einflussnahme auf die Bauausführung durch verschiedene Gewerke erscheinen sehr wichtig für eine erfolgreiche und nachhaltige Sanierung von Gebäuden, wie auch das Verständnis zur Problematik bei den ausführenden Firmen.

Wegen des oftmals bestehenden Zeitdrucks bei Baumaßnahmen sind Langzeitmessungen vom Auftraggeber kaum gewünscht und Kurzzeitmessungen nur bedingt von solider Aussagefähigkeit.

Während die Kosten für Radonsicheres Bauen bei einem Neubau mit Abdichtfolie zwischen zehn und zwanzig Euro pro bebauten Quadratmeter betragen und damit nur einen relativ geringen Anteil an der Gesamtsumme ausmachen, sind Sanierungsmaßnahmen an einem bestehenden Gebäude häufig teurer, insbesondere wenn man die EnEV-Umsetzung durchführen muss und eine optimierte Lüftung (getrennte Luftführung sowie erhöhte Luftwechselrate) womöglich mit Wärmerückgewinnung zu realisieren ist.

4 Literaturverzeichnis

- [1] Uhlig, W.-R., Umsetzung der neuen Radonschutzziele in der Baupraxis, Vortrag auf dem 5. Sächsischen Radontag am 20. September 2011
- [2] Radon – Merkblätter zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern (Infomaterial des BMUB, 2004); Internet: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/radon_merkblaetter.pdf (abgerufen am 08.08.2014)

Referentenverzeichnis

Prof. Dr.-Ing. Walter-Reinhold Uhlig

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
und Vorstandsvorsitzender KORA e.V.
D-01069 Dresden, Friedrich-List-Platz 1
Telefon: 0351 / 462 – 2440 Telefax: 0351 / 462 - 2172
www.bau.htw-dresden.de email: dresden@koraev.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Roland Stenzel

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
D-01069 Dresden, Friedrich-List-Platz 1
Telefon: 0351 / 462 – 3101 Telefax: 0351 / 462 - 2185
www.htw-dresden.de email: stenzel@htw-dresden.de

Fritz Jaeckel

Staatssekretär
Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft
D-01097 Dresden, Archivstraße 1
www.smul.sachsen.de email: poststelle@smul.sachsen.de

Dr. Markus Trautmannsheimer

Ministerialrat
Referatsleiter „Strahlenschutz und Entsorgung“
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Referat 83 - Strahlenschutz und Entsorgung
D-81925 München, Rosenkavalierplatz 2
Telefon: 089 / 9214 - 2191
www.stmuv.bayern.de email: markus.trautmannsheimer@stmuv.bayern.de

Dr. Thomas Beck

Bundesamt für Strahlenschutz
D-10318 Berlin, Köpenicker Allee 120-130
Telefon: 01888 / 333 - 4211
www.bfs.de email: tbeck@bfs.de

B. Eng. Michael Reiter

Student / freier Mitarbeiter
Bauingenieure Reiter GbR - Ingenieurbüro für Hochbau
D-02625 Bautzen, Dr. Peter Jordan Straße 23
www.bauingenieure-reiter.de email: info@ib-reiter.eu

Martin Sachsenweger

Student/ Diplomand
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
D-01069 Dresden, Friedrich-List-Platz 1
Telefon: 0351 / 462 - 3101, Telefax: 0351 / 462 - 2185
www.htw-dresden.de email: martin-sachsenweger@web.de

Dipl.-Ing. Grit Höfer

Leiterin Geschäftsstelle Leipzig
Bauindustrieverband Sachsen/Sachsen-Anhalt e. V.
D-04347 Leipzig, Heiterblickstraße 35,
Telefon: 0341 / 33637-36 Telefax: 0341 / 33637-34
www.bauindustrie-ssa.de email: hoefer@bauindustrie-ssa.de

Dr. Tobias Kloubert

Dipl.-Chemiker
Bayerisches Landesamt für Umwelt
D-86179 Augsburg, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
Telefon: 0821 / 9071-5333 Telefax: 0821 / 9071-5554
www.lfu.bayern.de email: tobias.kloubert@lfu.bayern.de

Dr. Valeria Gruber

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)
Geschäftsfeld Strahlenschutz
Abteilung Radon und Radioökologie
Österreichische Fachstelle für Radon
A-4020 Linz, Wieningerstrasse 8
Telefon: 0043 / (0)50555 – 41906 Telefax: 0043 / (0)50555 – 41915
www.ages.at email: valeria.gruber@ages.at

Martha Palacios (Gruson)

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Bundesamt für Gesundheit (BAG), Sektion Radiologische Risiken
CH-3003 Bern, Schwarzenburgstrasse 165
Telefon: 031 / 324 - 61 83, Telefax. 031 / 322 - 83 83
www.ch-radon.ch e-mail: martha.palacios@bag.admin.ch

Alexander Maas

Radonfachperson, Student der HTW Dresden
D-01445 Radebeul, Gerhart-Hauptmann-Str. 13
email: b.u.b-radebeul@web.de

Prof. h.c. Dr. rer.nat. habil Bernd Leißring

Bergtechnisches Ingenieurbüro GEOPRAX
D-09114 Chemnitz, Max-Planck-Str. 18
Telefon: 0371 / 336 - 2788 Telefax: 0371 / 336 - 2789
www.geoprax-leissring.de email: bernd@leissring.de

Jan Gottwald

Stoller Ingenieurtechnik GmbH
D-01277 Dresden, Bärensteiner Straße 27–29
Telefon: 0351 / 212 39 30 Telefax: 0351 / 212 39 59
www.stoller-dresden.de eMail: info@stoller-dresden.de

Lutz Schneider

Stoller Ingenieurtechnik GmbH
D-01277 Dresden, Bärensteiner Straße 27–29
Telefon: 0351 / 212 39 30 Telefax: 0351 / 212 39 59
www.stoller-dresden.de email: info@stoller-dresden.de



Herausgeber KORA e.V.
Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung zum Radonsicheren Bauen und Sanieren
c/o HTW Dresden, Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden
Telefon: 0351/4622400, Telefax: 0351/4622172
www.koraev.de, email: dresden@koraev.de

Dresden 2014

Redaktionelle Bearbeitung: M.Sc. Ronny Sachse

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne ausdrückliche Genehmigung von KORA e.V. ist es nicht gestattet, dieses Werk
oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen
sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen vorzunehmen.
Angaben ohne Gewähr.

Für die Inhalte sind die jeweiligen Verfasser verantwortlich.

Druck und Bindung:
Lichtpaus- und Kopierstudio Dresden