

RADONKONZENTRATION IN INNENRÄUMEN

Messung des radioaktiven Untergrundes in einem geschlossenen und klimatisierten Raum

Die durchgeführten Messungen des radioaktiven Untergrundes in einem geschlossenen und klimatisierten Raum dienen der Feststellung, in welchem Maße die Konzentration des Radons und der Radontöchter durch Belüftung eines Raumes geändert werden kann.

Während der radioaktiven Untergrund in einem Gebäude wegen der vorgegebenen Höhenstrahlung und der radioaktiven Isotope, die in die Baumaterialien eingebunden sind, vorgegeben und nicht beeinflußbar ist, wird allgemein angenommen, daß die Radioaktivität, die auf das Edelgas Radon 222 — ein Zerfallprodukt der U 238-Reihe — zurückzuführen ist, durch Belüftung aus der Raumluft entfernt werden kann.

Das aus dem Mauerwerk herausdiffundierende Radon zerfällt über mehrere radioaktive Zwischenprodukte ins stabile Blei.

Zu den dabei auftretenden Zerfallsereignissen wurde der radioaktive Gammauntergrund im belüfteten, klimatisierten und im unbelüfteten Raum verglichen. Der Vergleich ergab, daß die Belüftung mit einer Meßgenauigkeit von 10% keinerlei Einfluß auf die Gammaaktivität des Untergrundes hat.

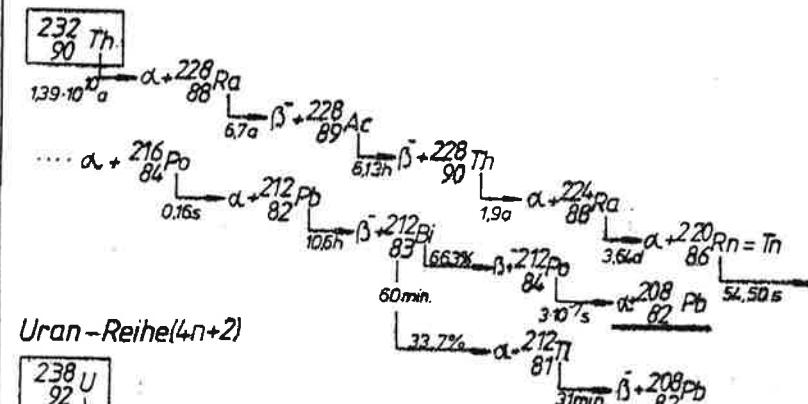
Prof. Dr. B. Rosenkranz und Dr. A. Schroeder,
Fachbereich Versorgungstechnik der Fachhochschule
Köln

Einleitung

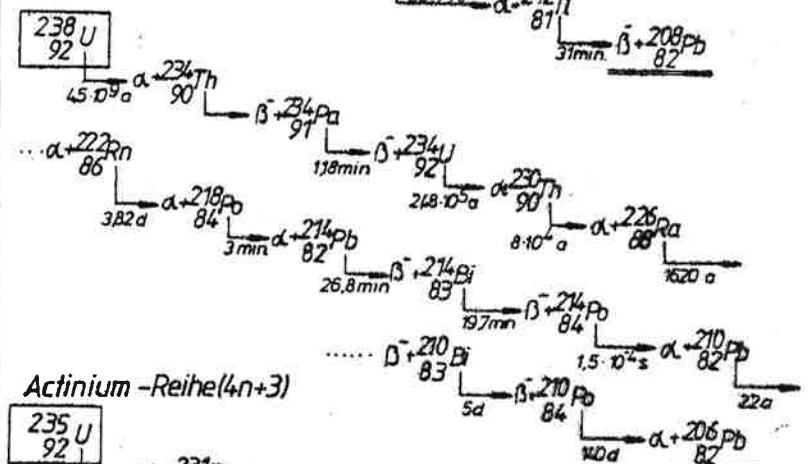
In einem gemeinsam herausgegebenen Statusbericht von Dezember 1984 weisen die American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) USA, der Deutsche Klimatechnische Verein (DKV) und das Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. auf das erhöhte Lungenkrebsrisiko hin, das durch das Einatmen von Luft, die Radon- bzw. Radontöchter enthält, bedingt ist [1].

Es gibt keinen Zweifel, daß Radon und Radontöchter in hinreichender Dosis beim Menschen Lungenkrebs verursachen können [2]. Ebenso steht aufgrund dosimetrischer Untersuchungen fest, daß insbesondere die kurzebigen Radontöchter für das Lungenkrebsrisiko verantwortlich sind [2]. Die Zweifellosigkeit dieser Feststellungen beruht im wesentlichen auf frühen epidemiologischen Untersuchungen böhmischer Bergleute der Uranbergwerke in Schneeberg und Joachimstal.

Thorium-Reihe (4n)



Uran-Reihe (4n+2)



Actinium-Reihe (4n+3)

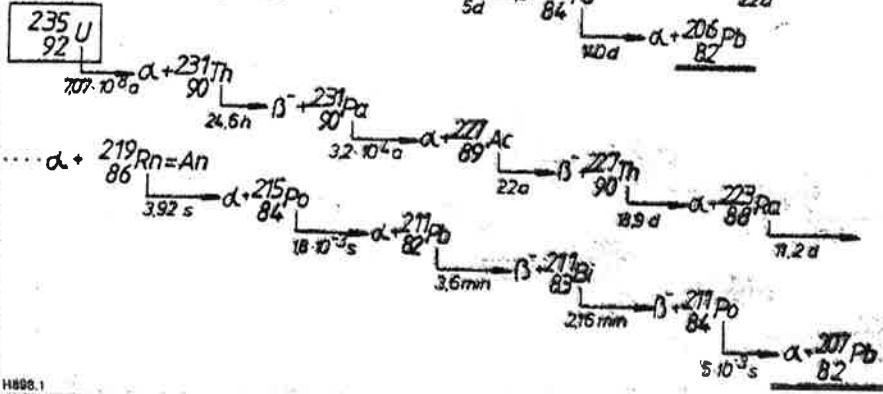


Bild 1: Natürliche Zerfallserien

Diese Untersuchungen deuteten auch an, daß die Raucher unter den Uran-Bergleuten ein höheres Risiko zu tragen scheinen als Nichtraucher; ob das Risiko sich additiv oder synergistisch ergibt, ist allerdings nicht geklärt [2].

Während nun für den Bergbau und hier insbesondere den Uranbergbau umfangreiche Messungen zu den Konzentrationen des Radon und seiner Zerfallsprodukte in der Schachtluft vorliegen, sind die Konzentrationen des Radon und der Radontöchter in der Innenraumluft von Wohnhäusern und öffentlichen Bauten weitgehend unbekannt. Dies gilt folglich auch für das Ausmaß des gesundheitlichen Risikos, das durch Radon und Radontöchter in der Innenraumluft bedingt ist [1].

Andererseits wird im Protokoll des VDI-Gesellschaftsausschuß „Luftqualität in Innenräumen“ vom 6. März 1985 festgestellt: „Bezüglich Schadstoffen (z.B. Toluol, Formaldehyd, Radon) werden die Innenraumquellen häufig unterschätzt. Eine aktive Belüftung bringt in jedem Falle eine Verbesserung der Luftqualität“ [3].

Der letzteren Feststellung widersprechen in bezug auf den Schadstoff Radon die im folgenden beschriebenen Messungen.

Ziel der Messungen

In zwei Messungen über je ca. 24 h Meßzeit sollten Informationen zu folgenden Fragen eingeholt werden:

- Unterscheidet sich der radioaktive Untergrund eines willkürlich ausgewählten Raumes von dem anderer vergleichbarer Räume?
- Hat der dreifache Luftwechsel durch die Klimaanlage irgendeinen Einfluß auf den radioaktiven Untergrund?

Grundlagen

Der immer und überall vorhandene radioaktive Untergrund in einem Gebäude setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Zum einen aus der sog. Höhenstrahlung, die im ganzen Weltall kommt, zum anderen aus den radioaktiven Isotopen, die in allen Baumaterialien wie Zement, Sand, Kies usw. als natürliche „Verunreinigung“ enthalten sind. Hier kommen einmal alle Folgeprodukte aus den drei natürlichen Zerfallsreihen in Frage (Bild 1).

Außerdem enthalten alle mineralischen Baustoffe das Element Kalium mit einem Gehalt von 0,0118% des radioaktiven Isotops K-40. Weiter findet man gelegentlich sehr geringe radioaktive Verunreinigungen aus dem Fallout von früheren Kernwaffenexperimenten in der Atmosphäre (z.B. Kobalt-60 und Cäsium-137 im Stahl).

Tabelle 1: Gammaenergien von Wismut-214 und Blei-214

	Bi-214	Pb-214
Gamma-energie (in keV)	2205 1764 1734 1122 609	354

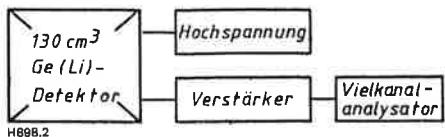


Bild 2: Schematischer Meßaufbau

Tabelle 2: Untergrundzählraten

γ -Energie (keV)	Meßzeit: 71945 s mit Klimaanlage			Meßzeit: 78663 s ohne Klimaanlage		
	Impulse	lps	statist. Fehler	Impulse	lps	statist. Fehler
100 – 200	2888912	40,15	0,06%	3156976	40,13	0,06%
200 – 300	1224354	17,02		1338757	17,02	
300 –	592970	8,24	0,13%	648010	8,24	0,13%
400*	339961	4,73		372557	4,74	
400 – 500						
500 – 600	261106	3,63		283772	3,61	
600 –	201769	2,80	0,22%	220008	2,80	0,22%
700*	149389	2,08		163589	2,08	
700 – 800	117813	1,64		129019	1,64	
800 – 900	117456	1,63	0,3%	128223	1,63	0,3%
900 – 1000						
1000 – 1100	89990	1,25		97520	1,24	
1100 –	100847	1,40	0,3%	108495	1,38	0,3%
1200*	84410	1,17		90870	1,16	
1200 – 1300	47490	0,660		52018	0,661	
1300 – 1400	101742	1,414		110457	1,404	
1400 – 1500						
1500 – 1600	23738	0,330		25953	0,330	
1600 – 1700	16582	0,230		18412	0,234	
1700 –	20576	0,286	0,7%	22133	0,281	0,7%
1800*	12456	0,173		13333	0,169	
1800 – 1900	11002	0,153	1,0%	11976	0,152	1,0%
1900 – 2000						
2000 – 2100	9943	0,138		10882	0,138	
2100 – 2200	11815	0,164		12792	0,163	
2200 –	11718	0,163	1,0%	12908	0,164	1,0%
2300*	11069	0,154		12132	0,154	
2300 – 2400	6525	0,091		7116	0,091	
2400 – 2500						
2500 – 2600	3155	0,0439		3440	0,0437	
2600 – 2700	12082	0,168		13105	0,167	
2700 – 2800	345	0,0048		365	0,0046	
2800 – 2900	281	0,0039	6%	310	0,0039	6%
2900 – 3000	276	0,0038		324	0,0041	
3000 – 4000	2299	0,032	2%	2506	0,032	2%
100 – 4000	6472071	89,96	0,04%	7067958	89,85	0,04%

(* Gammaenergien nach Tabelle 1)

Alle diese radioaktiven Bestandteile sitzen praktisch fest in den Wänden und Decken aller Gebäude und werden als natürliche Radioaktivität bezeichnet. Auf die Stärke dieser Radioaktivität hat man nach Fertigstellung eines Gebäudes keinerlei Einfluß. Hier kann man nur durch Vergleichsmessungen an ähnlichen Gebäuden feststellen, ob der radioaktive Untergrund vom „Normalwert“ abweicht.

Eine Ausnahme bildet jedoch die natürliche Zerfallsreihe des Uran-238, da hier als Zwischenprodukt das radioaktive Edelgas Radon-222 mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen entsteht. Dieses kann als Gas aus dem Mauerwerk herausdiffundieren und befindet sich dann in der Luft. Wird die Luft in einem geschlossenen Gebäude nicht ausgetauscht, so zerfällt das Radon innerhalb des Gebäudes weiter über mehrere ra-

dioaktive Zwischenprodukte ins stabile Blei. Das bedeutet, daß alle Strahlung, die beim Zerfall dieser Zwischenprodukte frei wird, im radioaktiven Untergrund des Gebäudes enthalten ist.

Wird dagegen die Raumluft durch Lüften (Fenster, Klimaanlage, Diffusion durch poröse Wände usw.) relativ schnell ausgetauscht, so sollte der entsprechende Anteil des radioaktiven Untergrundes fehlen. Bei einer Messung des radioaktiven Gammauntergrundes sind dies im wesentlichen die Gammastrahlungen der Zwischenprodukte Wismut-214 (Bi-214) und Blei-214 (Pb-214). Diese Isotope werden innerhalb weniger Minuten nach dem Radon-222-Zerfall gebildet und zerfallen selbst wieder innerhalb von ca. 45 Minuten. In Tabelle 1 sind die wichtigsten charakteristischen Gammaenergien dieser Isotope aufgeführt.

Wenn also die Lüftung eines Raumes auf den radioaktiven Untergrund einen Einfluß hat, so sollten gerade bei diesen Gammaenergien Unterschiede im Untergrundspektrum zu finden sein. Aus diesem Grunde wurden in dem hier vorliegenden Fall je eine Untergrundmessung über ca. 24 h mit *eingeschalteter* Klimaanlage und eine Messung mit *ausgeschalteter* Klimaanlage durchgeführt.

Meßaufbau

Bild 2 zeigt schematisch den Meßaufbau [4]. Als Gammendetektor wird ein Germaniumdetektor mit 130 cm^3 aktivem Volumen der Ortec-E.G. & G. benutzt. Dieser Detektor zeichnet sich neben seiner großen Ansprechwahrscheinlichkeit für Gammastrahlung durch eine ausgezeichnete Energieauflösung (2,1 keV) aus. Diese erlaubt es, aus einem komplexen Untergrundspektrum alle vorhandenen Isotope einzeln zu ermitteln. Deshalb ist sofort zu erkennen, wenn in einem radioaktiven Untergrund Komponenten fehlen oder aber Isotope vorkommen, die normalerweise nicht da sein dürften. Das gemessene Gammaspektrum wurde in einem Vielkanalanalysator mit 1024 Kanälen gespeichert. Es wurde das gesamte Energiespektrum von 100 keV bis 4000 keV gemessen.

Meßergebnisse und Diskussion

Tabelle 2 gibt die gemessenen Zählraten des Gammendetektors in 100-keV-Intervallen wieder. Die Zählraten (in Impulsen pro Sekunde = Ips) während der Messung mit eingeschalteter Klimaanlage unterscheiden sich von denen bei ausgeschalteter Anlage innerhalb der statistischen Fehlern in keinem einzigen Energieintervall. Die Meßgenauigkeit in den entscheidenden Intervallen, in denen die Gammaenergien der Radon-Zerfallsprodukte Wismut-214 und Blei-214 liegen, ist besser als 10%. Das bedeutet, daß man einen Einfluß der Klimaanlage auf den radioaktiven Untergrund absolut nicht feststellen kann. Wäre ein Einfluß vorhanden, so müßte sich die Zählraten in den Energieintervallen, in denen die Gammaenergien nach *Tabelle 1* liegen, ändern.

Ein Vergleich der hier gemessenen Untergrundaktivität mit entsprechenden Messungen an anderen Gebäuden (z.B. Universität zu Köln) zeigt ebenfalls keinerlei signifikanten Unterschied, weder bei einzelnen Gammalinen noch im kontinuierlichen Untergrund. Das bedeutet, daß im radioaktiven Untergrund des hier gemessenen Raumes keinerlei „fremde“ Isotope enthalten sind, die auf irgendeine außergewöhnliche radioaktive Verunreinigung schließen lassen. Die spektrale Zusammensetzung und die Intensität des hier gemessenen Untergrundes muß als völlig normal angesehen werden, so wie sie überall vorkommt.

Verglichen mit der Halbwertszeit des Radon-222 (3,8d) ist eine 24-Stunden-Messung eigentlich zu kurz, da die Sättigungsaktivität der Radon-Folgeprodukte erst nach mehreren Halbwertszeiten erreicht wäre. Bei der hier zur Verfügung stehenden Zeit können daher nur etwa 10% der theoretisch maximal erreichbaren Aktivitätsänderung durch Radon-Zerfallsprodukte festgestellt werden. Da aber andererseits die Meßgenauigkeit weit unter 1% liegt, kann man sagen, daß bei Extrapolation auf entsprechend längere Meßzeiten mit einer insgesamten Meßgenauigkeit von ca. 10% die Klimaanlage keinerlei Einfluß auf die Untergrundaktivität hat.

Der statistische Fehler der einzelnen Messungen ist 1 Standardabweichung σ .

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{\text{Zählrate}}}$$

[H 898]

Literaturangaben

- [1] TAB 12 (1984) 869/870.
- [2] Indoor Pollutants, Committee on Indoor Pollutants, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Assembly of Life Sciences, Washington DC: National Academy Press 1981.
- [3] Protokoll des VDI-Gemeinschaftsausschusses „Luftqualität in Innenräumen“, 6. 3. 1985, Düsseldorf.
- [4] Schroeder, A.: Inaugural-Dissertation. Eine Meßapparatur für kleinste Gammaaktivitäten – Anwendung auf kosmische Proben. Köln (1973).

PERSONLICHES

HOHE EHRENGEHRUNG FÜR JOACHIM ROST

Der Bundespräsident hat *Joachim Rost*, dem alleingeschäftsführenden Mitinhaber der Armaturenfabrik DAL – Georg Rost & Söhne GmbH & Co. KG, Porta Westfalica, das Bundesverdienstkreuz



1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland für sein erfolgreiches Wirken auf wirtschaftlichem und sozialpolitischem Gebiet verliehen (*Bild*).

Mit dieser Auszeichnung wird *Joachim Rost* als privater Unternehmer geehrt, der mit Weitsicht und Risikobereitschaft sein Unternehmen zur heutigen Bedeutung geführt hat. Viele positive Entwicklungen im Sanitärbereich wurden von ihm und seinem Unternehmen in die Wege geleitet. Es zeichnet ihn aus, daß er sich auch für die sozialen Belange seiner Mitarbeiter einsetzt. Hervorzuheben ist hier sein Modell der Vermögensbildung über die „Jürgen-Rost-Stiftung“, mit der bereits seit 1970 seine

Mitarbeiter am Unternehmensgewinn beteiligt werden.

Viele Jahre hat sich *Joachim Rost* engagiert übergeordneter Verbandsarbeit in der Sanitärbranche gewidmet. Er wurde zur anerkannten Führungspersönlichkeit und bekleidet eine Vielzahl von Ehrenämtern. [H 9670]



BUNDESVERDIENSTKREUZ FÜR FRITZ REUTER

Ing. (grad.) *Fritz Reuter* (*Bild*), alleiniger Gesellschafter der Schmidt Reuter Ingenieurgesellschaft, des größten bundesdeutschen Ingenieurberatungs-Unternehmens für technische Ausrüstung, ist in Würdigung seiner unternehmerischen Leistun-

gen und in Anerkennung der Verdienste, die er sich in jahrelanger ehrenamtlicher Tätigkeit um den Berufsstand der freiberuflichen Beratenden Ingenieure erworben hat, das Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen worden.

[H 9672]