

Autor: Dr. M. Zehringer

RADONBERICHT

Einleitung

Unsere Erde besteht aus verschiedenen chemischen Elementen: Die meisten dieser Elemente sind stabil, einige jedoch sind instabil, also radioaktiv. Zu diesen zählt das Uran, bestehend aus über 99 % des Isotops Uran-238 (^{238}U). Aus dem Uran entstehen durch den radioaktiven Zerfall weitere, radioaktive Nuklide, bis die Zerfallskette beim stabilen Isotop Blei-206 (^{206}Pb) endet. Mit Ausnahme des Edelgases Radon weisen sämtliche Elemente dieser Zerfallsreihe den festen Aggregatzustand auf. Das Edelgas Radon (^{222}Rn) ist jedoch sehr mobil. Es kann sich je nach Gasdurchlässigkeit des Bodens mehr oder weniger frei bewegen und kann durch Naturböden, Risse im Fundament, Kabel- und Rohrdurchführungen in die Häuser eindringen. Ebenso löst sich das Radon im Grundwasser. Im Haus wird dann die radonhaltige Luft eingeatmet.

Das Radon selbst ist für die Gesundheit nicht sehr problematisch, da es grösstenteils wieder ausgeatmet wird. Es sind die radioaktiven Zerfallsprodukte des Radons (Polonium, Blei, Wismuth), die ein Risiko darstellen. Diese Elemente gelangen an Staubpartikel gebunden in die Lunge, wo sie abgelagert werden und das Lungengewebe bestrahlen. Dadurch erhöht sich das Risiko der Bildung eines Lungenkrebses.

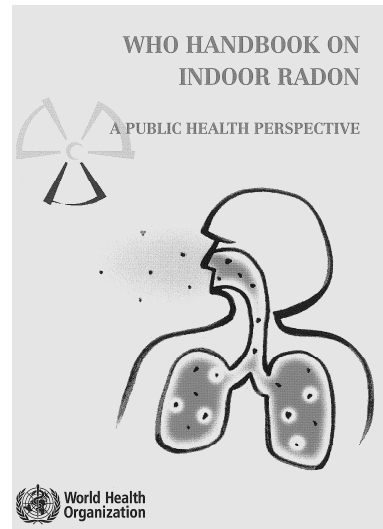
Radon ist kein neues Problem. Schon zu Beginn des 16. Jahrhunderts wurde von einer geheimnisvollen Lungenkrankheit berichtet, an der Minenarbeiter in Böhmen starben. Die sogenannte Schneebergerkrankheit wurde gegen Ende des 19. Jahrhunderts als Lungenkrebs identifiziert. Das Radongas als die Ursache blieb aber bis in die Fünfzigerjahre des 20. Jahrhunderts unbekannt. Seit Beginn der Achtzigerjahre hat sich Radon zum „Sorgenkind“ im Strahlenschutz entwickelt. Radon macht den Hauptanteil der jährlichen Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung aus. Radon ist nach dem Rauchen die wichtigste Ursache von Lungenkrebs. Intensive Radon-Untersuchungen wurden im Rahmen von RAPROS¹ und später in der ganzen Schweiz durchgeführt.

Neue epidemiologische Erkenntnisse sind von der WHO (World Health Organization) 2009 publiziert worden². Diese zeigen, dass bei langfristiger Radonexposition bereits bei Werten über 100 Bq/m^3 ein Krebsrisiko bestehen kann. Demnach wird der Dosisanteil des Radons für die Bevölkerung von 1.6 auf 3.6 mSv/a korrigiert (entsprechend 60% der jährlichen Gesamtdosis für die Schweizer Bevölkerung). Die WHO empfiehlt einen Referenzwert von 100 Bq/m^3 in Wohnräumen, jedoch höchstens von 300 Bq/m^3 wenn dies aus geologischen Gründen nicht realisierbar ist. Das BAG hat in einem nationalen Aktionsplan 2012 – 2020 deshalb eine neue Strategie angekündigt, u.a. die Senkung der bestehenden Grenzwerte³.

Gesetzliche Grundlagen

Artikel 115 der Strahlenschutz-Verordnung vom 22. Juni 1994 (StSV) verpflichtet die Kantone eine genügende Anzahl Messungen durchzuführen, Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen zu ermitteln sowie in Gebieten mit erhöhter Radonaktivität genügend Messungen in öffentlichen Gebäuden durchzuführen.

Zum Schutz der Bevölkerung vor hohen Radonexpositionen sind in der StSV folgende Höchstwerte für die Radongaskonzentration festgehalten:



¹ Radonprogramm Schweiz „RAPROS“, Bericht über die Jahre 1987-1991, Abteilung Strahlenschutz, Bundesamt für Gesundheitswesen, CH-3001 Bern, ISBN 3-905235-00-5

² WHO Handbook on Indoor Radon, World Health Organization, 2009

³ Nationaler Radonaktionsplan 2012-2020, Bundesamt für Gesundheit, 2011

- **Richtwert von 400 Bq/m³**. Liegt die Radonaktivität in Wohn- und Aufenthaltsräumen über diesem Wert, empfiehlt das Bundesamt für Gesundheit einfache bauliche Sanierungen. Bei Neu- und Umbauten müssen bauliche Massnahmen getroffen werden, damit der Richtwert eingehalten wird (Art. 110 Abs.4 StSV).
- **Grenzwert von 1000 Bq/m³ für den Wohn- und Aufenthaltsbereich**. Wird dieser Wert überschritten, muss das Gebäude saniert werden (Art. 110 Abs.1 StSV).
- Im **Arbeitsbereich** gilt ein über die monatliche Arbeitszeit gemittelter **Grenzwert von 3000 Bq/m³** (Art.110 Abs.2 StSV). Als Arbeitsplätze gelten u.a. Bergbau, Tunnelbau, Wasserversorgungen. Schulen sind explizit nicht als Arbeitsplätze zu bewerten.

Wieweit diese heute geltenden Höchstwerte auf Grund der WHO-Empfehlung gesenkt werden, ist zurzeit noch nicht bekannt.

MESSKAMPAGNE 2010/2011

Die Gemeinde Riehen führte in Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Labor Basel-Stadt eine Publikumsaktion im Winter 2010 durch. Die Liegenschaftsbesitzer der Gemeinden Riehen und Bettingen konnten auf der Gemeinde kostenlos pro Liegenschaft zwei Dosimeter beziehen. Die Expositionszeit betrug mindestens zwei Monate, wobei ein Dosimeter im Keller des Gebäudes und das andere Dosimeter im Wohnbereich des Erdgeschosses zu platzieren war. Anschliessend wurden die Dosimeter über die Gemeinde Riehen wieder eingezogen und zur Auszählung versandt (Rücklaufquote 99%). Die Liegenschaftsbesitzer wurden nach Eingang der Resultate schriftlich informiert.

Von den kontrollierten Gebäuden wurden nur Messwerte von bewohnten Räumen in der Gesamtauswertung berücksichtigt. Als bewohnte Räume gelten Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmer sowie andere Aufenthaltsräume. Der Grenzwert basiert auf einer Aufenthaltszeit von 24 Stunden, d.h. Hobbyräume, Werkstätten, Büros im Kellergeschoss, die nur stundenweise pro Tag benutzt werden gelten nicht als bewohnt. Der Grenzwert ist dann nicht anwendbar. Hingegen werden Schulräume wie Wohnräume behandelt, auch wenn der tägliche Unterricht nur stundenweise erfolgt. Bei Gebäuden mit mehreren Messungen in Wohnräumen wurde jeweils der höchste Radonwert gezählt.

Im Kanton Basel-Stadt wurden im Rahmen dieser Kampagne 338 Gebäude untersucht, davon die Mehrzahl in Riehen. (siehe **Tabelle 1**). Insgesamt wurden sechs weitere Liegenschaften mit einer Grenzwertüberschreitung im Wohnbereich gefunden, vier Liegenschaften in Basel und zwei Liegenschaften in Riehen. Erfreulicherweise lag die Radonaktivität von 282 Liegenschaften unter 300 Bq/m³ entsprechend 83% der gemessenen Gebäude. In 50 Liegenschaften betrug die Radonaktivität zwischen 300 und 1000 Bq/m³, entsprechend 15% der gemessenen Gebäude.

Untersuchte Häuser im Winter 2010/2011	Basel	Bettingen	Riehen
Häuser mit Radonwerten unter 300 Bq/m ³	74	2	206
Gebäude mit Radonwerten zwischen 300 und 1000 Bq/ m ³	16	0	34
Häuser mit Radonwerten über dem Grenzwert (1000 Bq/ m ³)	4	0	2
Total gemessene Gebäude	94	2	242

Tabelle 1 Anzahl gemessener Häuser im Winter 2010/2011

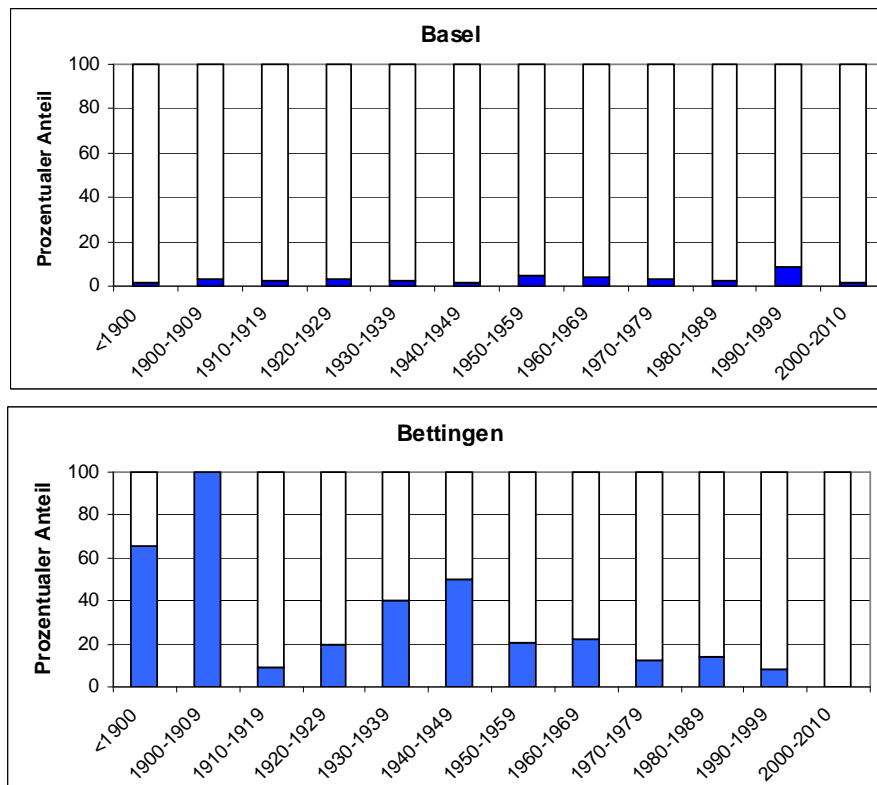
GESAMTAUSWERTUNG

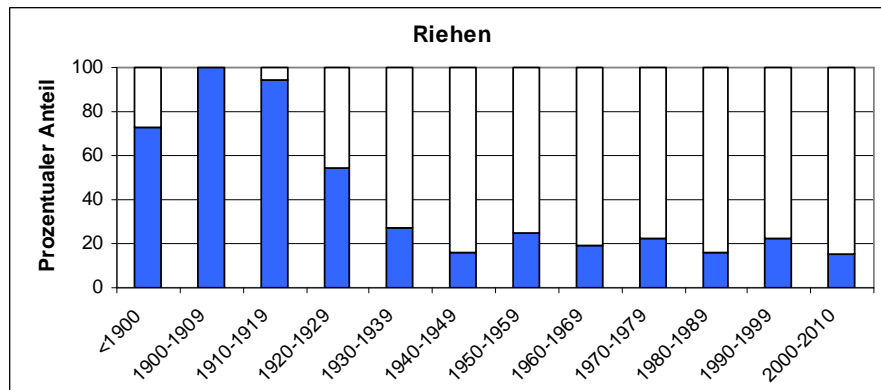
Seit 1983 werden im Kanton Basel-Stadt Liegenschaften auf deren Radonbelastung untersucht. In den Gemeinden Bettingen und Riehen wurden aufgrund der erhöhten mittleren Radonbelastung grössere Anstrengungen unternommen, was sich in der aktuellen Messquote von über 25% aller Häuser widerspiegelt. In der Stadt Basel sind bis heute lediglich 2.5% aller Gebäude untersucht worden. Im ganzen Kanton sind hingegen sämtliche staatlichen Schulen und Kindergärten untersucht worden.

Statistik der bisherigen Messungen	Basel	Bettingen	Riehen
Anzahl Gebäude	18'631	276	3'894
Anzahl gemessene Gebäude	479	74	1'095
Anteil zur Gesamtzahl der Gebäude	2.5 %	26.8 %	28.1 %

Tabelle 2 Gesamtauswertung Gebäude

Zu Recht wird für die Gemeinde Riehen ein direkter Zusammenhang zwischen Bausubstanz (Fundament) und Radonrisiko vermutet. Insbesondere im Dorfkern Riehen finden sich Häuser aus dem 17. bis 19. Jahrhundert mit schlechten Fundamenten bzw. ohne Betonfundament. Deshalb wurden in einer Messkampagne gezielt die ältesten Liegenschaften von Riehen und Bettingen untersucht. Die Anzahl der Sanierungsfälle erhöhte sich von 20 auf 40.





Abbildungen 1 bis 3 Prozentualer Anteil der untersuchten Gebäude aufgeschlüsselt nach Gemeinde und Gebäudealter.

Die Mehrzahl der untersuchten Gebäude sind Einfamilienhäuser (über 50%), gefolgt von 25% Mehrfamilienhäusern und ca. 12% Schulgebäuden.

Gebäudetyp	Basel	Bettingen	Riehen	total
Einfamilienhaus	162	44	762	968
Mehrfamilienhaus	111	22	309	442
Schulen und Kindergärten	225	3	36	264
Bürogebäude	12	2	9	23
Industriegebäude	13	3	13	29
Bauernhäuser	1	4	6	11
andere	14	4	34	52

Tabelle 3: Aufschlüsselung der untersuchten Gebäude nach Gebäudetyp.

Statistische Auswertung der Radonaktivitäten in Liegenschaften des Kantons.

Bei der vorliegenden Auswertung wurde jeweils der höchste Messwert im bewohnten Teil einer Liegenschaft herangezogen. Auf eine statistische Mittelung aller Messungen im Wohnbereich einer Liegenschaft wurde verzichtet.

Im Vergleich des arithmetischen Mittelwerts schneidet die Gemeinde Riehen deutlich höher ab. Der Wert ist doppelt so hoch wie in Basel und Bettingen. Dies zeigt sich auch im tieferen Anteil der Gebäude mit Werten unter 300 Bq/m^3 (82% für Riehen, über 90% für Basel und Bettingen). Es muss jedoch beachtet werden, dass aufgrund der risikobasierten Vorgehensweise in den letzten zehn Jahren auch deutlich mehr Liegenschaften in der Gemeinde Riehen untersucht worden sind als in der Stadt Basel (1095 Gebäude gegenüber 550 Gebäude in Basel und Bettingen zusammen). Auf Kantonsgebiet wurden bis jetzt 42 Liegenschaften mit Grenzwertüberschreitungen festgestellt, wovon sich 36 Gebäude in der Gemeinde Riehen befinden.

Verteilung der Radonbelastung	Basel	Bettingen	Riehen
arithmetisches Mittel in Bq/m^3	126	117	193
Maximaler Einzelwert im Wohnbereich Bq/m^3	2'061	1'984	11'650
Anzahl Gebäude mit Messwerten unter 300 Bq/m^3	450 (94%)	72 (97%)	906 (82%)
Anzahl Gebäude mit Messwerten über 300 Bq/m^3 und unter $1'000 \text{ Bq/m}^3$	24 (5%)	1 (1.5%)	160 (15%)
Anzahl Gebäude mit Messwerten über dem Grenzwert von 1000 Bq/m^3	5 (1 %)	1 (1.5%)	36 (3%)

Tabelle 4 Verteilung der Radonbelastung in Wohnräumen des Kantons Basel-Stadt

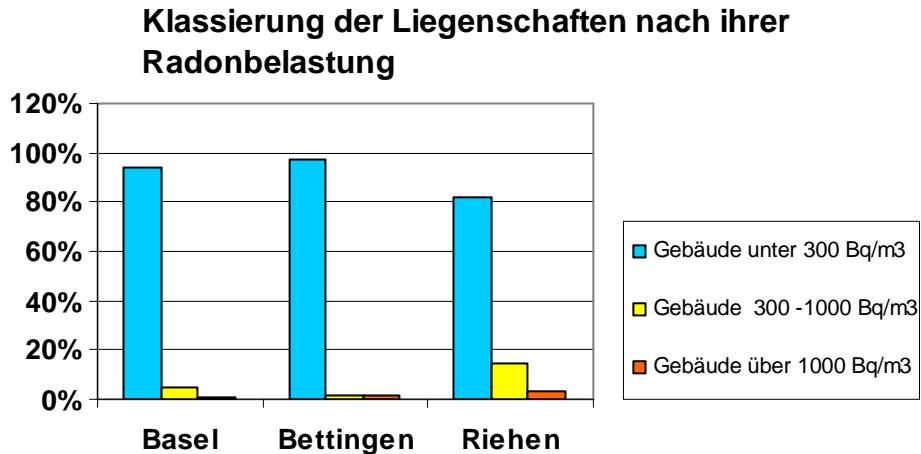


Abbildung 4 Prozentuale Verteilung der Radonwerte im Wohnbereich pro Gemeinde.

Die geografische Verteilung der Radonwerte im Wohnbereich der drei Gemeinden ist in den **Karten 1 und 2** im Anhang dargestellt.

Stand der Sanierungen von Häusern mit Grenzwertüberschreitung im Wohnbereich

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht, dass vorwiegend ältere Liegenschaften (vor 1930 erbaut) sanierungsbedürftig sind. Betroffen sind ältere Gebäude im Riehener Dorfkern. Mangelhaftes (oder gar fehlendes) Fundament und relativ dichter Überbau sind die Gründe für erhöhte Radongasaktivitäten. Im Gegenzug bewirkt ein undichter Überbau (z.B. undichte Fenster) moderate Radonwerte trotz hoher Werte im Kellerbereich. Probleme können dann entstehen, wenn Liegenschaften energiesaniert werden (z.B. Ersatz alter Fenster, Isolation des Daches etc.). Neuere Liegenschaften ab den 60er Jahren mussten bis jetzt keine radonsaniert werden.

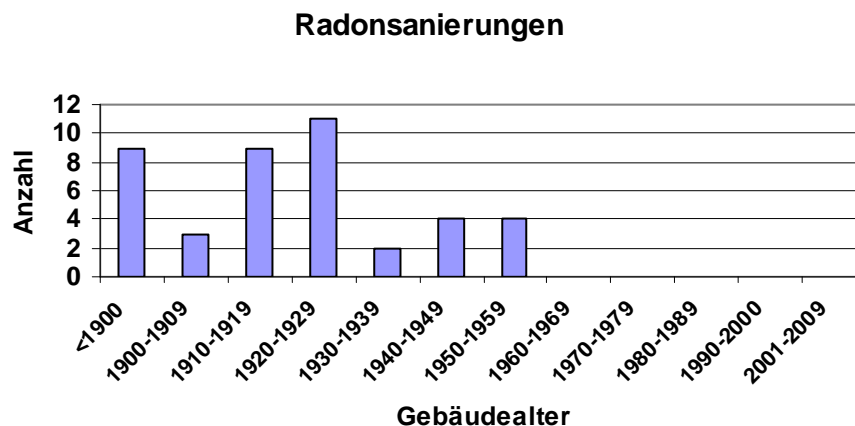


Abbildung 5 Sanierungsfälle in Relation zum Gebäudealter

Von den insgesamt 42 sanierungsbedürftigen Liegenschaften wurden bis heute 15 (36%) saniert. Weitere 20 Liegenschaften werden momentan saniert, sodass in absehbarer Zeit 83% der Sanierungsfälle erledigt sein werden. Bei sieben Liegenschaften wurde eine Sanierung entweder verweigert oder noch nicht in Angriff genommen. Gemäss StSV müssen alle Liegenschaften mit Grenzwertüberschreitung bis zum Jahr 2014 saniert sein.

Sanierungsstand Liegenschaften Kanton BS	Basel	Bettingen	Riehen
Sanierte Liegenschaften	2 (33%)	1 (100%)	12 (33%)
In Sanierung begriffene Liegenschaften	2	0	18
Ausstehender Sanierungsbeginn	2	0	5
Total Sanierungsfälle	6	1	35

Tabelle 5: Sanierungsstand im Kanton Basel-Stadt

Die geografische Verteilung der Grenzwertüberschreitungen (Sanierungsfälle) im Kanton Basel-Stadt sind in der **Karte 3** dargestellt (siehe Anhang).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Sanierungsfälle

In den Gemeinden Bettingen und Riehen beträgt der Anteil der gemessenen Liegenschaften ca. 25%, in der Stadt Basel jedoch nur ca. 2%.

Dass der Fokus auf die Gemeinde Riehen richtig ist, zeigt die hohe Zahl der aufgedeckten Grenzwertüberschreitungen in dieser Gemeinde von 35 Fällen. Auf Stadtgebiet wurden bis anhin sechs Liegenschaften entdeckt, in Bettingen eine Liegenschaft.

Aufgrund der letzten Kampagnen mit Schwerpunkt auf die älteren Liegenschaften der Gemeinden Bettingen und Riehen hat sich die Zahl der Sanierungsfälle verdoppelt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Radonbelastung einer Liegenschaft im Wesentlichen vom Zustand des Fundamentes und vom Unterbau eines Hauses abhängig ist und weniger vom Standort selbst. Eine Beziehung zwischen der Radonbelastung und der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes konnte in früheren Untersuchungen nicht erhärtet werden⁴.

Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV)

Im Rahmen der Revision der StSV ist auch die Neufestlegung der Radongrenzwerte in Diskussion. Einer Studie der WHO zufolge sollten die Grenzwerte massiv gesenkt werden. So dürfte der Grenzwert in bewohnten Räumen von 1000 auf 300 Bq/m³ gesenkt werden. Daraus würden sich Konsequenzen für den Stadtkanton ergeben.

Gemäss der Auflistung in Tabelle 3 würden sich die Sanierungsfälle von 42 auf 227 erhöhen (eine Verfünffachung), wobei sich die Angaben auf die bereits untersuchten Liegenschaften beziehen. Die tatsächliche Zahl der Sanierungsfälle dürfte deutlich höher liegen.

Danksagung

Der Autor dankt der Abt. Angewandte und Umweltgeologie der Universität Basel für die Aufbereitung des Kartenmaterials. Für die grosse Hilfe bei der Durchführung bzw. Begleitung von Sanierungen danken wir Herrn Georges-André Roserens vom Bundesamt für Gesundheit. Ebenso möchten wir den Verwaltungen der beiden Gemeinden Bettingen und Riehen für ihre Mitarbeit bei den Radon-Messkampagnen bedanken.

⁴ Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Basel, Abt. Angewandte und Umweltgeologie: Auswertung Radondaten der Gemeinden Riehen und Bettingen/BS, 12. 2002.