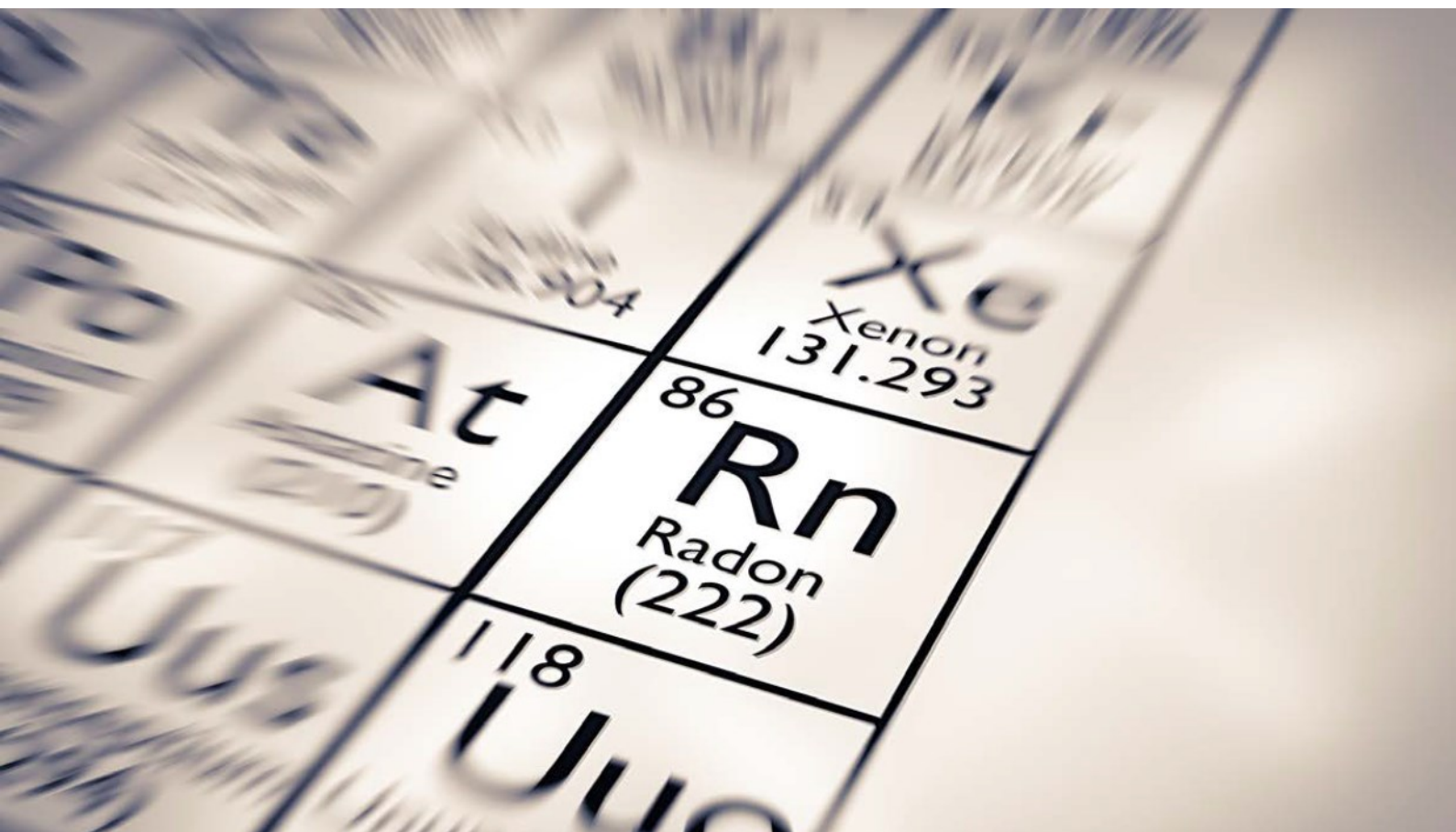




Radon Jahresbericht 2022

des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS

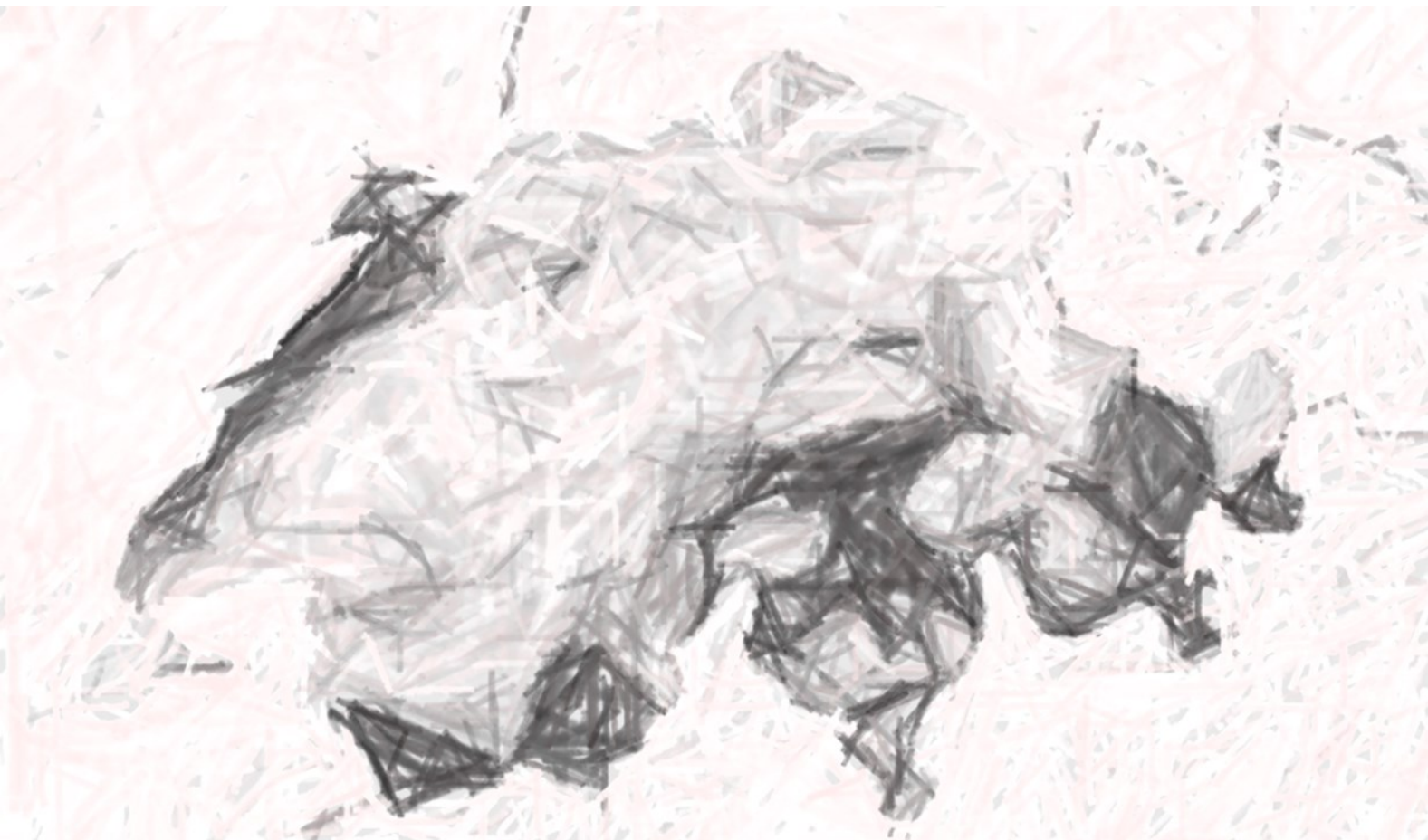


An wen geht dieser Jahresbericht?

- C LBA, Rolf André Siegenthaler
- C Armeelogistikcenter LBA
- C GS VBS RU, Bruno Locher
- Leiter armasuisse Immobilien, Martin Stocker
- C FUB a.i., Thomas Fankhauser
- C Immobilien V, Frieder Fallscheer
- BAG, Chef Abteilung Strahlenschutz, Sébastien Baechler
- SUVA, Bereich Chemie, Physik & Ergonomie, Michel Hammans
- GL-BABS und GL LS

Angaben zu den Autoren

Namen	Markus Zürcher, Fabienne Stahel
Funktionen	Chef Gruppe Strahlenschutz und mobile Messmittel Hochschulpraktikantin Gruppe Strahlenschutz und mobile Messmittel
Arbeitgeber	Bundesamt für Bevölkerungsschutz, LABOR SPIEZ
Datum	28. Februar 2023
Ort	Spiez



Sie finden in diesem Jahresbericht folgende Informationen

Zusammenfassung 4

Radon und seine Folgen 5

 Gesundheitliche Auswirkungen

 Schutzmassnahmen

 Referenz- und Schwellenwert nach Strahlenschutzverordnung (Art. 155 + 156)

Radonmessungen im VBS 6

 Aktivmessungen

 Passivmessungen

 Messablauf

 Auswertung

 Schutzmassnahmen

Beurteilung von Radonschutzmassnahmen bzw. Sanierungen 7

Die Ergebnisse im Detail 9

 Statistik

 Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen über 1000 Bq/m³

 Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen zwischen 300 und 1000 Bq/m³

 Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen unter 300 Bq/m³

Personendosisabschätzungen..... 12

 Personendosisabschätzungen in den Objekten 1056/TA, 1057/TA und 1211/TA

Schlusswort..... 13



Zusammenfassung

Das VBS hat im Berichtsjahr **43 Objekte** auf ihre Radongasbelastungen geprüft. Die Messdauer pro Objekt betrug mind. drei Monate (mit einer Ausnahme), konnte aber auch über ein Jahr dauern (abhängig von der jeweiligen Radonaktivitätskonzentration). Alle Messungen wurden mit offiziellen, anerkannten Radonmessmitteln des Labor Spiez durchgeführt. Die im Bericht aufgeführten Werte für die Radonaktivitätskonzentration stellen jeweils den Mittelwert der Messwerte einzelner Räume des Objekts dar.

Für Radonaktivitätskonzentrationen in Räumen mit mehreren Stunden Aufenthalt gilt für das Berichtsjahr ein Referenzwert von 300 Bq/m^3 . Wasserfassungen und unterirdische Objekte sind als radonexponierte Arbeitsplätze mit einem Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 eingestuft. Die höchste Radonaktivitätskonzentration wurde im Objekt **1463/TA** mit **5914 Bq/m^3** gemessen.

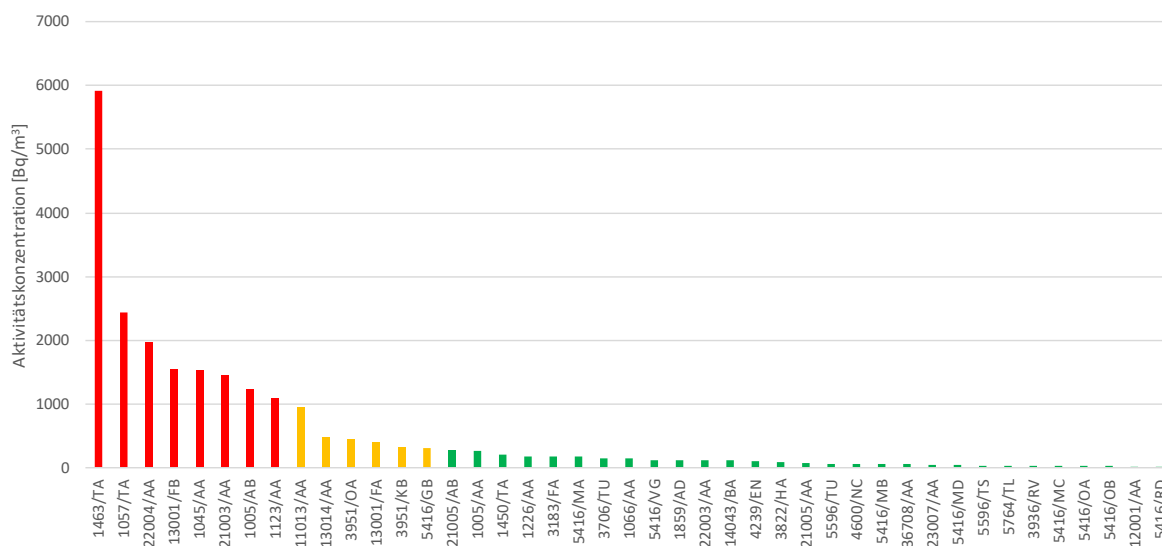


Abb. 1: Übersicht aller im Jahr 2022 gemessenen Objekte (Mittelwert pro Objekt in Bq/m^3).

Insgesamt weisen **acht Objekte** (1463/TA, 1057/TA, 22004/AA, 13001/FB, 1045/AA, 21003/AA, 1005/AB und 1123/AA), welche als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft sind, eine Radonaktivitätskonzentration von über 1000 Bq/m^3 in Einzelräumen auf. Wo erforderlich, wurden Abklärungen getroffen und Massnahmen zur Senkung der Radonaktivitätskonzentration eingeleitet. Die Notwendigkeit wurde anhand der Wegleitung des BAG bestimmt (siehe Auszug Seite 8). **Sechs Objekte** weisen Werte zwischen 300 und 1000 Bq/m^3 auf.

In einigen Objekten wurden mehrere Messungen über verschiedene Zeiträume gemacht. Für diesen Bericht wurden nur die Messungen mit dem höchsten Messwert berücksichtigt. Messungen mit nur einem Dosimeter sind in diesem Bericht nicht aufgeführt, da sie nicht repräsentativ für ein ganzes Objekt sind. Im Objekt 1057/TA gab es vier Messperioden à je 3 Monate. Die höchste Messung ergab einen Mittelwert von 2437 Bq/m^3 , die anderen Messungen, welche nicht im Bericht aufgeführt sind, ergaben Mittelwerte von 74 Bq/m^3 , 576 Bq/m^3 und 1623 Bq/m^3 . Im Objekt 14043/BA wurden parallel zwei Messungen durchgeführt. Diejenige, die

nicht im Bericht aufgeführt ist, ergab einen Mittelwert von 123 Bq/m³. Aufgeführt ist die Messung mit dem Mittelwert 130 Bq/m³.

Im Vorjahr wurde damit begonnen im Objekt 1057/TA eine neue Lüftungsanlage zu installieren. Die Installation wurde im Jahr 2022 fertiggestellt, es wurden jedoch noch verschiedene Einstellungen getestet. Daher wurden teilweise sehr hohe Radonkonzentrationen gemessen.

Radon und seine Folgen

Was ist Radon?

Radon ist ein im Boden vorkommendes, natürliches radioaktives Edelgas und entsteht in der Uranzerfallsreihe. Uran ist überall im Untergrund vorhanden. Beim natürlichen Zerfall von Uran entsteht unter anderem Radium, woraus das Radon folgt. Radonatome können weiter zerfallen. Es entstehen Polonium, Bismut und Blei. Diese sogenannten Radonfolgeprodukte sind auch radioaktiv und schweben in der Atemluft. In Innenräumen können sie sich allmählich an Gegenständen, Staubpartikeln und feinsten Schwebeteilchen, sogenannten Aerosolen, anlagern. Je durchlässiger der Untergrund, desto eher kann das Radon bis zur Erdoberfläche aufsteigen. Eine hohe Durchlässigkeit finden wir bei feinsten Hohlräumen (Poren), bei grösseren Hohlräumen (Spalten, Klüften, Schutthalden oder in Bergsturzgebieten) und in Karstgebieten oder Höhlensystemen. Durch dichte Tonschichten dringt das Radon kaum hindurch. Lokale Unterschiede sind deshalb sehr ausgeprägt. In der Schweiz gibt es hohe Radonkonzentrationen in den Alpen und im Jura. Aber auch im Mittelland finden wir vereinzelt hoch belastete Gebäude, denn Radon kann überall vorkommen.

Gesundheitliche Auswirkungen

In der Schweiz ist Radon für etwa 40% der Strahlenbelastung der Bevölkerung verantwortlich. Es ist nach dem Rauchen die häufigste Ursache für Lungenkrebs. Das Lungenkrebsrisiko ist umso grösser, je höher die Radonbelastung in der Atemluft ist und je länger man diese Luft atmet. Die Radonfolgeprodukte lagern sich im Lungengewebe ab und bestrahlen dieses. Zwischen der Belastung von Atemwegen und Lungengewebe und dem Auftreten von Lungenkrebs können Jahre bis Jahrzehnte vergehen.

Schutzmassnahmen

Gegen hohe Radonkonzentrationen hilft das häufige Belüften von Räumen. Undichtigkeiten gegenüber dem Erdreich fördern das Eindringen von Radon ins Hausinnere. Kellerräume weisen oft die höchsten Konzentrationen auf. Deshalb ist eine gute Abdichtung von Kellerräumen gegenüber bewohnten Räumen wichtig.

Referenz- und Schwellenwert nach Strahlenschutzverordnung (Art. 155 + 156)

Räume mit mehreren Stunden Aufenthalt	300 Bq/m³ (Referenzwert)
Radonexponierter Arbeitsplatz	1000 Bq/m³ (Schwellenwert)

Als radonexponiert gelten Arbeitsplätze, an denen der Schwellenwert sicher oder vermutlich überschritten wird, zum Beispiel Arbeitsplätze in unterirdischen Bauten, Bergwerken, Höhlen und Wasserversorgungsanlagen ([Strahlenschutzverordnung Art. 156 Abs. 3](#)). Das BAG hat 2019 eine Wegleitung zur Interpretation von Referenz- und Schwellenwerten und über die Dringlichkeit von Sanierungsmassnahmen veröffentlicht. Diese ist auf der [Internetseite des BAG](#) abrufbar und in diesem Bericht auszugsweise auf Seite 8 aufgeführt. Wird der Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 überschritten, ist die durch das Radon verursachte jährliche Dosis der exponierten Person zu ermitteln. So können organisatorische und technische Massnahmen zur Senkung der Dosis getroffen werden, sollte sie 10 mSv pro Jahr überschreiten ([Strahlenschutzverordnung Art. 167 Abs. 1,2](#)).

Radonmessungen im VBS

Aktivmessungen

Die Aktivmessung erfolgt mit einem elektronischen Messgerät, welches über ein Display die Ablesung der aktuellen Radonaktivitätskonzentration erlaubt. Im Normalfall beträgt die Messdauer mehrere Stunden.

Passivmessungen

Eine offizielle Radonmessung erfolgt im VBS immer mit passiven Radondetektoren. Diese akkumulieren die Radonaktivitätskonzentrationen über den Auslegezeitraum und werden zwischen drei Monaten und einem Jahr exponiert. So werden auch meteorologische Einflüsse und damit verbundene Schwankungen in den Radonaktivitätskonzentrationen während der Jahreszeiten berücksichtigt.

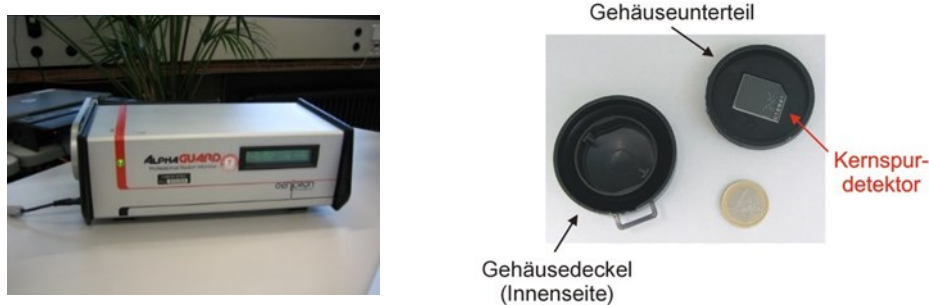


Abb. 2: Aktivmessgerät (links) und Passivdetektor (rechts).

Messablauf

In der Regel werden pro Objekt zwischen fünf und zwanzig passive Radondetektoren ausgelegt. Die Auslegung erfolgt individuell und ist vom jeweiligen Standort abhängig (Grösse und Nutzung). Die Messdauer ist in der Regel auf ein Jahr festgelegt und kann aufgrund der hohen Radonaktivitätskonzentration nicht über ein Jahr gemessen werden, z.B. an radonexponierten Arbeitsplätzen, werden die Messzeiten verkürzt.

Auswertung

Nach der Exposition werden die Detektoren eingezogen und der Auswertestelle zugestellt. Diese meldet die Resultate ca. 4 Wochen später elektronisch an die offizielle Radonmessstelle des Labor Spiez. Die Resultate werden in einer Datenbank von armasuisse Immobilien erfasst.

Schutzmassnahmen

Im Berichtsjahr wurden in verschiedenen Objekten Schutzmassnahmen geplant und umgesetzt. Es wurde unter anderem eine neue Lüftungsanlage installiert und vorhandene Lüftungen optimiert. In einem Fall wurde eine mobile Lüftung installiert, um die Radonkonzentrationen während Bauarbeiten tief zu halten.

In vier Objekten (22004/AA, 1057/TA, 11051/KA und 14043/BA) werden laufend **Monitoring-Messungen** durchgeführt (Dauerüberwachung mit Aktivmessgeräten). Im Objekt 11051/KA wurde neben dem Monitoring ebenfalls eine Passivmessung gestartet, um den Erfolg der Sanierungsmassnahmen zu überprüfen. Im Objekt 14043/BA wurde erst im Berichtsjahr mit den Messungen angefangen.

Beurteilung von Radonschutzmassnahmen bzw. Sanierungen

(Auszug Wegleitung BAG) Das angewendete Modell für die Berechnung der Sanierungsfrist berücksichtigt das Gesundheitsrisiko und soll sicherstellen, dass ab Feststellung einer Referenzwertüberschreitung eine kumulierte effektive Dosis von nahezu 100 mSv durch die Radonbelastung vermieden wird. Dies steht im Einklang mit Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP), welche festhalten, dass bei Dosiswerten von über 100 mSv ein signifikantes Krebsrisiko besteht.

Aufgrund der Machbarkeit werden die berechneten Fristen unter Berücksichtigung einer minimalen Sanierungsfrist von drei Jahren (Zeit, um die Sanierung zu planen und durchzuführen) bzw. einer maximalen Sanierungsfrist von 30 Jahren (Periodizität von wesentlichen Gebäuderenovationen) angepasst. Das Modell berücksichtigt die gemessene Radonaktivitätskonzentration und die geschätzte Aufenthaltszeit pro Jahr.

Als „Räume, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden pro Tag aufhalten“ gelten Räume, in denen sich Personen mindestens 15 Stunden pro Woche aufhalten. Bei kürzeren Aufenthaltszeiten sind keine Massnahmen erforderlich. In Tabelle 1 wird zudem zwischen Räumen mit langer bzw. kurzer Aufenthaltszeit unterschieden. Räume wie Schlafzimmer, Wohnzimmer und Klassenzimmer sind typische Beispiele für Räume mit langem Personenaufenthalt. Die Beurteilung der Aufenthaltszeit richtet sich nach der Person, die die meiste Zeit im entsprechenden Raum verbringt.

Tabelle 1: Kategorien von Aufenthaltszeiten:

	Räume mit langem Personenaufenthalt	Räume mit kurzem Personenaufenthalt	Kein Aufenthaltsraum
Aufenthaltszeit/Woche	mehr als 30 Stunden	zwischen 15 und 30 Stunden	weniger als 15 Stunden

In Tabelle 2 sind die Sanierungsfristen für verschiedene Intervalle von Radonaktivitätskonzentrationen und Aufenthaltszeiten ersichtlich. Diese Fristen gelten ab Feststellung der Überschreitung (Datum des Messberichtes). Andere Lösungen oder Abweichungen von den vorgegebenen Sanierungsfristen sind nicht ausgeschlossen, solange der Gesundheitsschutz gewährleistet ist. Sollte ein Raum mit kurzer Aufenthaltszeit zu einem späteren Zeitpunkt zu einem Raum mit langer Aufenthaltszeit umgenutzt werden, sind die entsprechenden Sanierungsfristen zu übernehmen.

Tabelle 2: Maximale Sanierungsfristen als Funktion der gemessenen Radonaktivitätskonzentration und der Aufenthaltszeit:

Gemessene Radonkonzentration (Bq/m³)	Maximale Sanierungsfristen (Jahre)		
	Räume mit langem Personenaufenthalt	Räume mit kurzem Personenaufenthalt	Kein Aufenthaltsraum
> 300 bis 600 Bq/m³	10 Jahre	30 Jahre (1)	Keine Massnahmen notwendig
> 600 bis 1000 Bq/m³	3 Jahre	10 Jahre	
> 1000 Bq/m³ (2)	3 Jahre	3 Jahre	

(1) Findet vor Ablauf der Sanierungsfrist ein wesentlicher Gebäudeumbau statt, muss die Radonsanierung gleichzeitig erfolgen.

(2) Bei einer Überschreitung des Schwellenwerts von 1000 Bq/m³ am Arbeitsplatz gilt dieser als radonexponiert bzw. es gelten die Bestimmungen aus Artikel 167 der Strahlenschutzverordnung.

Die Ergebnisse im Detail

Statistik

Im Berichtsjahr wurden **43 Objekte** auf ihre Radonaktivitätskonzentrationen geprüft. Die durchschnittliche Auslegedauer der Radondetektoren betrug **343 Tage**.

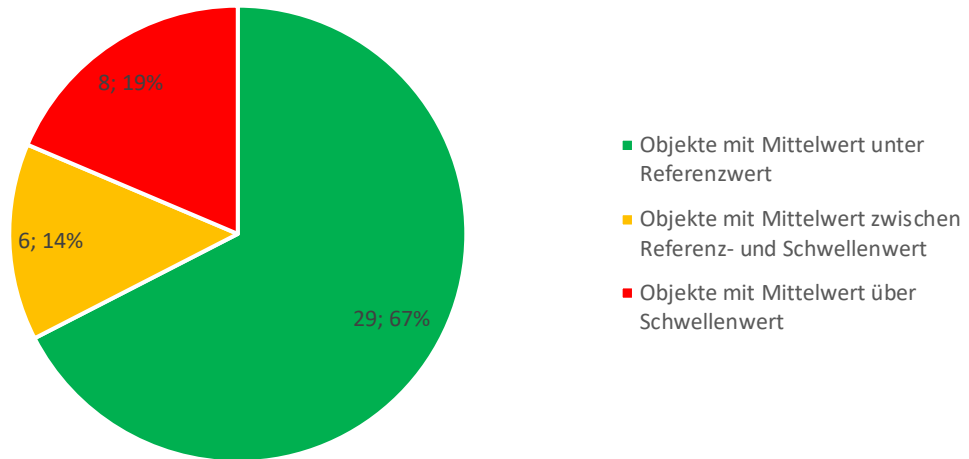


Abb. 3: Anzahl gemessener Objekte eingeteilt nach Radonaktivitätskonzentration in drei Kategorien. Der Referenzwert entspricht 300 Bq/m³, der Schwellenwert 1000 Bq/m³.

Die Zahl der Objekte unter dem Referenzwert von 300 Bq/m³ ist mit 67% gegenüber dem Jahr 2021 etwa gleichgeblieben (65% im Jahr 2021). Im mittleren Bereich zwischen 300 und 1000 Bq/m³ hat sich der Anteil der Objekte halbiert, von 28% auf 14%. Die Zahl der Objekte über 1000 Bq/m³ hat mit 19% gegenüber dem Vorjahr deutlich zugenommen (2021: 7%). Die Zunahme der Anzahl Objekte mit Messwerten über dem Schwellenwert erklärt sich durch die höhere Anzahl an gemessenen Objekten gegenüber dem Jahr 2021 (43 statt 29).

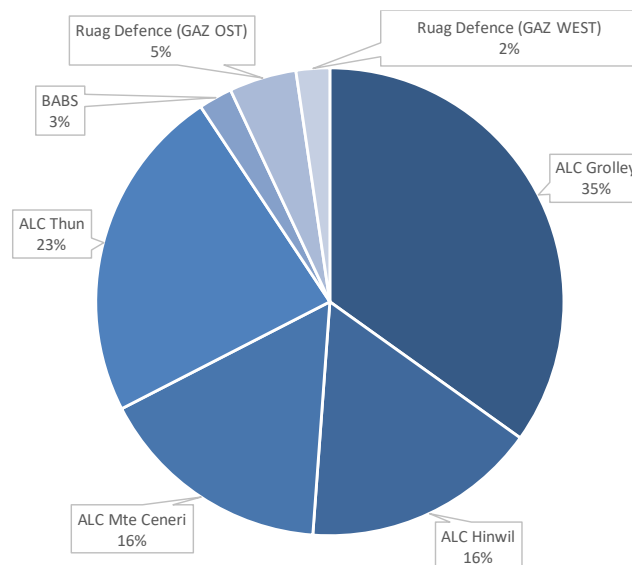


Abb. 4: Anzahl gemessener Objekte im Jahr 2022 nach Betreiberorganisation.

Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen über 1000 Bq/m³

Acht Objekte weisen mittlere Radonaktivitätskonzentrationen von 1000 Bq/m³ oder mehr auf. Das Objekt 1463/TA wird zurückgebaut, wobei auch die Lüftung entfernt wird. Bis zum Abschluss der Arbeiten wurde daher eine mobile Lüftung installiert und die Radonkonzentration konnte auf ca. 1500 Bq/m³ gesenkt werden. Damit liegt die zu erwartende Dosisabschätzung der Mitarbeitenden unter 10 mSv für das Jahr 2023. Wie bereits erwähnt, werden im Objekt 1057/TA laufend Messungen durchgeführt, um die Radonkonzentration überwachen zu können. Bei der fertiggestellten Lüftungsanlage wurden verschiedene Einstellungen getestet, was zu den hohen Messwerten geführt hat. In 22004/AA werden ebenfalls laufend Optimierungen an der Lüftung durchgeführt und verschiedene Einstellungen getestet. Die Vermutung, dass die Lüftung radonhaltige Luft aus einem Kellerraum mit Felsboden anzieht, konnte widerlegt werden. Weitere Ursachen für die hohe Radonkonzentration werden untersucht. Bei den weiteren Objekten, in denen eine Schwellenwertüberschreitung festgestellt wurde, sind keine Massnahmen nötig, da die Aufenthaltszeiten der Personen sehr gering sind.

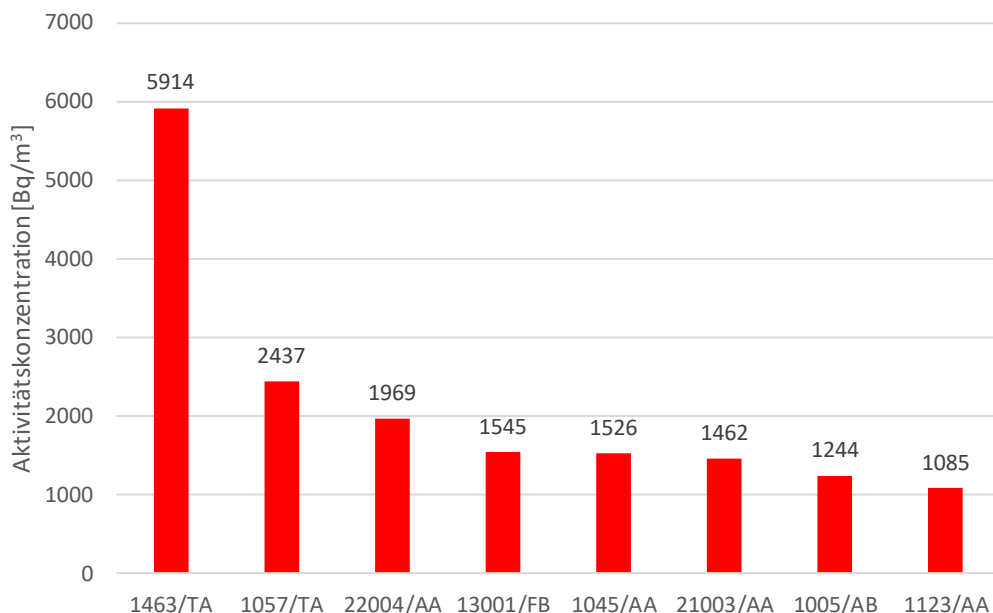


Abb. 5: Diese acht Objekte sind als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft.

Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen zwischen 300 und 1000 Bq/m³

Bei sechs Objekten liegen die Radonaktivitätskonzentrationen unter 1000 Bq/m³ aber über 300 Bq/m³. Drei Objekte (11013/AA, 13014/AA und 13001/FA) sind als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft, jedoch sind aufgrund der geringen Aufenthaltszeiten keine Massnahmen nötig. Im Objekt 3951/OA wurden nur die wenig genutzten Kellerräume gemessen. Eine neue Messung im ganzen Gebäude wurde bereits gestartet. Das Objekt 3951/KB wird nicht genutzt. Das Objekt 5416/GB wird nur zwei Mal jährlich für drei Wochen genutzt. Daher sind auch hier keine Massnahmen zur Senkung der Radonkonzentration notwendig.

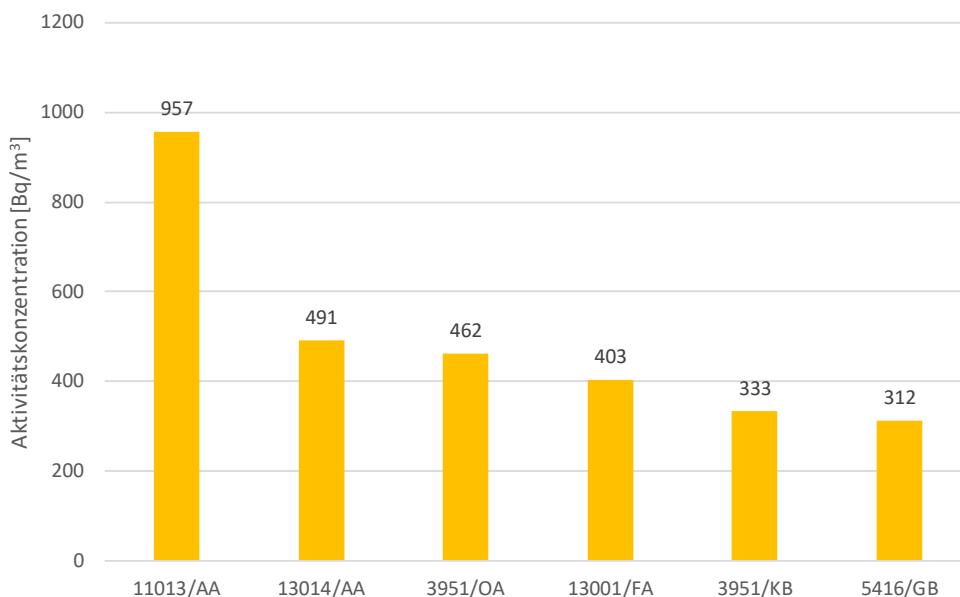


Abb. 6: Bei sechs Objekten liegen die Radonaktivitätskonzentrationen unter 1000 Bq/m³ aber über 300 Bq/m³.

Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen unter 300 Bq/m³

Bei 29 untersuchten Objekten liegt die Radonaktivitätskonzentration unter dem Referenzwert von 300 Bq/m³. Bei diesen Objekten sind keine Dosisabschätzungen und keine radonsenkenden Massnahmen vorgesehen.

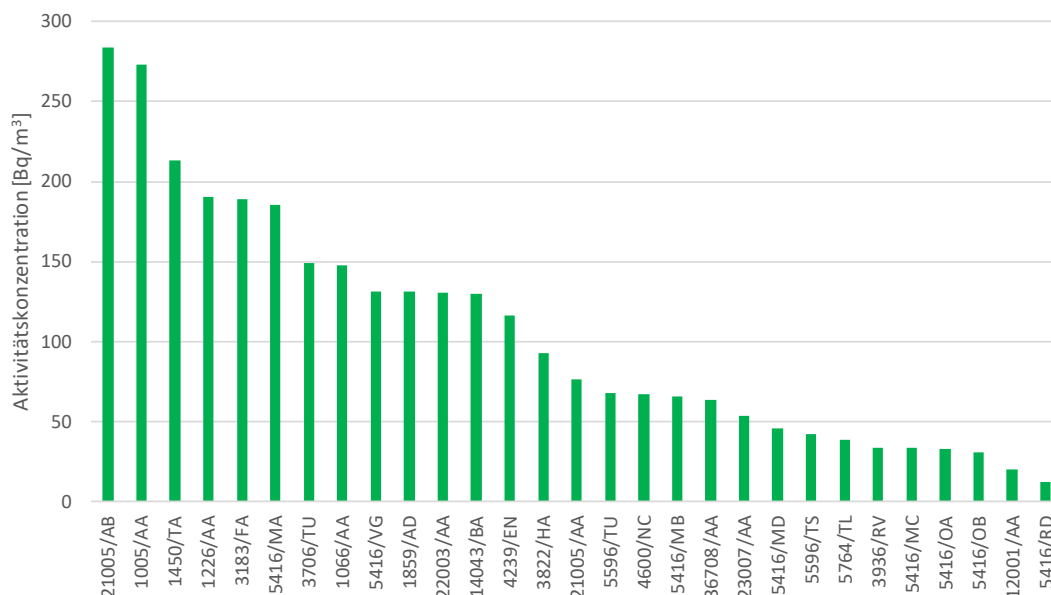


Abb. 7: Messwerte für Objekte mit Radonaktivitätskonzentrationen unter 300 Bq/m³.

Personendosisabschätzungen

Laut Strahlenschutzverordnung ([Art. 167](#)) muss der Betrieb bei Überschreiten des Schwellenwerts von 1000 Bq/m^3 die Dosis der exponierten Personen ermitteln. Dies geschieht mittels Dosisabschätzungen, die auf Raumkonzentrationen und Aufenthaltszeiten beruhen. Andererseits werden auch persönliche Radondetektoren verwendet. Diese entsprechen den üblichen Raumdetectoren, werden aber am Körper getragen während sich die exponierte Person im Objekt aufhält. Ein anerkanntes Radondosimeter zur Bestimmung der Personendosis gibt es in der Schweiz bisher nicht.

Personendosisabschätzungen in den Objekten 1056/TA, 1057/TA und 1211/TA

In den Objekten 1056/TA, 1057/TA und 1211/TA wurden im Berichtsjahr insgesamt 16 Personen mit persönlichen Radondetektoren überwacht. Bei neun Personen war die jährliche effektive Einzeldosis über 1 mSv, bei fünf davon war sie über 2 mSv. Die genauen Werte sind in Abb. 8 zu sehen. Die höchste berechnete Dosis beträgt 4.75 mSv. Keine Person hat die erlaubte effektive Dosis von 10 mSv im Berichtsjahr überschritten. Die erhöhten Werte einzelner Personen erklären sich durch die hohen Aufenthaltszeiten in den Anlagen.

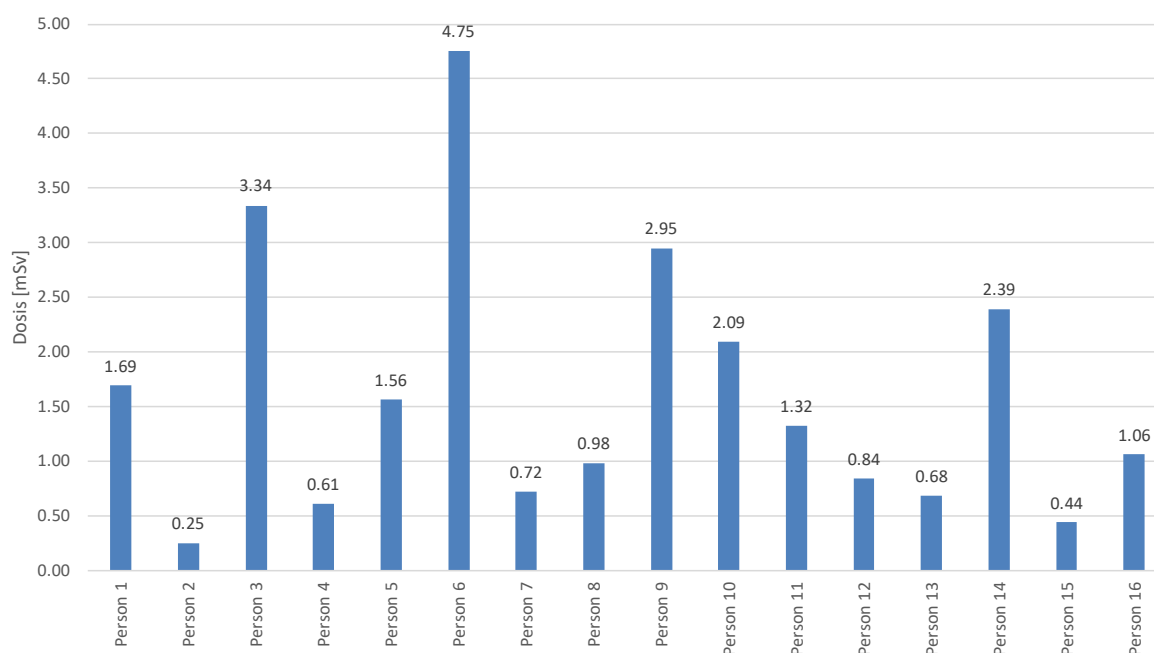


Abb. 8: Anonymisierte Personendosen für die Objekte 1056/TA, 1057/TA und 1211/TA. Die aufgeführten Werte sind die jährlichen effektiven Einzeldosen der Personen über alle drei Objekte.

Schlusswort

Im Jahr 2022 wurde ein Pilotprojekt mit nicht zugelassenen Radon-Personendosimetern gestartet. Diese Personendosimeter lassen sich mechanisch ein- und ausschalten. Die Testpersonen tragen die Dosimeter eingeschaltet während der Arbeitszeit, damit sich die Radonexposition leicht ermitteln lässt. Ausgeschaltet wird die Radonkonzentration am Lagerort gemessen. Erste Ergebnisse werden im nächsten Radon-Jahresbericht des VBS erwartet.

Die im Jahr 2021 begonnene Erhebung des Gleichgewichtsfaktors (massgebend für die Dosisberechnung aus Radonkonzentrationen) wurde im Jahr 2022 mit Messungen über ein Jahr an drei Standorten fortgesetzt. Es werden parallel dazu Luftpartikelmessungen durchgeführt, um mögliche Zusammenhänge zu untersuchen. Die Ergebnisse werden ebenfalls im nächsten Radon-Jahresbericht des VBS erwartet.

Im Vergleich zum Vorjahr konnten mehr Radonmessungen durchgeführt werden (43 Objekte 2022, 29 Objekte 2021). Alle gesetzlichen Vorgaben wurden eingehalten und die effektiven Jahresdosen der persönlich überwachten Mitarbeitenden liegen alle unter 10 mSv pro Jahr.

Das Kompetenzzentrum Strahlenschutz VBS dankt allen Personen ganz herzlich für die Unterstützung bei den Radonmessungen. Sie leisten damit **einen wichtigen Beitrag zum Gesundheitsschutz der Mitarbeitenden im VBS.**

Spiez, 28. Februar 2023

Bundesamt für Bevölkerungsschutz
LABOR SPIEZ
Kompetenzzentrum Strahlenschutz VBS
Markus Zürcher