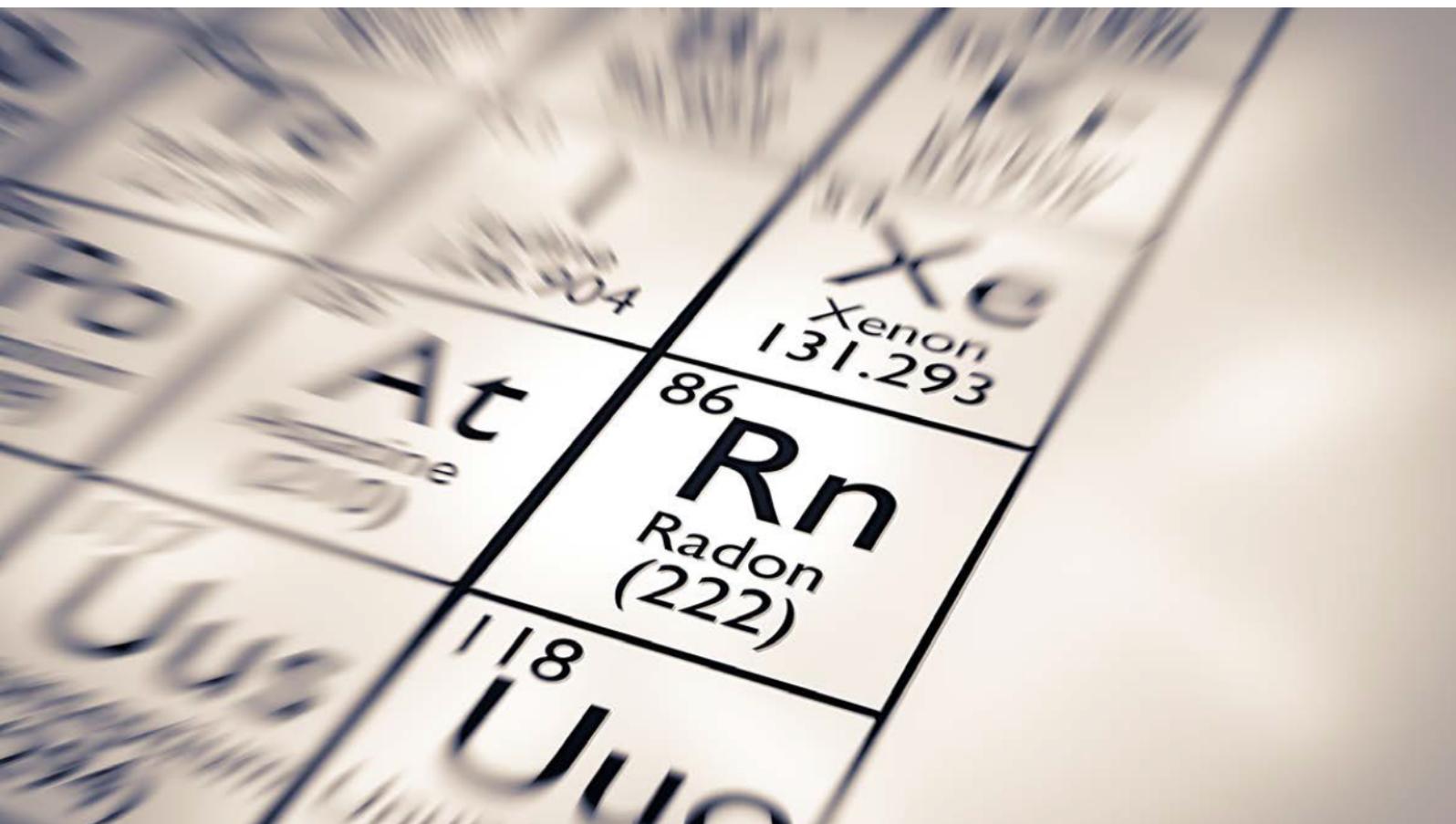




# Radon Jahresbericht 2023

des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS

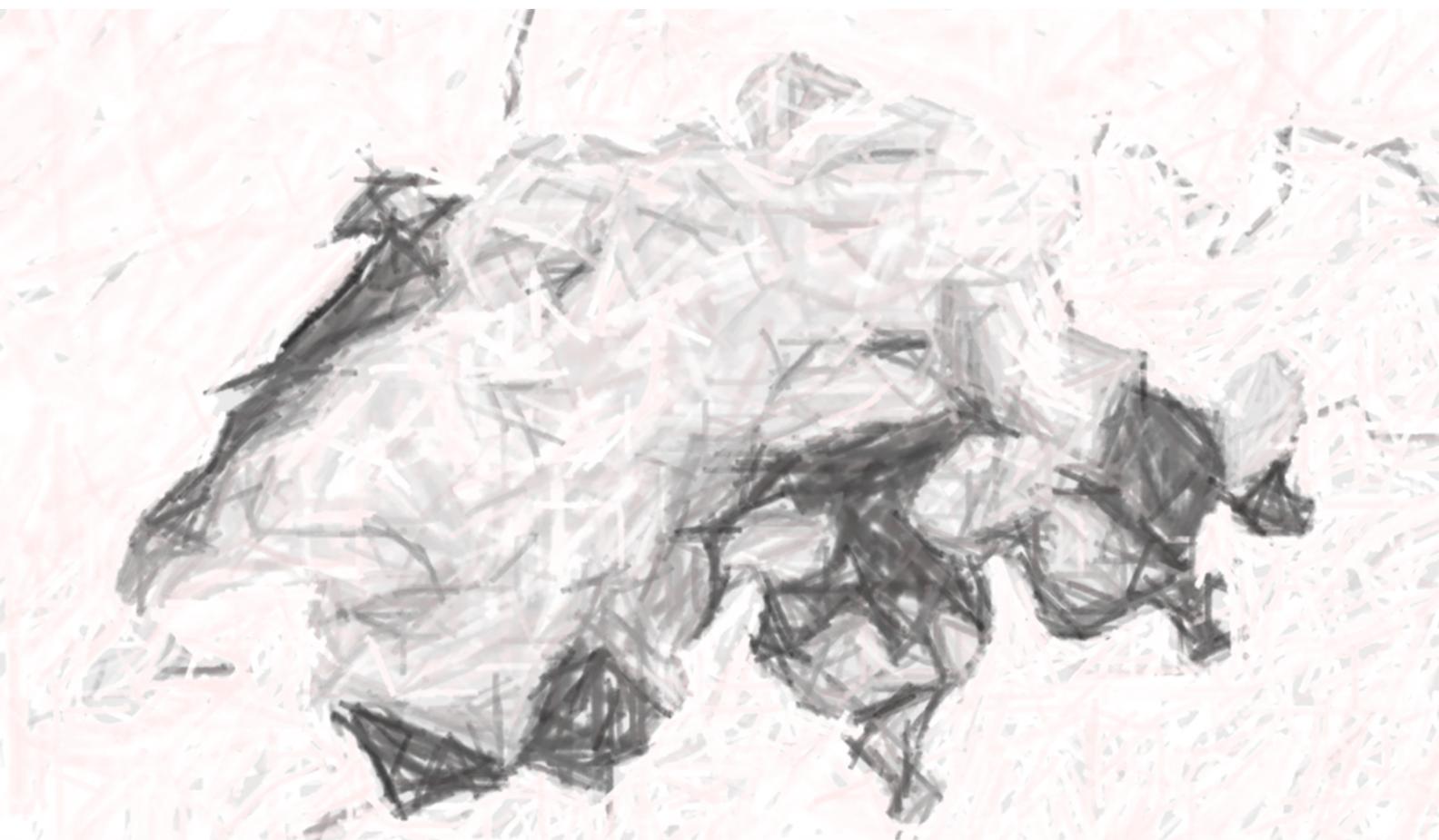


## An wen geht dieser Jahresbericht?

- C LBA, Rolf André Siegenthaler
- C Armeelogistikcenter LBA
- C GS VBS RU, Bruno Locher
- Leiter armasuisse Immobilien, Martin Stocker
- C Kommando Cyber, Simon Müller
- C Betreiber Immobilien V, Beat Kopp
- C Abteilung Strahlenschutz BAG, Sébastien Baechler
- C Team Strahlenschutz SUVA, Sandro D'Amato
- GL BABS und GL LS

## Angaben zu den Autoren

Namen	Markus Zürcher, Trenkler Eileen, Fabienne Stahel
Funktionen	Chef Gruppe Strahlenschutz und mobile Messmittel Naturwissenschaftliche Labortechnikerin Hochschulpraktikantin Gruppe Strahlenschutz und mobile Messmittel
Arbeitgeber	Bundesamt für Bevölkerungsschutz, LABOR SPIEZ
Datum	19. März 2024
Ort	Spiez



**Sie finden in diesem Jahresbericht folgende Informationen**

**Zusammenfassung .....4**

**Radon und seine Folgen .....5**

    Was ist Radon? .....5

    Gesundheitliche Auswirkungen .....5

    Schutzmassnahmen.....5

    Referenz- und Schwellenwert nach Strahlenschutzverordnung (Art. 155 + 156).....5

**Radonmessungen im VBS .....6**

    Aktivmessungen .....6

    Passivmessungen .....6

    Messablauf.....6

    Auswertung.....6

**Beurteilung von Radonschutzmassnahmen bzw. Sanierungen.....6**

**Die Ergebnisse im Detail .....9**

    Statistik.....9

    Objekte mit Radonkonzentrationen über 1000 Bq/m<sup>3</sup> .....10

    Objekte mit Radonkonzentrationen zwischen 300 und 1000 Bq/m<sup>3</sup> .....11

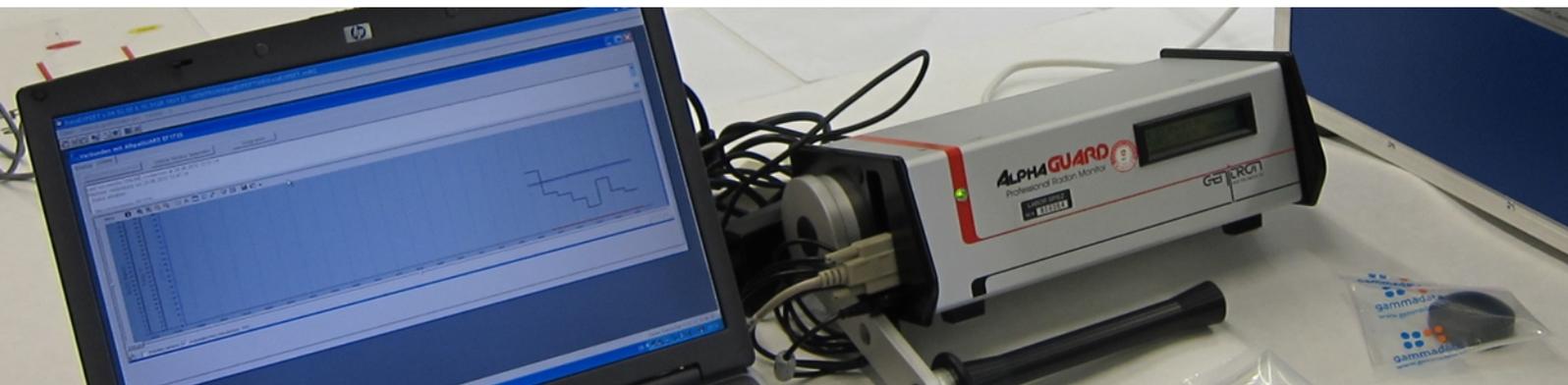
    Objekte mit Radonkonzentrationen unter 300 Bq/m<sup>3</sup> .....12

**Personendosisabschätzungen .....13**

    Pilotprojekt Personendosisabschätzung.....13

    Personendosisabschätzungen in dem Objekt 1057/TA.....13

**Schlusswort.....14**



## Zusammenfassung

Das VBS hat im Berichtsjahr **138 Messungen in 133 Objekten** zur Ermittlung der Radonbelastungen durchgeführt. Die Messdauer pro Objekt betrug mindestens drei Monate, dauerte in der Regel aber ein ganzes Jahr (abhängig von der jeweiligen Radonkonzentration). Alle Messungen wurden mit anerkannten Radonmessgeräten des Labor Spiez durchgeführt.

Für Radonkonzentrationen in Räumen mit mehrstündigem Aufenthalt gilt für das Berichtsjahr ein Referenzwert von  $300 \text{ Bq/m}^3$ . Wasserfassungen und unterirdische Objekte werden mit einem Schwellenwert von  $1000 \text{ Bq/m}^3$  als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft.

Insgesamt weisen **sieben Objekte** (1181/TY, 1181/TD, 5678/BP, 1181/TX, 1174/AA, 1215/TA, 1224/TA), welche als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft sind, eine Radonkonzentration von über  $1000 \text{ Bq/m}^3$  auf. Es wurden Abklärungen getroffen und Massnahmen zur Senkung der Radonkonzentration eingeleitet. Die Notwendigkeit wurde anhand der Wegleitung des BAG bestimmt (siehe Auszug Seite 7). **30 Objekte** weisen Werte zwischen  $300$  und  $1000 \text{ Bq/m}^3$  auf.

Messungen mit nur einem Dosimeter sind in diesem Bericht nicht aufgeführt, da sie nicht repräsentativ für ein ganzes Objekt sind. In den folgenden Objekten wurden mehrere Messungen über verschiedene Zeiträume durchgeführt.

Im Objekt **1057/TA** gab es drei Messperioden à je 3 Monate. Die höchste Messung ergab einen Mittelwert von  $3442 \text{ Bq/m}^3$ , die anderen Messungen ergaben Mittelwerte von  $576 \text{ Bq/m}^3$  und  $186 \text{ Bq/m}^3$ . Diese Schwankungen sind auf die unterschiedlichen Jahreszeiten und das damit verbundene Lüftungsverhalten zurückzuführen.

Im Objekt **1215/TA** wurden sowohl eine Jahresmessung als auch eine dreimonatige Nachmessung durchgeführt. Die Jahresmessung ergab einen Mittelwert von  $1400 \text{ Bq/m}^3$ .

Das Objekt **2982/CC** hatte einen Wert von  $592 \text{ Bq/m}^3$  und löste ebenfalls eine Nachmessung aus. Die dreimonatige Nachmessung ergab einen Wert von  $390 \text{ Bq/m}^3$ .

Im Objekt **22004/AA** wurden ebenfalls eine Jahresmessung sowie eine Messung über drei Monate durchgeführt. Die Jahresmessung ergab einen Mittelwert von  $669 \text{ Bq/m}^3$ .

## 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)

<b>Räume mit mehreren Stunden Aufenthalt</b>	<b>300 Bq/m<sup>3</sup> (Referenzwert)</b>
<b>Radonexponierter Arbeitsplatz</b>	<b>1000 Bq/m<sup>3</sup> (Schwellenwert)</b>

Als radonexponiert gelten Arbeitsplätze, an denen der Schwellenwert sicher oder vermutungsweise 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 7 aufgeführt. Wird der Schwellenwert von 1000 Bq/m<sup>3</sup> überschritten, ist die durch das Radon verursachte jährliche Dosis der exponierten Person zu ermitteln. So können organisatorische und technische Massnahmen zur Sen-

kung der effektiven Dosis getroffen werden, sollte diese 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 Radonkonzentration erlaubt. Im Normalfall beträgt die Messdauer mehrere Stunden.

### Passivmessungen

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

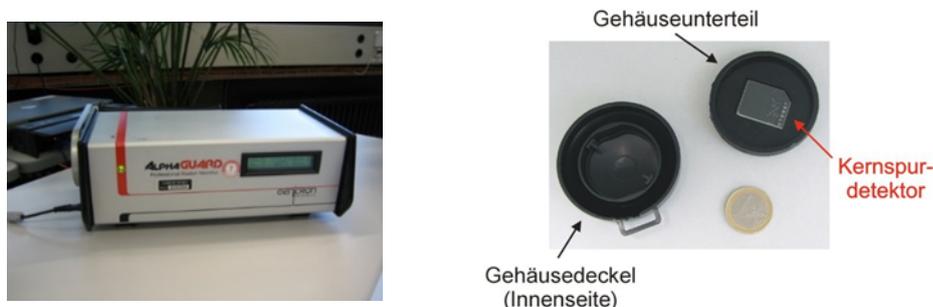


Abbildung 1: Aktivmessgerät (links) und Passivdetektor (rechts).

### Messablauf

In der Regel werden pro Objekt zwischen zwei und zwanzig passive Radondetektoren ausgelegt. Die Auslegung erfolgt individuell und ist vom jeweiligen Standort abhängig (Grösse und Nutzung). Die Messdauer ist meistens auf ein Jahr festgelegt. Kann aufgrund der hohen Radonkonzentration 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.

## Beurteilung von Radonschutzmassnahmen bzw. Sanierungen

Wird der Referenzwert in einem Gebäude überschritten, müssen, abhängig von der Aufenthaltszeit von Personen, Sanierungen durchgeführt werden. Dabei wird zwischen Räumen mit langem und kurzem Personenaufenthalt sowie Räumen ohne Personenaufenthalt unterschied-

den. Räume wie Schlafzimmer, Wohnzimmer und Klassenzimmer sind typische Beispiele für Räume mit langem Personenaufenthalt. In Tabelle 1 ist diese Einteilung aufgeschlüsselt. Die Beurteilung der Aufenthaltszeit richtet sich nach der Person, welche die meiste Zeit im entsprechenden Raum verbringt.

**Tabelle 1:** Kategorien von Aufenthaltszeiten

	<b>Räume mit langem Personenaufenthalt</b>	<b>Räume mit kurzem Personenaufenthalt</b>	<b>Kein Aufenthaltsraum</b>
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 Radonkonzentrationen und Aufenthaltszeiten ersichtlich. Diese Fristen gelten ab Feststellung der Überschreitung (Datum des Messberichtes).

**Tabelle 2:** Maximale Sanierungsfristen als Funktion der gemessenen Radonkonzentration und der Aufenthaltszeit

<b>Gemessene Radonkonzentration (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Maximale Sanierungsfristen (Jahre)</b>		
	<b>Räume mit langem Personenaufenthalt</b>	<b>Räume mit kurzem Personenaufenthalt</b>	<b>Kein Aufenthaltsraum</b>
<b>&gt; 300 bis 600 Bq/m<sup>3</sup></b>	10 Jahre	30 Jahre (1)	Keine Massnahmen notwendig
<b>&gt; 600 bis 1000 Bq/m<sup>3</sup></b>	3 Jahre	10 Jahre	
<b>&gt; 1000 Bq/m<sup>3</sup> (2)</b>	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/m<sup>3</sup> am Arbeitsplatz gilt dieser als radonexponiert bzw. es gelten die Bestimmungen aus Artikel 167 der Strahlenschutzverordnung.

### Umsetzung von Massnahmen im VBS

Das Kompetenzzentrum Strahlenschutz VBS war 2023 in **54 Bau- und Sanierungsprojekte** im Zusammenhang mit Radon involviert. Im Berichtsjahr wurden in verschiedenen Objekten Schutzmassnahmen geplant und umgesetzt. Es wurden unter anderem durch gezielte Aktivmessungen Radoneintrittspfade lokalisiert, abgedichtet und/oder bauliche Massnahmen wie Lüftungsanpassungen empfohlen.

In vier Objekten (22004/AA, 1057/TA, 11051/KA, 14043/BA) werden laufend **Monitoring-Messungen** durchgeführt (Dauerüberwachung mit Aktivmessgeräten).

In **22004/AA** dauern die Monitoring-Messungen weiter an. In Zusammenhang mit laufenden Bauarbeiten werden ebenfalls Optimierungen und Sanierungen in Bezug auf Radon ausgeführt.

Im Objekt **1057/TA** werden weitere Umbauten an der Lüftungsanlage vorgenommen. Zusätzlich zur Monitoring-Messung wird eine personenbezogene Messung durchgeführt.

Im Objekt **11051/KA** wurde die im Vorjahr gestartete Passivmessung beendet, die den Erfolg der Sanierungsmassnahmen bestätigen konnte. Da weitere Bauarbeiten laufen, wird die Monitoring-Messung weitergeführt.

In vier Objekten (1215/TA, 5678/SA, 5678/SW und 14043/BA) wurden Langzeitmessungen mit Aktivmessgeräten durchgeführt.

In den Objekten **5678/SA** und **5678/SW** dauerten die Messungen drei Wochen und wurden im Zusammenhang mit der Überschreitung des Referenzwertes durchgeführt. Weitere Untersuchungen dauern an.

Im unterirdischen Objekt **1215/TA** wurde eine Messung über drei Monaten durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Räume, in denen sich Personen über 15 Stunden pro Woche aufhalten, eine Radonbelastung unter dem Schwellenwert aufweisen.

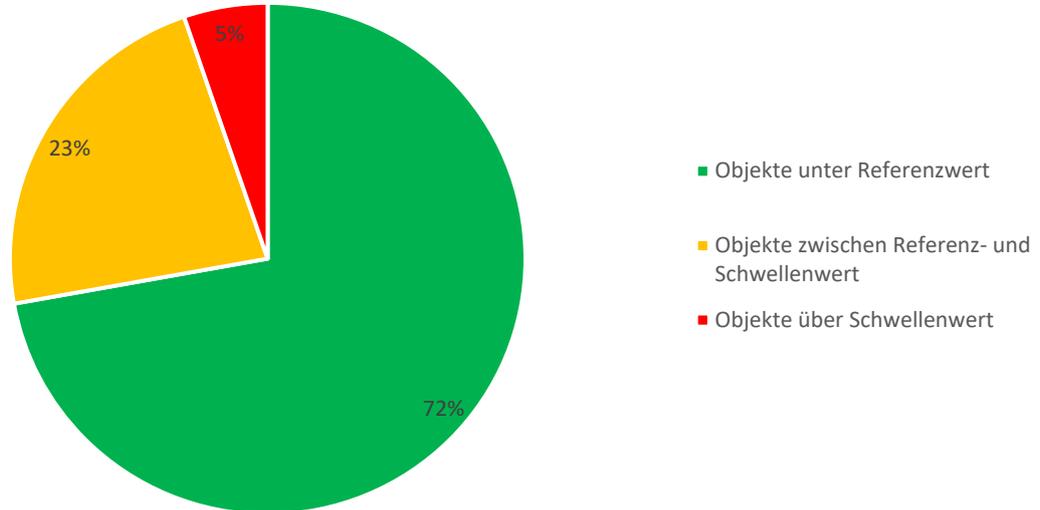
Im unterirdischen Objekt **14043/BA** wurde eine Messung über ein Jahr durchgeführt. Diese konnte die Ergebnisse der Passivmessung aus dem Vorjahr und damit die Einhaltung des Schwellenwertes bestätigen

Des Weiteren wurde im oberirdischen Objekt **2982/CC** der Referenzwert überschritten. Aufgrund der hohen Aufenthaltszeiten wurde mit einem Aktivmessgerät die Eintrittsstelle gesucht. Dabei wurde eine undichte Rohrdurchführung als Ursache identifiziert. Nach Abdichtung der Rohrdurchdringung wurde eine Aktivmessung durchgeführt und eine neue Jahresmessung mit Passivdetektoren gestartet, welche im Jahr 2024 beendet sein wird.

## Die Ergebnisse im Detail

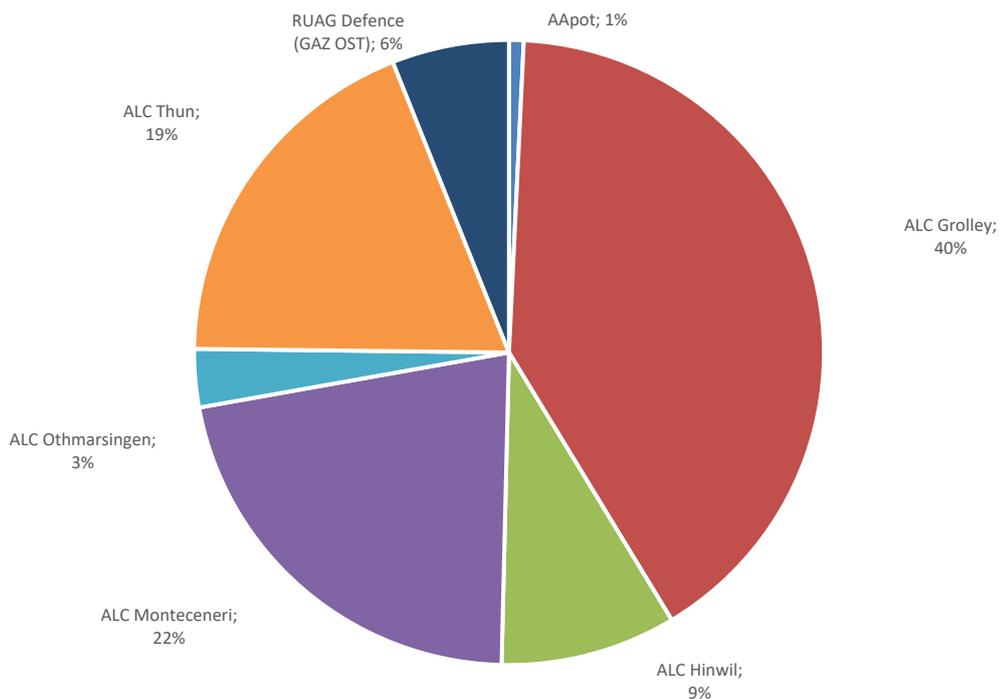
### Statistik

Im Berichtsjahr wurden **133 Objekte mit 138 Messungen** auf ihre Radonkonzentrationen überprüft. Die durchschnittliche Auslegedauer der Radondetektoren betrug **356 Tage**.



**Abbildung 2: Anzahl gemessener Objekte eingeteilt nach Radonkonzentration in drei Kategorien. Der Referenzwert entspricht 300 Bq/m<sup>3</sup>, der Schwellenwert 1000 Bq/m<sup>3</sup>**

Der Anteil der Objekte unter dem Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> ist mit 72% gegenüber dem Jahr 2022 etwa gleichgeblieben (67% im Jahr 2022). Im mittleren Bereich zwischen 300 und 1000 Bq/m<sup>3</sup> ist der Anteil der Objekte von 14% auf 23% angestiegen. Der Anteil der Objekte über 1000 Bq/m<sup>3</sup> hat mit 5% gegenüber dem Vorjahr deutlich abgenommen (2022: 19%).



**Abbildung 3: Anzahl gemessener Objekte im Jahr 2023 nach Betreiberorganisation**

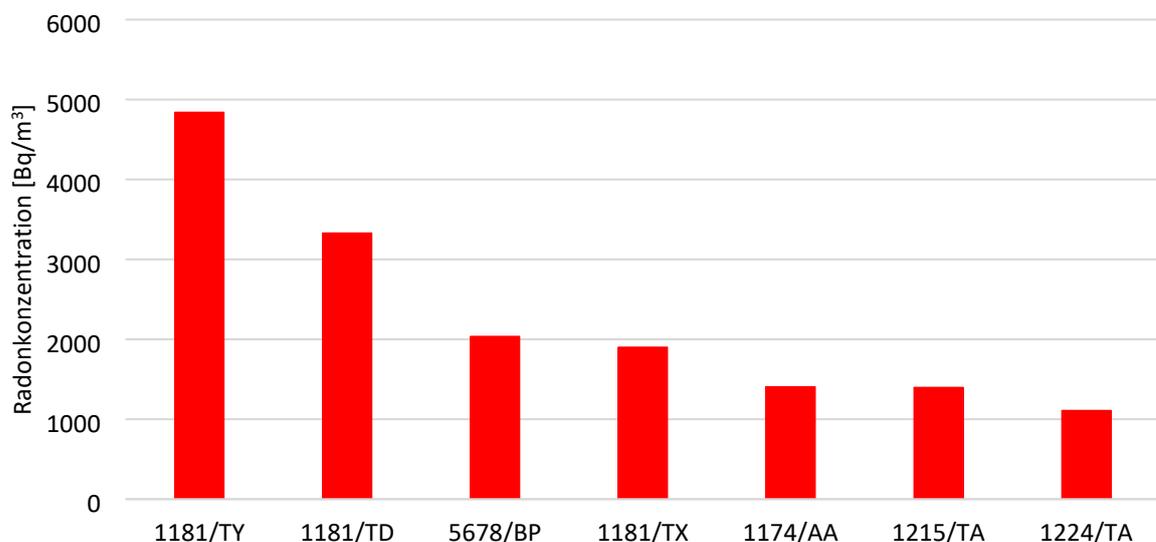
### Objekte mit Radonkonzentrationen über 1000 Bq/m<sup>3</sup>

Sieben Objekte weisen mittlere Radonkonzentrationen von 1000 Bq/m<sup>3</sup> oder mehr auf.

Im Vorjahr wurde die Neuinstallation einer Lüftungsanlage im Objekt **1057/TA** abgeschlossen und verschiedene Einstellungen getestet. In der ersten Hälfte des Berichtsjahrs erlitt die Lüftungsanlage einen Defekt, wodurch die Radonkonzentration stark angestiegen ist. (Mittelwert von 3442 Bq/m<sup>3</sup>). Die Anlage wird mit zwei Aktivmessgeräten überwacht. Die Mitarbeitenden in dieser Anlage sind zudem mit persönlichen Radondosimetern ausgestattet und ihre Aufenthaltszeiten werden während der Arbeitszeit in der Anlage erfasst. (siehe Abbildung 7)

Im Objekt **1215/TA** wurde parallel zur Passivmessung über drei Monate ein Aktivmessgerät platziert, um den zeitlichen Verlauf der Radonkonzentration zu überprüfen. Die genauen Aufenthaltszeiten in der Anlage wurden erfasst um sicherzustellen, dass keine Grenzwerte überschritten sind.

Bei den weiteren Objekten, in denen eine Schwellenwertüberschreitung festgestellt wurde, sind keine Massnahmen nötig, da die Abschätzung der effektiven Dosis der exponierten Personen unter 10 mSv liegt. Die Aufenthaltszeiten betragen in diesen Objekten weniger als 1 Stunde pro Woche.



**Abbildung 4: Diese Objekte sind als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft**

### Objekte mit Radonkonzentrationen zwischen 300 und 1000 Bq/m<sup>3</sup>

Bei 34 Objektmessungen liegt die Radonkonzentrationen unter 1000 Bq/m<sup>3</sup>, aber über dem Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup>. Etwa die Hälfte dieser Objekte sind als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft. Da der Schwellenwert nicht überschritten wurde und die Aufenthaltszeiten unter 15 Stunden pro Woche betragen, wurden keine Massnahmen angeordnet.

Die Objekte **5678/SA**, **5678/SW** und **2982/CC** sind nicht als radonexponierte Arbeitsplätze eingestuft, weshalb für sie der Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> gilt. In diesen Objekten wurden Untersuchungen durchgeführt und Massnahmen angeordnet

Betroffen sind unter anderem Räume, die häufig genutzt werden. Um die Ursache für die erhöhten Konzentrationen zu finden, wurden in der zweiten Hälfte des Berichtsjahrs Monitoring-Messungen mit Aktivmessgeräten gestartet. Die Ursachenfindung und Definition der Massnahmen dauern an und werden im Jahr 2024 weitergeführt.

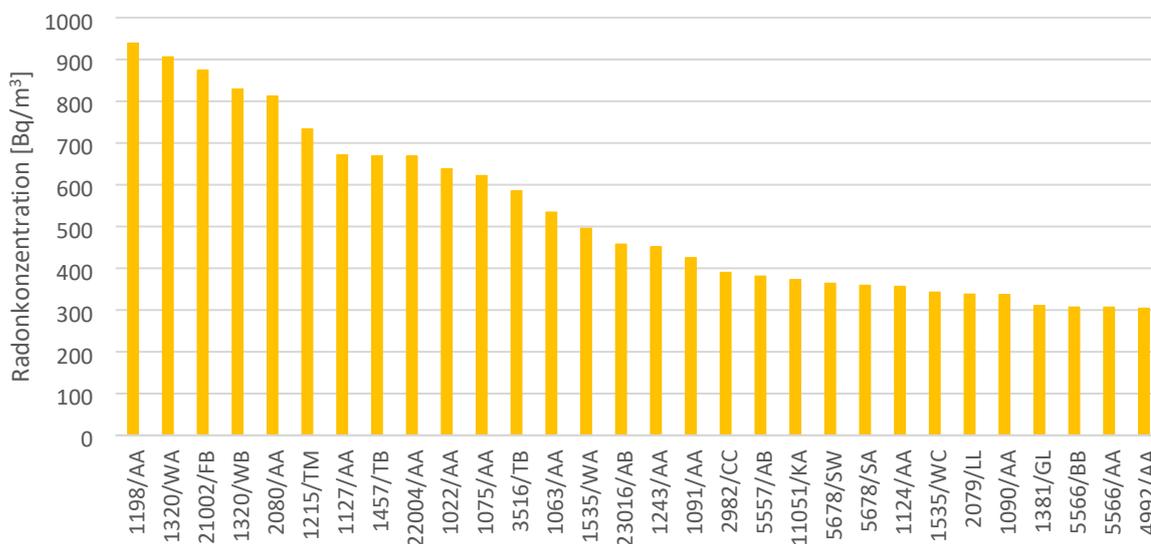


Abbildung 5: Bei 30 Objekten liegt die Radonkonzentration unter 1000 Bq/m<sup>3</sup> aber über 300 Bq/m<sup>3</sup>

### Objekte mit Radonkonzentrationen unter 300 Bq/m<sup>3</sup>

Bei **96 gemessenen Objekten** liegt die Radonkonzentration unter dem Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup>. Bei diesen Objekten sind keine Dosisabschätzungen und keine radonsenkenden Massnahmen notwendig. Die Anlagen werden in periodischen Abständen wieder überprüft.

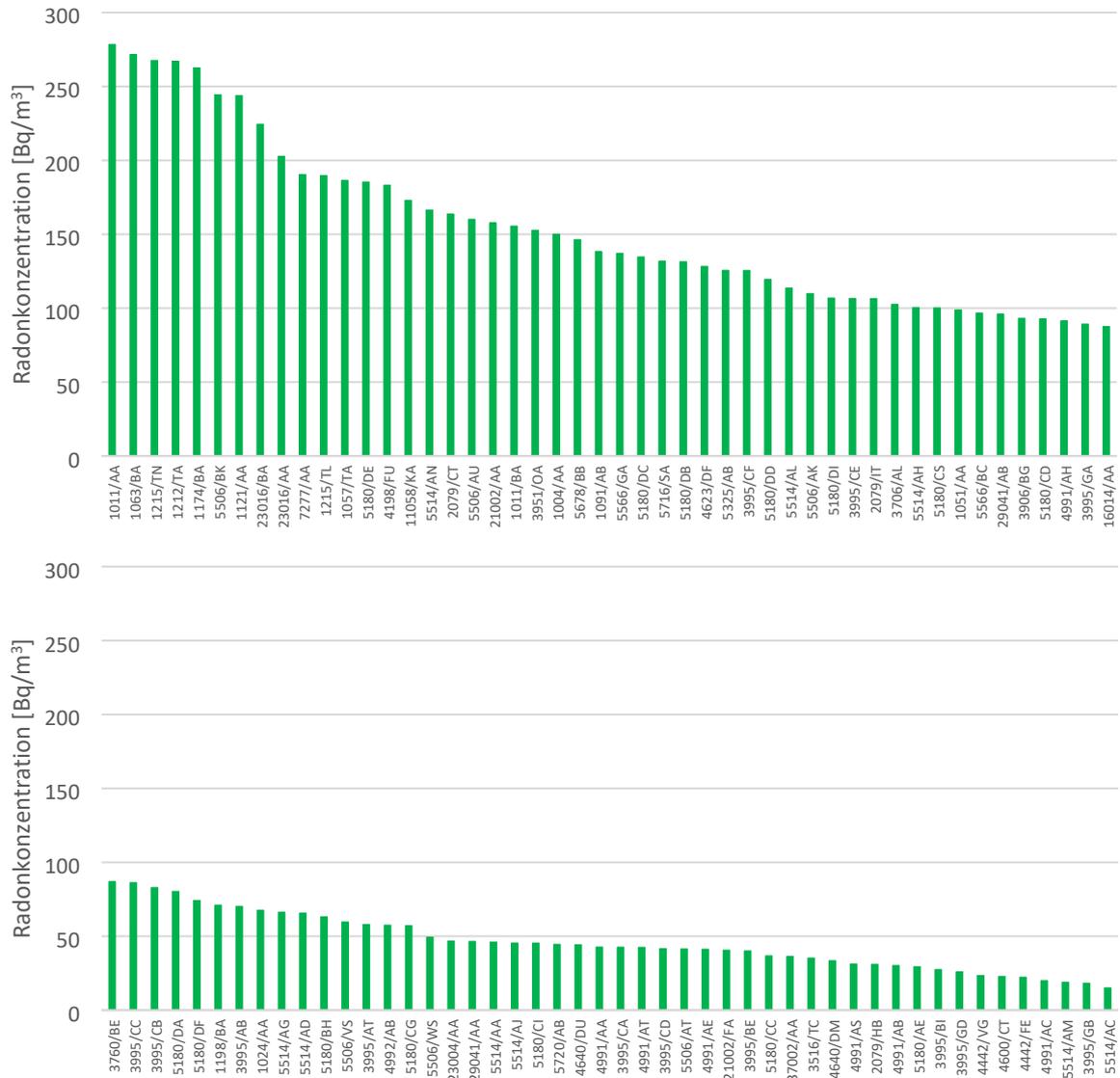


Abbildung 6: In 96 Objekten wurde der Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> nicht überschritten

## Personendosisabschätzungen

Laut Strahlenschutzverordnung ([Art. 167](#)) muss der Betrieb bei Überschreiten des Schwellenwerts von 1000 Bq/m<sup>3</sup> die effektive Dosis der exponierten Personen ermitteln. Dies geschieht mittels Dosisabschätzungen, die auf Raumkonzentrationen und Aufenthaltszeiten beruhen. Ein anerkanntes Radondosimeter zur Bestimmung der Personendosis gibt es in der Schweiz bisher nicht.

Das Kompetenzzentrum Strahlenschutz VBS nutzt zusätzlich seit mehreren Jahren herkömmliche Passivdetektoren als Radondosimeter für die Abschätzung von effektiven Dosen aus Radonkonzentrationen. Dazu werden zwei unterschiedliche Typen von Passivdetektoren genutzt und in Pilotprojekten eingesetzt, bzw. getestet. Beide Typen werden von den exponierten Personen getragen.

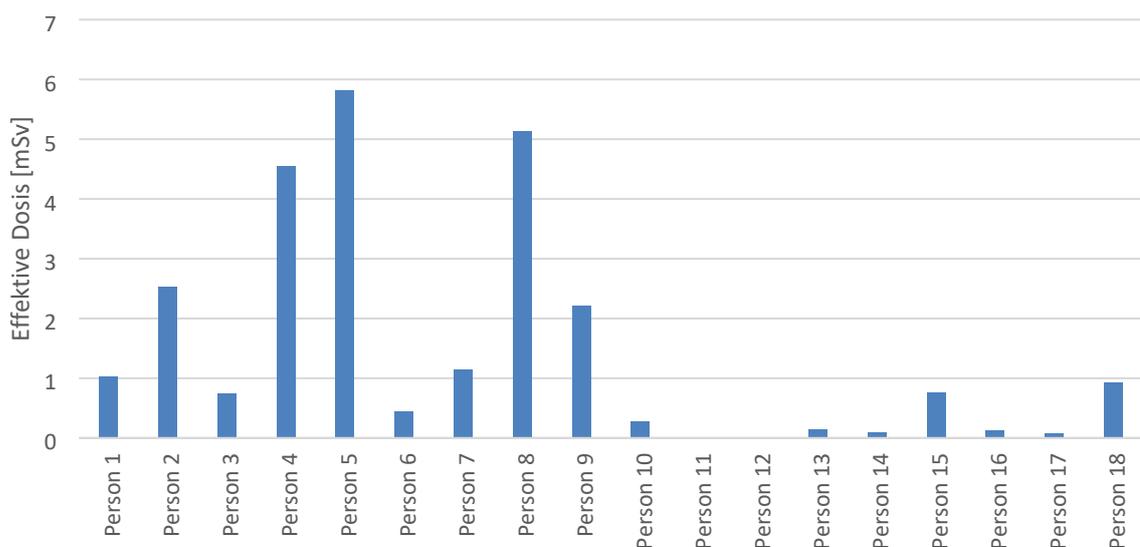
### Pilotprojekt Personendosisabschätzung

Im Jahr 2023 wurde ein Pilotprojekt mit den nicht zugelassenen Radon-Personendosimetern fortgesetzt. Diese Personendosimeter lassen sich mechanisch ein- und ausschalten. Die Testpersonen tragen die Dosimeter eingeschaltet während der Arbeitszeit, damit sich die Radonexposition ermitteln lässt. Ausgeschaltet wird die Radonkonzentration am Lagerort gemessen. In Abbildung 7 sind für die Personen 1 bis 10 die Ergebnisse dieses Pilotprojektes aus dem Berichtsjahr dargestellt. Bei sieben Personen war die jährliche effektive Einzeldosis über 1 mSv.

**Die höchste berechnete Dosis beträgt 5.8 mSv.** Keine Person hat die erlaubte effektive Dosis von 10 mSv im Berichtsjahr überschritten.

### Personendosisabschätzungen in dem Objekt 1057/TA

In dem Objekt **1057/TA** wurden im Berichtsjahr insgesamt 8 Personen (Personen 11 bis 18 in Abbildung 7) mit herkömmlichen Passivdetektoren überwacht. Alle Messwerte lagen im Berichtsjahr unter 1 mSv.



**Abbildung 7: Ergebnisse der Personendosisabschätzung des Pilotprojektes (Person 1 – 10) und des Objektes 1057/TA (Person 11 – 18)**

## Schlusswort

Im Vergleich zum Vorjahr wurden deutlich mehr Radonmessungen durchgeführt (138 Messungen in 133 Objekten 2023, 43 Objekte in 2022). Dies ist auf organisatorische Anpassungen und Messungen an Standorten mit vielen Objekten zurückzuführen.

Alle gesetzlichen Vorgaben wurden eingehalten und die effektiven Jahresdosen der persönlich überwachten Mitarbeitenden liegen alle unter 10 mSv pro Jahr.

Die im Jahr 2021 begonnene Erhebung des Gleichgewichtsfaktors (massgebend für die Dosisberechnung aus Radonkonzentrationen) in verschiedenen Objekten des VBS wurde in den Jahren 2022 und 2023 mit Jahresmessungen fortgesetzt und Ende 2023 abgeschlossen. Ein Schlussbericht zu diesem Thema wird vom Kompetenzzentrum Strahlenschutz des VBS in einer separaten Publikation im Jahr 2024 veröffentlicht werden.

Zur Personendosisabschätzung wird im Jahr 2024 ein Bericht erstellt, indem Auswertungen und Erkenntnisse präsentiert werden.

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, 19. März 2024

Bundesamt für Bevölkerungsschutz  
LABOR SPIEZ  
Kompetenzzentrum Strahlenschutz VBS  
Markus Zürcher