



Projektbericht

Radonmessungen an Schulen und Kindergärten des Kantons Luzern

Autoren

Dr. Nadine Engbersen

Geprüft

Oliver Zoller

Sebastian Wey



Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage und Hintergründe	2
1.1. Grundlagen zu Radon.....	2
1.2. Hintergrund der Messkampagne.....	2
1.3. Radon-Messkonzept	2
2. Methoden	3
2.1. Allgemeines Vorgehen	3
2.2. Einzelfallprüfungen	3
3. Resultate.....	4
3.1. Überblick Radonmessungen im Kanton Luzern	4
3.2. Auswertungen der Erstmessungen in Schulhäusern und Kindergärten.....	5
3.3. Einzelfallprüfungen und Sanierungen in Schulhäusern und Kindergärten .	7
4. Fazit und Ausblick	7

1. Ausgangslage und Hintergründe

1.1. Grundlagen zu Radon

Radon ist ein reaktives Edelgas, welches als Teil der Uranzerfallsreihe natürlicherweise im Erdreich vorkommt. Durch unversiegelte Böden (z. B. Naturkeller), undichten Stellen in der Gebäudehülle oder über Installationskanäle kann Radon ins Gebäudeinnere gelangen und sich dort akkumulieren. Da Radon kein stabiles Edelgas ist, zerfällt es zu radioaktiven Folgeprodukten, die an feinen Staub gebunden mit der Atemluft in die Lunge gelangen. Hierbei erhöht sich mit steigender Radonkonzentration und Expositionsdauer das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken.¹

1.2. Hintergrund der Messkampagne

Am 1. Januar 2018 trat landesweit eine revidierte Version der Strahlenschutzverordnung² (StSV) in Kraft, welche insbesondere dem verbesserten Schutz von Kindern und Jugendlichen vor Radon dienen soll. Der bis dahin geltende Referenzwert von 1'000 Bequerel pro Kubikmeter (Bq/m³) wurde aufgrund neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse den internationalen Richtlinien angepasst und auf 300 Bq/m³ gesenkt (StSV, Art. 155). Dieser Referenzwert gilt in Räumen, in denen sich Personen regelmässig während mindestens 15 h pro Woche aufhalten. Zusätzlich wurde eine obligatorische Radonmessung in Schulen und Kindergärten vorgeschrieben, deren Umsetzung den Kantonen obliegt (StSV, Art. 164).

Der Kanton Luzern liess die angeordneten Radonmessungen in Schulen und Kindergärten in den einzelnen Gemeinden gestaffelt nach alphabetischer Reihenfolge über fünf Jahre durchführen:³

- Messperiode 2019/2020: Adligenswil – Hildisrieden
- Messperiode 2020/2021: Hitzkirch – Luzern
- Messperiode 2021/2022: Malters – Schwarzenberg
- Messperiode 2022/2023: Sempach – Zell

1.3. Radon-Messkonzept

Wird in einer Schule oder einem Kindergarten eine Überschreitung des Referenzwertes dokumentiert, folgt eine Einzelfallprüfung auf Raumebene, sofern die Überschreitung nicht über 1'000 Bq/m³ liegt. Diese Einzelfallprüfung klärt ab, ob erhöhte Radonkonzentrationen auch während der eigentlichen Nutzung der betroffenen Räume auftreten. Erhöhte Langzeit-Radonkonzentrationen können auch durch Akkumulation während der Nacht, den Ferien oder am Wochenende, wenn Lüftungen ausgeschaltet sind und die Fenster geschlossen bleiben, verursacht werden. Bei einer Einzelfallprüfung wird hingegen die durchschnittliche Radonkonzentration während Personenanwesenheit eines belasteten Raumes ermittelt. Überschreitet diese durchschnittliche Konzentration den Referenzwert von 300 Bq/m³, so ist eine bauliche Radonsanierung notwendig. Anderenfalls werden Optimierungsmassnahmen (z. B. regelmässiges Lüften) vorgeschrieben und die Situation ist alle 5 Jahre zu überprüfen.

¹ World Health Organization, „WHO handbook on indoor radon: a public health perspective“, 2009.

² Bundesamt für Gesundheit, „Strahlenschutzverordnung SR 814.501“, Pub. L. No. SR 814.501 (2017).

³ Dienststelle Umwelt und Energie, „Merkblatt Radonmessungen in Schulen und Kindergärten“, 2020.

Liegt die Überschreitung des Referenzwertes über $1'000 \text{ Bq/m}^3$, kommt es zu einer direkten baulichen Sanierungsanordnung, die in der Regel innert drei Jahren nach Feststellung umzusetzen ist.

2. Methoden

2.1. Allgemeines Vorgehen

Die Verfahrensanweisung für Radonmessungen in Schulen oder Kindergärten beschreibt, wie Messungen im Kanton Luzern durchgeführt werden müssen⁴ und orientiert sich an der Vorlage des Bundesamtes für Gesundheit (BAG).⁵ Ein zentraler Bestandteil jeder Radonmesskampagne im Kanton Luzern ist dabei die Qualitätssicherung (QS), die mit folgenden Massnahmen sichergestellt werden soll:

Parallelmessung: Bei jedem zehnten platzierten Dosimeter ist eine Parallelmessung vorzunehmen, die über zwei direkt nebeneinander platzierte Dosimeter erfolgt.

Doppelmessung: Pro Gebäude ist eine Doppelmessung durchzuführen. Dabei werden zwei Dosimeter an zwei unterschiedlichen Orten im gleichen Raum platziert.

Blindmessung: Pro Schulanlage sind mindestens zwei Blindmessungen durchzuführen. Dabei werden zwei Dosimeter derselben Serie nicht exponiert (d. h. nicht ausgepackt) aber trotzdem ausgewertet.³

2.2. Einzelfallprüfungen

Liegt die festgestellte Radonkonzentration zwischen 300 Bq/m^3 und 1000 Bq/m^3 , muss im betroffenen Raum eine Einzelfallprüfung durchgeführt werden. Diese ist an mindestens sieben aufeinanderfolgenden Tagen während des normalen Schul- oder Kindergartenbetriebs mit einem zugelassenen Radonmessgerät durchzuführen.⁶

Ein Beispiel einer Einzelfallprüfung ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Radonkonzentration wurde hier kontinuierlich während knapp zwei Wochen gemessen. Zusätzlich wurde mittels der CO_2 -Konzentration beurteilt, ob sich Personen im Raum aufhalten oder nicht. Waren Personen anwesend, stieg die CO_2 -Konzentration, verliessen die Personen den Raum, fiel die CO_2 -Konzentration. Für die abschliessende Auswertung der Radonkonzentration wurden nur die Zeiten mit Personenaufenthalt berücksichtigt.

³ Dienststelle Umwelt und Energie, „Verfahrensanweisung Radonmessungen Schulen Kanton Luzern“, 2020.

⁵ Bundesamt für Gesundheit, „Radonmessprotokoll für Schulen und Kindergärten“, 2023.

⁶ Bundesamt für Gesundheit, „Einzelfallprüfung in Schulen und Kindergärten“, 2022.

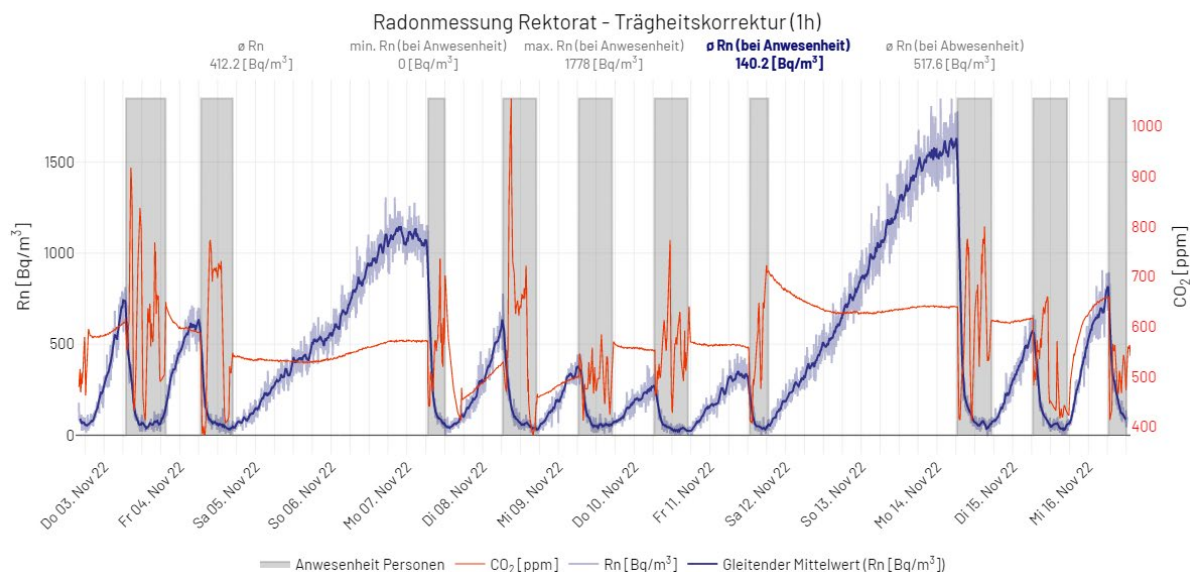


Abbildung 1: Messbeispiel einer Einzelfallprüfung. In blau die Radonkonzentration, in rot die CO₂-Konzentration. Die grauen Balken markieren die ausgewerteten Zeiträume mit Personenaufenthalt.

3. Resultate

Ein Überblick über die Datengrundlage und die Auswahl der hier verwendeten Daten ist in den ergänzenden Ausführungen zum Projektbericht gegeben.

3.1. Überblick Radonmessungen im Kanton Luzern

Gemeinden

Stand Oktober 2024 wurden seit 2019 in 73 von 80 Gemeinden im Kanton Luzern die Radonmessungen in Schulhäusern und Kindergärten abschliessend durchgeführt. Bei den noch verbliebenen 7 Gemeinden sind bei 3 Gemeinden die Messungen kurz vor dem Abschluss und bei den übrigen 4 aufgrund von Sanierungsarbeiten noch nicht erfolgt. Notwendige Einzelfallprüfungen mussten in 26 Gemeinden angeordnet werden, welche aktuell bei 7 Gemeinden zu baulichen Sanierungen führten. Eine Gemeinde setzte diese Sanierungsmassnahmen bereits um.

Kantonsschulen

Stand Oktober 2024 wurden zusätzlich in 62 Gebäuden der Kantonsschulen und anderen Bildungsinstitutionen (z. B. Berufsbildungsschulen) im Kanton Luzern Radonmessungen durchgeführt. Bei einer Kantonsschule wurde eine Einzelfallprüfung angeordnet. Bauliche Sanierungen waren bisher nicht notwendig.

3.2. Auswertungen der Erstmessungen in Schulhäusern und Kindergärten

3.2.1. Ebene: Gebäude

In insgesamt 746 Schul- oder Kindergartengebäuden wurden Messungen durchgeführt. In 91.8 % (n=685) der Gebäude konnte keine Überschreitung des Referenzwertes von 300 Bq/m³ festgestellt werden, wohingegen in 8.2 % der Gebäude mindestens eine Überschreitung des Referenzwertes registriert wurde (n = 61)(Abbildung 2).

Von den 61 Gebäuden, in denen eine Überschreitung des Referenzwertes registriert wurde, zeigten 60.7 % der Gebäude eine maximal gemessene Radonkonzentration zwischen 300 und 600 Bq/m³ (n = 37). 26.2 % der Gebäude fielen in die Kategorie von 600 und 1'000 Bq/m³ (n = 16) und bei 13.1 % der Gebäude überschritt die Konzentration den Schwellenwert von 1'000 Bq/m³ (n = 8)(Abbildung 3).

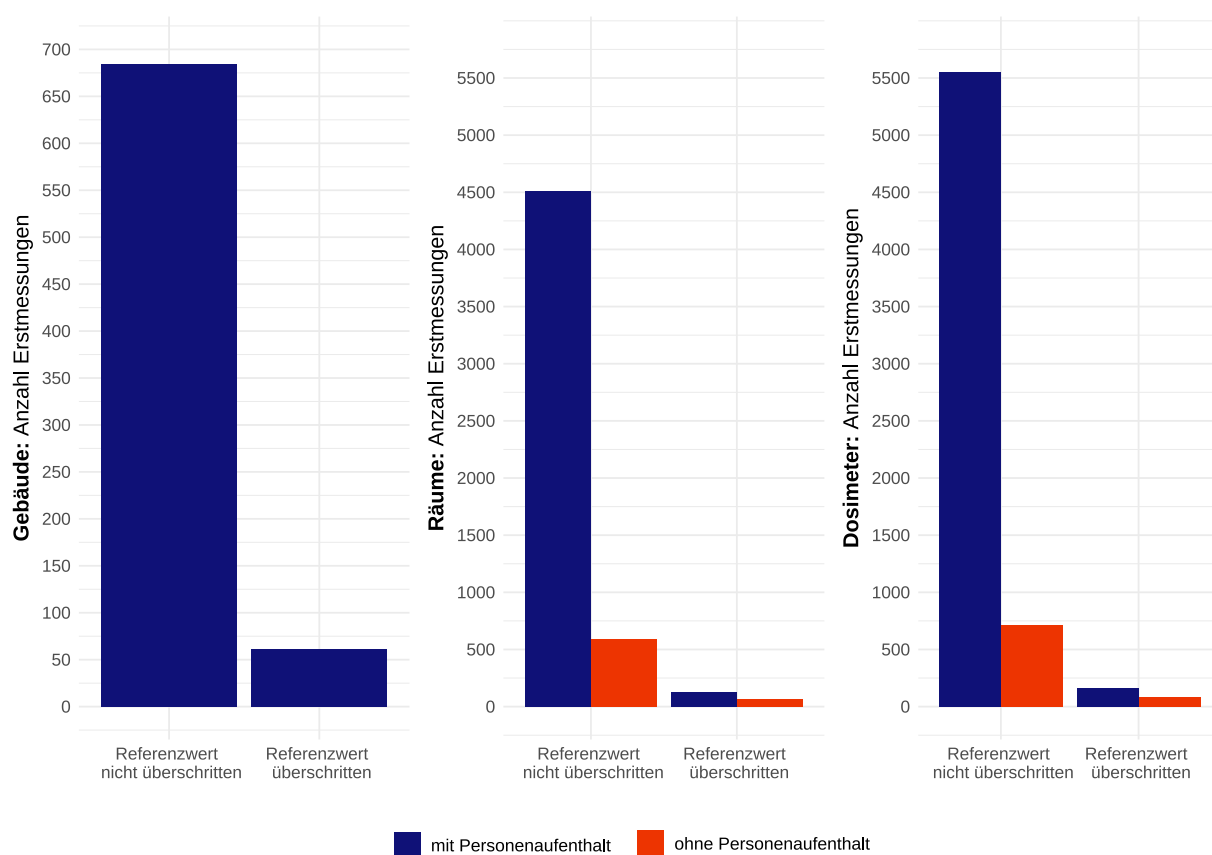


Abbildung 2: Anzahl Erstmessungen in Gebäuden (links), Räumen (Mitte) und als Dosimeter (rechts) in Schulen und Kindergärten unterteilt nach Messungen, bei denen eine Überschreitung des Referenzwertes registriert wurde oder nicht. Bei den Dosimeter- und Raum-Messungen wurde zusätzlich unterschieden, ob die Messung in einem Raum mit (blaue Balken) oder ohne Personenaufenthalt (rote Balken) durchgeführt wurde.

3.2.2. Ebene: Räume mit und ohne Personenaufenthalt

Erstmessungen wurden in insgesamt 5'308 Räumen in Schul- oder Kindergartengebäuden durchgeführt. In 96.4 % der Räume wurde der Referenzwert von 300 Bq/m³ nicht überschritten (n = 5115). Von den 193 Räumen (3.6%), in denen eine Überschreitung registriert wurde, fielen 64.8 % (n = 125) in die Kategorie «mit Personenaufenthalt» und 35.2 % (n = 68) in die Kategorie «ohne Personenaufenthalt» (Abbildung 2). Von den Räumen mit Überschreitung des Referenzwertes bei Personenaufenthalt, zeigten 67.2 % eine maximal gemessene Radonkonzentration zwischen 300 und 600 Bq/m³ (n = 84), 23.2 % von 600 und 1'000 Bq/m³ (n = 29) und 9.6 % eine maximale Radonkonzentration von über 1'000 Bq/m³ (n = 12) (Abbildung 3).

3.2.3. Ebene: Dosimeter in Räumen mit und ohne Personenaufenthalt

Es wurden insgesamt 6'449 Dosimeter platziert. In 96.3 % (n = 6'208) der Dosimeter-Messungen in Schulhäusern und Kindergärten kam es zu keiner Überschreitung des Referenzwertes von 300 Bq/m³. Einzig in 3.7 % (n = 241) der Messungen wurde eine Überschreitung des Referenzwertes registriert, von denen wiederum 65.6 % (n = 158) Räume mit Personenaufenthalt und 34.4 % (n = 83) Räume ohne Personenaufenthalt betrafen (Abbildung 2). Von den kritischen Räumen mit Personenaufenthalt (n = 158), befanden sich 67.1 % (n = 106) der Messungen im Bereich zwischen 300 und 600 Bq/m³, 24 % (n = 38) im Bereich zwischen 600 und 1000 Bq/m³ und 8.9 % (n = 14) oberhalb von 1'000 Bq/m³ (Abbildung 3).

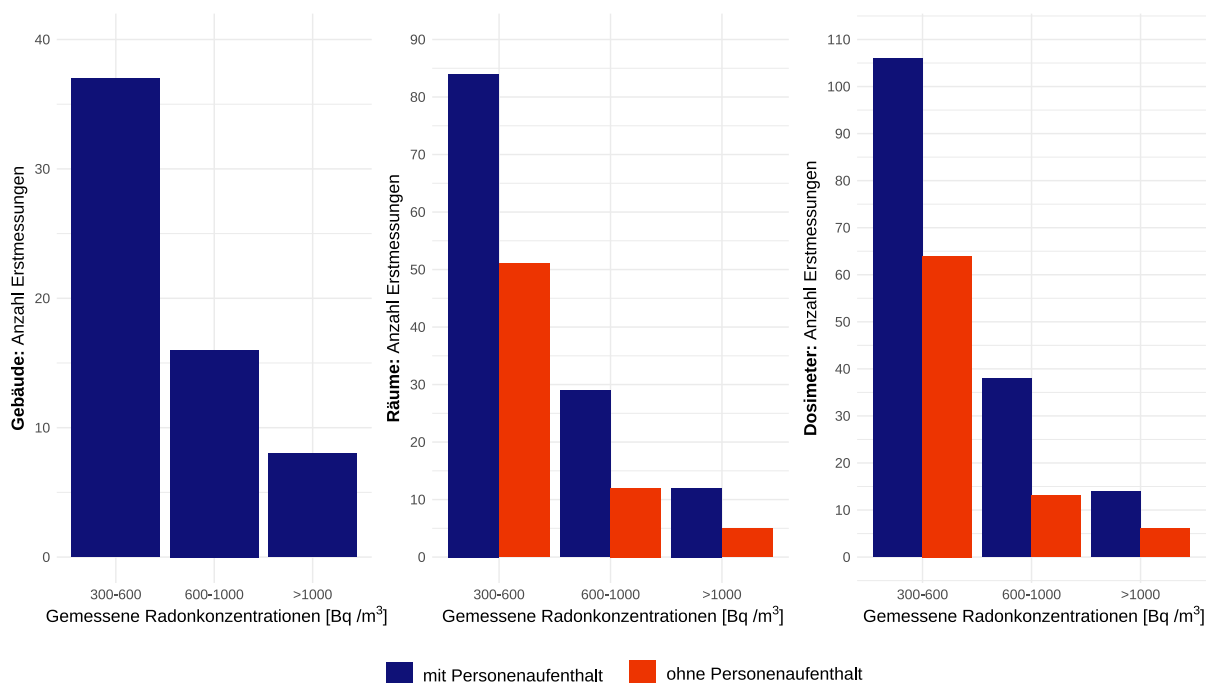


Abbildung 3: Anzahl Erstmessungen in Gebäuden (links), Räume (Mitte) und als Dosimeter (rechts) in Schulen und Kindergärten bei denen eine Überschreitung des Referenzwertes festgestellt wurde. Die Einstufung richtet sich nach dem Ausmass der Überschreitung. Bei den Dosimeter- und Raum-Messungen wurde zusätzlich unterschieden, ob die Überschreitung in einem Raum mit (blaue Balken) oder ohne Personenaufenthalt (rote Balken) registriert wurde.

3.3. Einzelfallprüfungen und Sanierungen in Schulhäusern und Kindergärten

In 125 Räumen mit Personenaufenthalt kam es zu Überschreitungen des Referenzwertes (vgl. Kapitel 3.2.2). Von den Stand Oktober 2024 bei insgesamt 51 Räumen durchgeführten Einzelfallprüfungen wurde in 7 Räumen auch während eines Personenaufenthalts eine Überschreitung des Referenzwertes festgestellt.

4. Fazit und Ausblick

Von den 746 Schulen- und Kindergärten im Kanton Luzern, in denen Radonmessungen in den letzten 5 Jahren stattfanden wurde in 61 Gebäuden (entspricht 8.2 %) eine Überschreitung des Referenzwertes gemessen und bei 9 Gebäuden (1.2 % der Gesamtanzahl) eine bauliche Sanierung angeordnet. Von den 5'308 gemessenen Räumen, wurde in 3.6 % der Räume (entspricht 193 Räumen) eine Überschreitung des Referenzwertes registriert und in 0.36 % der Räume (entspricht 19 Räumen) eine bauliche Sanierung angeordnet.

Diese im schweizweiten Vergleich tiefen Zahlen von verordneten baulichen Radonsanierungen widerspiegeln das geringe Radonrisiko im Kanton Luzern. Gemäss Abbildung 4 liegt das Risiko einer Referenzwertüberschreitung im Kanton Luzern zwischen 2-10 %. Diese Wahrscheinlichkeit wird durch diesen Bericht bestätigt. Obwohl die prognostizierte Wahrscheinlichkeit der Referenzwertüberschreitungen im Kanton Luzern bestätigt wurde, liegt die Anzahl von verordneten baulichen Sanierungen deutlich niedriger. Dies ist mehrheitlich auf die Einführung der Einzelfallprüfungen zurückzuführen, die zeigten, dass oft schon einfache Massnahmen wie regelmässiges Lüften oder das Offenhalten von Türen zu einer deutlichen Reduktion der Radonbelastung während der Nutzung führten.

Die verbleibenden Radonmessungen sowie die aktuell laufenden Sanierungsmassnahmen werden weiterhin durch die zuständige kantonale Stelle fachlich begleitet. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) empfiehlt in Räumen, in denen der gesetzlich festgelegte Radon-Referenzwert bei einer Einzelfallprüfung mit Personenaufenthalt unterschritten wurde, Kontrollmessungen in regelmässigen Intervallen von fünf Jahren vorzunehmen.

Gemäss der Strahlenschutzverordnung (StSV) ist bei Neubauten, baulichen Veränderungen oder wesentlichen Nutzungsänderungen von Kindergärten und Schulen eine Überprüfung der Radonkonzentration verpflichtend durchzuführen.

Die Dienststelle Umwelt und Energie stellt die Umsetzung dieser gesetzlichen Anforderungen unabhängig vom vorliegenden Projekt im Rahmen ihrer Vollzugsaufgaben sicher.

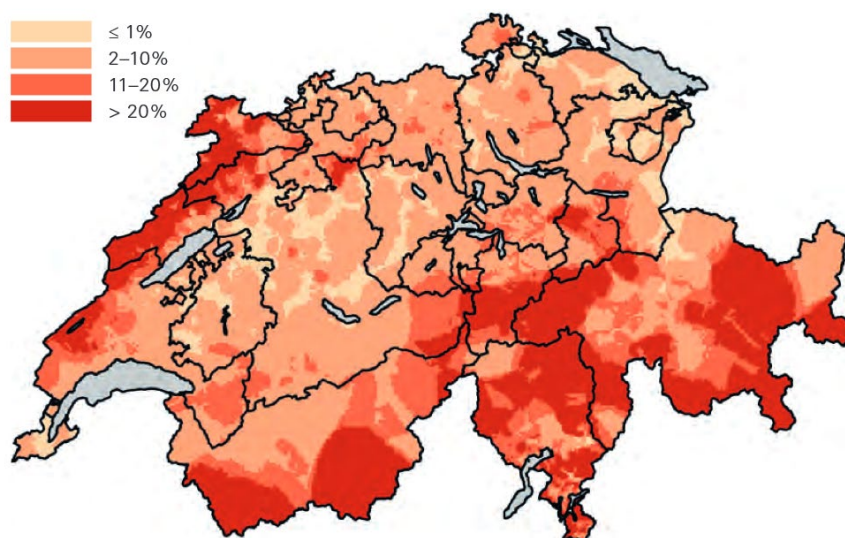


Abbildung 4: Radonkarte der Schweiz mit der Wahrscheinlichkeit (in Rotstufen) den Referenzwert von 300 Bq/m³ zu überschreiten. ⁷

⁷ Bundesamt für Gesundheit, „Wegleitung Radon V2.3“, 2. Februar 2023.