

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg  
**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 114 (2025)

**Artikel:** Welches ist der Kenntnisstand der Bewohner und wie hoch ist die Radonbelastung in einzelnen Häusern der Gemeinde Mont-Vully?  
**Autor:** Stämpfli, Amélie  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1092162>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

---

## Welches ist der Kenntnisstand der Bewohner und wie hoch ist die Radonbelastung in einzelnen Häusern der Gemeinde Mont-Vully?

---

AMÉLIE STÄMPFLI

Maturitätsarbeit am Kollegium Gambach, Freiburg

### Einleitung

Bei der Suche nach einem Maturitätsarbeitsthema stiess ich auf das Thema der natürlichen radioaktiven Strahlung. Ich hatte sicherlich schon von natürlicher Strahlung gehört, mich aber noch nie damit auseinandergesetzt. Auf der Suche nach weiteren Informationen fand ich heraus, dass Radon in Innenräumen den grössten Anteil an der natürlichen Strahlung ausmacht [BAGS1].

Daher stellte ich mir die Frage, wie hoch die Radonbelastung an meinem Wohnort, am Mont-Vully, ist. Aus dieser Frage entstand die Idee, die Radonkonzentration in Innenräumen zu messen. Bei der Diskussion mit Personen, deren Häuser für eine Messung infrage kamen, stellte ich fest, dass viele Personen wenig über Radon wussten. In Deutschland wurde eine Studie zur Erfassung des Umgangs der deutschen Bevölkerung mit Radon durchgeführt [dBev2]. Mittels einer strukturierten Befragung wurde der Kenntnisstand zu Radon sowie die Wahrnehmung des Radonrisikos untersucht. Es wurde zudem die Bereitschaft erfasst, sich mit dem Thema Radonbelastung weiter zu beschäftigen [dBev2].

Auch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) führte 2019 eine Umfrage zu diesem Thema durch. Sie zeigte, dass 55% der Befragten schon von Radon gehört hatten. Von diesen waren sich ungefähr 70% des gesundheitlichen Risikos bewusst. Trotzdem wurde Radon im Vergleich zu anderen Risiken als weniger wichtig wahrgenommen [BAG3]. Diese Studien sowie die Erkenntnis, dass Menschen aus meinem Umfeld nicht wussten, was Radon ist, hat mich dazu inspiriert, den Kenntnisstand der Bevölkerung mittels Fragebogen zu ermitteln.

Daraus entstand die nachfolgende Leitfrage: "Welches ist der Kenntnisstand der Bewohner und wie hoch ist die Radonbelastung in einzelnen Häusern der Gemeinde Mont-Vully?".

Mit Hilfe eines Fragebogens wurde das Wissen der Bevölkerung abgefragt. Für die Messungen der Radonkonzentrationen wurden in der Gemeinde Mont-Vully über die gesamte Gemeindefläche verteilt elf Häuser ausgewählt. Es

wurden für die Messungen sowohl Hausbesitzer auf Seehöhe als auch auf dem Mont-Vully angefragt. Neben den Messungen und den Befragungen bestand das Ziel dieser Arbeit darin, das Interesse der Bewohner zum Thema Radon zu ermitteln.

Nicht eingegangen wird in dieser Arbeit auf die Strahlenbelastung aus künstlicher Radioaktivität durch Kernenergie, nuklearen Waffen, medizinischen Anwendungen oder radioaktiven Abfällen.

## Ionisierende Strahlung

### *Strahlenexposition in der Schweiz*

Der Mensch lebt in einem Umfeld, in welchem er ständig mit Strahlung in Kontakt kommt. Diese Strahlung stammt aus verschiedenen Quellen, wie beispielsweise dem Weltraum oder dem Erdreich.

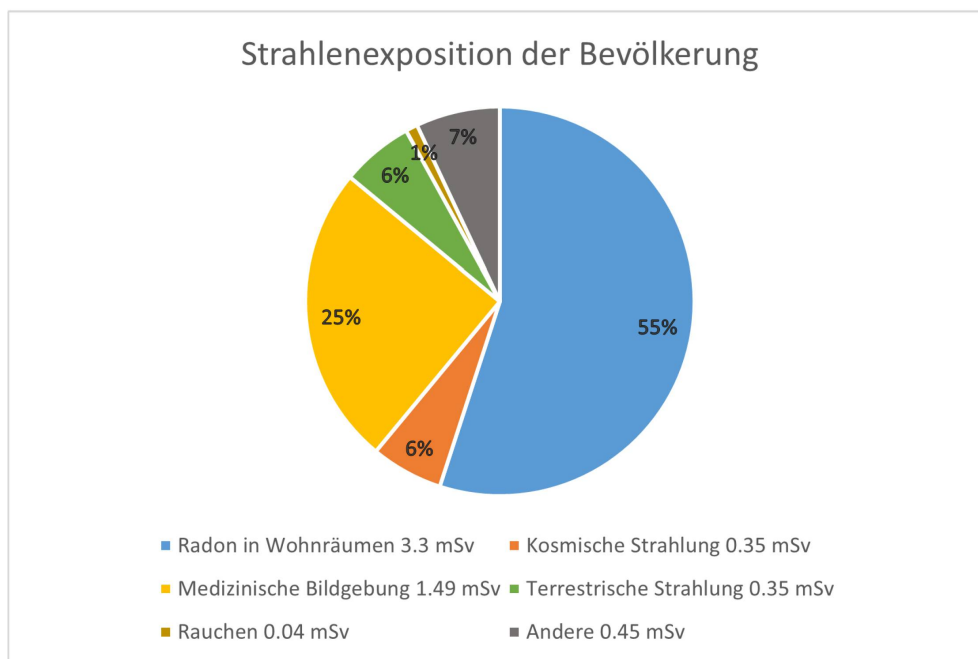


Abbildung 4.1: *Strahlungsquellen mit durchschnittlicher Dosis pro Jahr und Einwohner der Schweiz in mSv [BAGS1], [BAGJ4].*

Ein grosser Anteil an dieser Strahlenbelastung hat die natürliche Strahlung. Wie Abbildung 4.1 zeigt, macht Radon in Wohnräumen mit 55% den grössten Anteil der Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung aus. Die Exposition gegenüber kosmischer Strahlung oder terrestrischer Strahlung ist abhängig vom Ort, an dem sich eine Person befindet. So nimmt beispielsweise die kosmische Strahlung mit zunehmender Höhe zu.

In der Bevölkerung ist die Strahlenbelastung durch Rauchen wenig bekannt. Rauchen verursacht im Durchschnitt berechnet auf die Gesamtbevölkerung eine Strahlenbelastung von 0.04 mSv pro Jahr. Werden nur die Raucher be-

trachtet, so ergibt sich bei 20 Zigaretten pro Tag eine Strahlenbelastung von 0.3 mSv pro Jahr [BAGJ4]. Weitere Strahlenbelastung entsteht durch Röntgenbilder in der Medizin, durch Flugreisen sowie durch die Ernährung [BAGJ4].

### ***Strahlung und Radioaktivität***

Atomkerne können spontan zerfallen, wobei sie Strahlung aussenden. Diese Strahlung ist unsichtbar und vom Menschen mit seinen Sinnen nicht erfassbar [HV5]. Es gibt drei Arten von ionisierender Strahlung, die  $\alpha$ -, die  $\beta$ - und die  $\gamma$ -Strahlung.  $\alpha$ -Teilchen entsprechen einem Heliumkern und bestehen somit aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Sie sind relativ schwer, haben nur eine geringe Reichweite von wenigen Zentimetern in der Luft und dringen nicht tief ins Gewebe ein.  $\alpha$ -Teilchen haben jedoch ein hohes Ionisationsvermögen, was ihnen eine grössere biologische Wirkung verleiht, verglichen mit  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen. Sie sind dann gefährlich, wenn sie beispielsweise durch die Atemluft direkt in den Körper gelangen.  $\beta$ -Strahlen bestehen aus Elektronen. Ihre Reichweite ist grösser als die von  $\alpha$ -Strahlen. Wie die  $\alpha$ -Strahlen sind sie dann für den Menschen gefährlich, wenn sie in den Organismus gelangen. Der Vollständigkeit halber werden noch die  $\gamma$ -Strahlen erwähnt, welche aus elektromagnetischen Wellen bestehen und das Gewebe durchdringen können. Sie werden in der Röntgendiagnostik verwendet [HV5].

Strahlung ist für den menschlichen Organismus ein Problem. Sie kann das Erbmateriale in den Zellen beschädigen und zu Mutationen mit Missbildungen oder Krebserkrankungen führen [HV5].

### ***Messeinheiten und Begriffe***

Inaktive Atomkerne können sich spontan, durch das Aussenden von ionisierender Strahlung, in ein anderes Element umwandeln. Dieses Phänomen wird als Radioaktivität bezeichnet [Rad6]. Als Masseinheit für die Radioaktivität dient das Becquerel. Mit Becquerel wird angegeben, wie viele Kernzerfälle pro Sekunde stattfinden [BQ7]. Ein Becquerel (1 Bq) bedeutet, dass in einer Sekunde ein Atom zerfällt. Es ist somit ein Mass für die Aktivität eines Stoffes.

Für die Wirkung am biologischen Organismus respektive am menschlichen Körper muss zusätzlich die von der Strahlung deponierte Energie mitberücksichtigt werden. Hierfür wird die Masseinheit Sievert respektive Millisievert (1 mSv) verwendet. Ein Sievert (1 Sv) ist die Energiemenge, welche einem Joule pro Kilogramm Körpergewicht entspricht. Dies wird als Äquivalenzdosis bezeichnet [Siev8].

Die radioaktive Strahlung kann Elektronen aus anderen Atomen oder Molekülen lösen und wird deshalb als ionisierende Strahlung bezeichnet. Die Halbwertszeit ist ein weiterer Begriff, der im Zusammenhang mit Strahlung wichtig ist. Sie gibt an, in welcher Zeit die Hälfte der Atomkerne zerfallen ist [HZ9]. Die Halbwertszeit von Radon beträgt fast 4 Tage.

### *Strahlenschutz*

In der Strahlenschutzverordnung (StSV) wird der Referenzwert von Radon festgelegt. Artikel 155 legt fest, wann Massnahmen ergriffen werden müssen, und definiert einen Radonreferenzwert von  $300 \text{ Bq m}^{-3}$  für die über ein Jahr gemittelte Radongaskonzentration in Räumen, welche als Wohnräume benutzt werden oder in welchen sich Personen regelmässig aufhalten [StSV10]. Gemäss Artikel 156 liegt der Schwellenwert für radonexponierte Arbeitsplätze bei  $1000 \text{ Bq m}^{-3}$ . Bei Überschreitung der Werte können Massnahmen angeordnet werden [StSV10].

Die Radonstrategie des Bundes sieht vor, dass mehr Messungen durchgeführt werden. In der "Wegleitung Radon V2.3" werden die maximalen Sanierungsfristen festgelegt [BAGWL11]. Bei einer Überschreitung des Referenzwertes bis  $600 \text{ Bq m}^{-3}$  hat der Eigentümer zehn bis 30 Jahre Zeit, Massnahmen zu ergreifen, je nachdem, wie lange sich in diesen Räumen Personen aufhalten. Diese Frist reduziert sich auf drei respektive zehn Jahre, wenn sich der Messwert zwischen  $600$  und  $1000 \text{ Bq m}^{-3}$  befindet sowie auf ein respektive drei Jahre bei einer Radonbelastung von  $1000$  bis  $3000 \text{ Bq m}^{-3}$  [BAGWL11]. Diese Sanierungsfristen wurden allerdings in der Vergangenheit kaum kontrolliert [BfG12].

## Radon

Radon ist ein radioaktives Edelgas, welches natürlich im Erdreich durch den Zerfall von Uran-238 ( $^{238}_{92}\text{U}_{146}$ ) entsteht. Uran, ein Metall, ist überall im Boden und im Gestein in unterschiedlichen Konzentrationen vorhanden [BfS13].

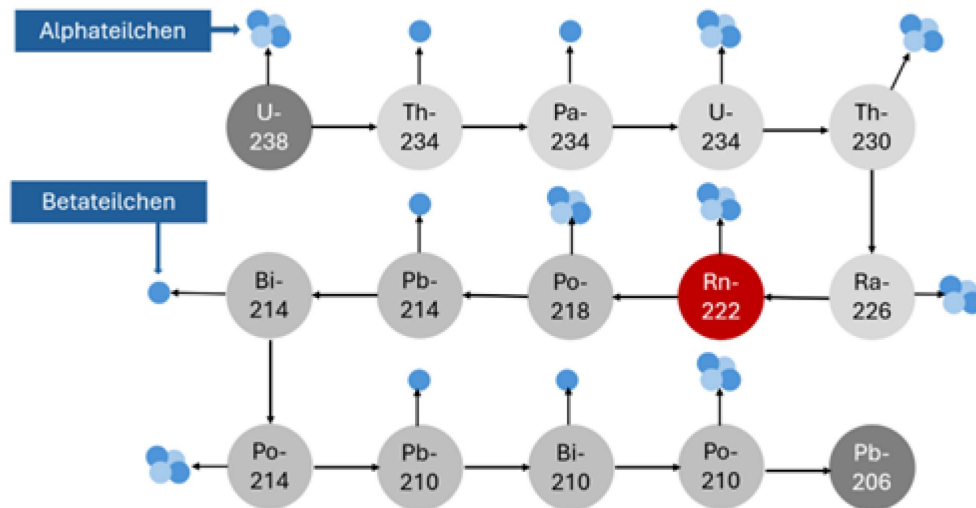


Abbildung 4.2: Zerfallsreihe von Uran-238.

In Abbildung 4.2 ist die Zerfallsreihe von Uran-238 zu erkennen. Das Schwermetall Uran-238 zerfällt in mehreren Schritten. Als Erstes zu Thorium-234, einem nicht stabilen Isotop von Thorium, welches weiterzerfällt in Protactinium-234, Uran-234, Thorium-230, Radium-226 zu Radon-222 [BAGR14]. Der Atomkern von Radon ist instabil, was beim Zerfall zur Entstehung von  $\alpha$ -Strahlung führt. Radon hat eine Halbwertszeit von 3.8 Tagen und baut sich in weiteren Schritten ab, bis es schliesslich zum stabilem Blei-Isotop Pb-206 wird [BfS13].

### *Radon in Innenräumen*

Da Uran überall im Boden vorhanden ist, kann auch überall Radon auftreten. Wie stark ein Ort von Radon betroffen ist, hängt allerdings auch von der Durchlässigkeit des Untergrundes ab. Ein durchlässiger Boden mit Hohlräumen, wie beispielsweise Poren oder Spalten, begünstigt das Aufsteigen von Radon an die Erdoberfläche [BAGR14]. Das geschmacklose, geruchlose und farblose Gas gelangt durch Ritze oder andere undichte Stellen wie Risse oder Rohrdurchbrüche ins Haus. Besonders problematisch sind Naturbodenkeller, bei welchen Radon ungehindert ins Haus gelangen kann. Bei ungenügender Belüftung sammelt sich Radon in den Innenräumen an und steigt im Haus empor. Mit zunehmenden Stockwerken nimmt die Radonbelastung ab. Vom zweiten Stock an ist im Normalfall nicht mehr mit einer erhöhten Belastung zu rechnen [BAGV15]. Warme Luft, die im Haus aufsteigt, führt zu einem leichten Unterdruck im untersten Stockwerk. Dieser Unterdruck genügt, um

eine Sogwirkung auf das Radongas zu erzeugen. Dieser Effekt wird Kamin-effekt genannt und ist ein Grund, warum im Winter und bei kalten Aussentemperaturen eine höhere Radonbelastung im Gebäude auftritt [BAGV15].

### ***Gesundheitliche Auswirkungen***

#### ***Wissenschaftliche Grundlagen des radonbedingten Lungenkrebses***

Viel Wissen über Radon stammt aus Studien über Bergarbeiter. Eine der grössten Studien ist die Wismut Uranbergarbeiter-Kohortenstudie von 1993. In dieser wurden 59'000 Bergarbeiter, welche zwischen 1946 und 1990 in Uranbergwerken in Sachsen und Thüringen gearbeitet hatten, untersucht. Zu Beginn gab es noch keine Schutzmassnahmen gegen die hohe Strahlenexposition am Arbeitsplatz. Nebst der Strahlung kam es auch zu einer starken Staubbelastung, auf welche in dieser Arbeit jedoch nicht weiter eingegangen wird [BfS16].

Die gesundheitlichen Auswirkungen waren beträchtlich. Bis 1990 erkrankten 5'508 Arbeiter an Lungenkrebs, welcher als strahlenbedingt anerkannt wurde. Nach Expositionsende traten noch weitere Lungenkrebserkrankungen auf und so wurden zwischen 1991 und 2021 weitere 4'300 Fälle als durch ionisierende Strahlen verursachten Lungenkrebs anerkannt [BB17].

Es gibt noch viele offene Fragen, welche durch diese Studie nicht beantwortet werden konnten. So bestand zum Beispiel eine Kombination von Staub, Arsen und Radonbelastung. Diese Belastungen konnten nicht voneinander getrennt angeschaut werden und es stellt sich somit die Frage, wie sie sich gegenseitig beeinflussen. Weiter kann diese Studie nichts darüber aussagen, wie sich tiefere Radonkonzentrationen auf das Lungenkrebsrisiko auswirken. Zudem bleibt die Frage unbeantwortet, ob auch andere bösartige Erkrankungen wie beispielsweise Leukämie oder maligne Tumore im Nasen-Rachen-Raum durch Radon verursacht werden könnten [BfS16].

2005 erschien im British Medical Journal ein Artikel, welcher 13 europäische Fall-Kontroll-Studien zusammenfasste, um das Lungenkrebsrisiko im Zusammenhang mit der häuslichen Exposition gegenüber Radon zu bestimmen [LK18]. Das relative Risiko an Lungenkrebs zu erkranken steigt bei jahrelanger Radonexposition um 16% pro  $100 \text{ Bq m}^{-3}$  an. Die Auswertungen der Studien ergab eine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert. Berechnungen zeigten, dass durch Rauchen das Risiko wegen Radon an Lungenkrebs zu erkranken 25-mal grösser ist als bei Nichtrauchern [LK18].

Vor allem in schlecht belüfteten Innenräumen können sich die radioaktiven Gase an Schwebeteilchen wie Staubpartikeln ablagern und so durch die Atmung in die Lungen gelangen. Im Lungengewebe lagern sich diese Aerosole und Partikel ab und führen zu einer Bestrahlung des Organs. Abhängig von der eingeatmeten Konzentration und der Dauer der Exposition wird so das Risiko für Lungenkrebs erhöht [NRP19]. Gemäss Lungenliga ist Radon

nach dem Rauchen die häufigste Ursache für Lungenkrebs [LL20]. In der Schweiz sterben jährlich ungefähr 3'200 Personen an dieser Krankheit, wovon schätzungsweise 200 bis 300 Fälle radonbedingt sind [BAGLK21].

### ***Wissen der Bevölkerung über gesundheitliche Risiken***

Studien zeigen, dass Radon als Gefahr häufig unterschätzt wird. Personen, welche glauben, dass sie in einem Gebiet mit hoher Radonbelastung leben, schätzen das Radonrisiko höher ein als Menschen, welche die Exposition gegenüber Radon nicht kennen oder dieses als gering wahrnehmen [dStra22].

2019 liess das BAG zum dritten Mal eine Umfrage über die Risikowahrnehmung der Bevölkerung bezüglich Radon durchführen. War 1995 Radon nur bei 32% der Befragten bekannt, so stieg die Bekanntheit von Radon 2008 auf 40% und 2019 auf 55% der Befragten. Mangelhaft blieb die Wahrnehmung des Gesundheitsrisikos. 26% der Personen, welche schon von Radon gehört hatten, sahen in Radon keine Gefahr für sich [BfG12].

Das Bundesamt für Strahlenschutz in Deutschland untersuchte 2022 den Umgang der Bevölkerung mit Radon, um sie über Radon zu sensibilisieren, wie dies das deutsche Strahlenschutzgesetz fordert [dBev2]. Im Rahmen einer strukturierten Umfrage wurde erforscht, wie Radonrisiken wahrgenommen werden, welches Wissen über Radon und dessen gesundheitliche Folgen vorhanden ist, wie das persönliche Risiko eingeschätzt wird und inwieweit die Bereitschaft besteht, sich intensiver mit dem Thema Radon auseinanderzusetzen. Diese Befragungen zeigten, dass das Wissen der Teilnehmer zum Thema Radon und seinen gesundheitlichen Auswirkungen sehr gering war. Die meisten Personen hatten von den Risiken durch eine Radonexposition noch nie gehört. Sie fühlten sich nicht betroffen respektive glaubten, keine oder eine geringe Exposition zu haben. Viele waren erstaunt, dass sie noch nie mittels staatlicher Informationen etwas über Radon erfahren hatten. Andererseits schlossen sie aus dieser fehlenden Information, dass Radon für sie keine Gefahr darstellt und daher keine Schutzmassnahmen notwendig sind [dBev2].

### ***Geografische Verteilung und Hochrisikogebiete***

Nicht überall tritt gleich viel Radon in die Gebäude ein. Der Untergrund ist entscheidend dafür, welche Menge an Radongas bis zur Erdoberfläche gelangt. Insbesondere bei porösen Untergründen oder bei Spalten und lockerem Gestein kann das Gas leichter an die Oberfläche steigen. Bei dichtem Untergrund wie beispielsweise dichten Tonschichten wird Radon am Durchdringen gehindert [BAGR14]. Neben dem Urangehalt des Bodens erklärt dies die geografischen Unterschiede der Radonbelastung in der Schweiz. In den Alpen und im Jura ist die Radonkonzentration höher als im Mittelland. Das heisst aber nicht, dass im Mittelland wegen der tiefen Radonbelastung kein Problem vorhanden ist. Gerade im Mittelland ist die Bevölkerungsdichte höher als beispielsweise in den Alpen. Das heisst, dass in diesen Regionen viel

mehr Menschen gegenüber Radon exponiert werden und es dadurch zu mehr radonbedingten Lungenkrebskrankungen kommen kann [NRP19].

### *Radonkarte der Schweiz*

Um diese regional unterschiedlichen Radonkonzentrationen aufzuzeigen, gibt es eine Radonkarte für die Schweiz [RKar23]. Wie in Abbildung 4.3 dargestellt, gibt die Karte einen Überblick über die erwartete Radonbelastung im jeweiligen Gebiet. Sie zeigt auf, wo und mit welcher Wahrscheinlichkeit (in %) der Referenzwert von Radon von  $300 \text{ Bq m}^{-3}$  überschritten werden kann. Von Swisstopo wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass nur eine Radonmessung durch eine vom BAG anerkannte Radonmessstelle die Radonkonzentration sicher aufzeigen kann [RKar23].

In gewissen Alpenregionen und im Jura wird mit einer Wahrscheinlichkeit von über 20% der Referenzwert von Radon überschritten. In den Alpen hat es uranreiches Gestein, wodurch mehr Radon gebildet wird. Im Jura ist der Radiumgehalt im Boden geringer als in den Alpen, der Untergrund ist jedoch karstig und porös. Durch diese Luftdurchlässigkeit des Untergrundes kann das Radongas einfacher an die Oberfläche und somit in die Gebäude gelangen, was die erhöhten Radonkonzentrationen im Jura erklärt [BAG3]. Wird die Karte wie in Abbildung 4.4 vergrößert, so ist zu erkennen, dass die ganze Gemeinde Mont-Vully im Bereich liegt, in welchem eine 2- bis 10-prozentige Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Radonreferenzwertes von  $300 \text{ Bq m}^{-3}$  in Wohnräumen besteht.

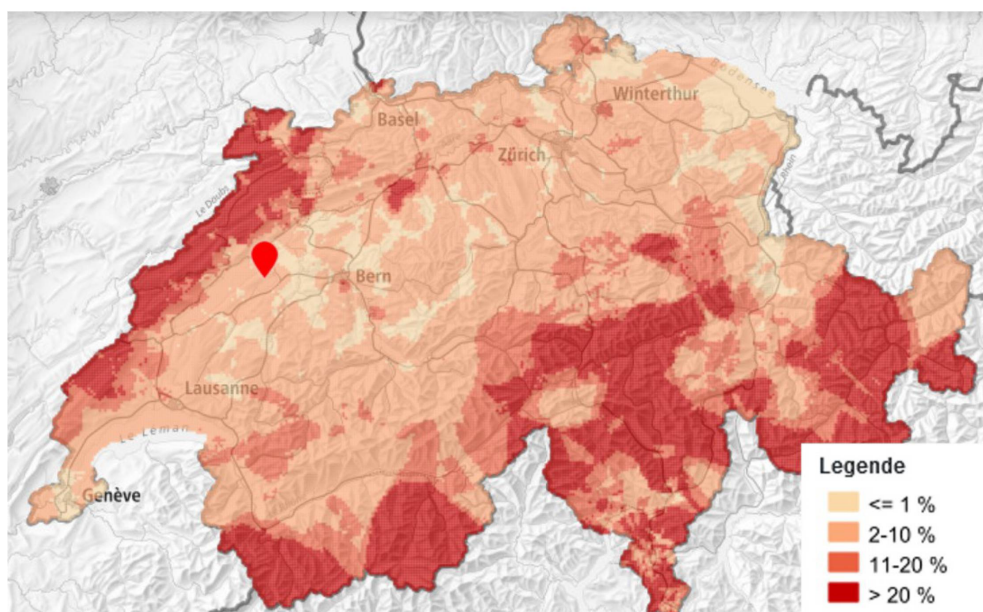


Abbildung 4.3: Radonkarte der Schweiz mit einer Markierung für die Lage der Gemeinde Mont-Vully [RKar23].

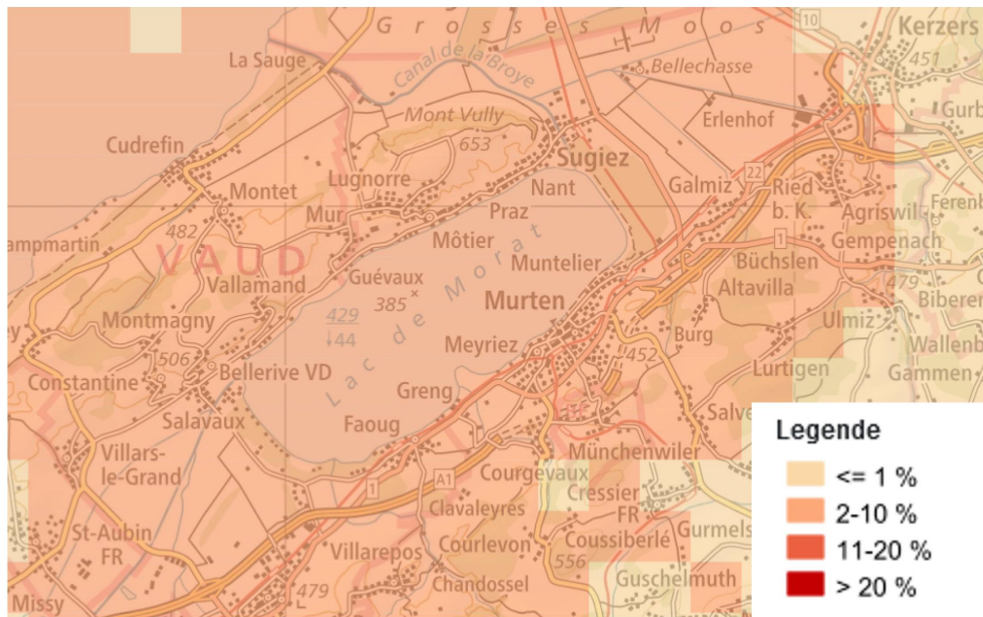


Abbildung 4.4: Ausschnitt Radonkarte Murtensee [RKar23].

## Untersuchung zum Kenntnisstand der Bevölkerung

Damit sich der Mensch richtig verhalten oder gegen eine Exposition schützen kann, muss er zuerst das Risiko kennen. Wie die Studie des Bundesamtes für Strahlenschutz in Deutschland [dBev2] oder auch die Umfrage des BAG zeigten, ist das Wissen zu den Gefahren von Radon noch ungenügend [BAG3, BfG12].

### *Aufbau und Methode der Umfrage*

Um den aktuellen Kenntnisstand der Bewohner am Mont-Vully zu erfassen, wurde ein Fragebogen mit Multiple-Choice-Fragen erstellt. Damit sichergestellt werden konnte, dass die Teilnehmenden den momentanen Kenntnisstand erfassten, wurden sie vorgängig sowohl im Mail als auch vor Beginn des Fragebogens gebeten, sich nicht vor dem Ausfüllen des Fragebogens über das Thema Radon zu informieren. Es wurde vorgängig mitgeteilt, dass der Fragebogen anonym ist, damit die Teilnehmenden nicht das Gefühl hatten, sie müssten alles richtig beantworten. Die Fragen und die dazugehörigen Antworten wurden so aufgebaut, dass die Antworten keine Rückschlüsse auf Antworten vorhergehender oder nachfolgender Fragen gaben. Da in der Gemeinde Mont-Vully Französisch als Amtssprache gilt, es aber auch viele deutschsprachige Bewohner gibt, stand der Fragebogen sowohl in Französisch wie auch in Deutsch zur Verfügung.

Im Fragebogen wurden folgende Informationen abgefragt.

#### 1. Das Wissen über Radon

- Wissen Sie, was Radon ist?

- Woher kommt Radon?
  - Was ist Radon?
2. Um zu erfahren, was die Teilnehmenden über die gesundheitlichen Risiken wussten, wurde gefragt, wofür die hohe Radonbelastung ein Risiko sei. Als Antwortmöglichkeiten standen Kopfschmerzen, Arthritis, Asthma, Hautausschlag, Lungenkrebs, Augenentzündung und "ich weiss nicht" zur Auswahl.
  3. Mit der Frage "Wie kann man sich vor zu hoher Radonbelastung schützen" wurde erfasst, ob sich die Teilnehmenden über mögliche Massnahmen bei zu hoher Radonbelastung im Klaren waren.
  4. Weiter interessierte, wer selbst eine Wohnung oder ein Haus gebaut hatte und ob sie zu diesem Zeitpunkt über Radon informiert wurden. Dafür wurden folgende Fragen gestellt:
    - Haben Sie ein Haus oder eine Wohnung selbst gebaut?
    - Wurden Sie vom Architekten, Bauleiter oder einer anderen Fachperson auf Radon und dessen Probleme aufmerksam gemacht?
  5. Zuletzt wurde abgefragt, ob das Interesse am Thema geweckt werden konnte.
  6. Informationen zur Person wie Alter und Ausbildung wurden am Ende des Fragebogens angegeben.

Um möglichst viele Teilnehmende zu finden, wurde der Fragebogen via WhatsApp- Gruppen und Mail-Gruppen verteilt. Insgesamt wurden auf diesen Wegen ungefähr 300 Personen direkt kontaktiert.

#### ***Auswertung der Umfrage zum Kenntnisstand***

93 Personen haben an der Umfrage teilgenommen und den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Somit war die Rücklaufquote der Fragebögen bei ungefähr 30%. Die nachfolgenden Berechnungen wurden nach dem subjektiven Wissensstand der Teilnehmenden ausgewertet. Um die Übersicht zu vereinfachen, wurden im nachfolgenden Text die Gruppen wie folgt benannt:

- Gruppe A = Ja, ich weiss sicher, was Radon ist.
- Gruppe B = Ja, ich glaube, ich weiss, was Radon ist.
- Gruppe C = Nein, ich weiss nicht, was Radon ist.

### Das Wissen über Radon

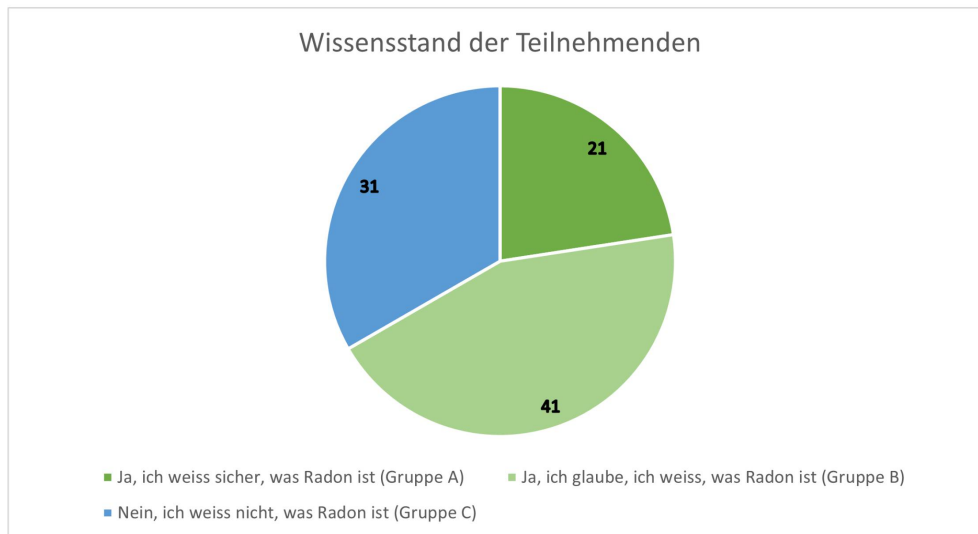


Abbildung 4.5: *Persönliche Einschätzung des Wissens nach Anzahl Personen, n=93.*

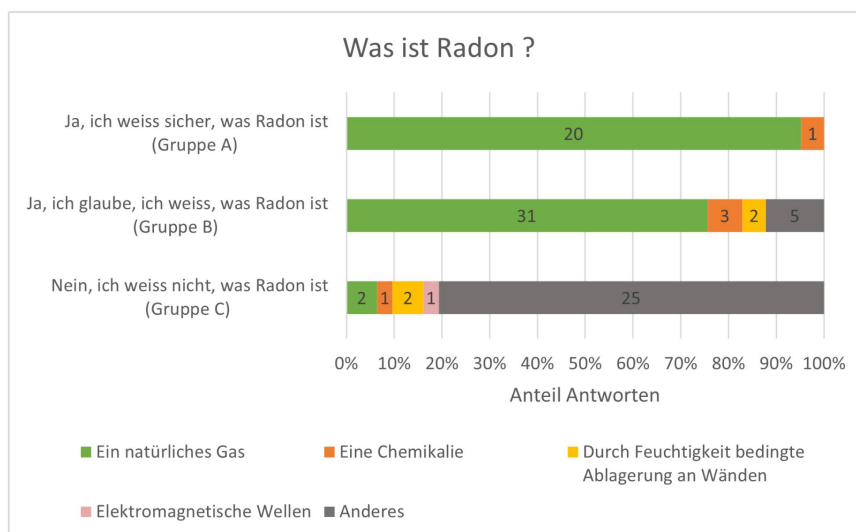


Abbildung 4.6: *Prozentuale Verteilung der Antworten zur Frage, was Radon sei.*

Wie Abbildung 4.5 zeigt, antworteten auf die erste Frage, "Wissen Sie, was Radon ist?", 21 Personen (22.6%), dass sie sicher waren zu wissen, was Radon ist und 41 Personen (44.1%) glaubten zu wissen, was Radon ist. 31 Personen (33.3%) gaben an, nicht zu wissen, was Radon ist. In den Abbildungen 4.6 und 4.7 sind die Antworten nach den Gruppen dargestellt. Von den 21 Personen aus der Gruppe A wussten 20 Personen, dass Radon ein natürliches Gas ist und 16 Personen wählten Uran im Boden als Quelle. In der Gruppe

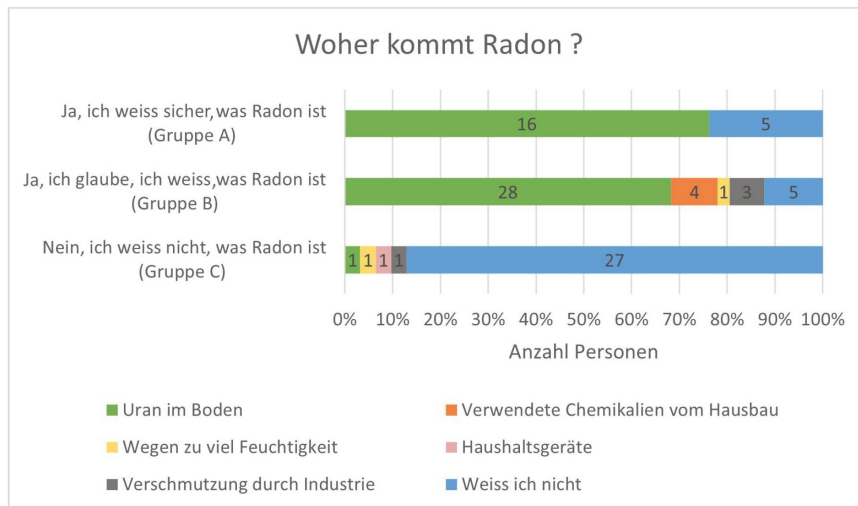


Abbildung 4.7: *Einschätzung der Teilnehmenden zur Herkunft von Radon in Prozent.*

B gaben 31 Personen (75.6%) an, dass Radon ein natürliches Gas ist und 28 Personen (68.3%) wussten, dass Uran im Boden die Ursache für Radon ist.

### ***Gesundheitliche Auswirkungen***

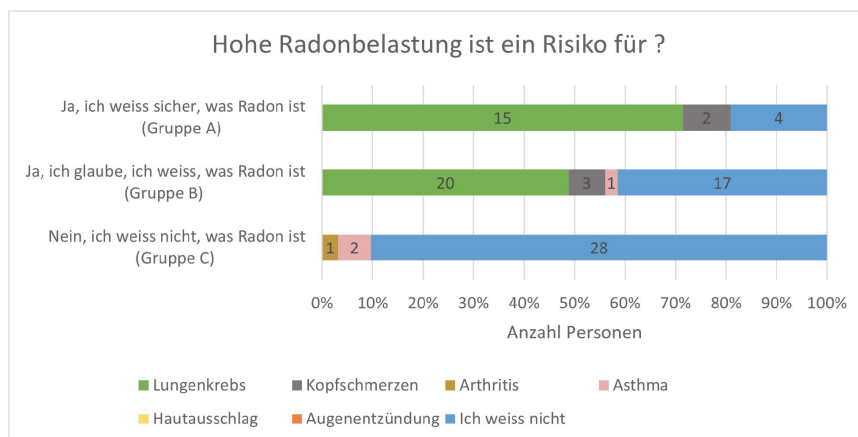


Abbildung 4.8: *Antworten zur Frage bezüglich Radonrisiko in Prozent.*

Die Abbildung 4.8 zeigt den Kenntnisstand bezüglich Radonrisiko. Von allen Befragten wussten 35 Personen (37.6%), dass eine hohe Radonbelastung zu Lungenkrebs führen kann. Von der Gruppe A kannten 15 Personen (71.4%) die richtige Antwort und von der Gruppe B wussten 20 Personen (50.0%), dass Radon zu Lungenkrebs führen kann. In der Gruppe C hat niemand Lungenkrebs als Risiko wahrgenommen.

### ***Massnahmen gegen eine zu hohe Radonbelastung***

Zu den möglichen Massnahmen gegen eine zu hohe Radonbelastung wurde die Frage gestellt, wie man sich gegen Radon schützen kann. Wie Abbil-

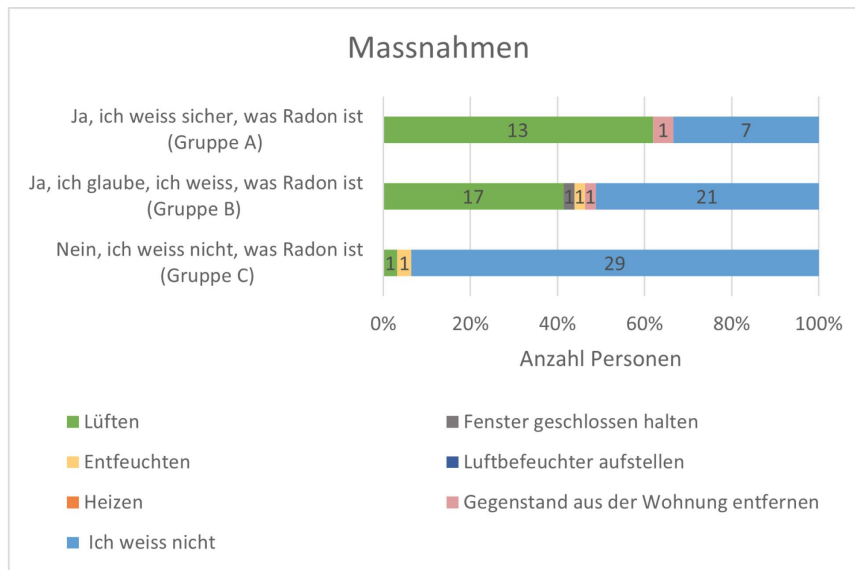


Abbildung 4.9: *Kenntnis über Massnahmen bei hoher Radonbelastung in Prozent.*

dung 4.9 zeigt, wurde bei dieser Frage der Einfachheit halber nur auf die Sofortmassnahme "Lüften" eingegangen. Auf die Integration anderer Massnahmen als Antwortmöglichkeiten wie Messungen zum Erheben der Radonkonzentration oder auf bauliche Massnahmen wurde hier verzichtet.

13 Personen (61.9%) der Gruppe A und 17 Teilnehmende (41.5%) der Gruppe B haben die korrekte Antwort gewählt. Aus der Gruppe C gab 1 Person "Lüften" als Antwort an. Da diese Person angegeben hatte, nicht zu wissen, was Radon ist, handelt es sich bei dieser Antwort wahrscheinlich um einen Zufallstreffer. Die Antworten der Gruppe C wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen.

### Altersverteilung der Teilnehmenden

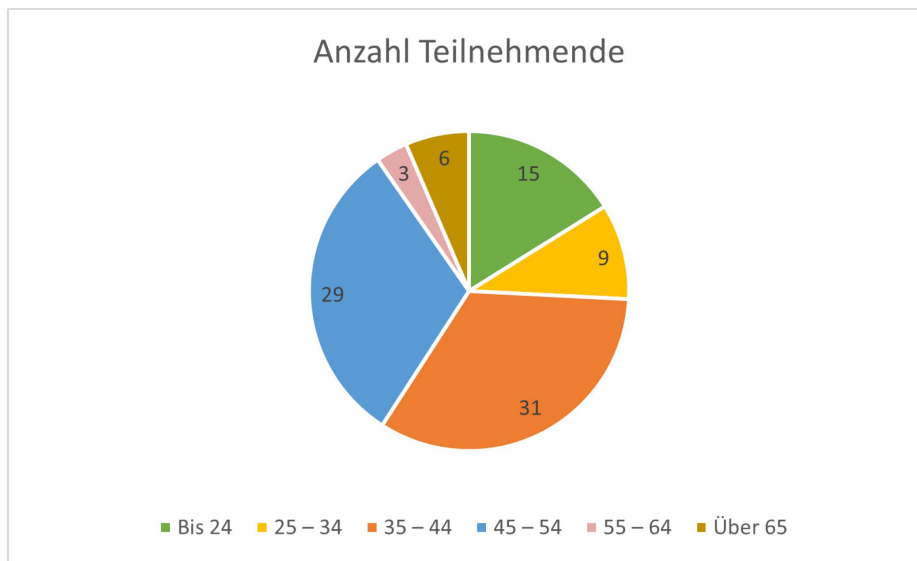


Abbildung 4.10: *Alter der Teilnehmenden nach Anzahl Personen pro Altersgruppe, n=93.*

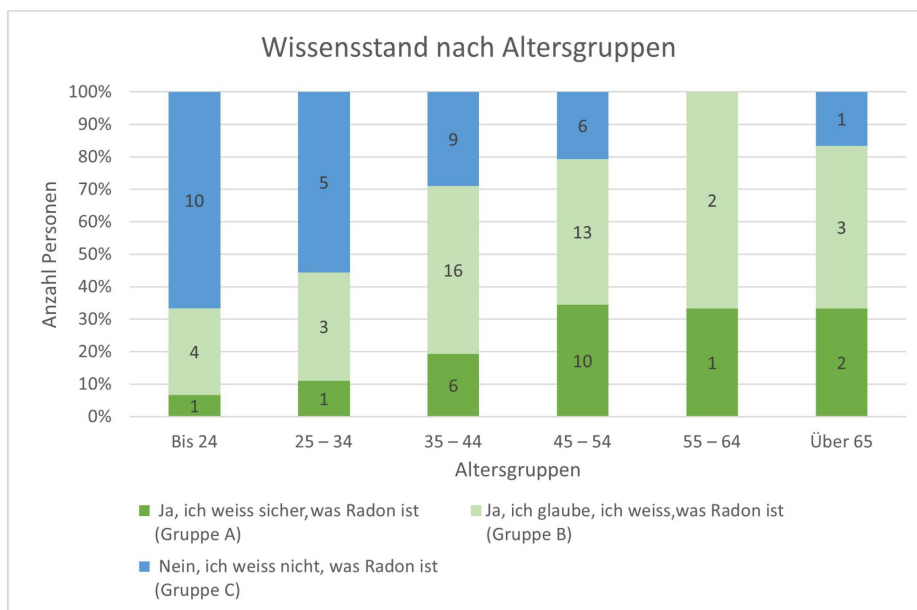


Abbildung 4.11: *Altersverteilung des Wissens über Radon in Prozent.*

Die Altersverteilung der Teilnehmenden ist in Abbildung 4.10 dargestellt. Die meisten Teilnehmenden sind in den Altersgruppen 35- bis 54-jährige. Je älter die Teilnehmenden, desto eher gaben sie an zu wissen, was Radon ist. Diese sind in Abbildung 4.11 aufgezeigt. Der Kenntnisstand über Radon ist bei den jüngeren Teilnehmenden kleiner als bei den älteren. 66.7% der unter 25-Jährigen befinden sich in der Gruppe C.

### *Information durch Fachpersonen bei Hausbau*

Von den 93 Befragten waren 33 Personen selbst Bauherr beim Bau ihres Hauses oder ihrer Wohnung.

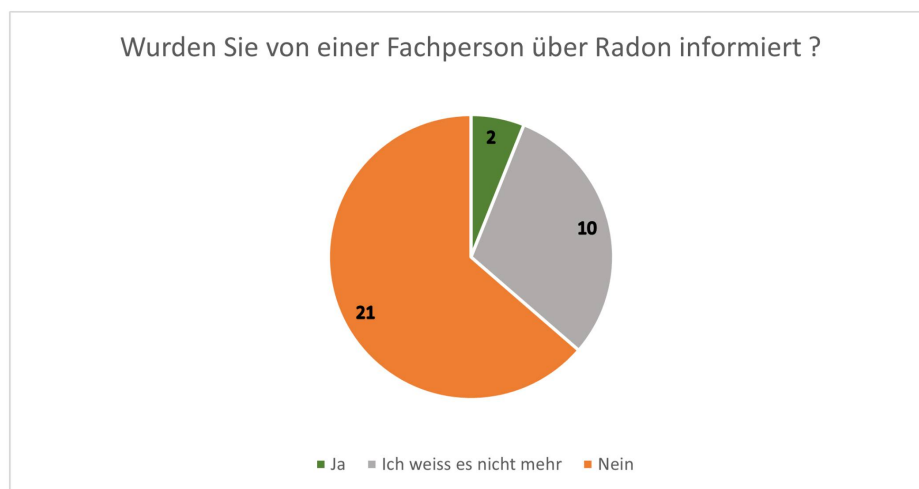


Abbildung 4.12: *Anzahl Bauherren, welche durch Fachpersonen aufgeklärt wurden,  $n=33$ .*

In Abbildung 4.12 wurden die Personen ausgewertet, die als Bauherren bereits selbst gebaut hatten. Auf die Frage: "Wurden sie vom Architekten, Bauleiter oder einer anderen Fachperson auf Radon und dessen Probleme aufmerksam gemacht?" antworteten lediglich 2 Person (6.1%) mit Ja, 10 Personen (30.3%) konnten sich nicht daran erinnern oder waren nicht sicher und 21 (63.6%) Bauherren erhielten keine Information über Radon.

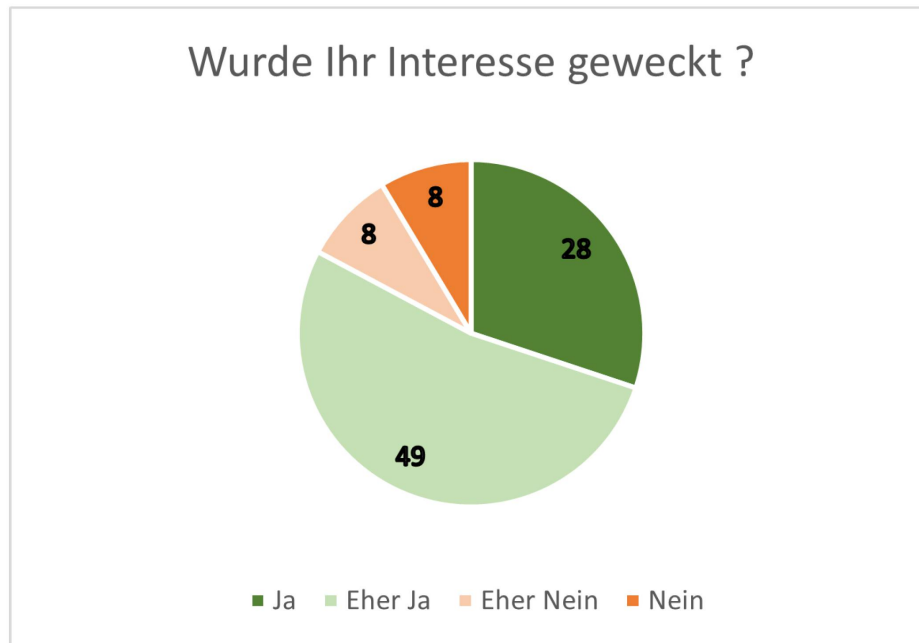
*Interesse an weiteren Informationen*

Abbildung 4.13: Anzahl Personen, bei denen das Interesse durch die Befragung geweckt wurde,  $n=93$ .

Die Teilnehmenden wurden am Ende des Fragebogens gefragt, ob bei ihnen das Interesse, mehr über Radon zu erfahren, nun grösser sei. Abbildung 4.13 gibt darüber Auskunft und zeigt, dass bei 82.8% der Befragten das Interesse geweckt oder eher geweckt wurde. Im Anschluss an den Fragebogen gab es einen Link auf die Informationsseiten des BAG oder die Möglichkeit, weitere Informationen über Radon per Mail einzuholen.

*Diskussion der Umfrageergebnisse*

Die Umfrage zeigt, dass der Wissensstand über Radon stark vom Alter der Teilnehmenden abhängig ist. Besonders auffällig ist, dass in der Altersgruppe der unter 25-Jährigen nur 33.3% angeben, zu wissen oder zu glauben, was Radon ist. Dies lässt darauf schliessen, dass das Thema Radon in der Schulbildung eher selten behandelt wird. Angesichts der Tatsache, dass Radon ein bekannter Risikofaktor für Lungenkrebs ist, stellt sich die Frage, ob dieses Thema nicht stärker in den Fokus der Ausbildung rücken sollte, um bereits in jungen Jahren ein Bewusstsein für die Gesundheitsrisiken zu schaffen. Mit zunehmendem Alter nimmt das Wissen über Radon zu, was auf eine stärkere Auseinandersetzung mit dem Thema im Laufe des Lebens hinweist.

Die Umfrage zeigt allerdings auch, dass der Wissensstand über Radon in der Bevölkerung beschränkt ist.

In dieser Umfrage gaben 66.7% der 93 Personen an, zu wissen oder sicher zu wissen, was Radon ist. Dieses Ergebnis ist höher als das Resultat der BAG-

Befragung von 2019, wo 55% der Befragten angaben, schon von Radon gehört zu haben [BAG3]. Es wussten allerdings nur 54.8% der 93 Teilnehmenden, dass Radon ein natürliches Gas ist, und nur 47.3% nannten Uran als Quelle von Radon. Zudem wussten nur 37.6% der Befragten, dass Radon ein Risikofaktor für Lungenkrebs darstellt. Die Auswertungen zeigen, dass ein gewisses Mass an Wissen vorhanden ist, aber kein tiefes Verständnis für das Thema besteht.

Eine weitere Erkenntnis aus der Umfrage ist die unzureichende Informationsweitergabe durch Fachpersonen wie Architekten und Bauleiter. Nur 6.1% der Befragten, welche beim Bau ihres Hauses Bauherren waren, gaben an, dass sie von Architekten oder Bauleitern auf das Thema Radon hingewiesen wurden. Etwa 30.3% der Befragten konnten sich nicht erinnern oder waren unsicher, ob sie informiert wurden, während 63.6% angaben, keine Informationen erhalten zu haben. Diese niedrige Zahl zeigt, wie stark die Informationslücke in der Bauindustrie und im Umgang mit Radon war.

Im Fragebogen wurde allerdings nicht erfasst, wann die Befragten ihr Haus gebaut hatten. Der Hausbau kann lange zurückliegen. Der Informationsstand durch Fachpersonen bildet somit in dieser Arbeit die Vergangenheit ab und erfasst nicht den Ist-Zustand. Um den aktuellen Stand der Informationsweitergabe durch Fachpersonen zu erfassen, müssten Bauherren befragt werden, die am Bauen sind oder erst kürzlich ihr Haus fertiggestellt haben. Um die Bevölkerung für die Risiken durch Radon zu sensibilisieren und die Bereitschaft zu schaffen, wirksame Massnahmen zu ergreifen, ist eine umfassendere Aufklärung der Bevölkerung notwendig.

Die Umfrage zeigt aber auch, dass es im Allgemeinen ein Interesse in der Bevölkerung gibt, mehr über Radon und die daraus resultierenden gesundheitlichen Auswirkungen zu erfahren.

## Messung der Radonbelastung

Es sollte die Frage beantwortet werden, wie hoch die Radonbelastung an verschiedenen Standorten in der Gemeinde Mont-Vully ist.

### *Aufbau und Methode der Radonmessungen*

Zur Ermittlung der Radonbelastung sind in der Schweiz nur Langzeitmessungen von einem Jahr oder mindestens 90 Tagen, durchgeführt durch ein vom BAG gelistetes Messinstitut, anerkannt [BfGM24].

Der Referenzwert ist ein Jahresmittelwert. Langzeitmessungen sind daher sinnvoll, insbesondere, da die Radonwerte jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. So ist im Winter in der Heizperiode der Radonwert höher als im Sommer. Allerdings macht diese Anforderung die Radonmessungen langsam und umständlich. Als Strategieziel sechs hat der Bund im "Aktionsplan Radon 2021-2030" festgelegt, dass auch Kurzzeitmessungen ermöglicht werden sollten [BfG12].

In einer Studie wurden Geräte für Kurzzeitmessungen getestet [Mes25]. Es wurden Messungen mit verschiedenen Geräten in einer Messkammer bei  $2500 \text{ Bq m}^{-3}$  sowie unter realen Bedingungen in einem Gebäude durchgeführt. Getestet wurde unter anderem auch das Canary, das Gerät, welches in den Messungen am Mont-Vully verwendet wurde. Bei diesem Gerät werden Photodioden zur Messung der  $\alpha$ -Strahlung verwendet. An einem aktiven Monitor



Abbildung 4.14: Messgerät Canary pro.

können die Werte direkt abgelesen werden. Ein Einsenden an ein Labor zur Auswertung, wie dies bei passiven Messgeräten gemacht werden muss, ist somit nicht notwendig. Ein weiterer Vorteil des Gerätes ist, dass es keine jährliche Kalibration benötigt. Das Canary gibt die Radonkonzentration als Mittelwert für das angegebene Zeitintervall an. Die Studie ergab eine gute Messgenauigkeit des Gerätes. Das Canary lag in fast allen Zeiträumen innerhalb von 10% der Werte des Referenztestgerätes [Mes25].

Für die vorliegenden Messungen wurde das Gerät Canary pro verwendet (Siehe Abb. 4.14). Dieses zeigt nach spätestens 24 Stunden das erste Resultat der Messung an. Die Langzeitmessung wird alle 24 Stunden und die Kurzzeitmessung jede Stunde aktualisiert. Der Hersteller gibt eine Genauigkeit der Kurzzeitmessung von 10% bei  $200 \text{ Bq m}^{-3}$  an, was mit der Gerätestudie übereinstimmt. Für die Studie in der Gemeinde Mont-Vully wurde jeweils

im erdanstossenden, untersten Stockwerk gemessen. Gemäss der Anleitung des Herstellers wurde das Gerät mindestens 50 cm über dem Boden und mindestens 150 cm von der nächsten Belüftungsöffnung (Türe, Fenster etc.) entfernt aufgestellt. Während der Messung wurde das Gerät nicht bewegt. Zudem wurde das Gerät weder direkter Sonnenstrahlung noch Feuchtigkeit ausgesetzt.

Um die Radonbelastung in der Gemeinde Mont-Vully zu erfassen, wurden über das Gebiet verteilt insgesamt 11 Messungen durchgeführt. Es wurde darauf geachtet, ältere und neuere Häuser in die Messungen einzubeziehen. Für jedes Gebäude wurde das Baujahr und Informationen zur Bauweise der Bodenplatte und zur Lüftung gesammelt sowie gefragt, ob der Raum oder angrenzende Räume beheizt sind. Die Messungen wurden pro Standort während jeweils fünf Tagen von Dezember 2024 bis Anfang Februar 2025 bei Temperaturen von  $-6^{\circ}\text{C}$  bis  $10^{\circ}\text{C}$  durchgeführt. Die Angaben der Messorte sind in Tabelle 4.1 zusammengestellt. Aus Datenschutzgründen wird jedoch die Adresse der Häuser nicht angegeben, sondern nur mittels Punkte auf einer Karte ungefähr dargestellt (Siehe Abb. 4.15).

#### *Auswertung der Radonmessungen*

Die Temperaturen schwankten zu allen Zeiten ungefähr im ähnlichen Bereich mit Tiefstwerten nachts bis  $-6^{\circ}\text{C}$  und Höchstwerten tagsüber bis  $10^{\circ}\text{C}$ . Da die Messungen während 5 Tagen stattfanden, gab es kaum erfassbare Unterschiede in der Temperatur. Daher werden die Temperaturen in den nachfolgenden Auswertungen vernachlässigt.

Als Messwerte werden die Durchschnittswerte der 5 Tage verwendet. Die gemessenen Radonwerte befinden sich zwischen 24 und  $553\text{ Bq m}^{-3}$ . Drei der Messungen (27.3%) überschreiten den schweizerischen Referenzwert von  $300\text{ Bq m}^{-3}$ .

Die Abbildung 4.15 zeigt die geografische Verteilung der Messungen. Die Radonkonzentrationen werden durch die Grösse der Punkte dargestellt und die Nummern entsprechen den Messstandorten aus Tabelle 4.1. Es ist keine Gruppierung der Höchstwerte zu erkennen respektive höhere und tiefe Messwerte sind unsystematisch über die Gemeinde verteilt. Wie Tabelle 4.1 zeigt, gibt es auch keinen klaren Zusammenhang der Messwerte mit dem Alter des Hauses oder dem Raumboden. Das Haus Nr.3 mit einem Baujahr um 1800 das älteste Haus, in welchem eine Messung stattgefunden hat, und es besitzt einen Naturbodenkeller. Hier wären höhere Werte erwartet worden. Der Raum besass ein kleines Fenster, welches während der Messung jedoch geschlossen war. Es gab somit keine Lüftung. Trotzdem war bei Haus Nr.3 der Radonmesswert mit  $36\text{ Bq m}^{-3}$  deutlich unter dem Referenzwert.

Das im Jahre 1930 erbaute Haus Nr.1 steht auf dem Mont-Vully und hat eine sehr dünne Betonschicht. Die ungefähr 10 cm dicke Schicht bildet eine

Nr.	Datum Messbeginn	Baujahr	Ort	Boden	Beheizt	Lüftung	Radonkonz. MTW 5 Tage in $\text{Bq m}^{-3}$	Min. und max. Temp. in $^{\circ}\text{C}$
1	03.12.2024	1930	Wohnzimmer	Schlecht isolierter Beton	Ja	Fenster	153	-3 bis +6
2	08.12.2024	2010	Keller	Beton	Angrenz. Räume	Raumbelüftungssystem	24	-2 bis +3
3	13.12.2024	ca. 1800	Keller	Naturboden	Nein	Nein	36	-3 bis +7
4	18.12.2024	2003	Keller	Beton	Angrenz. Räume	Nein	553	-1 bis +9
5	23.12.2024	1990	Keller	Beton mit Rissen	Angrenz. Räume	Nein	52	-4 bis +3
6	28.12.2024	1981	Keller	Beton	Ja	Nein	35	-5 bis +6
7	01.01.2025	1993	Keller	Beton	Ja	Nein	475	-6 bis +10
8	06.01.2025	1995	Keller	Beton	Ja	Raumbelüftung	38	0 bis +10
9	10.01.2025	1996	Keller	Beton	Angrenz. Räume	Nein	49	-5 bis +3
10	15.01.2025	1960	Keller	Beton	Angrenz. Räume	Nein	223	-4 bis +4
11	23.01.2025	ca. 1900	Keller	Naturboden	Nein	Nein	431	+1 bis +9

Table 4.1: *Auswertung der Messresultate.*

mangelhafte Isolation zwischen dem Boden und dem Wohnraum. Das Zimmer, in welchem gemessen wurde, wird mit einem Holzofen beheizt. Es wurde erkannt, dass bei einer stärkeren Heizung die Radonbelastung ansteigt. Das Zimmer wurde durch das tägliche Fensteröffnen gelüftet. Der Mittelwert der Radonkonzentration betrug bei diesem Haus  $153 \text{ Bq m}^{-3}$ .

### ***Diskussion der Radonmessungen***

Laut der Radonkarte für die Schweiz besteht in der Gemeinde Mont-Vully eine Wahrscheinlichkeit von 2–10%, dass der Radon-Referenzwert für Wohnräume überschritten wird [RKar23]. In den hier vorgestellten Auswertungen lagen 27.3% der Messungen über  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ . Es wurden allerdings nur wenige Gebäude gemessen und der Referenzwert bezieht sich auf den Mittelwert von einem Jahr in bewohnten Räumen. Da in dieser Studie in den untersten, erdanstossenden Räumen gemessen wurde, fanden zehn der elf Messungen im Keller und somit in einem unbewohnten Raum statt.

In der Gemeinde Mont-Vully wurden die Messungen nur während 5 Tagen

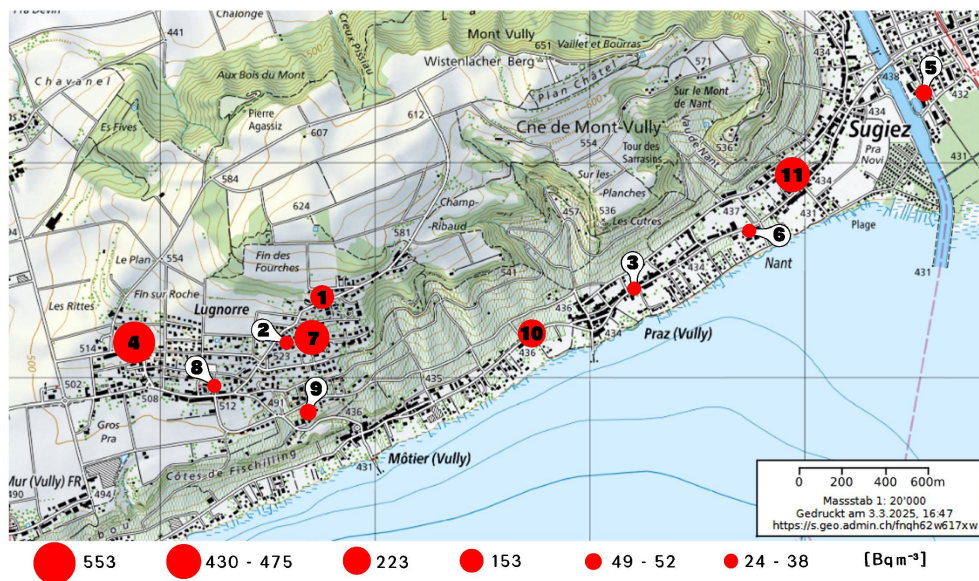


Abbildung 4.15: Geografische Verteilung und Resultate der Messungen am Mont-Vully [SKar26].

und bei tiefen Aussentemperaturen im Winter durchgeführt. Während dieser Jahreszeit spielt der Kamineffekt eine wichtige Rolle. Dadurch ist es wahrscheinlich, dass bei den meisten Gebäuden der auf ein Jahr gemittelte Wert tiefer liegen würde. In der Messung von Haus Nr.1 konnte ein Einfluss der Raumtemperatur auf die Messung beobachtet werden. Während der Messperiode wurden alte Nüsse als Brennmaterial verwendet. Diese entwickelten eine aussergewöhnlich hohe Hitze und einen dadurch verbundenen starken Anstieg der Raumtemperatur. Die Raumtemperatur wurde in dieser Arbeit nicht erfasst, daher kann der Anstieg der Temperatur nicht quantifiziert werden. Die Bewohner konnten beobachten, wie mit dem Temperaturanstieg der Radonwert anstieg. Wegen der starken Hitzeentwicklung musste gelüftet werden, was ebenfalls einen Einfluss auf den Radon Wert hatte. Vor diesem Ereignis war der Radonwert bei ungefähr  $90 \text{ Bq m}^{-3}$ . Durch den starken Temperaturanstieg nahm der Radonwert zu und beeinflusste das Messresultat, welches nach fünf Tagen  $153 \text{ Bq m}^{-3}$  betrug. Wegen der Bausubstanz mit einer Betonbodenplatte von nur ungefähr 10 cm und schlechter Abdichtung und Isolation wurden höhere Radonwerte erwartet, als effektiv gemessen wurden. Wegen der Holzfeuerung wird das Haus jeden Tag gut gelüftet. Dies hat einen reduzierenden Effekt auf die Radonkonzentration.

Werden die Messwerte von Haus Nr.1 mit dem ältesten Haus Nr.3 verglichen, so sticht heraus, dass hier die Radonbelastung mit  $36 \text{ Bq m}^{-3}$  auffäl-

lig tief ist. Haus Nr.3 hat einen Naturbodenkeller und somit ebenfalls eine schlechte respektive fehlende Isolation gegen das Erdreich. Es hat keine Lüftung und die Aussentemperaturen waren mit denjenigen vergleichbar, welche im Zeitraum der Messung in Haus Nr.1 herrschten. Der Raum selbst sowie die direkt angrenzenden Räume sind nicht beheizt. Lediglich die darüberliegenden Wohnräume, welche jedoch nicht direkt durch ein Treppenhaus mit dem Kellerraum verbunden sind, werden beheizt. Ein weiterer Unterschied ist die Lage der Häuser. Haus Nr.3 steht auf Seehöhe und Haus Nr.1 auf dem Mont-Vully. Haus Nr.5 steht ebenfalls auf Seehöhe, ist allerdings mit einem Baujahr von 1990 jünger als Haus Nr.3. Bei den letzten Überschwemmungen trat Wasser durch den Untergrund ins Haus Nr.5 ein, was zeigt, dass Risse in der Betonbodenplatte vorhanden sind. Wie in Tabelle 4.1 ersichtlich ist, wird der gemessene Raum in Haus Nr.5 nicht belüftet. Die angrenzenden Räume sind beheizt, wodurch der Kamineffekt vorhanden sein sollte. Wie in Haus Nr.3, das auf gleicher Höhe liegt, sind die Radonmittelwerte mit  $52 \text{ Bq m}^{-3}$  tief.

Um zu ermitteln, ob die unterschiedlichen Messresultate durch verschiedene Untergründe erklärbar wären, wurden die Messstandorte in Abbildung 4.16 auf eine geologische Karte übertragen. Auf dieser Karte sind verschiedene geologische Untergründe der Häuser auf Seehöhe im Vergleich zu den Häusern auf dem Mont-Vully zu erkennen. Die Gebäude auf Seehöhe stehen auf Seeablagerungen aus einer Verbindung aus Ton und Sand. Es ist nicht ersichtlich, inwiefern es lokale Unterschiede der Dichte gibt. Ton ist wenig durchlässig für Radon, was die tiefen Werte auf Seehöhe erklären könnte. Da es sich um ein Ton-Sand-Gemisch handelt, könnte es auch lokale Unterschiede geben. Dies könnte erklären, warum Haus Nr.10 mit  $223 \text{ Bq m}^{-3}$  und Haus Nr.11 mit  $431 \text{ Bq m}^{-3}$  vergleichsweise höhere Radonmittelwerte aufzeigen als Haus Nr.3 und Haus Nr.8.

Interessant ist der Vergleich von Haus Nr.3 und Haus Nr.11. Beide stehen auf den Seeablagerungen mit Ton-Sand-Gemisch, haben einen Naturbodenkeller, sind nicht belüftet und nicht beheizt. Haus Nr.11 hat allerdings mit  $431 \text{ Bq m}^{-3}$  eine viel höhere Radonbelastung als Haus Nr.3 mit  $36 \text{ Bq m}^{-3}$ . Hier wären ähnliche Radonwerte zu erwarten. Diese Resultate zeigen, dass es auch auf kleineren Distanzen grössere Unterschiede in der Geologie geben muss und dass es verschiedene Einflussfaktoren auf den Radonwert gibt.

Die Messorte auf dem Mont-Vully befinden sich laut Abbildung 4.16 alle auf dem gleichen geologischen Untergrund, welcher aus Sandstein und Mergel besteht. Wie bei den Seeablagerungen ist auch bei der Molasse die Geologie des Untergrundes an verschiedenen Orten unterschiedlich und kann zu lokalen Unterschieden in den Messresultaten führen.

Im Haus Nr.4 sowie im Haus Nr.7 wurden die höchsten Radonbelastungen

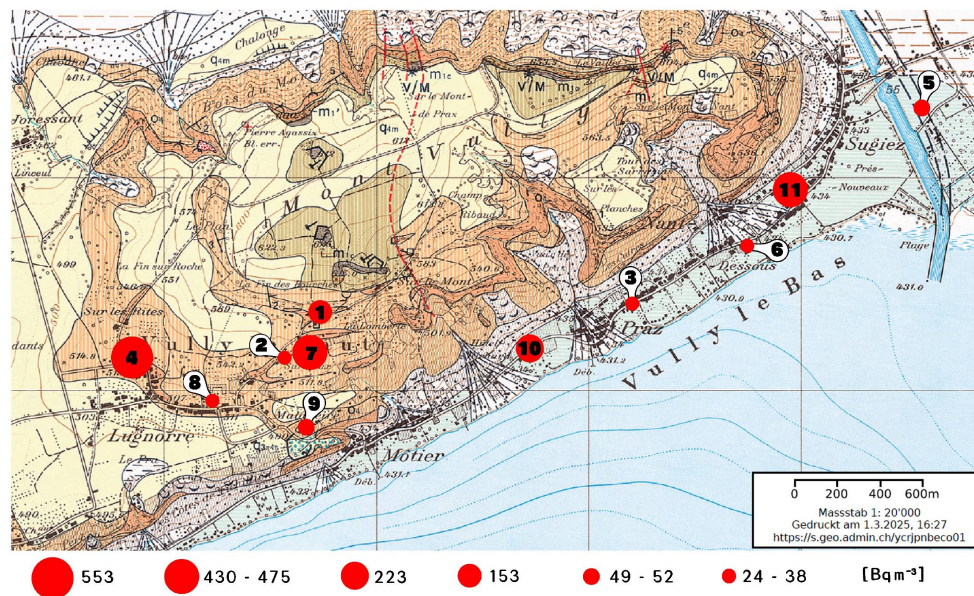


Abbildung 4.16: *Geologische Karte und Resultate der Messungen am Mont-Vully [AKar27].*

gemessen. Beide Messstandorte befinden sich auf dem Mont-Vully, sind mit den Baujahren von 2003 und 1993 eher neuere Bauten und besitzen beide einen Betonboden. In Haus Nr.4 wurde ein Radonwert von  $553 \text{ Bq m}^{-3}$  gemessen und in Haus Nr.7 war die Radonbelastung bei  $475 \text{ Bq m}^{-3}$ . Beide Räume hatten keine Belüftung. Diese erhöhten Messwerte könnten durch das fehlende Lüften der Räume erklärt werden und einen Hinweis auf die Durchlässigkeit des Bodens geben. In Haus Nr.8 wurde ein viel tieferer Radonwert von  $38 \text{ Bq m}^{-3}$  gemessen. Die gute Isolation durch Beton gegen das Erdreich sowie die Raumbelüftung könnten zu diesem tieferen Wert beigetragen haben. Haus Nr.2 wies ebenfalls mit  $24 \text{ Bq m}^{-3}$  eine tiefe Radonkonzentration auf. Interessant ist der Vergleich von Haus Nr.2 und Haus Nr.7, die Nachbargebäude sind, in welchen allerdings sehr unterschiedliche Radonkonzentrationen gemessen wurden. Das Baujahr von Nr.2 ist 2010 und Haus Nr.7 wurde 1993 erbaut. Es handelt sich somit um eher neuere Gebäude. Die Bauweise gegen den Untergrund und die Raumbeschaffenheit der beiden Häuser sind ähnlich. Beide Messorte haben einen gut gegen Hangwasser isolierten Betonboden, weisen aber Rohrdurchbrüche wegen einer Dusche oder eines Wasserablaufs im Boden auf. Der grosse Unterschied der Messresultate kann durch die Lüftung erklärt werden. In Haus Nr.2 gibt es eine kontrollierte Wohnraumbelüftung, wohingegen das Zimmer in Haus Nr.7 nicht belüftet wird. Diese Resultate zeigen den Einfluss der Lüftung auf die Radonkonzentration.

## Schlussfolgerung

Diese Studie gibt einen Einblick in den Wissensstand der Bevölkerung vom Mont-Vully bezüglich Radon und die dadurch bedingten gesundheitlichen Risiken. Es wurde festgestellt, dass ein Wissen über Radon zwar vorhanden ist, jedoch oft ein tieferes Verständnis fehlt. Das Interesse der Bevölkerung an diesem Thema ist grundsätzlich vorhanden, es braucht jedoch noch mehr Wissenstransfers, um die Wichtigkeit der gesundheitlichen Folgen besser zu vermitteln.

Die Personen, bei denen Messungen durchgeführt wurden, waren interessiert, mehr zu erfahren. Eine Möglichkeit zum Wecken des Interesses und zur Förderung des Wissens wäre beispielsweise, einfach und kostengünstig Radonmessgeräte zur Verfügung zu stellen. Dies würde es den Menschen ermöglichen, eigenständig Messungen durchzuführen und die Bedeutung von Radonmessungen im eigenen Umfeld besser nachzuvollziehen. Es wäre auch sinnvoll, das Wissen über mögliche gesundheitliche Folgen durch zu hohe Radonbelastung wie auch über die Massnahmen bereits in der obligatorischen Schule zu vermitteln. Findet der Wissenstransfer nur über Fachpersonen beim Hausbau statt, dann werden die Mieter nicht informiert.

Die Untersuchungen zeigten, dass ohne Radonmessungen eine Erfassung der Radonkonzentration nicht möglich ist. Die Messungen zeigten, dass die Radonkonzentration von Haus zu Haus schwanken kann. Sie ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, wie dem Urangehalt im Boden, der Bodendurchlässigkeit, der Isolierung des Gebäudes und den unterschiedlichen Bedingungen innerhalb des Hauses wie beispielsweise dem Vorhandensein einer Lüftung. Um diese Einflussfaktoren zu erfassen und präzisere Kurzzeitmessungen zu erhalten, wären mehr Messungen notwendig. Besonders hilfreich wären Messungen unter verschiedenen Bedingungen, etwa mit normaler und mit verstärkter Lüftung des Hauses. Auch saisonale Schwankungen zwischen Sommer und Winter müssten berücksichtigt werden, um mit Kurzzeitmessungen bessere Aussagen über den Jahresmittelwert zu erhalten. Mit Messungen in unterschiedlichen Räumen, wie in Kellern, verglichen mit der Radonbelastung in den Wohnräumen, könnten weitere wertvolle Erkenntnisse darüber erlangt werden, wie viel Radon sich tatsächlich in bewohnten Bereichen ansammelt.

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen bedanken, die mich während meiner Maturitätsarbeit unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt meinem Seminarlehrer, Dr. Maxime Rumo, für seine wertvollen Hinweise zu meiner Arbeit und für seine ständige Unterstützung mit L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Ich danke auch Herrn Prof. Dr. Völkle, welcher sich Zeit genommen hat, um meine Fragen zu beantworten und mich bei meiner Arbeit zu unterstützen. Ein herzliches Dankeschön geht an die Mitglieder der Umweltberatung Luzern für die Bereitstellung des Radonmessgerätes. Dies hat mir ermöglicht, die Messungen durchzuführen. Weiterhin möchte ich mich bei allen Teilnehmenden bedanken, die beim Fragebogen und den Messungen mitgemacht haben. Das Interesse an meiner Arbeit sowie die netten und motivierenden Kommentare waren eine wertvolle Quelle der Ermutigung. Vielen Dank an meine Familie, die mich auf diesem Weg begleitet und unterstützt hat.

---

## Bibliographie

---

- [BAGS1] Bundesamt für Gesundheit, "Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung", Zugriff am 29.12.2024. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlung-gesundheit/strahlenexposition-der-schweizer-bevoelkerung.html>
- [dBev2] N. Dilkova-Gnoyke, R. Gaber, T. Jerković, M. Meyer, S. Renner und A. Wachenfeldt-Schell, "Erfassung des Umgangs der deutschen Bevölkerung mit Radon als Grundlage für Risikokommunikation und Stärkung des Schutzverhaltens", Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, 2022.
- [BAG3] E. Christen, "Wie Radon ins Haus gelangt", Bundesamt für Gesundheit, 2022.
- [BAGJ4] Bundesamt für Gesundheit, "Jahresberichte Umweltradioaktivität 2023", Zugriff am 29.12.2024. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlung-gesundheit/strahlenexposition-der-schweizer-bevoelkerung.html>
- [HV5] H. Völkle, "Kernenergie, Chancen und Risiken", Springer, 2022, pp. 103–110.
- [Rad6] Duden, "Radioaktivität einfach erklärt", Zugriff am 05.01.2025. <https://learnattack.de/physik/radioaktivitaet>
- [BQ7] Leifiphysik, "Radioaktivität Einführung Henri BECQUEREL", Zugriff am 05.01.2025. <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/radioaktivitaet-einfuehrung/geschichte/henri-becquerel-1852-1908>
- [Siev8] scinexx | Das Wissensmagazin, "Von Becquerel bis Sievert", Zugriff am 05.01.2025. <https://www.scinexx.de/dossierartikel/von-becquerel-bis-sievert>
- [HZ9] Leifiphysik, "Radioaktivität Einführung Grundwissen Halbwertszeit", Zugriff am 05.01.2025. <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/radioaktivitaet-einfuehrung/grundwissen/halbwertszeit>

- [StSV10] Fedlex – Die Publikationsplattform des Bundesrechts, "Strahlenschutzverordnung (StSV)", Stand 01.01.2022. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/502/de>
- [BAGWL11] Bundesamt für Gesundheit BAG, "Wegleitung Radon V2.3", 2023, Zugriff am 23.03.2025. <https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/broschueren-radon/wegleitunggradon.pdf.download.pdf/Wegleitung.pdf>
- [BfG12] Bundesamt für Gesundheit, Direktion Verbraucherschutz, "Aktionsplan Radon 2021 – 2030", 2020, Zugriff am 23.03.2025. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/strategie-und-politik/politische-auftraege-und-aktionsplaene/radonaktionsplan.html>
- [BfS13] Bundesamt für Strahlenschutz, "Ionisierende Strahlung – Was ist Radon", Zugriff am 30.12.2024. [https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/einfuehrung/einfuehrung\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/einfuehrung/einfuehrung_node.html)
- [BAGR14] Bundesamt für Gesundheit, "Was ist Radon?", Zugriff am 30.12.2024. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/was-ist-radon.html>
- [BAGV15] Bundesamt für Gesundheit, "Wie Radon ins Haus gelangt", Zugriff am 30.12.2024. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/wie-radon-ins-haus-gelangt.html>
- [BfS16] Bundesamt für Strahlenschutz, "Wismut Uranbergarbeiter-Kohortenstudie", Zugriff am 30.12.2024. <https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/wirkung-risiken-ion/laufend/wismut.html>
- [BB17] H. Otten und K. Friedrich, "Uranerzbergbau Wismut – eine Langzeitaufgabe", DGUV Forum, 2023, pp. 53–55.
- [LK18] S. Darby, D. Hill, A. Auvinen, J. M. Barros-Dios, H. Baysson, F. Bochicchio, H. Deo, R. Falk, F. Forastiere, M. Hakama, I. Heid, L. Kreienbrock, M. Kreuzer, F. Lagarde, I. Mäkeläinen, C. Muirhead, W. Oberaigner, G. Pershagen, A. Ruano-Ravina, E. Ruosteenoja, A. Schaffrath Rosario, M. Tirmarche, L. Tomásek, E. Whitley, H. Wichmann und R. Doll, "Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies", Online First *bmj.com*, Bd. 330, 2004, p. 223.
- [NRP19] Bundesamt für Gesundheit BAG, \*Nationaler Radonaktionsplan 2012–2020\*, 2011.
- [LL20] Lungenliga, "Faktenblatt Radon", 2019. <https://www.lungenliga.ch/krankheiten-therapien/lungenkrebs#ursachen-behandlungsmoeglichkeiten>
- [BAGLK21] Bundesamt für Gesundheit, "Radon verursacht Lungenkrebs", Zugriff am 29.12.2024. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/radon-verursacht-lungenkrebs.html>
- [dStra22] S. Götte und Y. Ludewig, "Was denkt Deutschland über Strahlung? Umfrage 2019", Bundesamt für Strahlenschutz, Deutschland, 2019.
- [RKar23] Bundesamt für Landestopografie swisstopo, "Radonkarte", Zugriff am 28.12.2024. <https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2585538.07,1211476.87&z=3.09&topic=ech&layers=ch.bag.radonkarte&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe>
- [BfGM24] Bundesamt für Gesundheit, "Radonkonzentration messen", Zugriff am 29.12.2024. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/radonmessung.html>

- [Mes25] G. A. Gunning, M. Murray, S. C. Long, M. J. Foley und E. C. Finch, "Inter-comparison of radon detectors for one to four week measurement periods", Journal of Radiological Protection, Bd. 36, 2016, pp. 104–116.
- [SKar26] Bundesamt für Landestopografie swisstopo, "Karten der Schweiz – Schweizerische Eidgenossenschaft", Zugriff am 05.02.2025. [https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2573591.56,1201026.54&z=6.989&topic=ech&layers=ch.swisstopo.geologie-geologischer\\_atlas,f&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe](https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2573591.56,1201026.54&z=6.989&topic=ech&layers=ch.swisstopo.geologie-geologischer_atlas,f&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe)
- [AKar27] Bundesamt für Landestopografie swisstopo, "Geologischer Atlas GA25", Zugriff am 05.02.2025. [https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2573591.56,1201026.54&z=6.989&topic=ech&layers=ch.swisstopo.geologie-geologischer\\_atlas&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe](https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2573591.56,1201026.54&z=6.989&topic=ech&layers=ch.swisstopo.geologie-geologischer_atlas&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe)

## Fragebogen \_ deutsche Version

Ich heiße Amélie Stämpfli und bin Schülerin im Kollegium Gambach und mache gerade meine Maturaarbeit. Hierfür brauche ich eine Umfrage zum Wissensstand der Bevölkerung zum Thema Radon.

Bitte beantworten Sie die Fragen einfach mit dem, was Sie **gerade jetzt über Radon wissen und ohne weitere Informationen zu suchen**. Die Befragung und Auswertung erfolgen **anonym**.

1. Wissen Sie, was Radon ist?
  - a. Ja, ich weiss sicher, was Radon ist
  - b. Ja, ich glaube, ich weiss, was Radon ist
  - c. Nein, ich weiss nicht, was Radon ist
  
2. Woher kommt Radon?
  - a. Verschmutzung durch Industrie
  - b. Uranium im Boden
  - c. Haushaltsgeräte
  - d. Verwendete Chemikalien vom Hausbau
  - e. Wegen zu viel Feuchtigkeit
  - f. Weiss ich nicht
  
3. Was ist Radon?
  - a. Durch Feuchtigkeit bedingte Ablagerung an Wänden
  - b. Ein natürliches Gas
  - c. Eine Chemikalie
  - d. Elektromagnetische Wellen
  - e. Anderes
  
4. Zu hohe Radonbelastung ist ein Risiko für?
  - a. Kopfschmerzen
  - b. Arthritis
  - c. Asthma
  - d. Hautausschlag
  - e. Lungenkrebs
  - f. Augenentzündung
  - g. Ich weiss nicht
  
5. Wie kann man sich vor zu hoher Radonbelastung schtzen?
  - a. Lüften
  - b. Fenster geschlossen halten
  - c. Entfeuchten
  - d. Luftbefeuchter aufstellen
  - e. Heizen
  - f. Gegenstand aus der Wohnung entfernen
  - g. Ich weiss nicht
  
6. Haben Sie ein Haus oder eine Wohnung selber gebaut?
  - a. Ja
  - b. Nein, ich wohne zur Miete oder das Haus stand bereits, als ich es gekauft habe.

7. Wenn ja: Wurden Sie vom Architekten, Bauleiter oder einer anderen Fachperson auf Radon und dessen Probleme aufmerksam gemacht?
- Ja
  - Nein
  - Ich weiss es nicht mehr
8. Habe ich Ihr Interesse geweckt, mehr über Radon zu erfahren?
- Ja
  - Eher ja
  - Eher nein
  - Nein
9. Wie alt sind Sie?
- Bis 24
  - 25 – 34
  - 35 – 44
  - 45 – 54
  - 55 – 64
  - Über 65
10. Was ist Ihre Ausbildung
- Obligatorische Schulbildung
  - Lehre / Berufsbildung
  - Hochschule / Universität

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme. Falls Sie das Thema interessiert, dann finden Sie weitere Informationen über Radon auf [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch) – Was ist Radon?  
<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/was-ist-radon.html>

Sie dürfen mich auch gerne für weitere Informationen anschreiben auf [amelie.staempfli@studentfr.ch](mailto:amelie.staempfli@studentfr.ch)