

## Radonuntersuchungen in Urner Schulen/Kindergärten 2016/2017



## Inhalt

1.	Einleitung .....	2
2.	gesetzliche Werte .....	2
3.	Kampagnenziel .....	3
4.	Messmittel.....	4
5.	Durchführung der Kampagne .....	5
5.1	Aufstellung der Radondosimeter .....	5
5.2	Parallelmessungen.....	5
5.3	Versandt und Auswertung.....	6
5.4	Eintrag in die Radondatenbank .....	6
6.	Resultate.....	6
6.1	Interpretation (Schulen/Kindergärten) .....	8
6.2	Radonsanierung.....	8
7	Zusammenfassung.....	9
8.	Nachmessungen .....	9
9.	Literatur.....	9
10.	Anhang .....	9

## 1. Einleitung

Radon entsteht hauptsächlich im Boden, wo es auch in sehr hohen Konzentrationen (bis 1'000'000 Bq pro m<sup>3</sup> in der Bodenluft) vorkommen kann. Radon kann in Gebäude durch Undichtigkeiten entlang erdberührender Bauteile eindringen und hohe Konzentrationen erreichen. Die jeweilige Radonkonzentration in den Innenräumen ist abhängig von der:

- Radonverfügbarkeit im Boden (Radongehalt in der Bodenluft und Permeabilität)
- von der Grösse der Undichtigkeiten,
- den Druckverhältnissen
- und des Luftwechsels im Raum.

In der Schweiz sind erhöhte Werte in Keller, in Erd- und in ersten Ober-geschossen gemessen worden. Ab dem zweiten Obergeschoss wurden bisher wenig erhöhte Radonwerte gemessen. Erkrankungen wegen Radon gibt es seit Jahrhunderten. Kenntnis über die Zusammenhänge, über die Bedeutung und gesetzliche Regelungen sind aber relativ neu. Die eidgenössische Strahlenschutzverordnung legt im Sinne der Gesundheitsvorsorge verbindliche Grenz- und Richtwerte fest. Diese Gesetzeswerte sind seit 1994 in Kraft. Eine erhöhte Radonkonzentration in Wohn- und Aufenthaltsräumen belastet die Gesundheit wie das tägliche Rauchen mehrerer Zigaretten. Der Belastung durch Radon sind alle Anwesenden ausgesetzt, Erwachsene genauso wie Kleinkinder. Radon ist als Phänomen heimtückischer als Passivrauchen, weil selbst eine hohe Radonkonzentration für unsere Sinne unbemerkbar bleibt. Wer Radongas ausgesetzt ist, hat ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko und zwar gilt: Je höher die Konzentration, desto höher das Risiko. Einen Schwellenwert, unterhalb dessen die Radonkonzentration nicht mehr schädlich ist, gibt es nicht. Jede Radonkonzentration bedeutet ein Gesundheitsrisiko (BAG).

## 2. gesetzliche Werte

Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup>

1. Radon gehört zu den bestehenden Expositionssituationen, für die Referenzwerte gelten (Art. 2 und 6 StSV).
2. Der Grenzwert von 1000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>) wird ersetzt durch einen Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> für die über ein Jahr gemittelte Radongaskonzentration in „Räumen, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden pro Tag aufhalten“. Dabei kann es sich beispielsweise um Wohnräume, Schulzimmer, Kindergärten oder Arbeitsplätze handeln. Die Kantone sind für den Vollzug von Radon-Schutzmassnahmen in Räumen dieser Art zuständig (Art. 155 und 158 StSV).
3. Die anerkannten Radonmessstellen sind nun verpflichtet, sich an die vorgeschriebenen Messprotokolle zu halten (Art. 159 und 160 StSV).

### 3. Kampagnenziel

Im Zusammenhang mit der Revision der Strahlenschutzverordnung hat das Bundesamt für Gesundheit (BAG) seine Mess-Strategie angepasst: Neu sollen nicht mehr flächendeckende Kampagnen gemessen werden, ausser in Schulen und Kindergärten (Art. 159 Abs. 1).

In beinahe allen Kindergärten und Schulhäuser im Kanton Uri wurden im Jahre 2000/01 Messungen durchgeführt. Die damals üblicherweise verwendeten Dosimeter wurden 8 Jahre später durch das BAG als nicht mehr gültig deklariert. Trotzdem liefern sie Hinweise auf das Potenzial je Schulhaus. Vereinzelt wurden zu einem späteren Zeitpunkt gewisse Schulhäuser und Kindergärten nachgemessen, dann aber bedeutend detaillierter.

Im Rahmen dieser Kampagne werden die alten Resultate überprüft, die Nachmessungen aktualisieren und ein Bild über die Belastung an Radon in den Urner Schulhäusern und Kindergärten verschaffen. Nach Ablauf der Messzeit, werden die Messresultate in der BAG Datenbank erfasst und statistisch ausgewertet.

**Abb.1:** Urner Gemeinden, bei denen die Radondosimeter aufgestellt wurden



Quelle: <https://www.image-maps.de/shop/uri-gemeinden/>

#### 4. Messmittel

Für die Radonkampagne wurden Landauer Nordic Gammadata-Dosimeter (bei der Vergleichsmessung die Nr. 5) verwendet. Diese sind vom BAG anerkannte Dosimeter und stehen auf der METAS-Liste der zugelassenen Messmittel. Zur Anerkennung durch das BAG müssen die Anforderungen der Radonmessmittelverordnung erfüllt sein. Das Paul Scherrer Institut (PSI) überprüft periodisch die Radonmessmittel und publiziert die Resultate der Überprüfung.

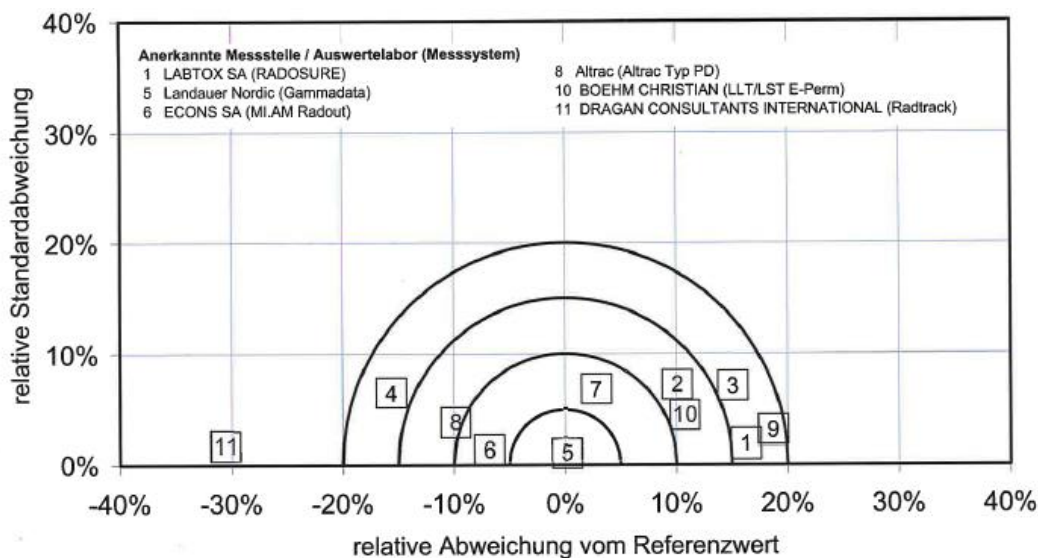
**Abb. 2:** Radondosimer-Aufbau



**Quelle:** BAG/SUPSI, Radon: Die Unterschätzte Gefahr aus dem Untergrund.

Die Grundlage für die Vergleichsmessungen ist die „Verordnung des EJPD über Radonmessmittel vom 29.11.2008“, welche am 01.07.2009 in Kraft trat. Die Vergleichsmessungen aus dem Jahr 2012 für Radongasmessmittel wurden in der Prüfkammer des Referenzlabors für Radongas-Konzentrationsmessungen durchgeführt. Abb. 3 zeigt die Ergebnisse dieser Vergleichsmessung.

**Abb.3:** Vergleichsmessung 2012-Übersicht der Messstellen mit passiven Radondosimetern



**Quelle:** PSI Bericht Nr. 12-03

## 5. Durchführung der Kampagne

### 5.1 Aufstellung der Radondosimeter

Entscheidend für eine Messung ist das korrekte Aufstellen, Erfassen und Auswerten und Eintragen in die Datenbank. Mit geeigneten Massnahmen wurde sichergestellt, dass Dosimeter nicht verwechselt werden (Abb. 4), dass eingetragene Daten immer doppelt geprüft werden und dass immer klar ist, welche Dosimeter von welcher Messung gerade in der Auswertung bei Landauer Nordic Gammadata (neuerdings Radonova) sind. Hinzu kommen Plausibilitätsüberprüfungen. Für diese Kampagne kam das entsprechende Messprotokoll für Schule und Kindergärten des BAG zum Einsatz. Durch das Informationsschreiben des AfU's waren die meisten beteiligten Personen sehr gut informiert, sodass nur wenig erklärungsbedarf Vorort nötig war.



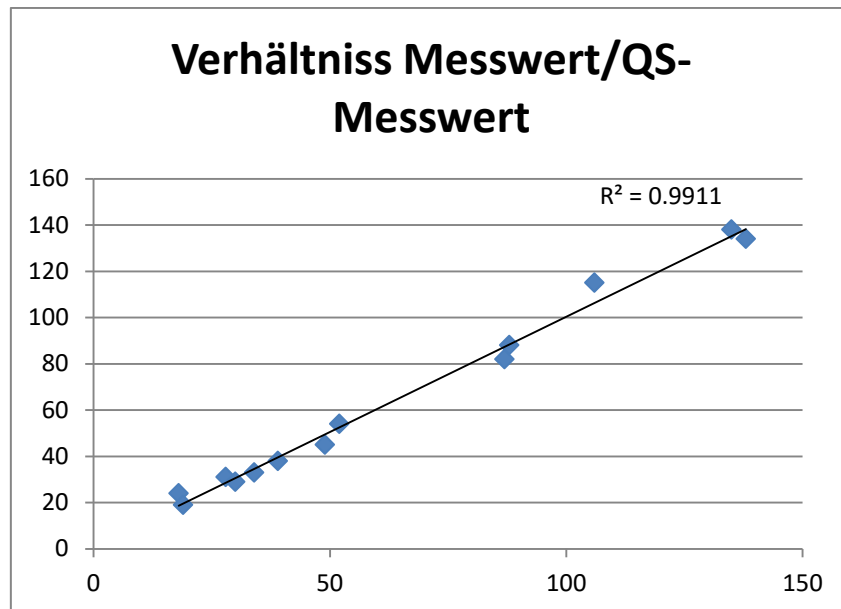
**Abb. 4:** Beispiel: Platzierung und Befestigung des Dosimeters, fotografischer Dokumentation.

### 5.2 Parallelmessungen

Zwecks Qualitätssicherung wurden bei 16 (10.5%) Messungen in bewohnten Räumen zwei Dosimeter parallel ausgelegt. Dies erfolgt, um die Plausibilität der Werte sicherzustellen. Zudem erfolgt eine Messung mit mindestens einem Dosimeter im Kellergeschoss (sofern vorhanden). Messungen im UG sind informativ, es sei denn, es handle sich um bewohnte Räume wie z.B. Werkstatt, Hobbyraum etc.

Die Parallelmessungen zeigten ein sehr homogenes Bild. Die Abweichung der Werte lag weit unterhalb der angegebenen Messunsicherheit von 7%. Der Korrelationsfaktor von 0.991 zeigte, dass ein nahezu lineares Verhalten beider Messwerte vorliegt.

**Diagramm 1:** Verhältnis beider Mess- und QS-Werte



### 5.3 Versandt und Auswertung

Sämtliche Dosimeter sind doppelt verpackt, sei es im Lager, sei es vor dem Versand an die auswertende Stelle.

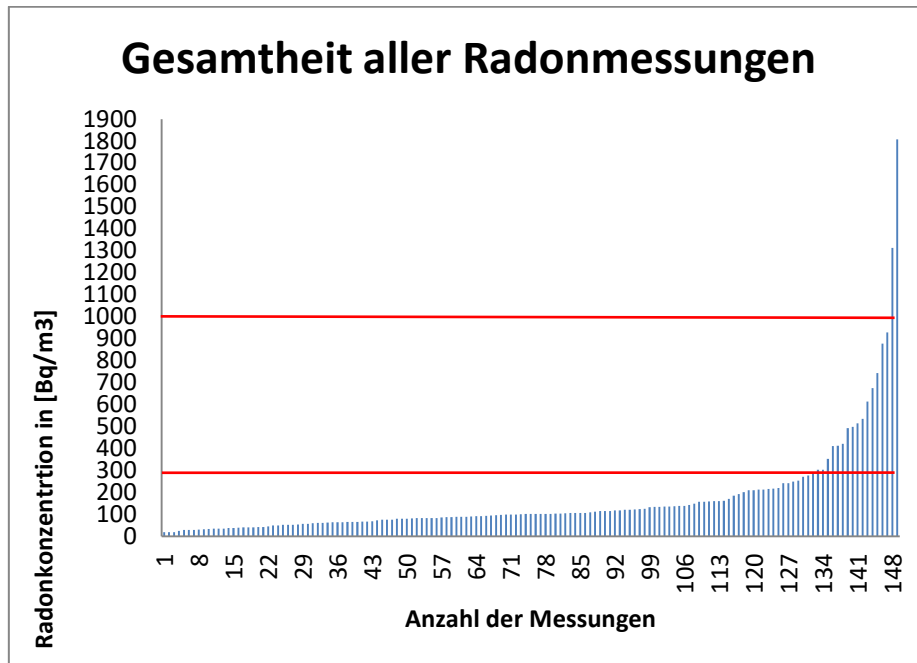
### 5.4 Eintrag in die Radondatenbank

Nach der Auswertung der Dosimeter erfolgte die Eingabe der Resultaten in die vom BAG zur Verfügung stehende Datenbank. Diese wurde komplett neu gestellt und den Messstellen im Frühling 2017 zur Verfügung gestellt. Dies führte dazu, dass die Resultate mit einer mehrmonatigen Verzögerung in die Radondatenbank eingetragen wurden.

## 6. Resultate

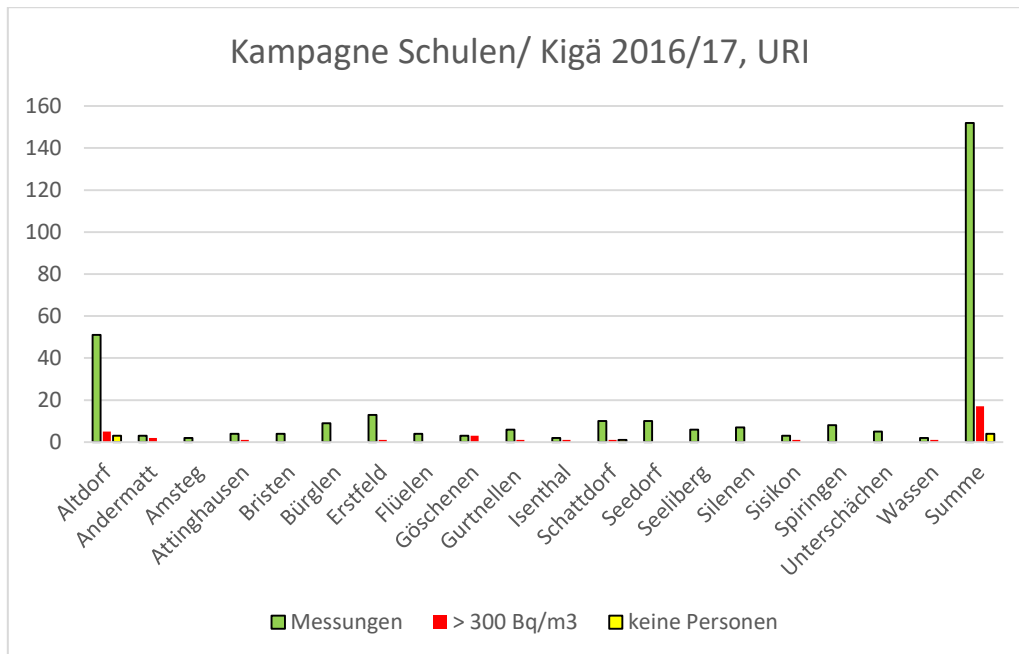
Gemäss der neuen Richtwerten sind es 14 Gebäude im bewohnten Räumen, die den Referenzwert von  $>300 \text{ Bq/m}^3$  überschreiten. Beurteilt man die Messungen nach dem alten Grenzwert so sind es nur noch zwei Gebäude, die über  $1000 \text{ Bq/m}^3$  liegen.

Insgesamt wurden 152 Messungen durchgeführt, davon waren 17 Werte über den Referenzwert. 4 Messwerte stammten aus Räume, die nicht als bewohnt klassifiziert waren.



**Diagramm 2:** Radonkonzentration aller Schulhäuser und Kindergärten, die in der diesjährigen Kampagne 2016/2017 gemessen wurden.

Die, im Diagramm 3 enthalten Radonwerte geben eine Orientierung über die regionale Verteilung der Radonkonzentration in den Schulhäuser und Kindergärten des Kantons Uri.



**Diagramm 3:** Radonkonzentration in den Urner-Gemeinden.



Tabelle 1 zeigt die erhobenen Messdaten in Schulen und Kindergärten des Kantons Uri nach Gemeinden. Die Werte, die den Referenzwert von  $>300 \text{ Bq/m}^3$  überschreiten, bewegen sich zwischen ein Minimum von  $303 \text{ Bq/m}^3$  und ein Maximum von  $928 \text{ Bq/m}^3$ .

**Tabelle 1:** Messdaten in Schulen und Kindergärten nach Gemeinden

Gemeinde	Messungen	$> 300 \text{ Bq/m}^3$	keine Personen	* $> 300 \text{ Bq/m}^3$ in %
Altdorf	51	5	3	3.90%
Andermatt	3	2		66.7%
Amsteg	2			0%
Attinghausen	4	1		25.0%
Bristen	4			0%
Bürglen	9			0%
Erstfeld	13	1		7.80%
Flüelen	4			0%
Göschenen	3	3		100%
Gurtellen	6	1		16.7%
Isenthal	2	1		50.0%
Schattdorf	10	1	1	0%
Seedorf	10			0%
Seelisberg	6			0%
Silenen	7			0%
Sisikon	3	1		33.3%
Spiringen	8			0%
Unterschächen	5			0%
Wassen	2	1		50.0%
<b>Summe</b>	<b>152</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	

\*gilt nur für die bewohnten Räume

## 6.1 Interpretation (Schulen/Kindergärten)

Radon-Wegleitung (Art 166 StSV)

Räume mit Personenaufenthalt:

$\leq 300 \text{ Bq/m}^3$ : keine Massnahmen erforderlich

$> 300 \text{ Bq/m}^3$ :

- Gebäudeeigentümer/in trifft die notwendigen Sanierungsmassnahmen
- Der Kanton ordnet innerhalb von 3 Jahren die Radonsanierung an und legt eine Sanierungsfrist gemäss Radon-Wegleitung fest.

Kein Aufenthaltsraum:

$\leq 300 \text{ Bq/m}^3$ : keine Massnahmen erforderlich

$> 300 \text{ Bq/m}^3$ : Sanierung bei Umnutzung

Die individuelle Belastung (Dosis) wird durch zwei Faktoren bestimmt:

- Radonbelastung am Aufenthaltsort
- Aufenthaltszeit

## 6.2 Radonsanierung

Spezifische Schutzmassnahmen für Kinder:

Der Kanton sorgt dafür, dass in Schulen und Kindergärten Radonmessungen durch eine anerkannte Stelle durchgeführt werden (Art. 164 StSV).

Wird der Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> in einer Schule oder einem Kindergarten überschritten, so ordnet der Kanton innert höchstens dreier Jahre ab Feststellung die Radonsanierung an (Art. 166 Abs. 3 StSV, **Quelle:** Bundesamt für Gesundheit (BAG)).

## 7. Zusammenfassung

Ziel dieser Kampagne war ein Bild über die Belastung an Radon in den Urner Schulhäusern und Kindergärten zu verschaffen. Insgesamt besteht im Kanton Uri bei der zurzeit gültigen Rechtslage eine vergleichsweise geringe Gefährdung für die Schulhäuser bzw. Kindergärten. Von insgesamt 49 Gebäuden sind in 35 (71.4%) der untersuchten Gebäude die Radongehalte in den bewohnten Räumen kleiner als 300 Bq/m<sup>3</sup>. Der Richtwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> wurde nur in 10 Gebäuden überschritten, was rund 20% der Gebäude entspricht. Berücksichtigt man die untersuchten, unbewohnten Räumlichkeiten, so wurde der Wert von 1000 Bq/m<sup>3</sup> insgesamt in 2 Gebäuden und der Richtwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> in 14 (28.6%) Gebäuden überschritten. Insgesamt wurden für diese Kampagne 152 Radondosimeter eingesetzt. Zwecks Qualitätssicherung wurden bei 16 (10.5%) Messungen in bewohnten Räumen zwei Dosimeter parallel ausgelegt. Die geologischen Merkmale in Zusammenhang mit den gemessenen Radonkonzentrationen wurden in dieser Kampagne nicht behandelt.

## 8. Nachmessungen

Da die Messdauer 9 Monate betrug ist eine Bestätigung der Messwerte über eine Jahresmessung nicht mehr notwendig.

Bei den Schulhäusern bzw. Kindergärten mit Richtwertüberschreitungen wird empfohlen, neben den Messungen durch das Laboratorium der Urkantone, weitere zeitaufgelöste Messungen vorzunehmen, mit dem Ziel die geeignete Sanierungsmassnahmen einzuleiten.

## 9. Literatur

BAG: Referentenhandbuch

PSI-Bericht: 12-03

Strahlenschutz-Verordnung von

## 10. Anhang

1. Foto-Dokumentation
2. Ausgefüllte Radonformulare

\*in elektronischer Form