



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS**  
LABOR SPIEZ



Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## **Bericht über die Untersuchung von Radonmessgeräten bei Referenzbedingungen zur Steuerung von Lüftungen**

**Romain Parisod**  
**Raphael Grapentin**

21. August 2025

### **Zusammenfassung**

Es wurden sechs Radonmessgeräte von drei verschiedenen Modellen auf ihre Messgenauigkeit bei unterschiedlichen Referenzbedingungen untersucht. Bei einer konstanten Radonkonzentration von  $400 \text{ Bq/m}^3$  wurde die Temperatur zwischen  $5^\circ\text{C}$  und  $40^\circ\text{C}$ , und die relative Luftfeuchtigkeit zwischen  $30\%$  und  $85\%$  variiert. Es zeigen sich bei allen Messgeräten unterschiedliche Messgenauigkeiten bei den Messreihen. Bei einer Temperatur von  $40^\circ\text{C}$  haben alle Messgeräte zu tiefe Messwerte gemessen, bis zu  $-42\%$ . Bei tieferen Temperaturen lagen die Messwerte bis zu  $17\%$  über der Referenz ( $5^\circ\text{C}$ ,  $30\%$ ). Bei einigen Messreihen konnte gezeigt werden, dass die Messergebnisse nicht immer den Angaben in den technischen Datenblättern entsprechen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
1.1	Lüftungssteuerung durch Radonmesswerte . . . . .	2
1.2	Radonmessgeräte . . . . .	3
1.3	Untersuchungen . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Methoden</b>	<b>4</b>
2.1	Messkammer . . . . .	4
2.2	Messreihen . . . . .	4
2.3	Radonsensoren . . . . .	5
2.3.1	Radonova Spirit . . . . .	5
2.3.2	Sarad Smart Radon Sensor . . . . .	5
2.3.3	RadonTec AlphaTracer . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>6</b>
3.1	Parameter in der Radonkammer . . . . .	6
3.2	Messergebnisse der Geräte . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>8</b>
4.1	Relative Abweichung . . . . .	8
4.1.1	Radonova Spirit . . . . .	8
4.1.2	Sarad Smart Radon Sensor . . . . .	9
4.1.3	RadonTec AlphaTracer . . . . .	9
4.2	Relative Standardabweichung . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>11</b>
<b>A</b>	<b>Messergebnisse</b>	<b>12</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

In vielen Gebäuden kommen mechanische Lüftungsanlagen zum Einsatz. Diese sollen die Raumluft den Bedürfnissen der Nutzung anpassen. Dabei können Lüftungsanlagen permanent auf konstanter Einstellung laufen oder, mithilfe einer Steuerung, auf Messparameter reagieren. Typischerweise wird die Luftfeuchtigkeit als Parameter verwendet, um bei Überschreitung eines eingestellten Grenzwertes die Lüftungsleistung zu erhöhen und die Luftfeuchtigkeit im Zielbereich zu halten. Weitere Parameter wie CO<sub>2</sub>-, VOC<sup>1</sup>- oder Feinstaub-Konzentration können, je nach Nutzung, herbeigezogen werden. Des Weiteren kann die Radonkonzentration ein wichtiger Parameter für die Innenraumluftqualität und der Steuerung von Lüftungsanlagen sein.

### 1.1 Lüftungssteuerung durch Radonmesswerte

Um die gesetzlichen Vorgaben zu Radon in Wohnräumen, Arbeitsplätzen oder öffentlichen Gebäuden einzuhalten, kommen Lüftungsanlagen zum Einsatz. Dafür können neue Anlagen installiert oder bestehende Anlagen angepasst werden, mit dem Ziel die Radonkonzentration unter dem Grenzwert zu halten.

Eine permanente hohe Luftwechselrate kann die Radonkonzentration tief halten, verursacht jedoch auch hohe Energiekosten in Form von Strombedarf der Lüftungsanlage oder Heizkosten durch Einbringen kalter Frischluft. In unterirdischen Gebäuden, die typischerweise Temperaturen um 12 °C und hohe Radonkonzentrationen aufweisen, kann das Lüften mit warmer und feuchter Aussenluft zu Problemen führen, sodass eine hohe Entfeuchtungsleistung benötigt wird.

Um nun die Gesundheit der Personen zu schützen und Energie zu sparen, können Lüftungsanlagen anhand der Radonmesswerte gesteuert werden. Ein Radonmessgerät misst die Radonkonzentration und übermittelt diese an die Lüftungssteuerung. Anhand des Radonmesswertes und vorher konfigurierten Einstellungen entscheidet die Lüftungssteuerung, wie hoch die Luftwechselrate sein soll. Des Weiteren kann auch die Anwesenheit von Personen im Raum oder Gebäude mit einbezogen werden, sodass die Lüftungsanlage nur läuft, wenn Personen anwesend sind.

---

<sup>1</sup>Volatile Organic Compounds, z.B. Formaldehyd oder Alkohole

## 1.2 Radonmessgeräte

Der grosse Unterschied zwischen den oben erwähnten Messparametern und der Radonkonzentration liegt in der Messtechnik. So können z.B. Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>-Konzentration in wenigen Sekunden sehr genau gemessen werden, eine zuverlässige Radonmessung benötigt jedoch einige Minuten bis sogar Stunden, abhängig vom Messprinzip. Dieser Unterschied muss bei der Einstellung eines solchen System berücksichtigt werden.

Weiter muss die Messgenauigkeit des eingesetzten Messgerätes überprüft werden. Bereits in vorherigen Berichten wurde die Zulassung von Radonmessgeräten in der Schweiz beschrieben [1, 2]. Die in der Schweiz zugelassenen Messgeräte bieten eine hohe Messgenauigkeit, sind jedoch nicht für die Anbindung an Lüftungssteuerungen konzipiert. Radonmessgeräte, die explizit zur Steuerung von Lüftungsanlagen entwickelt wurden, erreichen meist die benötigten Anforderungen für eine Zulassung nicht. Solche Geräte wurden in nachfolgenden Messreihen untersucht.

## 1.3 Untersuchungen

Im Rahmen des Forschungsprojekt Radon VBS wurden Radonsensoren zur Lüftungssteuerung untersucht. Das Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Messgenauigkeit sowie die Einflüsse verschiedener Umweltparameter auf die Messgenauigkeit der Geräte zu untersuchen. Bereits im vorherigen Berichten wurde beschrieben, wie verschiedene Messsysteme von den Parametern der Luft beeinflusst werden können, ausserdem wurden Messergebnisse für zwei zugelassene Radonmessgeräte präsentiert [1]. Im nachfolgenden Bericht wurden Messgeräte untersucht, die spezifisch für den Einsatz in einem Radon-gesteuerten Lüftungssystem konzipiert und vermarktet werden.

# Kapitel 2

## Methoden

### 2.1 Messkammer

Die Messungen wurden in der Radonkammer des METAS durchgeführt. Der Versuchsaufbau verfügt über zertifizierte Radon-Emanations-Quellen, die auf Primärstandards rückführbar sind. Somit können die erzielten Referenzkonzentrationen als Eichstandard verwendet werden. Die Radonkammer verfügt über eine Zu- und Abluft, wobei die Radon-Emanations-Quellen direkt in der Zuluft integriert sind. Der Zuluftstrom ist abhängig von der gewünschten Radonkonzentration und beträgt zwischen 1 L/min und 10 L/min, für diese Messreihen wurde ein Zuluftstrom von 5.5 L/min gewählt. Des weiteren verfügt die Messkammer über Kabeldurchgänge für Strom und Datenaustausch. Das Volumen der Messkammer betrug 140 L.

Die Steuerung der Temperatur erfolgte über einen Wärmetauscher, welcher Flüssigkeit erwärmte oder abkühlte. Diese Flüssigkeit umströmte die Messkammer in Schläuchen, sodass sich im Inneren die gewünschte Temperatur einstellte. Die Luftfeuchtigkeit wurde über einen Ultraschallvernebler reguliert, der Wasser aus einem Wassertank bezog. Wassertank und Ultraschall-Vernebler befanden sich in der Messkammer. Mit einem Ventilator wurde die Durchmischung der Luft im Inneren der Messkammer sichergestellt [3].

### 2.2 Messreihen

Bei dieser Messung wurden neun Messreihen durchgeführt. Dabei wurde eine Radonkonzentration von  $400 \text{ Bq/m}^3$  eingestellt. Die Messreihen wurden bei  $5^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$  und  $40^\circ\text{C}$  durchgeführt, je bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30 %, 50 % und 85 %.

Jede Messreihe bestand aus einer Stabilisierungszeit und der effektiven Messung. Für die erste Messreihe bei  $5^\circ\text{C}$  und 30 % relative Luftfeuchtigkeit wurde eine Stabilisierungszeit von 25 Stunden benötigt. Für die weiteren Messreihen wurden Stabilisierungszeiten von 5 h bis 6 h, bei Änderungen der Temperatur, und 2 h bis 4 h, bei Änderungen der Luftfeuchtigkeit bei gleicher Temperatur, eingestellt. Sobald die gewünschten Parameter nach der Stabilisierung erreicht wurden, dauert jede Messreihe sechs Stunden.

## 2.3 Radonsensoren

Für die Untersuchungen wurden drei verschiedene Modelle von Radonsensoren eingesetzt. Diese werden unter anderem zur Anwendung bei Lüftungssteuerungen vermarktet. Keiner der Sensoren ist als Radonmessgerät in der Schweiz zugelassen. Zusätzlich zu den Radonsensoren wurde ein zugelassenes Radonmessgerät vom Typ Saphymo AlphaGUARD PQ2000 Pro eingesetzt.

Im Folgenden werden die Funktionsweisen beziehungsweise das Messprinzip der einzelnen Sensoren grob erläutert. Eine detaillierte Erklärung findet sich in den technischen Datenblättern zu den Messgeräten.

### 2.3.1 Radonova Spirit

Es wurde ein Radonova Spirit eingesetzt, das mit einem Halbleiterdetektor funktioniert. Das Gerät bietet einen Akku und einen Datenspeicher, alternativ kann eine Verbindung über ein LoRa-Netzwerk aufgebaut werden. Während den Messungen wurde das Gerät an die Stromzufuhr angeschlossen, um einen Ausfall zu verhindern. Da die Radonkammer aus Stahl besteht, war eine Verbindung des Messgeräts zu einem LoRa-Netzwerk nicht möglich. Die Messdaten wurden auf dem Gerät gespeichert und nach Ende der Messung mit dem Server des Herstellers synchronisiert und für die Auswertung heruntergeladen.

In der technischen Beschreibung wird das Gerät mit einem Temperaturbereich von  $-10\text{ °C}$  bis  $50\text{ °C}$  und einem Luftfeuchtigkeitsbereich von  $0\%$  bis  $90\%$  beworben. Der Messbereich liegt bei  $0$  bis maximal  $100\,000\text{ Bq/m}^3$  und die Messunsicherheit wird mit  $\pm 20\%$  bei  $200\text{ Bq/m}^3$  und zwei Stunden Integrationszeit angegeben [4].

### 2.3.2 Sarad Smart Radon Sensor

Weiter wurden zwei Sarad Smart Radon Sensoren (Sarad SRS 126 und 520) eingesetzt. Diese Geräte haben eine Lucas-Zelle mit Silizium-Photomultiplier. Der Einsatzbereich des Gerätes wird mit  $1\text{ Bq/m}^3$  bis  $1\text{ MBq/m}^3$ ,  $-10\text{ °C}$  bis  $40\text{ °C}$  und  $0\%$  bis  $95\%$  relative Luftfeuchtigkeit angegeben. Die Messunsicherheit wird mit  $15\%$  bei  $300\text{ Bq/m}^3$  bei einer Integrationszeit von einer Stunde angegeben [5]. Die Geräte bieten einen internen Speicher, sowie diverse Ausgangsschnittstellen.

Die beiden Geräte wurden, wie vom Hersteller empfohlen und mitgeliefert, in einer modifizierten Schutzhülle verbaut. Beide Geräte wurden während der Messung an der Stromzufuhr angeschlossen. Weiter wurden die Messdaten während der Messung auf dem Gerät gespeichert und erst nach Abschluss der Messung über die USB-Verbindung heruntergeladen.

### 2.3.3 RadonTec AlphaTracer

Zusätzlich wurden drei RadonTec AlphaTracer eingesetzt, die auf dem Messprinzip der Lucas-Zelle basieren. Ein Gerät war Variante «Standard» (AlphaTracer 0) und zwei Geräte waren Variante «Gross». Gemäss technischem Datenblatt beträgt die Messunsicherheit  $\pm 10\%$  bei  $370\text{ Bq/m}^3$ . Die Betriebsbedingungen sind mit  $0\text{ °C}$  bis  $60\text{ °C}$  und einer relativen Luftfeuchtigkeit unter  $80\%$  angegeben. Bei Verwendung des digitalen Ausgangssignals liegt der Messbereich zwischen  $0\text{ Bq/m}^3$  und  $1\text{ MBq/m}^3$  [6]. Da diese Geräte keinen internen Speicher haben, wurde ein RaspberryPi mit einer USB-Schnittstelle verwendet, um die digitalen Messdaten alle 10 Minuten von den Messgeräten abzufragen und zu speichern.

# Kapitel 3

## Ergebnisse

### 3.1 Parameter in der Radonkammer

In der Radonkammer herrschten während den Messreihen die folgenden Bedingungen wie in Tabelle 3.1 gezeigt. Dabei ist

- Ziel, der eingestellte Zielwert.
- Referenz, der tatsächlich ermittelte Wert während der Messreihe. Bei der Radonkonzentration wurde dieser Wert berechnet, bei Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit wurden diese Werte gemessen.
- Std., die Standardabweichung des Referenzwertes während der Messreihe.

Index	Radonkonzentration			Temperatur			Relative Luftfeuchtigkeit		
	Ziel [Bq/m <sup>3</sup> ]	Referenz [Bq/m <sup>3</sup> ]	Std. [Bq/m <sup>3</sup> ]	Ziel [°C]	Referenz [°C]	Std. [°C]	Ziel [%]	Referenz [%]	Std. [%]
1	400	424	9	5.00	5.00	0.03	30.0	29.6	0.1
2	400	424	9	5.00	5.00	0.03	50.0	50.0	0.1
3	400	425	9	5.00	5.00	0.05	85.0	85.0	1.1
4	400	406	9	20.00	20.00	0.02	30.0	30.0	0.2
5	400	407	9	20.00	20.00	0.02	50.0	50.0	0.2
6	400	406	9	20.00	20.01	0.03	85.0	84.9	0.4
7	400	380	8	40.00	40.00	0.04	30.0	30.1	0.1
8	400	380	8	40.00	40.00	0.03	50.0	50.0	0.1
9	400	381	8	40.00	40.00	0.05	85.0	85.0	0.3
Mittel	400	404	9	21.67	21.67	0.03	55.0	54.9	0.3

Tabelle 3.1: Übersicht über die Messreihen, mit Zielwerten und Referenzwerten der Parameter. Die letzte Zeile „Mittel“ gibt die Mittelwerte über alle neun Messreihen an.

## 3.2 Messergebnisse der Geräte

In Tabelle A.1 sind die Messergebnisse der einzelnen Geräte für jede Messreihe aufgeführt. Die Messreihen sind gemäss obiger Tabelle 3.1 indiziert. Für jede Messreihe und jedes Messgerät sind folgende Angaben gegeben:

- Radonkonzentration (Rn.) in  $\text{Bq}/\text{m}^3$ , ist der Mittelwert der Messwerte über die Messreihe.
- Std. in  $\text{Bq}/\text{m}^3$ , ist die Standardabweichung der Messwerte über die Messreihe.
- Rel. Abweichung ohne Einheit, ist das Verhältnis zwischen Mittelwert der Messwerte und Referenzkonzentration in dieser Messreihe.
- Rel. Std. ohne Einheit, die das Verhältnis zwischen Standardabweichung der Messwerte und Mittelwert der Radonkonzentration.

Bei Radonova Spirit und Sarad SRS wurde ein Messwert pro Stunde ausgegeben. Für die Auswertung wurden die fünf Messwerte genutzt, die vollständig in der sechsständigen Messreihe lagen.

AlphaGUARD und AlphaTracer gaben einen Messwert pro zehn Minuten aus. Für die Auswertung wurden 36 Messwerte genutzt, wobei bei dem Messwert gestartet wurde, welcher am nächsten am Start der Messreihe lag. Damit liegen maximal fünf Minuten ausserhalb der sechsständigen Messreihe.

# Kapitel 4

## Auswertung

### 4.1 Relative Abweichung

Die relative Abweichung beschreibt das Verhältnis zwischen dem Mittelwert eines Messgerätes einer Messreihe und der berechneten Radonkonzentration in der Messkammer. Eine relative Abweichung von 0 % bedeutet, dass der Mittelwert genau der Referenzkonzentration in der Kammer entsprach.

Bei allen Messgeräten ist festzustellen, dass die Messgenauigkeit bei den verschiedenen Messreihen variierte. Die relativen Abweichungen von den Referenzkonzentrationen sind in Tabelle 4.1 aufgeführt.

In Tabelle 4.2 sind die Mittelwerte der relativen Abweichungen zusammengefasst. Dabei zeigt sich, dass AlphaTracer 2 über alle Messreihen die geringsten Abweichungen von der Referenzkonzentration aufzeigte und Radonova Spirit die Grösste.

	5 °C			20 °C			40 °C			Mittelwert
	30 %	50 %	85 %	30 %	50 %	85 %	30 %	50 %	85 %	
Radonova Spirit	9.8%	11.9%	11.0%	1.7%	-16.2%	-15.9%	-42.6%	-42.1%	-42.0%	-13.8%
AlphaTracer 0	16.7%	6.3%	-2.6%	-1.8%	-6.1%	-8.4%	-4.6%	-12.1%	-23.0%	-4.0%
AlphaGuard	3.0%	2.4%	4.4%	-0.2%	-5.0%	-3.5%	-9.9%	-10.6%	-13.2%	-3.6%
Sarad SRS520	-7.1%	0.0%	13.8%	-4.9%	-8.6%	-13.5%	0.8%	-2.9%	-9.9%	-3.6%
AlphaTracer 2	6.4%	4.3%	4.5%	0.0%	-5.8%	8.0%	-3.7%	-6.5%	-12.4%	-0.6%
Sarad SRS126	-5.4%	7.9%	-12.1%	0.3%	-2.1%	10.9%	5.8%	2.4%	-6.7%	0.1%
AlphaTracer 1	12.2%	5.1%	9.4%	23.7%	12.1%	0.6%	-9.4%	-1.7%	-19.9%	3.6%

Tabelle 4.1: Übersicht über die relativen Abweichungen der Mittelwerte von der Referenzkonzentration für alle Messgeräte und alle Messreihen.

#### 4.1.1 Radonova Spirit

Der Radonova Spirit zeigte bei den Messreihen deutliche temperaturabhängige Abweichungen von der Referenzkonzentration. Bei 5 °C lagen die Messwerte 10 % bis 12 % über der Referenzkonzentration. In Messreihe 4 (20 °C und 30 %) lag der Mittelwert nur 1.7 % über der Referenz, bei den Messreihen mit Luftfeuchtigkeiten von 50 % und 85 % ist die Abweichung jedoch deutlich grösser. Verglichen mit dem Datenblatt lagen die Temperatur und Luftfeuchtigkeit aller Messreihen im normalen Betriebsbereich des Gerätes womit die Messunsicherheit weniger als  $\pm 20\%$

betragen sollte. Es zeigt sich, dass die Spezifikationen bei 40 °C nicht eingehalten wurden.

### 4.1.2 Sarad Smart Radon Sensor

Beide untersuchten Sarad Smart Radon Sensoren zeigten zufällige Abweichungen von der Referenzkonzentration. Einzig bei den Messreihen mit einer Luftfeuchtigkeit von 85 % zeigen die beiden Sensoren grössere Abweichungen als bei den Messreihen mit tieferer Luftfeuchtigkeit. Diese Abweichungen sind sowohl positiv wie auch negativ (vergleiche Messreihe 3 [5 °C und 85 %]).

Das Datenblatt gibt einen Messfehler von  $\pm 15\%$  für eine Stunde Integrationszeit und  $300 \text{ Bq/m}^3$  an. Die Referenzkonzentration bei den Messreihen betrug ungefähr  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Bei keiner Messreihe wurde der angegebene Messfehler überschritten.

### 4.1.3 RadonTec AlphaTracer

Bei den RadonTec AlphaTracer sind ebenfalls Temperaturabhängigkeiten zu erkennen. So zeigen alle drei Geräte bei 40 °C Messwerte bis zu 23 % unter der Referenzkonzentration. Bei 5 °C lagen die Werte, ausgenommen von einem, über der Referenz.

Im Datenblatt wird die Messunsicherheit mit  $\pm 10\%$  bei  $370 \text{ Bq/m}^3$  angegeben. Mehrere Messreihen haben diesen Wert nicht eingehalten und grössere Abweichungen gezeigt. Jedoch ist der Betriebsbereich nur bis zu einer relativen Luftfeuchtigkeit unter 80 % angegeben. Besonders bei Messreihe 9 lagen die Messwerte weit unter der Referenz. Zuletzt ist zu erkennen, dass AlphaTracer 0 (Variante „Standard“) sehr ähnliche Messwerte wie AlphaTracer 1 und 2 (Variante „Gross“) aufweisen.

Messgerät	Mittelwert der rel. Abweichungen	Mittelwert der positiven rel. Abweichungen
AlphaTracer 2	-0.6%	5.7%
AlphaGuard	-3.6%	5.8%
Sarad SRS126	0.1%	6.0%
Sarad SRS520	-3.6%	6.8%
AlphaTracer 0	-4.0%	9.1%
AlphaTracer 1	3.6%	10.5%
Radonova Spirit	-13.8%	21.5%

Tabelle 4.2: Übersicht über die Mittelwerte der relativen Abweichungen von den Referenzwerten für alle Messgeräte über alle Messreihen. Für die mittlere Spalte wurden die Abweichungen positiv und negativ mit einander verrechnet. Für die rechte Spalte wurden alle Abweichungen positiv bewertet und verrechnet.

## 4.2 Relative Standardabweichung

Die relative Standardabweichung vergleicht die einzelnen Messwerte einer Messreihe mit dem Mittelwert dieser Messreihe. Eine grosse relative Standardabweichung bedeutet, dass die einzelnen Messwerte während einer Messreihe stark variierten, trotz gleichbleibender Radonkonzentration.

In Tabelle 4.3 sind die Standardabweichungen aller Messgeräte aufgezeigt. Die relativen Standardabweichungen der Messgeräte zeigte ebenfalls grosse Schwankungen über alle Messreihen. Es zeigte sich:

- Für alle Messgeräte scheint die Standardabweichung unabhängig von den herrschenden Umweltparametern zu sein. Für einige Geräte ist die Standardabweichung bei 40 °C möglicherweise etwas höher als bei den anderen Messreihen.
- Die grösste relative Standardabweichung zeigte der Sarad SRS 126 bei Messreihe 8 mit 24 %.
- Die kleinste relative Standardabweichung zeigte der Sarad SRS 520 bei Messreihe 3 mit 4.3 %.
- Im Mittel über alle Messreihen war die relative Standardabweichung beim AlphaTracer 2 mit 9.1 % am kleinsten.

	5 °C			20 °C			40 °C			Mittelwert
	30 %	50 %	85 %	30 %	50 %	85 %	30 %	50 %	85 %	
AlphaTracer 2	8.4%	7.5%	7.9%	6.3%	10.7%	7.6%	9.7%	13.1%	10.5%	9.1%
Radonova Spirit	10.1%	6.6%	8.1%	19.9%	8.1%	4.5%	14.7%	8.0%	7.7%	9.7%
AlphaTracer 1	15.2%	9.4%	9.7%	8.9%	8.6%	7.7%	10.8%	9.7%	15.2%	10.6%
Sarad SRS520	9.6%	14.8%	4.3%	8.7%	9.1%	9.7%	15.6%	9.8%	21.1%	11.4%
Sarad SRS126	16.8%	13.5%	7.1%	11.7%	9.7%	16.8%	4.8%	24.0%	17.8%	13.6%
AlphaGuard	13.6%	15.8%	12.2%	15.2%	15.5%	13.9%	20.7%	15.8%	15.1%	15.3%
AlphaTracer 0	21.6%	16.1%	10.0%	17.0%	12.4%	9.8%	17.4%	16.7%	18.0%	15.5%

Tabelle 4.3: Übersicht über die relativen Standardabweichungen der Messwerte vom Mittelwert einer Messreihe für alle Messgeräte und alle Messreihen.

## Kapitel 5

# Schlussfolgerung

Drei verschiedene Modell von Radonsensoren wurden bei verschiedenen Referenzbedingungen auf ihre Messgenauigkeit geprüft. Die Messreihen wurden in einer Radonkammer durchgeführt, dessen Radonkonzentration auf Primärstandards rückverfolgbar ist. Während allen Messreihen wurden die Zielwerte für Radonkonzentration, Temperatur und Luftfeuchtigkeit sehr genau getroffen und stabil gehalten.

Zwischen den untersuchten Messgeräten zeigten sich grosse Unterschiede, ebenfalls zwischen den Geräten vom gleichen Modell waren Differenzen vorhanden. So zeigte das Radonova Spirit bei 40 °C Messwerte, die 42 % unter dem Referenzwert lagen und hielt damit die Angaben im Datenblatt nicht ein. Die Standardabweichungen lagen unter 20 % und damit im gleichen Bereich wie bei den anderen getesteten Messgeräten. Die zwei Geräte vom Typ Sarad Smart Radon Sensor wiesen nur zufällige Messfehler auf, die unter 15 % lagen und damit den Angaben im Datenblatt entsprechen. Die Geräte zeigten Standardabweichungen von bis zu 24 % und damit die höchsten Standardabweichungen verglichen mit den anderen Geräten. Die RadonTec AlphaTracer zeigten temperaturabhängige Abweichungen bis zu 23 % vom Referenzwert, womit die Angaben im Datenblatt nicht eingehalten wurden. Die Standardabweichungen lagen unter 22 %.

In weiteren Untersuchungen können weitere Messgeräte in vergleichbaren Messreihen getestet werden. Als Ergänzung zu den hier präsentierten Messreihen wäre es wichtig, mehrere Gerät vom Modell Radonova Spirit gleichzeitig zu untersuchen, um die grosse Messunsicherheit bei hohen Temperaturen zu bestätigen. Des weiteren könnten die durchgeführten Messreihen bei höheren Radonkonzentrationen wiederholt werden.

Um Radonmessgeräte für die Steuerung von Lüftungsanlagen einzusetzen, muss die Messgenauigkeit bekannt sein. Insbesondere müssen die Geräte bei Paramteren geprüft werden, die der geplanten Anwendung entsprechen.

# Anhang A

## Messergebnisse

Index	AlphaGUARD	Alpha Tracer 0	Alpha Tracer 1	Alpha Tracer 2	Radonova Spirit	Sarad SRS126	Sarad SRS520
Rn. [Bq/m <sup>3</sup> ]							
Std. [Bq/m <sup>3</sup> ]							
Rel. Abw. [1]							
Rel. Std. [1]							
1	437 59 1.03 0.14	495 107 1.17 0.22	476 73 1.12 0.15	451 38 1.06 0.08	466 47 1.10 0.10	401 67 0.95 0.17	394 38 0.93 0.10
2	435 69 1.02 0.16	451 73 1.06 0.16	446 42 1.05 0.09	443 33 1.04 0.08	475 31 1.12 0.07	458 62 1.08 0.14	424 63 1.00 0.15
3	444 54 1.04 0.12	414 41 0.97 0.10	465 45 1.09 0.10	444 35 1.04 0.08	472 38 1.11 0.08	374 27 0.88 0.07	484 21 1.14 0.04
4	405 62 1.00 0.15	398 68 0.98 0.17	502 45 1.24 0.09	406 26 1.00 0.06	413 82 1.02 0.20	407 47 1.00 0.12	386 34 0.95 0.09
5	386 60 0.95 0.15	382 48 0.94 0.12	456 39 1.12 0.09	383 41 0.94 0.11	341 27 0.84 0.08	398 39 0.98 0.10	372 34 0.91 0.09
6	392 55 0.96 0.14	372 37 0.92 0.10	409 31 1.01 0.08	439 34 1.08 0.08	342 15 0.84 0.04	451 76 1.11 0.17	352 34 0.86 0.10
7	342 71 0.90 0.21	362 63 0.95 0.17	344 37 0.91 0.11	366 35 0.96 0.10	218 32 0.57 0.15	402 19 1.06 0.05	383 60 1.01 0.16
8	339 54 0.89 0.16	334 56 0.88 0.17	373 36 0.98 0.10	355 47 0.94 0.13	220 18 0.58 0.08	389 94 1.02 0.24	369 36 0.97 0.10
9	331 50 0.87 0.15	293 53 0.77 0.18	305 46 0.80 0.15	334 35 0.88 0.11	221 17 0.58 0.08	356 63 0.93 0.18	343 72 0.90 0.21

Tabelle A.1: Tabellarische Übersicht über die Messdaten aller Messgeräte in allen Messreihen, indiziert gemäss Tabelle 3.1.

# Literatur

- [1] Raphael Grapentin. *Entwicklung von messtechnischen Verfahren für Zulassungen und Typenprüfungen von Radonmessgeräten hinsichtlich der Neuregelung in der neuen Strahlen-Messmittel-Verordnung (StMmV)*. Techn. Ber. Muttenz: Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW. Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26041/fhnw-9973>. URL: <https://irf.fhnw.ch/handle/11654/46949>.
- [2] Raphael Grapentin. *Prüfung von Einstufungsparameter für die mögliche Zulassung von Radon-Personendosimeter*. Techn. Ber. Muttenz: Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW. Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26041/fhnw-8300>. URL: <https://irf.fhnw.ch/handle/11654/44604>.
- [3] Raphael Grapentin. *Methodenentwicklung und Optimierung der METAS-Radonkammer zur Herstellung von feldtypischen Messparametern*. Techn. Ber. Muttenz: Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW. Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26041/fhnw-9972>. URL: <https://irf.fhnw.ch/handle/11654/46948>.
- [4] Radonova Laboratories AB. *Product Sheet SPIRIT*. 2024.
- [5] SARAD GmbH. *Technische Daten Smart Radon Sensor*. 2025.
- [6] LivAir GmbH. *Spezifikationen AlphaTracer Office*. 2023.