

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 1 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

Inhalt

- 1 Einleitung

- 2 Messungen und Lüften
 - 2.1 Messtechnik und Messzeiträume
 - 2.2 Dokumentation des empfohlenen Lüftens
 - 2.3 Raumluftmessungen

- 3 Bewertung

Anhang: Beispiel für ein Lüftungsprotokoll

	Name	Datum / Unterschrift	Verteiler
Erstellt:	Herr Busch	13.05.2013 <i>gez. Busch</i>	SMUL54, zuständiges LRA, Teilnehmer, GBL2, FBL22
Gepprüft:	Dr. Preuße	15.05.2013 <i>gez. Preuße</i>	
Freigabe:	Dr. Heinrich	xx.05.2013 <i>gez. Heinrich</i>	

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 2 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

1 Einleitung

Wie im 3. Zwischenbericht Ber-Rn-412-3 vorgeschlagen, wurden zur Gewinnung belastbarer Aussagen für die kalte Jahreszeit weitere zeitaufgelöste Messungen in 8 ausgewählten Räumen bei Realisierung des empfohlenen Lüftungsregimes durchgeführt. Die messtechnische Begleitung der Lüftungszyklen, die Messergebnisse und die zusammenfassende Bewertung werden in diesem Bericht dargestellt.

Die Messwerte für die Aktivitätskonzentration von Radon in der Raumluft sind in der Maßeinheit Bq/m³ (Becquerel pro Kubikmeter Luft, 1 Bq = 1 Zerfall pro Sekunde) angegeben.

2 Messungen und Lüften

2.1 Messtechnik und Messzeitraum

Einsatzzweck	Messtechnik	Zeitraum
zeitaufgelöste Raumluftmessungen zur Ermittlung mittlerer Tagesgänge	Aktivmessgeräte RadonScout im 1-Stunden-Messtakt	19.02.13 bis 12.03.13

2.2 Dokumentation des empfohlenen Lüftens

In Verbindung mit der Aufstellung der Messgeräte wurden den Hausmeistern wiederum die vorbereiteten raumbezogenen Lüftungsprotokolle übergeben. Dabei wurden noch einmal der Lüftungszyklus und seine Dokumentation erläutert.

In der folgenden Tabelle ist das in den Protokollen dokumentierte Lüften zusammengefasst.

Haus / Etage	Raum	Beschreibung	Zeitraum / Art des Lüftens	Besonderheiten
1 / K	001	Sprachkabinett	i. d. R.. montags bis freitags vor Beginn des Unterrichts (ab 6 Uhr) ca. 15 bis 25 Minuten intensive Lüftung in Abhängigkeit von den räumlichen Gegebenheiten wie Beschaffenheit, Größe und Anordnung der Fenster Ausnahmen: - alle Räume am 05.03. (Dienstag) nicht gelüftet - R. 022 vom 07.03. zum 08.03. ca. 23 ½ Std. gelüftet	deckenintegrierte Abluftanlage im Verbund mit Raum 003
1 / K	002	Nebenraum Medien		fensterlos, aber offene Verbindung zu den Räumen 001 / 003
1 / K	004	Informatik 1		hochliegendes einseitiges Fensterband zu Atrium
1 / K	020	Technik & Computer		hochliegendes einseitiges Fensterband
1 / K	022	Werken 2		hochliegende beidseitige Fensterbänder
1 / K	006	Informatik Vorbereitung		kein Unterrichtsraum, Fenster wie R. 020
1 / E	102	Kleingruppen-Arbeitsraum		kein Unterrichtsraum, Nutzung zur Lehrmittelaufbewahrung
2 / K	042	Vorbereitung Musik		kein Unterrichtsraum, Fenster wie R. 020

Im Anhang ist ein Beispiel für ein ausgefülltes Lüftungsprotokoll zu finden.

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 3 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

Die Auswertung der nach Abschluss der Messungen zurückerhaltenen Lüftungsprotokolle bestätigte bis auf geringfügige Ausnahmen die konsequente Realisierung des vorgeschlagenen morgendlichen Lüftens. Das ebenfalls vorgeschlagene Lüften während der Mittagspause erfolgte jedoch nicht. Die beauftragten Hausmeister verwiesen bei der Einweisung für das Lüften und die betreffende Dokumentation auf den bereitgestellten Lüftungsprotokollen darauf, dass dies aus betrieblichen Gründen nicht möglich sei.

2.3 Raumluftmessungen

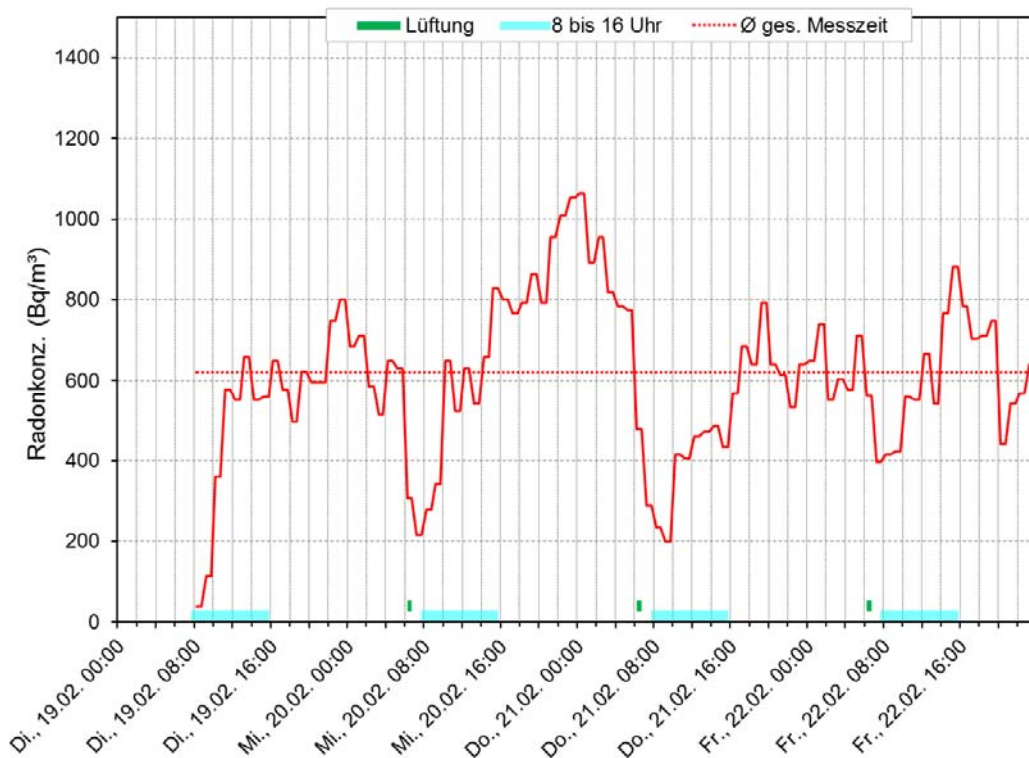
Für die Räume 030 (Musik) und 035 (Unterrichtsraum) war mit den Messungen im September 2012 bereits demonstriert worden, dass Radonkonzentrationen weit unterhalb des vorgeschlagenen Zielwertes von 400 Bq/m³ (entspricht der Empfehlung 90/143/Euratom der Europäischen Kommission von 1990 für bestehende Gebäude) erreichbar sind. Daher wurden zwei Messgeräte in den Räumen 006 und 102 eingesetzt, die bei den zeitaufgelösten, zweiwöchigen Messungen im Frühjahr 2012 ebenfalls Radonkonzentrationen in der Nähe dieses Zielwertes aufwiesen. Der Raum 002 steht in offener Verbindung zum Raum 003, der September 2012 untersucht worden war, so dass die betreffenden Ergebnisse miteinander verglichen werden können.

Die folgende Tabelle enthält die Mittelwerte der im Stundentakt gemessenen Radonkonzentrationen in den jeweiligen Zeitabschnitten.

Haus / Etage	Raum	Beschreibung	Radonkonzentration (Bq/m ³)		¹⁾ gesamter Messzeitraum ²⁾ Werktag, jeweils 8-16h ³⁾ Bezeichnung entspricht der tatsächlichen Nutzung (in den bisherigen Berichten laut Grundrissplan mit "Werken 2" bezeichnet)
			gesamt ¹⁾	"reguläre" Arbeitszeit ²⁾	
1 / K	001	Sprachkabinett	620	420	
1 / K	002	Nebenraum Medien	520	420	
1 / K	004	Informatik 1	360	310	
1 / K	020	Technik & Computer ³⁾	1900	1330	
1 / K	022	Werken 2	1870	1210	
1 / K	006	Informatik Vorbereitung	70	100	
1 / E	102	Kleingruppen ArbRaum	220	180	
2 / K	042	Vorbereitung Musik	580	340	

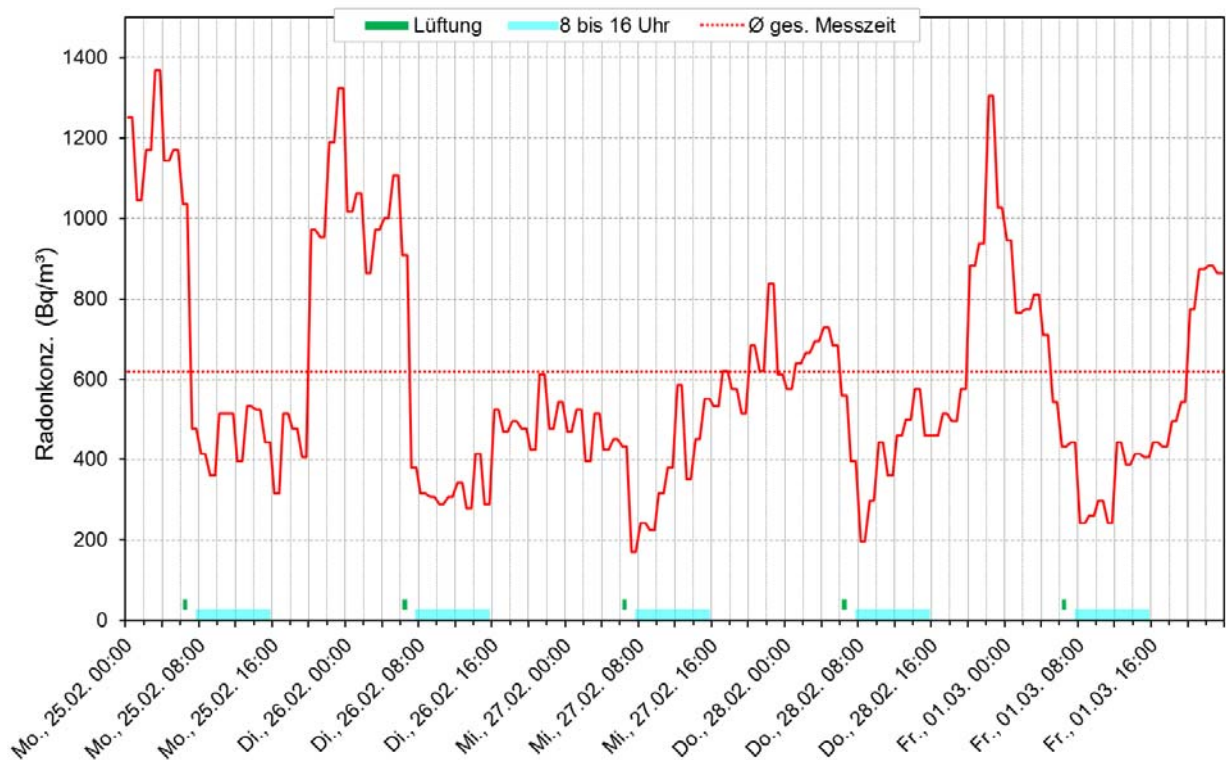
Die folgenden Abbildungen 1 bis 8 zeigen die zeitlichen Verläufe der im Stundentakt gemessenen Radonkonzentrationen in den in der obigen Tabelle aufgeführten Räumen mit Angabe der dokumentierten Lüftungszeiten. Zur genaueren Erkennbarkeit der zeitlichen Zusammenhänge wurden die Unterrichtstage der untersuchten Wochen in jeweils vier Abbildungen (a / b / c / d) wochenweise geteilt. Die punktierte Linie stellt den Mittelwert der gemessenen Radonkonzentration über den gesamten Zeitraum (24 h pro Tag einschließlich der Wochenenden, Zahlenwerte s. obige Tabelle) dar. Zu beachten ist bei der Verfolgung steiler Abfälle der Radonkonzentration von hohen Werten her, dass dieser Verlauf auch eine messtechnisch bedingte Trägheit (d.h. Verzögerung) aufweist, da sich erst die in dem Messgerät beim Radonzerfall entstandenen (ebenfalls radioaktiven) kurzlebigen Folgeprodukte (längste Halbwertszeiten ca. eine halbe Stunde) abbauen müssen, was 1 bis 2 Stunden (Messzyklen) erfordert.

**Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden:
Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht**



DW03 RS230 H1-K-001

Abb.1a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 001, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW03 RS230 H1-K-001

Abb.1b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 001, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 5 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

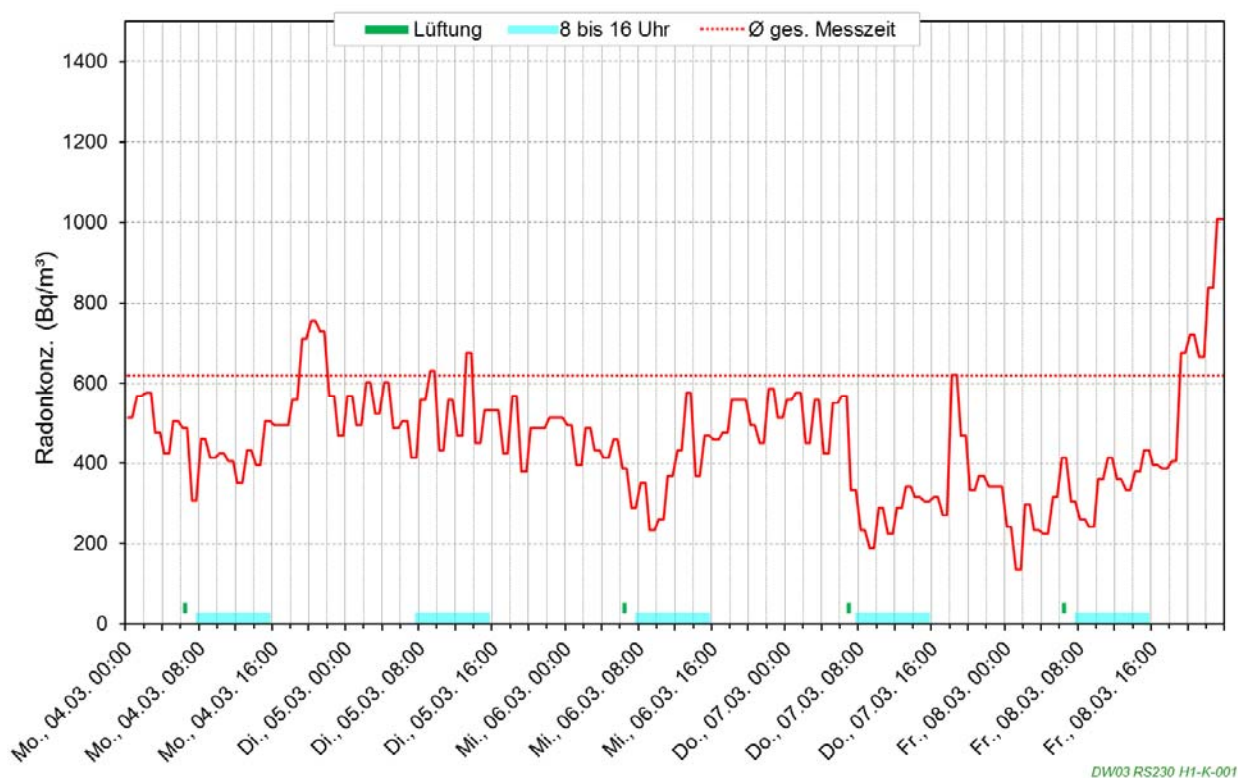


Abb.1c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 001, 3. Woche (04.-08.03.2013)

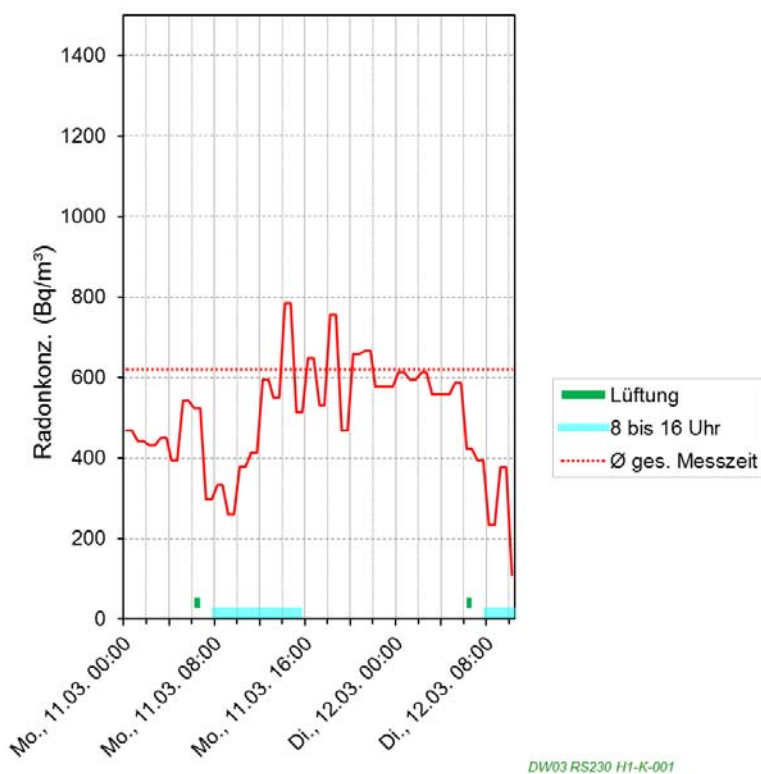


Abb.1d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 001, 4. Woche (11.-12.03.2013)

**Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden:
Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht**

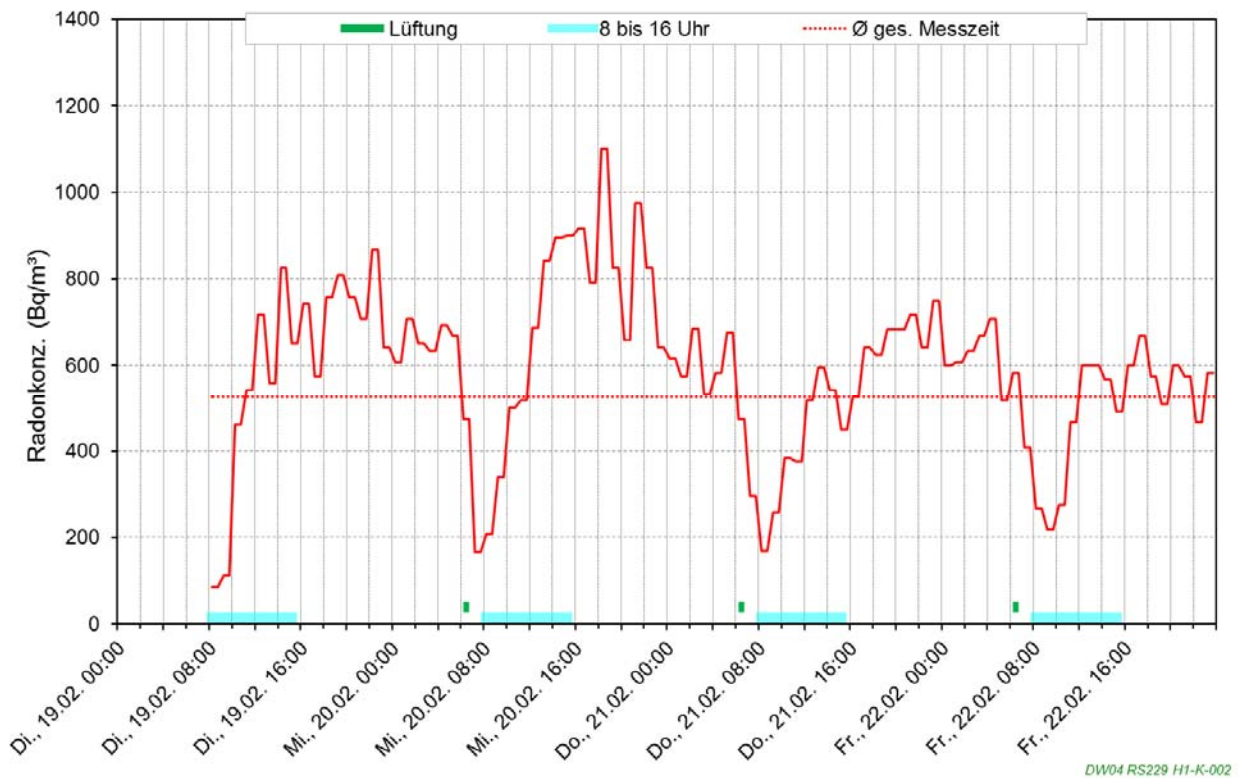


Abb.2a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 002, 1. Woche (19.-22.02.2013)

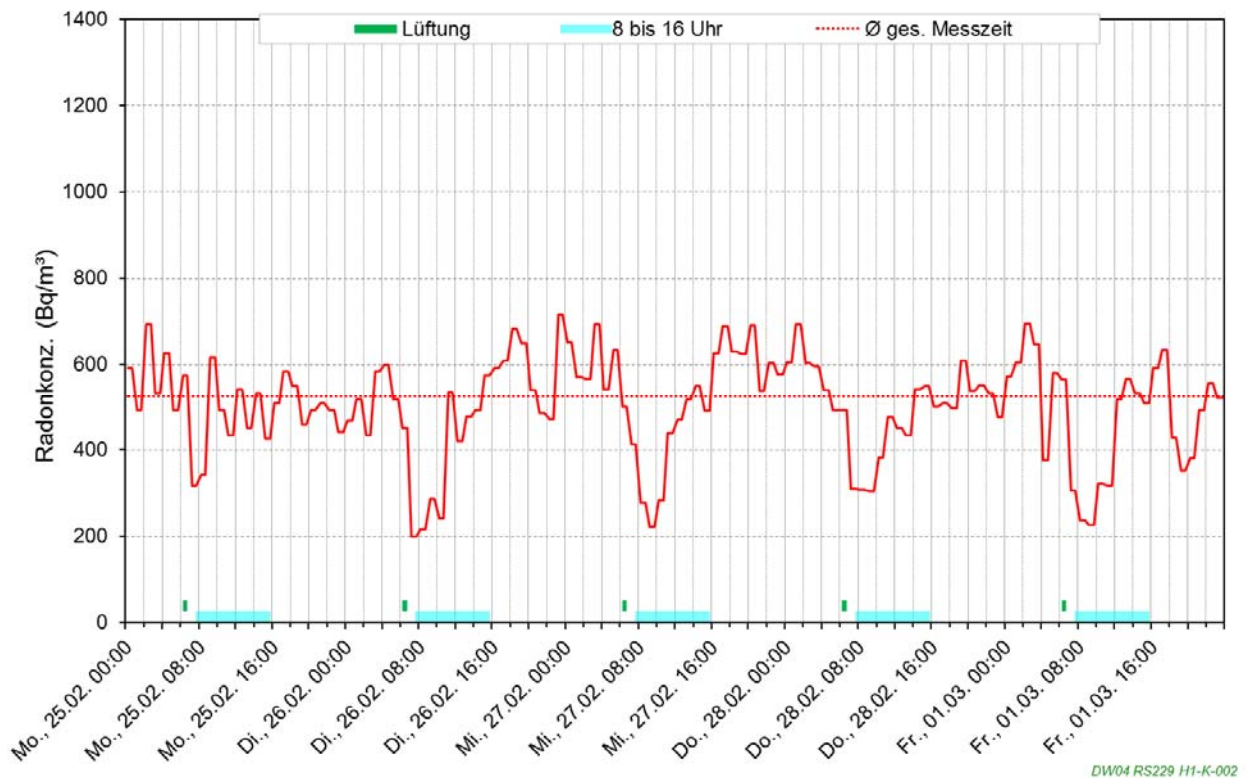


Abb.2b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 002, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 7 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

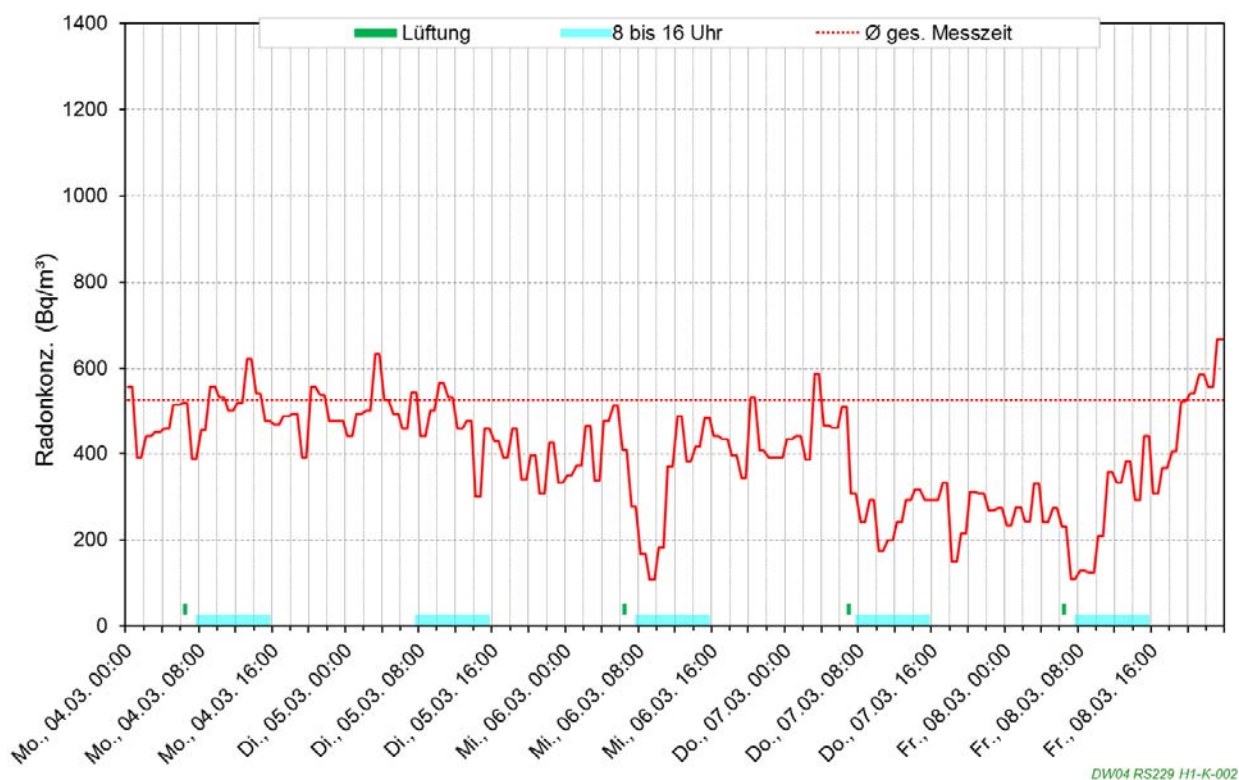


Abb.2c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 002, 3. Woche (04.-08.03.2013)

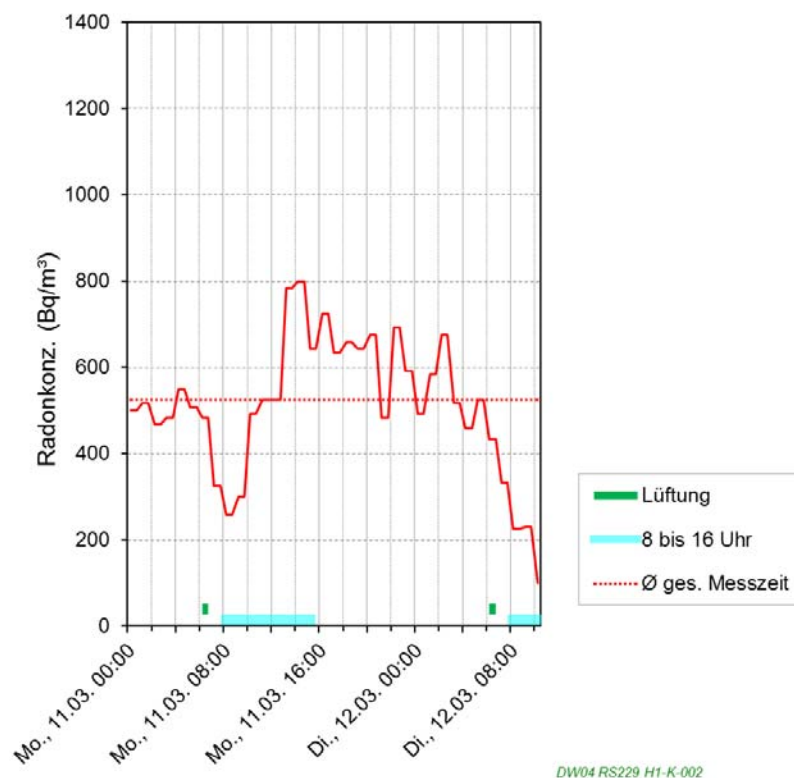
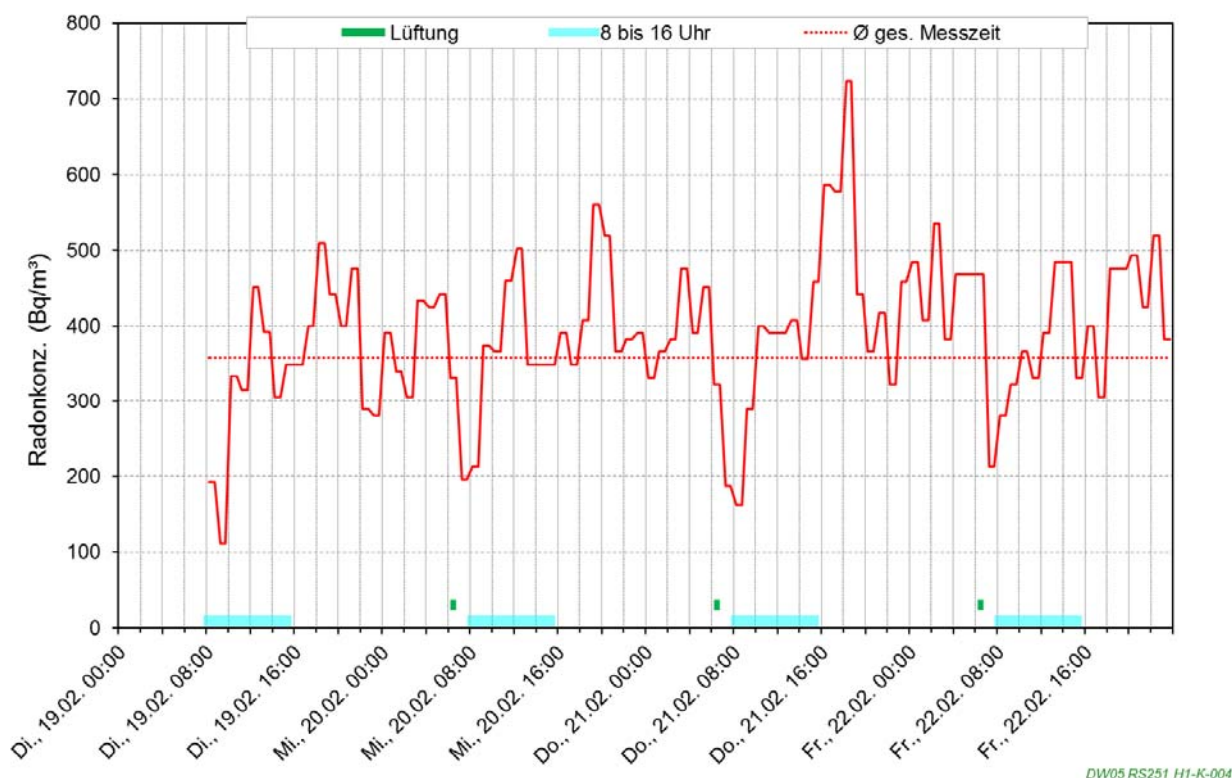


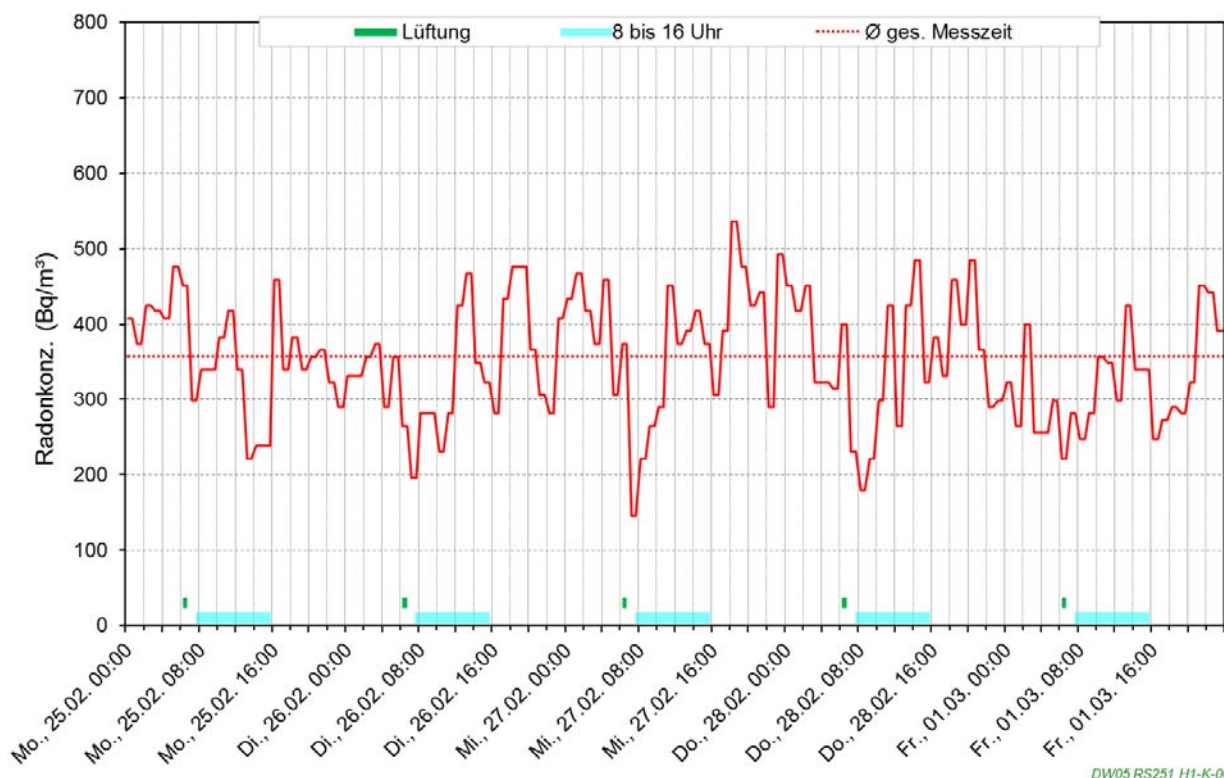
Abb.2d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 002, 4. Woche (11.-12.03.2013)

**Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden:
Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht**



DW05 RS251 H1-K-004

Abb.3a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 004, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW05 RS251 H1-K-004

Abb.3b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 004, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 9 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

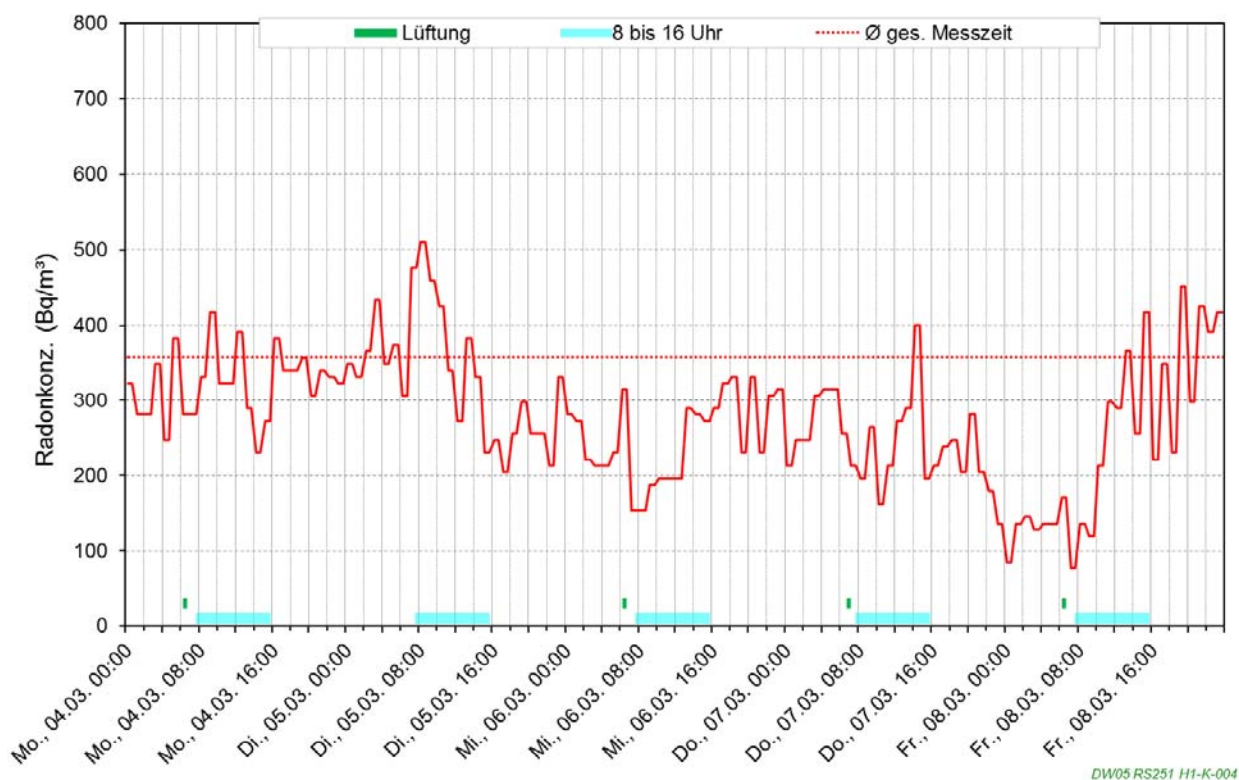


Abb.3c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 004, 3. Woche (04.-08.03.2013)

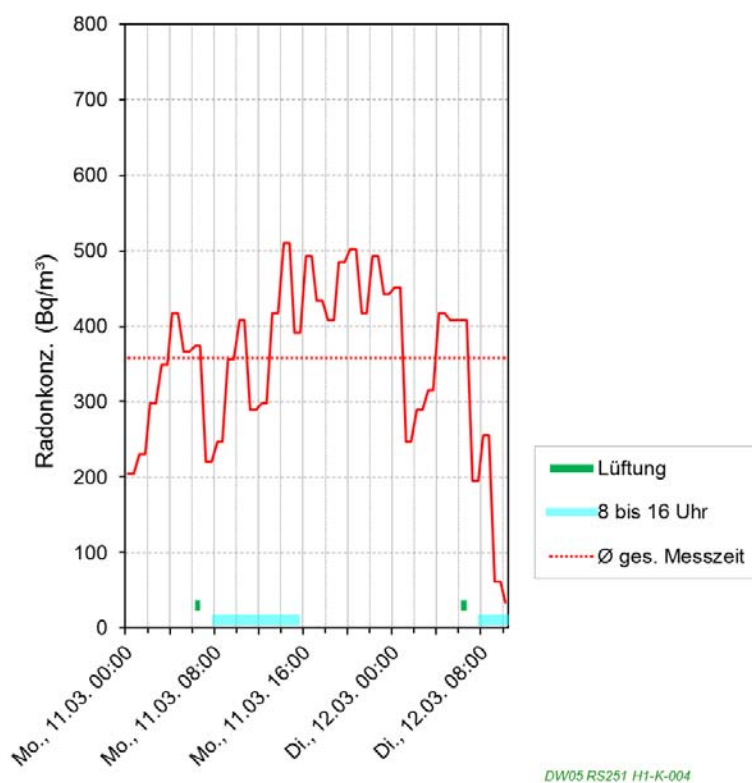
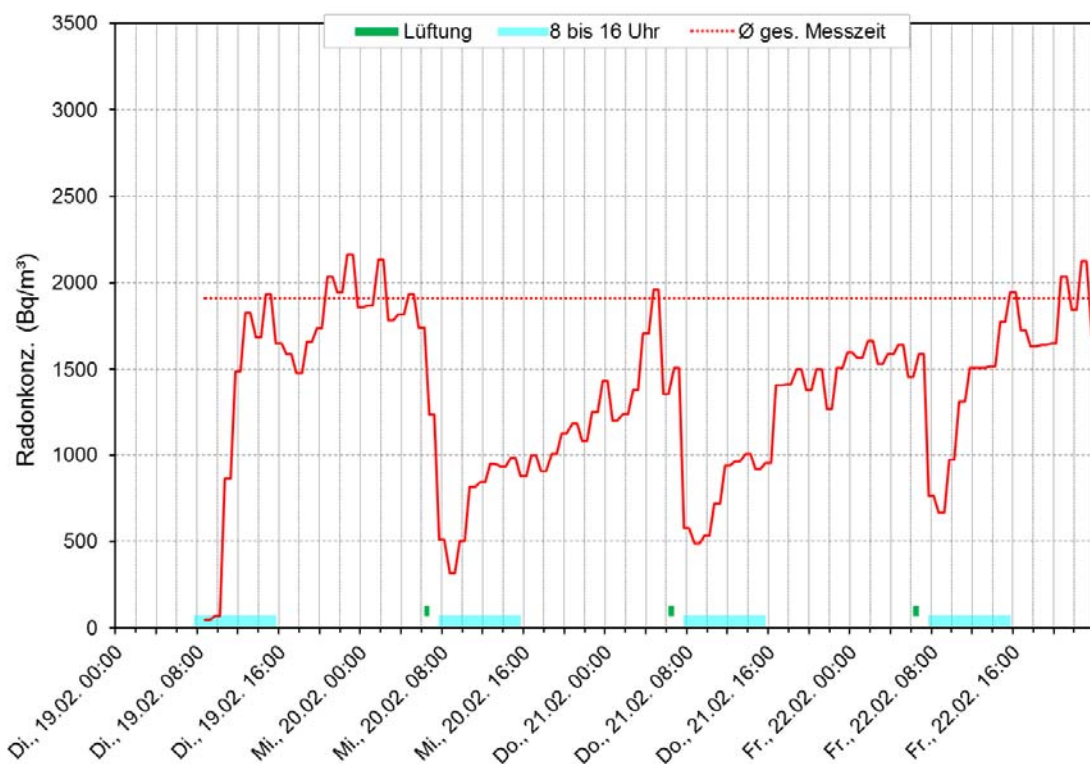
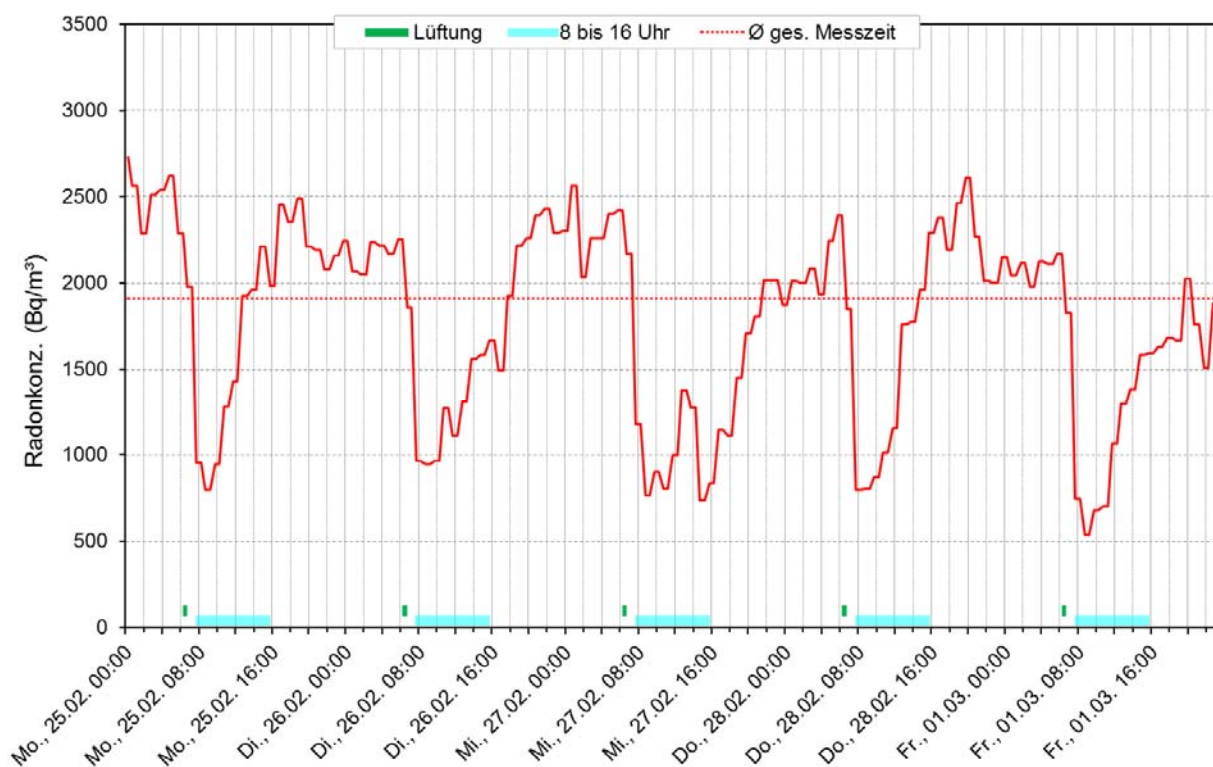


Abb.3d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 004, 4. Woche (11.-12.03.2013)



DW02 RS249 H1-K-020

Abb.4a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 020, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW02 RS249 H1-K-020

Abb.4b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 020, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 11 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

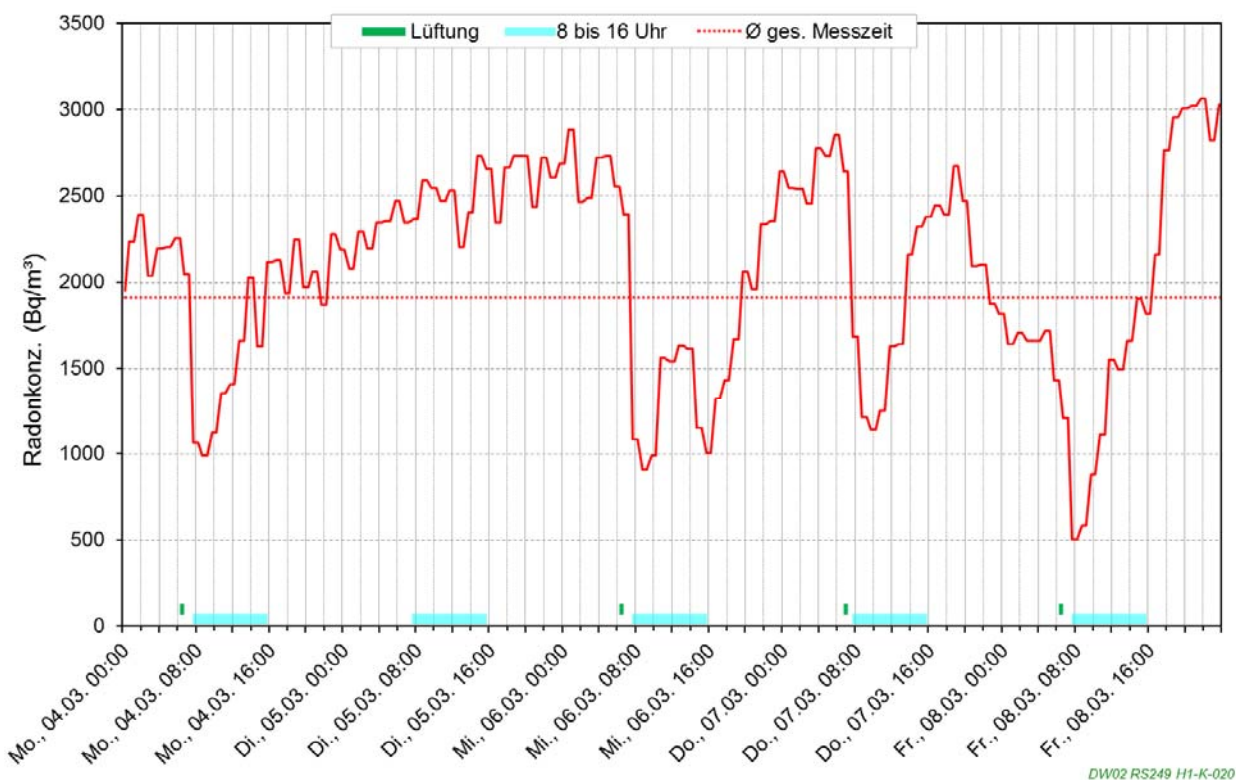


Abb.4c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 020, 3. Woche (04.-08.03.2013)

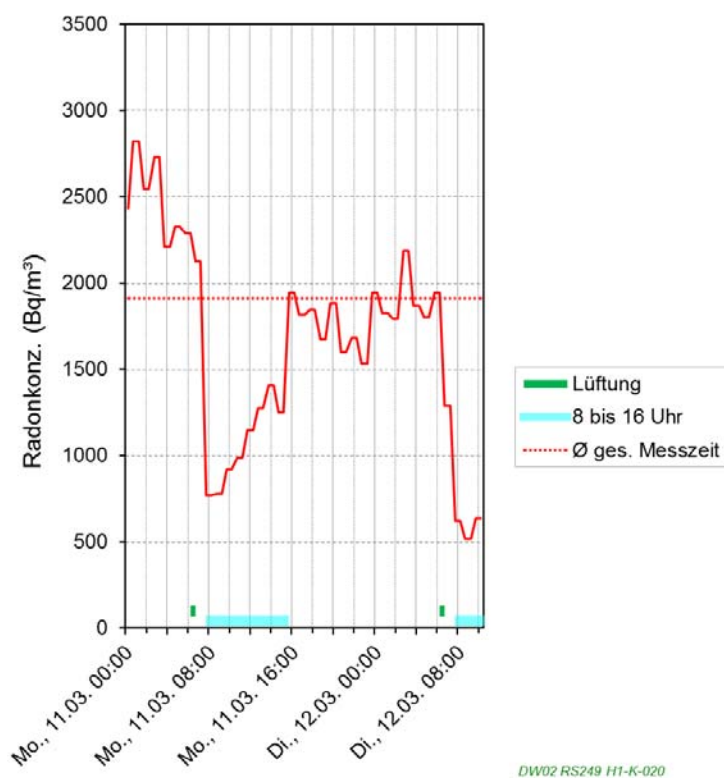
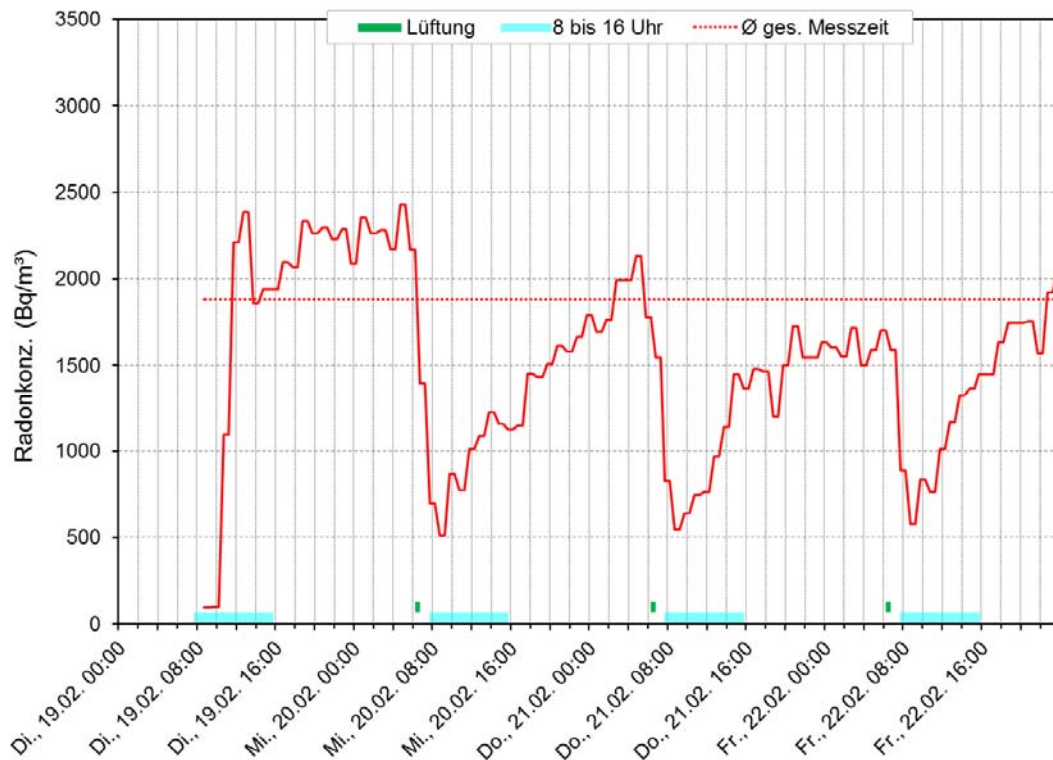


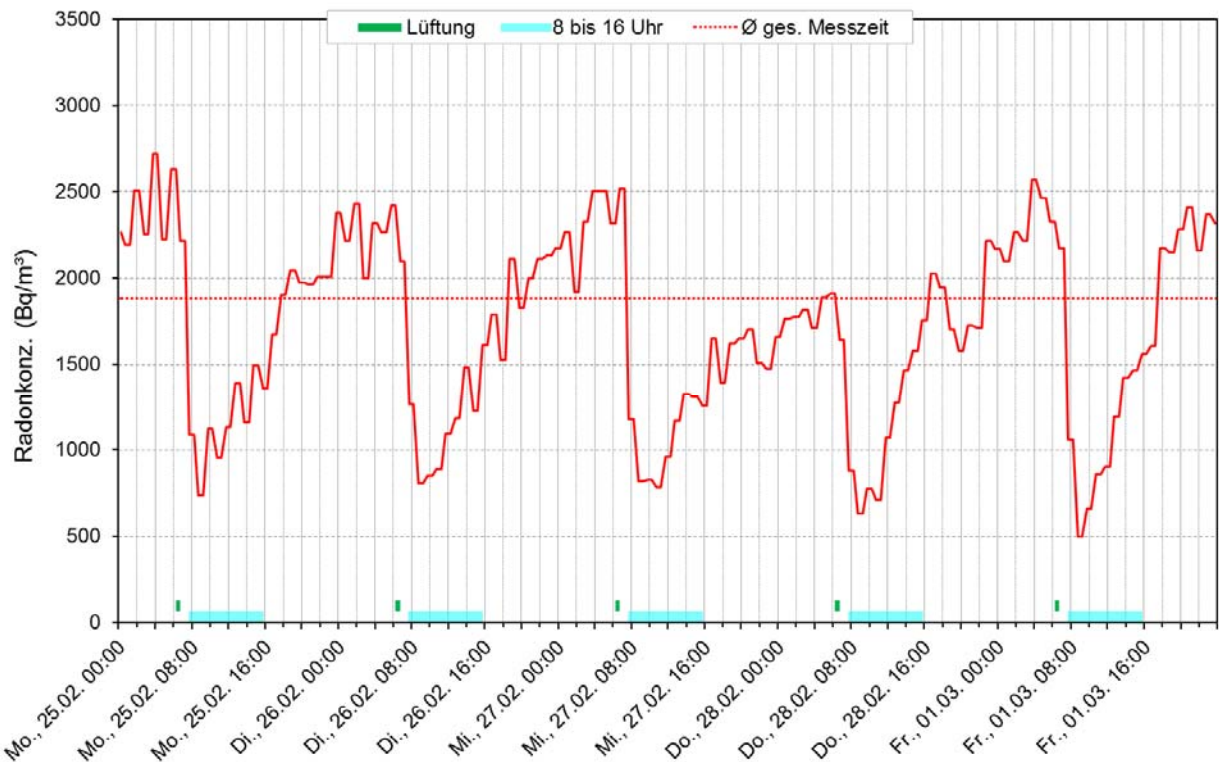
Abb.4d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 020, 4. Woche (11.-12.03.2013)

**Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden:
Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht**



DW01 RS252 H1-K-022

Abb.5a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 022, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW01 RS252 H1-K-022

Abb.5b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 022, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

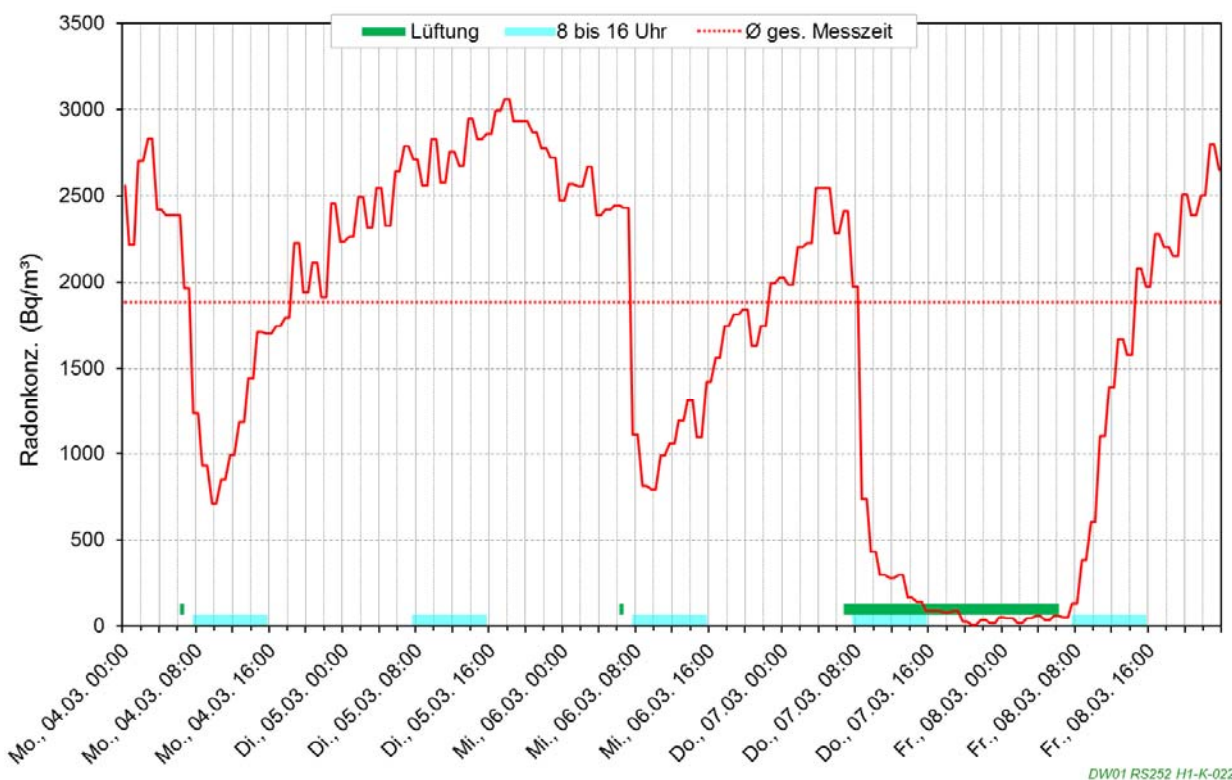


Abb.5c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 022, 3. Woche (04.-08.03.2013)

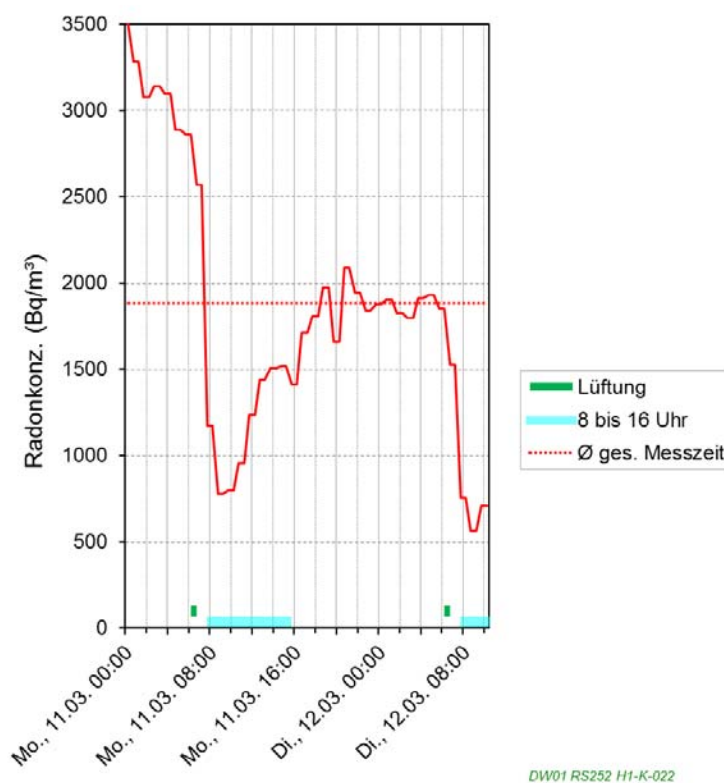
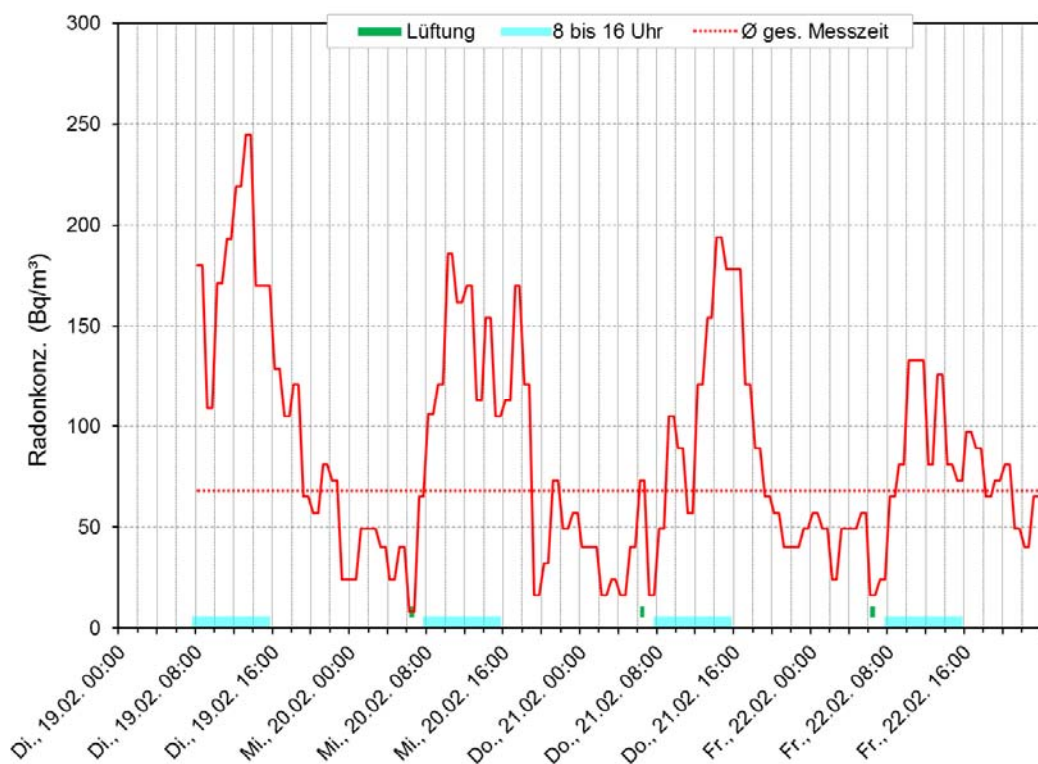


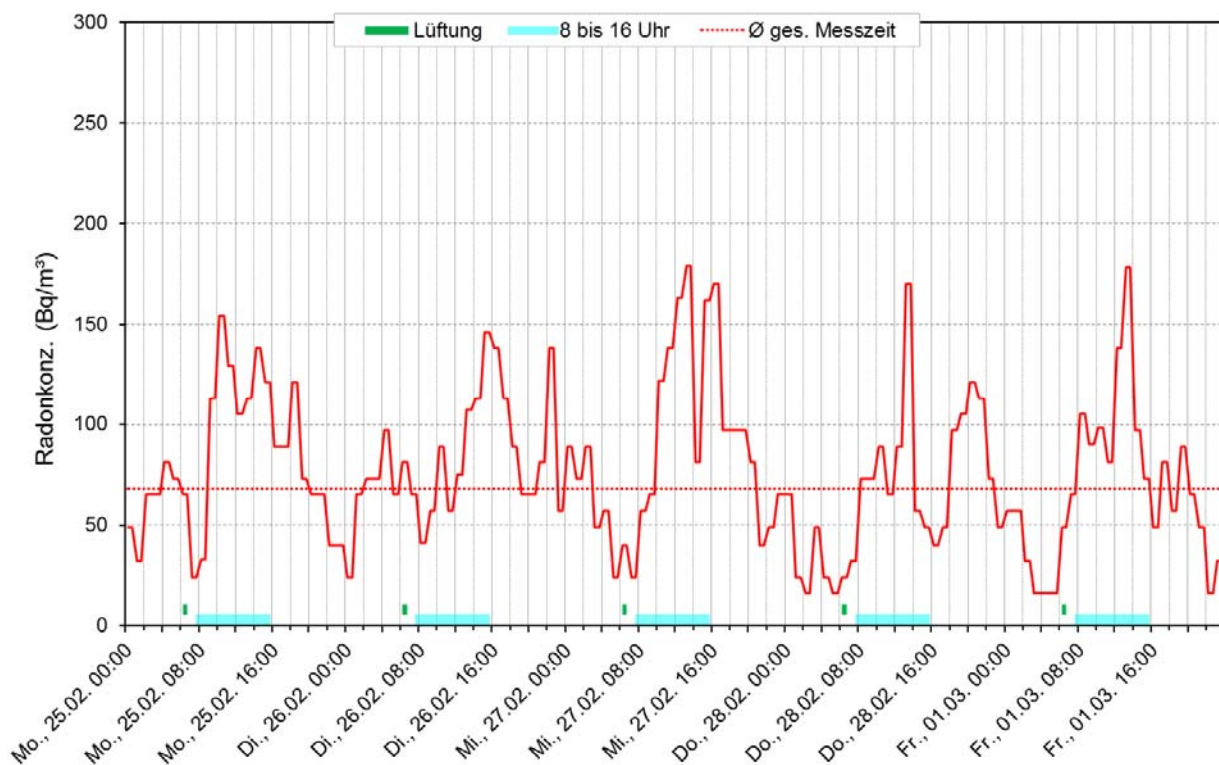
Abb.5d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 022, 4. Woche (11.-12.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 14 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		



DW06 RS246 H1-K-006

Abb.6a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 006, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW06 RS246 H1-K-006

Abb.6b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 006, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

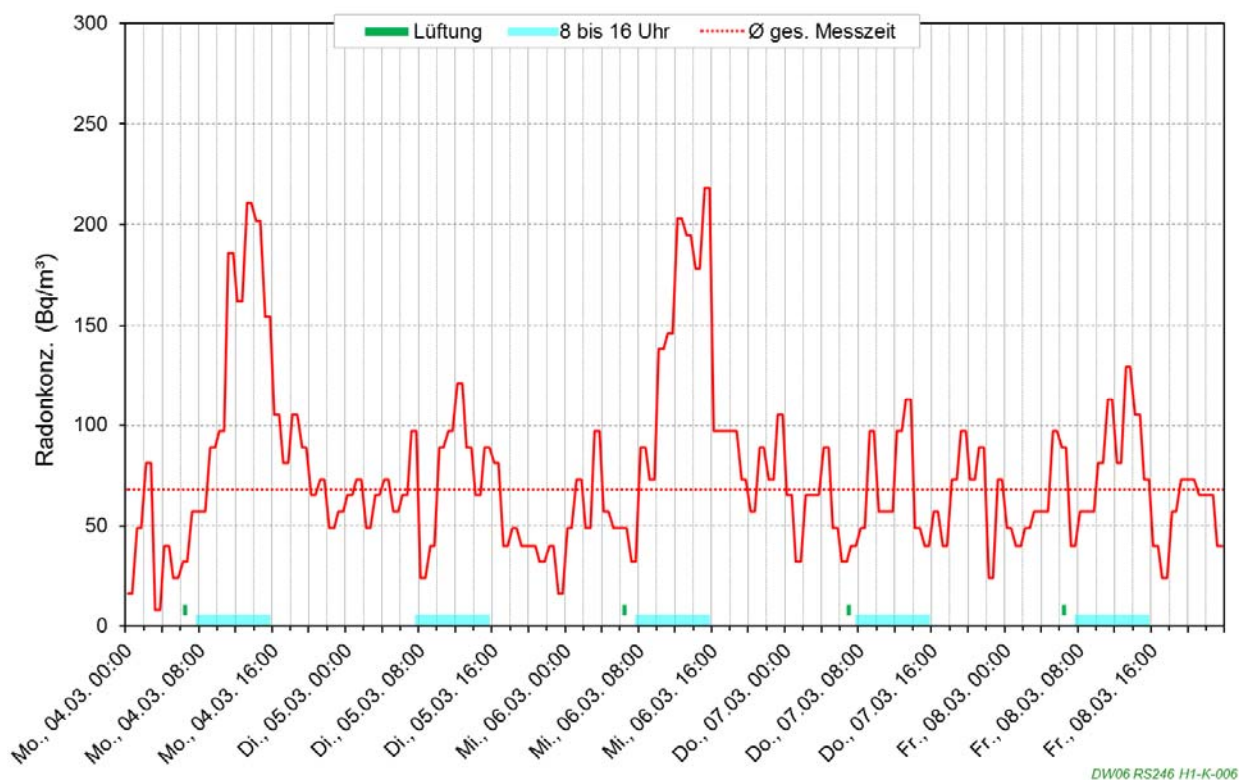


Abb.6c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 006, 3. Woche (04.-08.03.2013)

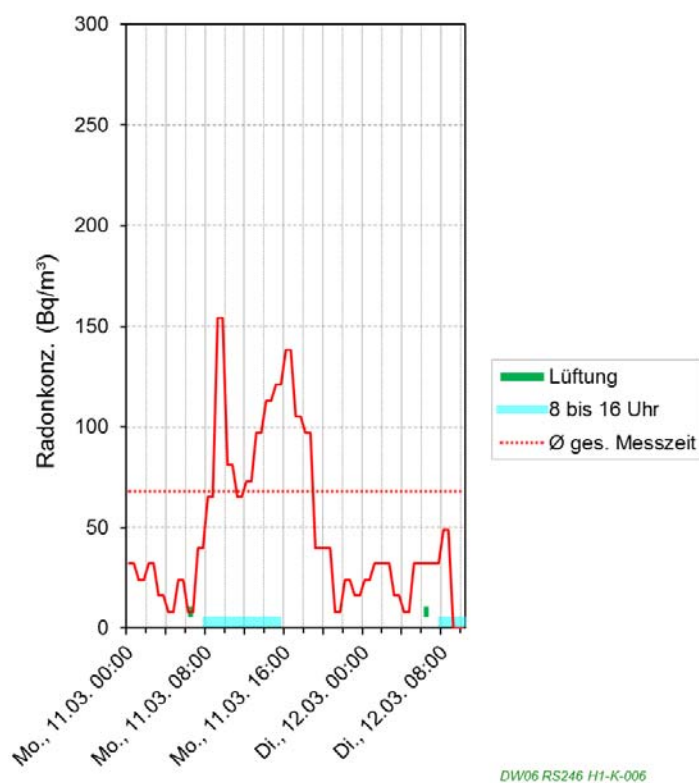
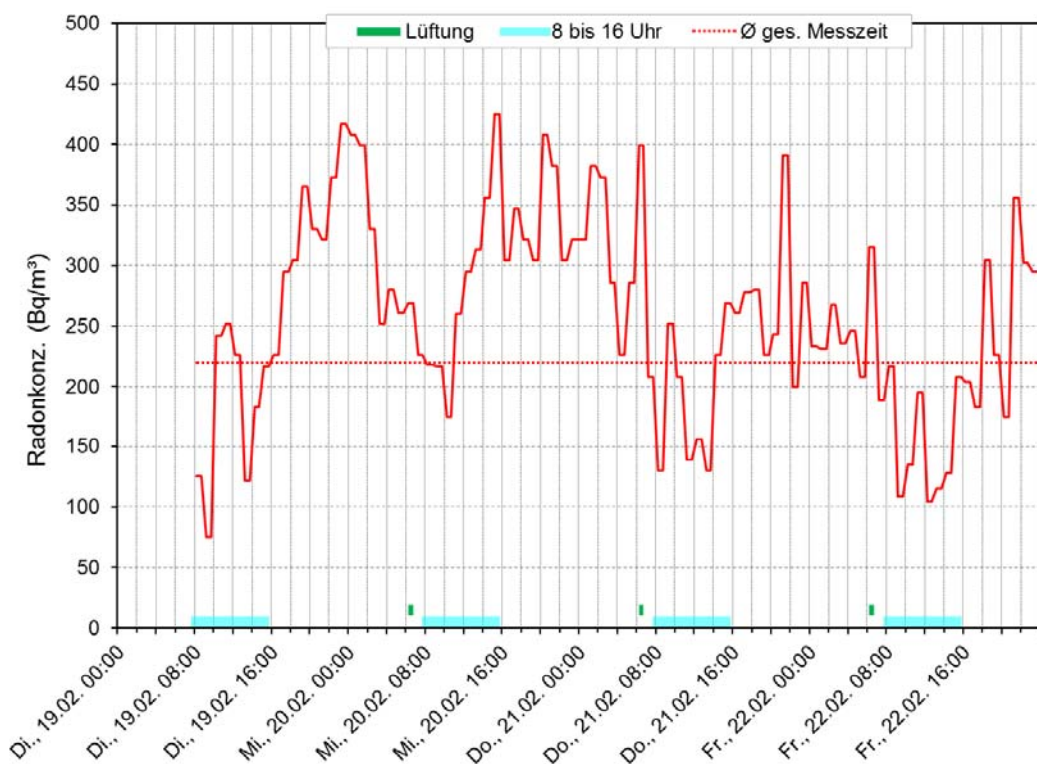
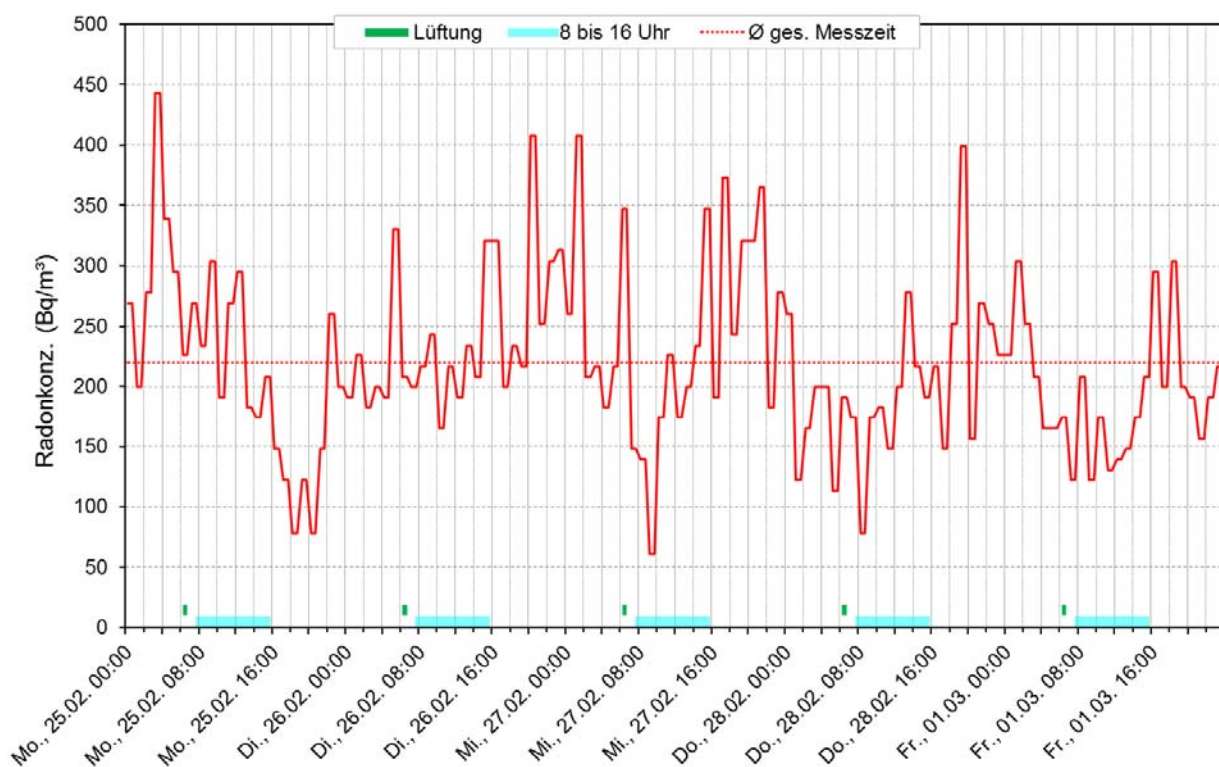


Abb.6d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 006, 4. Woche (11.-12.03.2013)



DW07 RS224 H1-E-102

Abb.7a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 102, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW07 RS224 H1-E-102

Abb.7b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 102, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 17 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

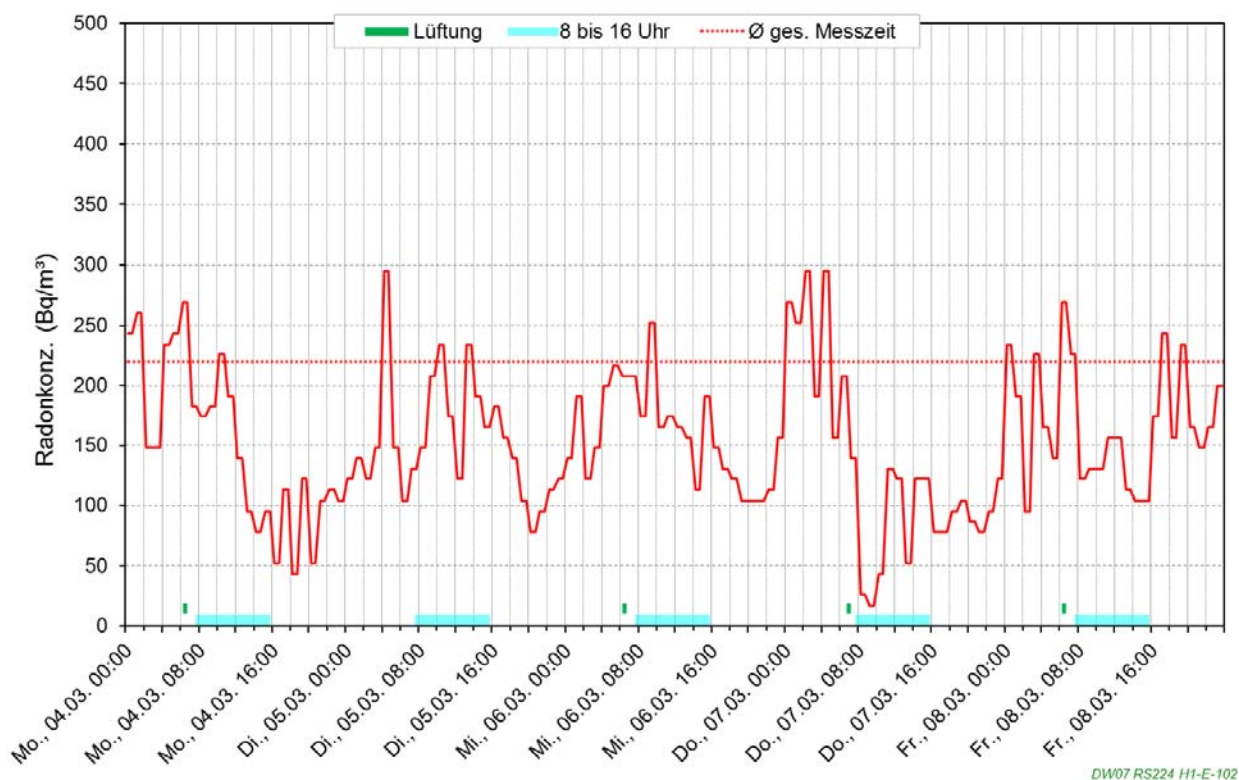


Abb.7c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 102, 3. Woche (04.-08.03.2013)

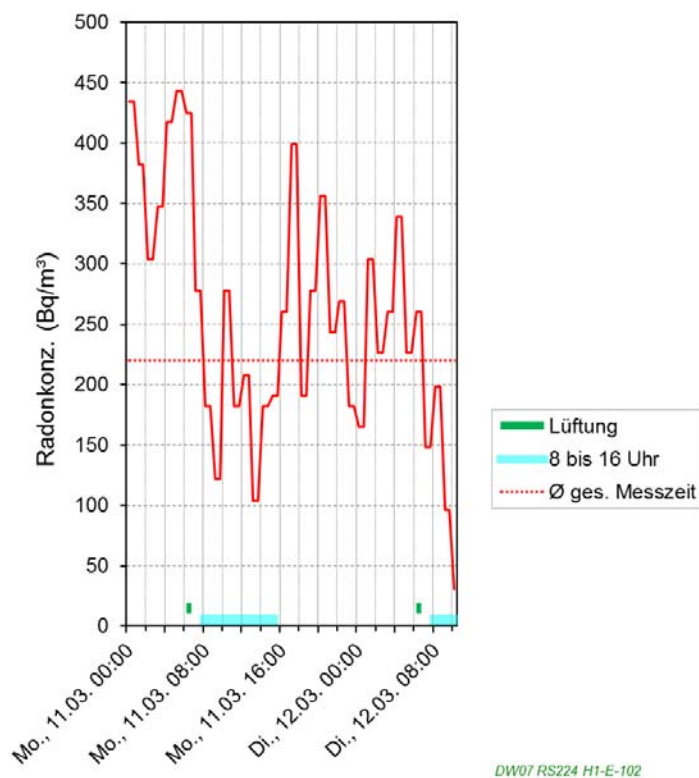
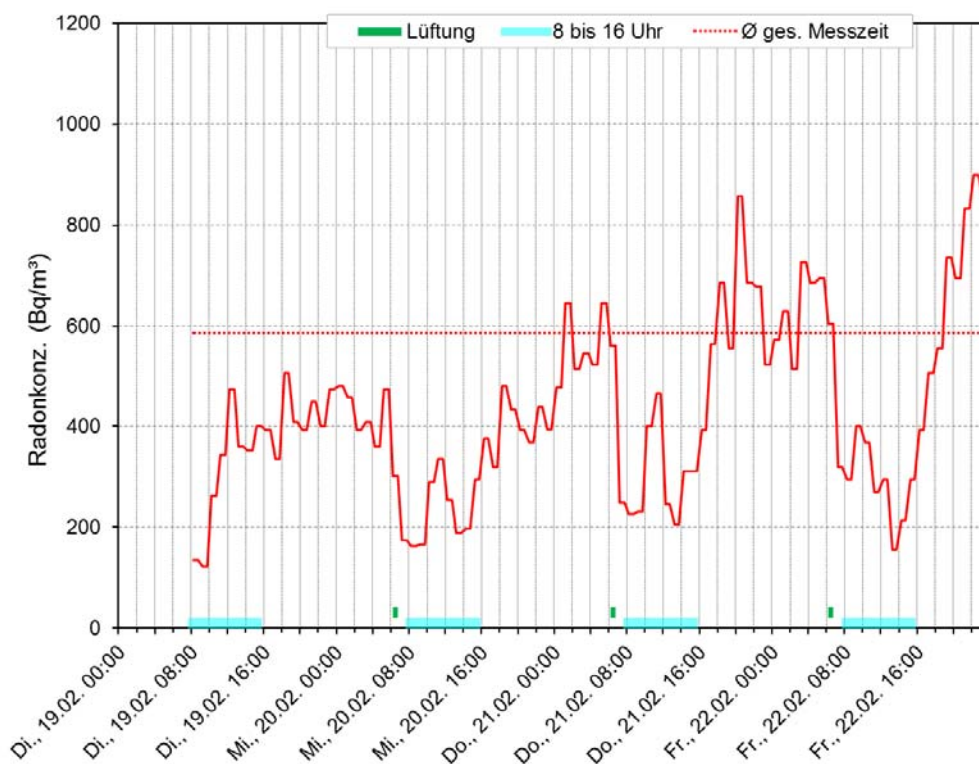
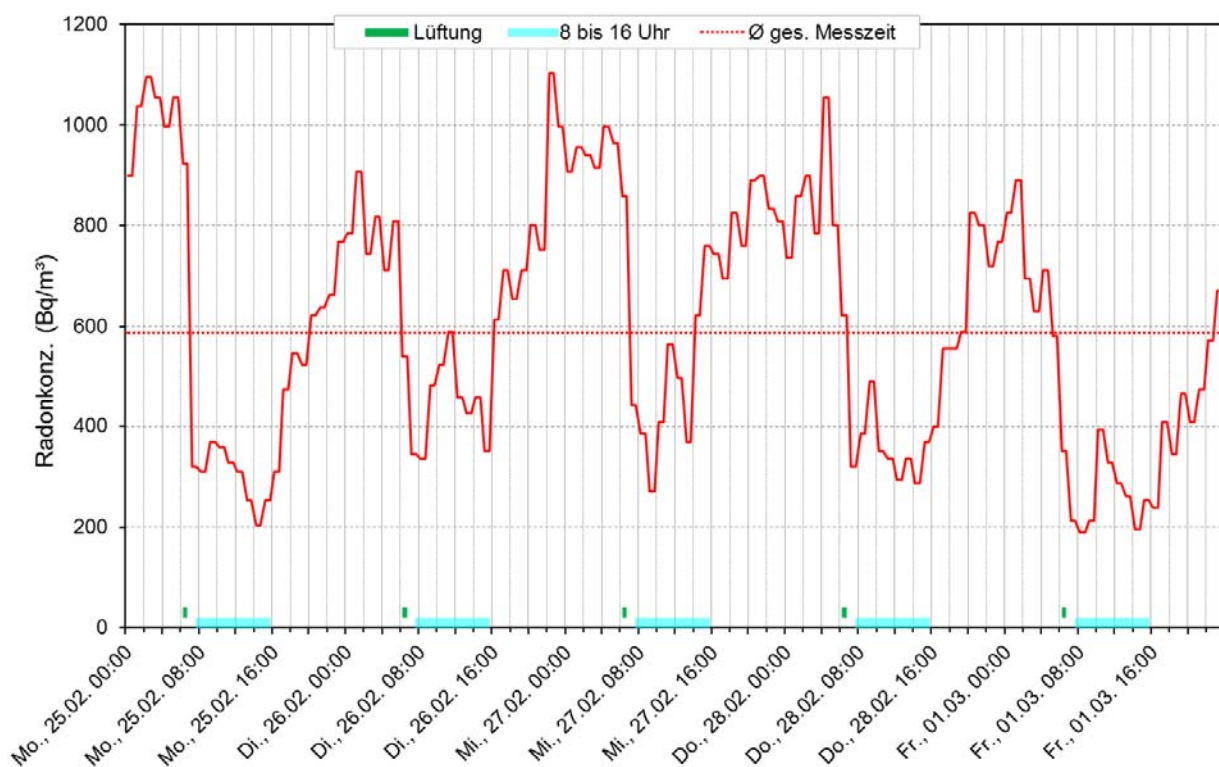


Abb.7d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 102, 4. Woche (11.-12.03.2013)



DW08 RS253 H2-K-042

Abb.8a: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 042, 1. Woche (19.-22.02.2013)



DW08 RS253 H2-K-042

Abb.8b: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 042, 2. Woche (25.02.-01.03.2013)

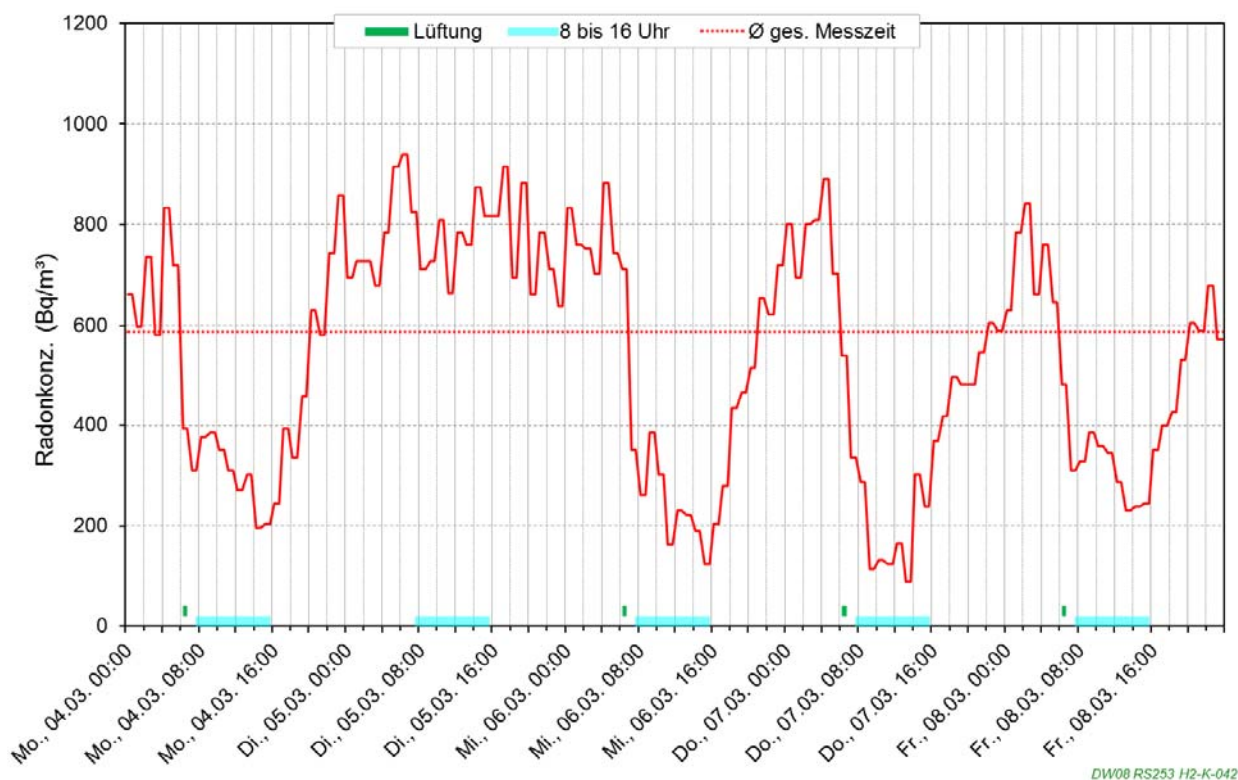


Abb.8c: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 042, 3. Woche (04.-08.03.2013)

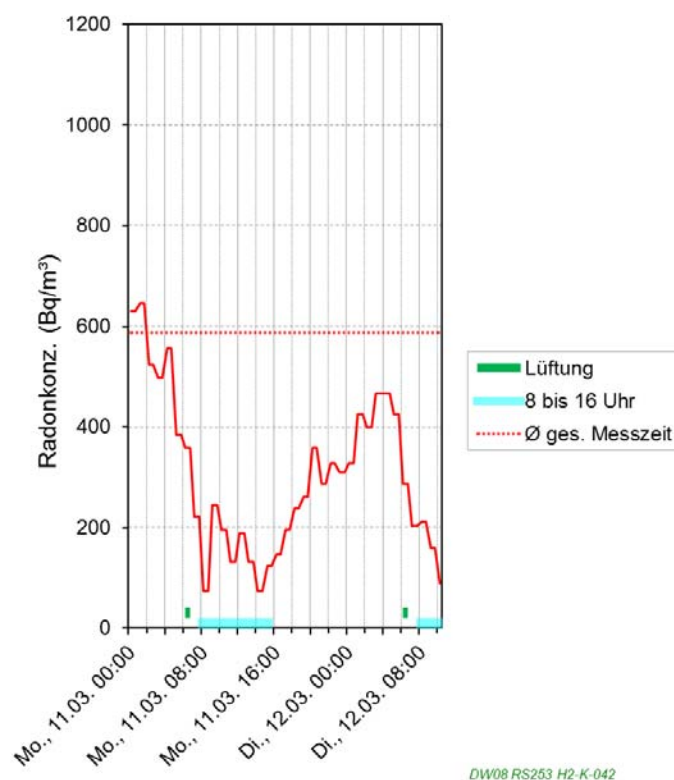


Abb.8d: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentration im Raum 042, 4. Woche (11.-12.03.2013)

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 20 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

3 Bewertung

Die in den insgesamt vier durchgeführten Messkampagnen gewonnenen Ergebnisse erlauben eine vorläufig abschließende und (ergänzend zu den Berichten Ber-Rn-412-1 bis -3) zusammenfassende Bewertung der Radonsituation im untersuchten Objekt und prinzipiell tragfähige Empfehlungen zur Vermeidung erhöhter Innenraum-Radonkonzentrationen in diesem Objekt. Da die gesonderte Behandlung jedes einzelnen Raumes vor dem Hintergrund der praktischen Umsetzbarkeit der Empfehlungen nicht sinnvoll erscheint, wird vorausgesetzt, dass solange kein Lüftungsregime realisiert werden kann, welches spezifisch auf die tatsächlichen Unterrichtsstunden bzw. Aufenthaltszeiten in den betreffenden Räumen abgestimmt ist, eine potentielle Nutzung an Werktagen zwischen 8 und 16 Uhr zu unterstellen ist. Dies ist konform mit dem Prinzip, im Strahlenschutz durch eine gewisse Konservativität sicherzustellen, dass Besonderheiten im Einzelfall möglichst nicht dazu führen, dass das vorgegebene Schutzziel nicht erreicht wird.

Die Ergebnisse der zeitaufgelösten Messungen unter definierten Lüftungsbedingungen zeigen, dass durch gezieltes Lüften in allen Räumen deutliche Absenkungen der Radonkonzentration auch unter winterlichen Bedingungen erreichbar sind. Dennoch wurde nicht durchweg der Zielwert von 400 Bq/m³ (entspricht der in diesem Jahr noch geltenden Empfehlung 90/143/Euratom der Europäischen Kommission von 1990 für bestehende Gebäude) eingehalten, da sich die durch das morgendliche Lüften bewirkte Absenkung der Radonkonzentration nur innerhalb weniger Stunden auswirkt. Dies verdeutlichen besonders die Zeitverläufe der Radonkonzentration in den Räumen 001, 002, 020, 022 und 042 (s. Abb. 1, 2, 4, 5 und 8). Die Wiederholung des Lüftens (praktischerweise) während der Mittagspause würde zu einer erneuten Absenkung führen und sicherstellen, dass während der zu betrachtenden Stunden zwischen 8 und 16 Uhr Radonkonzentrationen in der Nähe bzw. unterhalb von 400 Bq/m³ erreicht werden. Insofern sollte die Einschätzung der Realisierbarkeit des Lüftens in der Mittagspause, das für die Messungen im Februar/März 2013 nicht erfolgte, hinterfragt werden. Entsprechende Festlegungen können nur die Schulleitung oder die Liegenschaftsverwaltung treffen.

Die im 2. Zwischenbericht Ber-Rn-412-2 empfohlenen, genaueren Eintrittspfadsuchen konnten nicht realisiert werden, da die hierfür erforderliche Entfernung der vorhandenen Verkleidungen von Heizungskanälen bisher nicht erfolgt ist. Sollte es hierzu in absehbarer Zeit kommen, so können die betreffenden Messungen noch nachträglich durchgeführt werden. Besonders effektiv wäre es in diesem Zusammenhang, wenn die beauftragte Firma offensichtliche bzw. durch die Messungen festgestellte Undichtigkeiten sofort abdichtet und der Erfolg dieser Maßnahme durch Radonmessungen unmittelbar überprüft würde.

Nach Auskunft der Hausmeister wurden zwischen den Radonmessungen im September 2012 und im Februar/März 2013 Wartungsarbeiten an der Lüftungsanlage im Bereich der Räume 001 bis 003 durchgeführt. Wie ebenfalls im Zwischenbericht Ber-Rn-412-2 angesprochen, ist eine Lüftungsanlage eine wesentliche Komponente für das Verständnis und die Beeinflussung der Radonsituation in einem Gebäude. Allerdings war hierzu keiner der Ansprechpartner vor Ort näher auskunftsfähig, so dass dieser Aspekt in den vorliegenden Auswertungen und der Bewertung nicht berücksichtigt werden konnte.

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Berichte	Ber-Rn-412-4 Ausgabe 01 Seite 21 von 21
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 Abschlussbericht		

Anhang: Beispiel für ein Lüftungsprotokoll

Staatliche Betriebs- gesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Protokolle	Prot-Rn-412-2 Ausgabe 01 Seite 11 von 16
Messprogramm des Freistaates Sachsen zu Radon in öffentlichen Gebäuden: Az. 22-4691.80/7/12-412 - Lüftungs- und Nutzungsprotokoll		

Raum	H1 K022	Verantwortliche:
Nutzung	Werken 2	
Datum	Uhrzeit (von – bis)	Lüften oder andere relevante Aktivität und auch Abweichungen v. Stundenplan d. Raums
20.02. .2013	6 ⁰⁰ – 6 ²⁵	lüften
21.02. .2013	6 ¹⁰ – 6 ³⁵	- " -
22.02. .2013	6 ¹⁵ – 6 ³⁰	- " -
25.02. .2013	6 ⁰⁸ – 6 ²⁸	- " -
26.02. .2013	6 ¹⁵ – 6 ³⁵	- " -
27.02. .2013	6 ²⁰ – 6 ³⁴	- " -
28.02. .2013	6 ¹⁵ – 6 ³⁵	- " -
1.03. .2013	6 ²⁰ – 6 ³⁵	- " -
04.03. .2013	6 ¹⁷ – 6 ²⁴	- " -
06.03. .2013	6 ¹⁰ – 6 ³⁰	
07.03. .2013	6 ⁵³	
08.03. .2013	↘ 6 ¹⁹	- " -
11.03. .2013	6 ²⁰ – 6 ³²	
12.03. .2013	5 ⁵⁹ – 6 ²⁰	
.2013		
.2013		
.2013		

DW 04
Haus 1, K 022
Werken 2
RS 252