

Radonmessungen in Anlagen eines Wasserversorgers



Studie zur Messung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen bei einem Wasserversorgungsunternehmen – 2021

- *Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität RLP (MKUEM)*
- *Landesamt für Umwelt RLP (LfU)*
- *Zweckverband Wasserversorgung Trollmühle*

Ziel der Studie

- Anregung für die Wasserversorgungsunternehmen, mit den nach dem neuen StrlSchG erforderlichen Radonmessungen an den Arbeitsplätzen zu beginnen
(Frist gem. § 127 Abs. 2 Satz 2 StrlSchG → an Arbeitsplätzen mit erhöhter Exposition durch Radon (StrlSchG, Anlage 8) müssen Radonmessungen 18 Monate nach Aufnahme der Betätigung erfolgt sein)
- Praktische Hinweise zur Vorgehensweise bei den Radonmessungen
- Hinweise zur Bewertung und ggfs. zu Sanierungsmaßnahmen
- Ergänzende Erfahrungen zum vergrößerten Messumfang gegenüber der Messkampagne 2003/2004 auf Grund der erweiterten Arbeitsplatzdefinition

Studie zur Messung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen bei einem Wasserversorgungsunternehmen

1. **Kurzvorstellung des Zweckverbandes**
2. **Radon an Arbeitsplätzen – Stufenkonzept gem. StrlSchG**
3. **„Langzeit“-Messungen – Ergebnisse**
4. **Zeitauflösende Messungen – Ergebnisse**
5. **Wie geht es weiter?**



Rahmendaten zum Zweckverband (1)

- Verbandsmitglieder:
 - VG Langenlonsheim-Stromberg vollversorgt; 17 Ortsgemeinden
 - VG Rhein-Nahe teilversorgt; 3 Ortsgemeinden
 - VG Rüdesheim/Nahe teilversorgt; 3 Ortsgemeinden
 - Stadt Bingen teilversorgt; Stadtteil Bingerbrück

- Fläche Versorgungsgebiet: rd. 190 km²
- Versorgte Einwohner 2020: rd. 42.000
- Wassergewinnung mittel (NJ): 2,110 Mio. m³/a
- Wassergewinnung max. (TJ): 2,394 Mio. m³/a (2020)
- Wasserabgabe mittel (NJ): 1,962 Mio. m³/a
- Wasserabgabe max. (TJ): 2,229 Mio. m³/a (2020)
- Mittlerer Tagesbedarf: 5.900 m³
- Tagesspitzenbedarf: 10.700 m³
- Fremdbezug: ---

Rahmendaten zum Zweckverband (2)

- Trinkwassergewinnung:

- Zentrale Trinkwassergewinnung Guldenbachtal: **9 Tiefbrunnen**
(~ 80 % des Wasseraufkommens)
Ausbautiefe 60 bis 190 m
Kluftgrundwasserleiter (Rotliegend-Sandsteine)
- Dezentrale Trinkwassergewinnung: **12 Tiefbrunnen, 2 Quellen**
(~ 20 % des Wasseraufkommens)
Ausbautiefe 25 bis 100 m
Kluftgrundwasserleiter (Quarzite im Hunsrück)

- Trinkwasseraufbereitung:

- **Zentrale Wasseraufbereitungsanlage Windesheim:**
Vorfiltration (Scheibenfilter)
Uranentfernung (Uranex)
Enthärtung (Carix)
Entsäuerung (Riesler)
- **Dezentrale Wasseraufbereitungen in 4 Hochbehältern:**
UV-Desinfektion Rohwasser
Entsäuerung (Kreuzstromverfahren)
Neutralisierung Restkohlendensäure



Rahmendaten zum Zweckverband (3)

- Trinkwasserverteilung:

- Wasserspeicherung: **1 Tiefbehälter**; Volumen 3.000 m³
 17 Hochbehälter; Volumen 50 m³ bis 2.500 m³
 Summe Behältervolumen: ~ 17.400 m³
- **Pumpwerke/
Druckerhöhungsanlagen: 4**
- Leitungsnetz: Transportleitungen ~ 77 km
 Hauptleitungen ~ 310 km
 Hausanschlussleitungen ~ 150 km
 Pump- und Quelleleitungen ~ 18 km
- **Schächte: 154**
 Druckminderschächte, Schieberschächte, Be-/Entlüftungsschächte,...
 (nicht berücksichtigt → Kunden-Zählerschächte)
- Hausanschlüsse – eingebaute Wasserzähler: ~15.100



Rahmendaten zum Zweckverband (4)

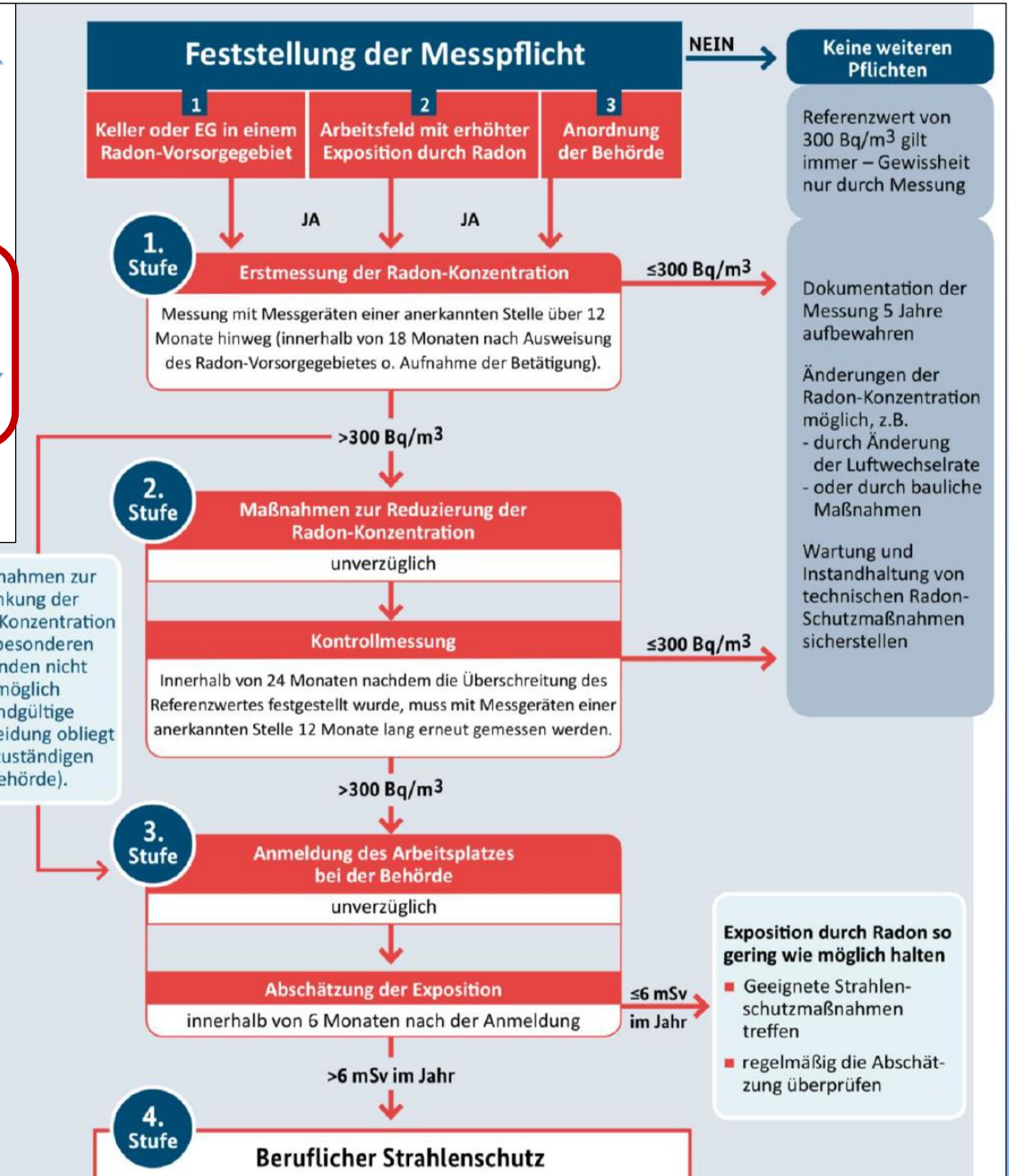
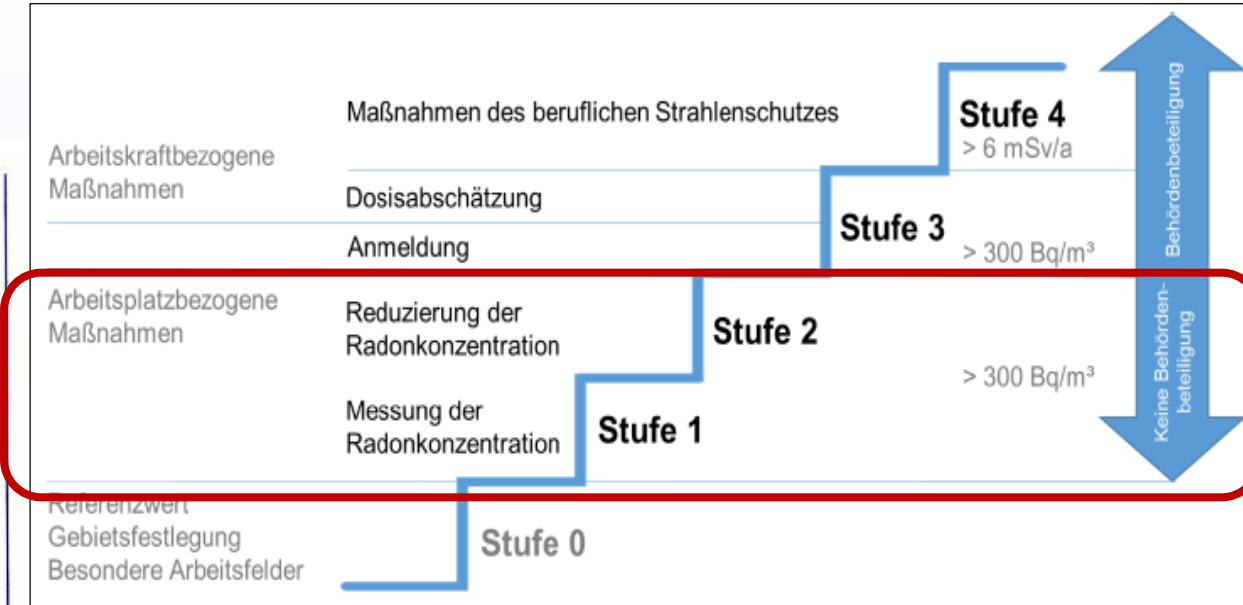
- Personal:

- Beschäftigte beim Zweckverband insgesamt: 33
- **Beschäftigte von Radonbelastungen unmittelbar betroffen: 18**
davon:
 - *Elektromeister/Elektrofachkraft:* 3
 - *Wasser-/Netzmeister:* 2
 - *Monteure/Außendienst:* 12
- **Beschäftigte von Radonbelastungen zeitweilig betroffen: 5**
davon
 - *Abteilungsleitung Technische Verwaltung:* 1
 - *Techniker, Planung Überwachung:* 4

Studie zur Messung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen bei einem Wasserversorgungsunternehmen

1. Kurzvorstellung des Zweckverbandes
2. Radon an Arbeitsplätzen – Stufenkonzept gem. StrISchG
3. „Langzeit“-Messungen – Ergebnisse
4. Zeitauflösende Messungen – Ergebnisse
5. Wie geht es weiter?

Radon an Arbeitsplätzen – Stufenkonzept gem. StrlSchG



Quelle:
Bundesamt für Strahlenschutz
Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen
Dez. 2020



Definition Arbeitsplatz für die Messung der Radonbelastung

- § 5 StrlSchG:
Als Arbeitsplatz wird jeder Ort verstanden, an dem sich eine Arbeitskraft während ihrer Berufsausübung regelmäßig oder wiederholt aufhält
- § 127 StrlSchG:
(1) Wer für einen Arbeitsplatz in einem Innenraum verantwortlich ist, hat ... Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft zu veranlassen, wenn ...
2. die Art des Arbeitsplatzes einem der Arbeitsfelder nach Anlage 8 zuzuordnen ist
- Anlage 8 zu § 127 StrlSchG – Arbeitsfelder mit erhöhter Exposition durch Radon ...
3. Arbeitsplätze in Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung

Clusterbildung der Arbeitsplätze für die Studie

Bereich A: Anlagen/Räume, bei denen aufgrund der Zuordnung Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung davon auszugehen ist, dass hohe Radonkonzentrationen vorliegen

- **Wassergewinnung:**
 - Brunnenschächte, Brunnenkammern/-stuben
 - Quellschächte (*entfallen bei der Studie, da dort regelmäßig lediglich Sichtkontrollen stattfinden*)
- **Zentrale Wasseraufbereitung:**
 - Wasseraufbereitungsanlage unter Berücksichtigung von Konformitätsbereichen
- **Wasserverteilung:**
 - Hoch-/Tiefbehälter – Vorkammern (z. T. mit dezentralen Wasseraufbereitungsanlagen)
 - Hoch-/Tiefbehälter – Wasserkammern; getrennte Messungen bei räumlich getrennten Wasserkammern
 - Pumpwerke, Druckerhöhungsanlagen
 - ausgewählte Schächte → 3 *Druckminderschächte (von 154 Schächten insgesamt)*

Bereich B: Anlagen/Räume, die aufgrund baulicher oder bautechnischer Verbindung zu Anlagen des Bereichs A eine erhöhte Radonkonzentration aufweisen können
Leitwarte (Aufbereitung) – Laborraum (Aufbereitung) – Elektroschalträume (Pumpwerk, Aufbereitung)
– Versammlungsraum (Pumpwerk)

Messpunkte für die Studie insgesamt → 90 (109 mit Ergänzungsmessungen 2022)

(!) Unberücksichtigte Arbeitsplätze: Hausanschlüsse – Kellerräume, begehbare Zählerschächte ...

2 – Radon an Arbeitsplätzen – Stufenkonzept gem. StrlSchG



Studie zur Messung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen bei einem Wasserversorgungsunternehmen

1. Kurzvorstellung des Zweckverbandes
2. Radon an Arbeitsplätzen – Stufenkonzept gem. StrlSchG
3. „Langzeit“-Messungen – Ergebnisse
4. Zeitauflösende Messungen – Ergebnisse
5. Wie geht es weiter?



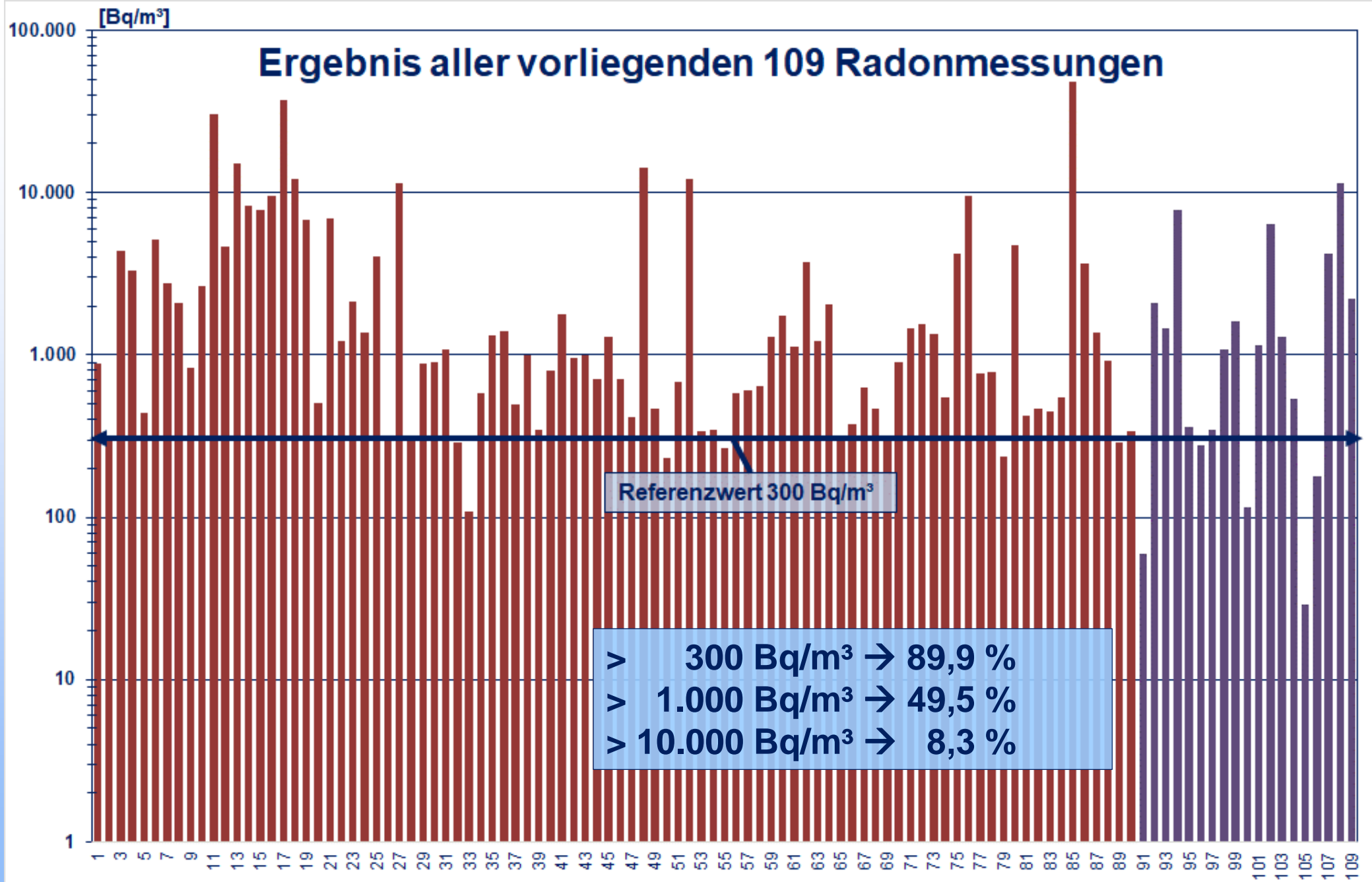
Messverfahren für die Arbeitsplatzmessungen

- **Eingesetztes Messverfahren in der Studie: Elektret-Detektoren**
 - Messung der Spannungsdifferenz auf einer Folie (Teflon) über den Expositionszeitraum
 - Spannungsabfall wird verursacht durch die emittierten Alphateilchen aus dem Zerfall des Rn-222
- **Weiteres Messverfahren: Festkörperspur-Detektoren**
 - Kernspurverfahren → gemessen/gezählt werden Spuren, die die Alphateilchen aus dem Zerfall des Rn-222 auf einem empfindlichen Polymer/Film hinterlassen

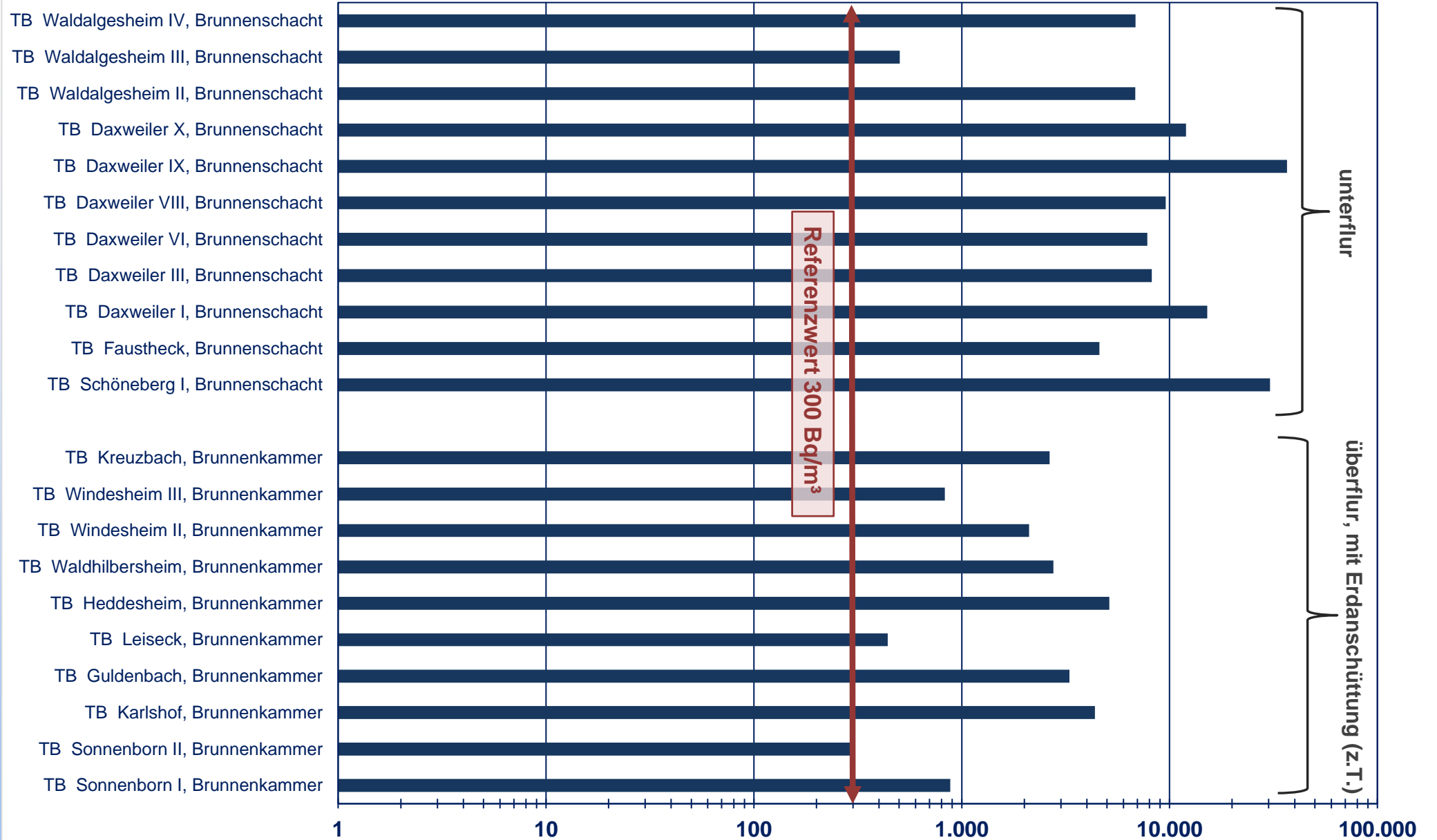


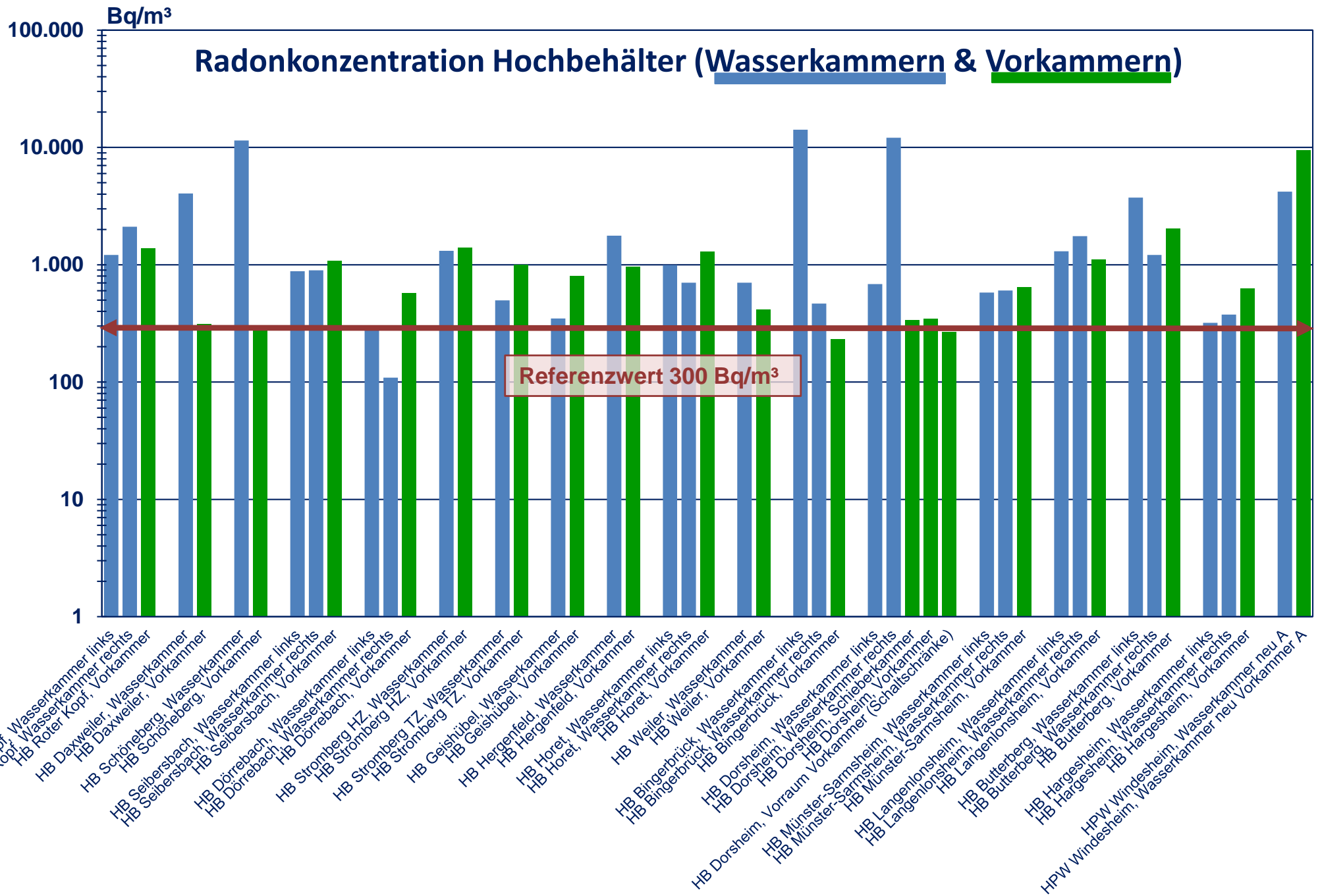
Ablauf der Arbeitsplatzmessungen

- **Auslegen der Elektret-Detektoren (Exposimeter) 29./30. April 2021:**
 - Begehung aller 90 Objekte/Arbeitsplätze gemeinsam mit LfU
 - Auswahl des Aufstellungsortes gem. Herstellervorgaben für die Elektret-Detektoren
 - Dokumentation der Auslegung: Datum – Uhrzeit – Foto (!)
- **Zwischenauslesung nach ~14 Tagen zur Kontrolle (14./17. Mai 2021):**
 - Ergebnis: bei 4 Objekten war die Beladung der Elektret-Detektoren so hoch, dass eine Überexponierung zu befürchten war.
 - Austausch der Elektret-Detektoren sowie Verkürzung der Exponierung an Objekten mit hohen Beladungen um gesicherte Ergebnisse zu erhalten.
- **Einsammeln und Auswertung der Elektret-Detektoren**
 - nach 32 Tagen (Standorte mit hohen Radonkonzentrationen)
 - nach 46 Tagen (alle anderen Standorte)

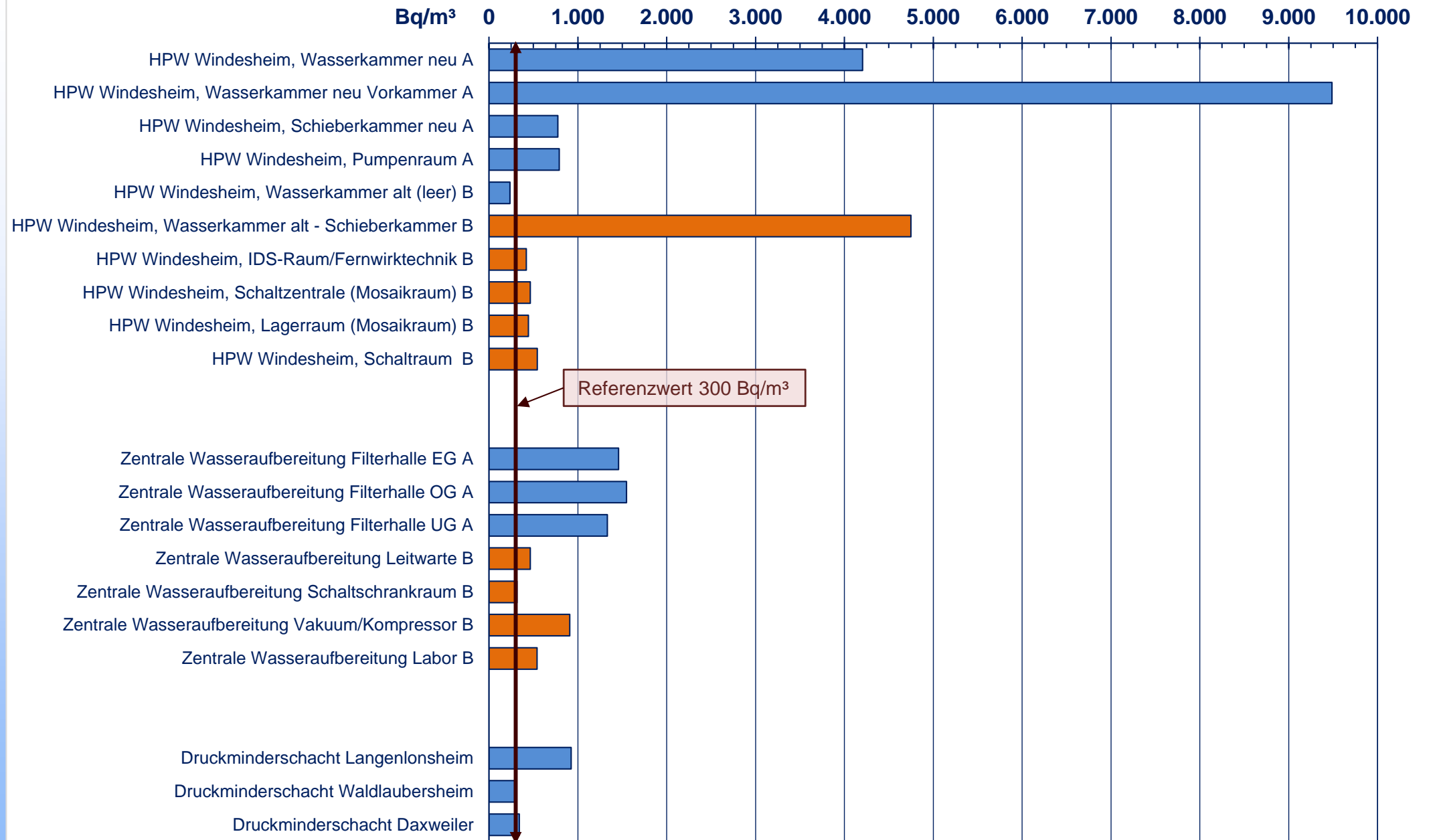


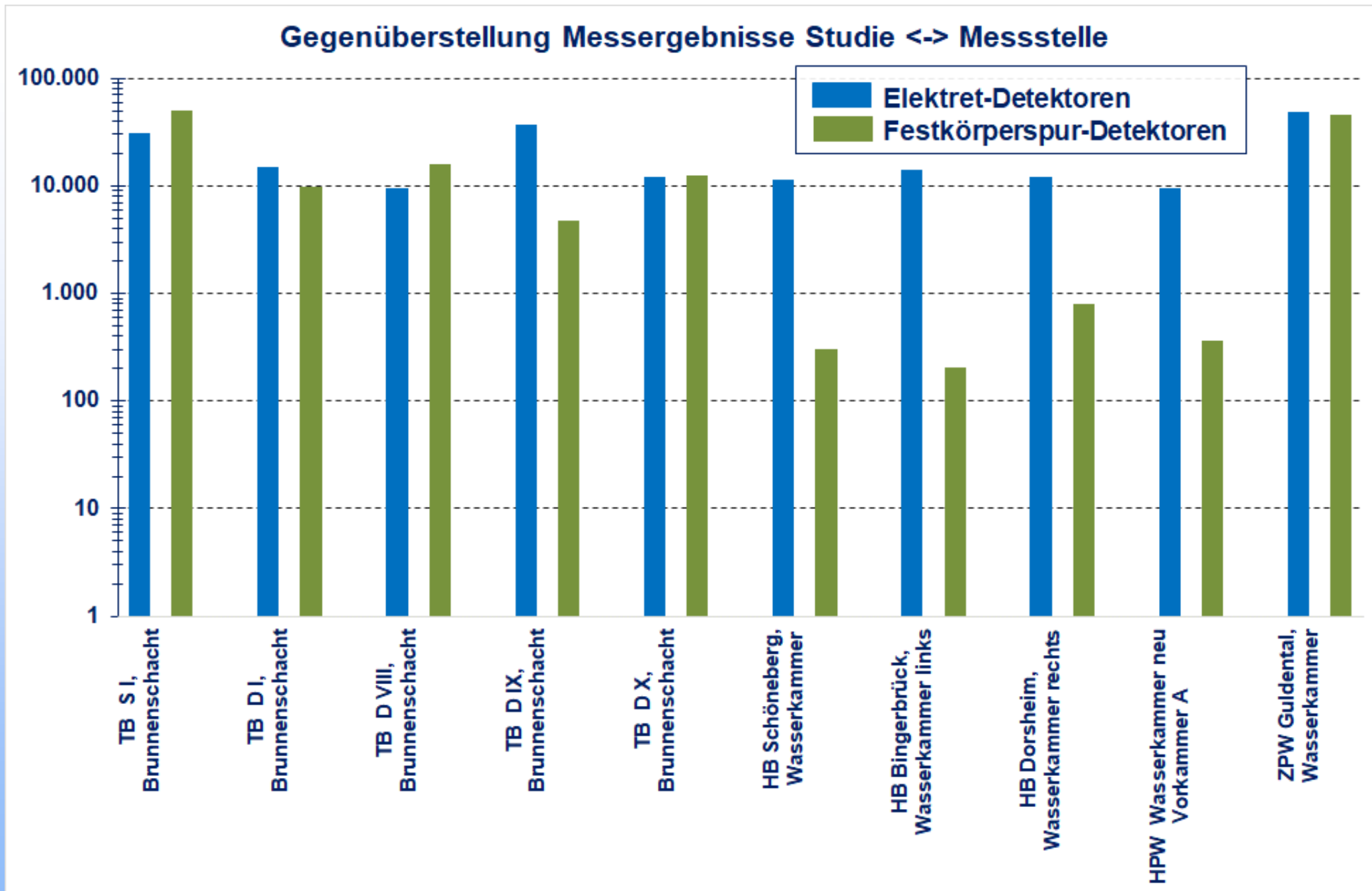
Radonkonzentration Tiefbrunnen [Bq/m³]





Radonkonzentration Hauptpumpwerk - Zentr. Wasseraufbereitung - Druckminderschächte





Fazit Langzeitmessung – erkennbare Problemstellungen

- Rund 90% der Arbeitsplätze weisen einen Referenzwert > 300 Bq/m³ auf

→ StrISchG Stufenkonzept Stufe 2: Maßnahmen zur Reduzierung und Kontrolle

- Für die unverzügliche Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration sind aus logistischen, organisatorischen und auch finanziellen Gründen teilweise längere Zeiträume erforderlich. (z. B. Ausschreibung/Vergabe/ Einbau stationärer Belüftungsanlagen – Umbaumaßnahmen an Anlagen, Behältern etc.)
- Viele der Arbeitsplätze mit erhöhten Radonbelastungen sind lediglich „Kurzarbeitsplätze“, die innerhalb eines Jahres zwar regelmäßig/wiederholt aber nur stundenweise von den Beschäftigten aufgesucht werden. Für diese Arbeitsplätze können aus Gründen der Kosten- und Energieeffizienz auf die Aufenthaltszeit abgestimmte organisatorische und technische Maßnahmen sinnvoller sein.
- Die Erfolgskontrolle solcher Reduzierungsmaßnahmen, die nur zeitlich befristet wirken, entzieht sich jedoch den nach dem Stufenkonzept vorgesehenen Wiederholungsmessungen über 12 Monate.
- Abstimmung der Nachweisführung für die Kontrollmessung mit den Behörden erforderlich.



Fazit Langzeitmessung – erkennbare Problemstellungen

- Rund 90% der Arbeitsplätze weisen einen Referenzwert $> 300 \text{ Bq/m}^3$ auf

→ StrISchG Stufenkonzept Stufe 3:

- Anmeldung des Arbeitsplatzes bei der Behörde
- Expositionsabschätzung für die Beschäftigten

- $> 6 \text{ mSv/Jahr}$ → beruflicher Strahlenschutz
- $< 6 \text{ mSv/Jahr}$ → Exposition so gering wie möglich halten (!)
Geeignete Strahlenschutzmaßnahmen treffen (!)
regelmäßig Abschätzung der Exposition überprüfen
- Belastbarkeit der Abschätzung der Exposition für „Kurzarbeitsplätze“ vor dem Hintergrund potentieller starken Schwankungen der Radonkonzentration in Abhängigkeit von Witterung (z.B. Luftdruck), Bodenfeuchte?
- Inwiefern helfen Personen-/Arbeitsplatzbezogene Messungen?



Exposition & effektive Dosis → personenunabhängig

Ird. Nr.	Objekt	Definition	Raumbezeichnung	Kategorie Arbeitsplatz	Aufenthalt Bewertung / Abschätzung 2021		Dosimeter für Studie	RADON- konzentration 2021	RADON- exposition 2021	Berechnung effektive Dosis (nach BIS 2020-12) 2021	Berechnung Äquivalentdosis A 2021	
					Kommentar	[h/a]						
Wassergewinnung (Brunnen und Quellen)												
1	TB Sonnenborn I	Wassergewinnung	Brunnenkammer	A	zur Brunnenkontrolle u. Probenahme 3-4x/Jahr	4,0	1,0	882	3.528	0,01	0,01	
2	TB Sonnenborn II	Wassergewinnung	Brunnenkammer	A	zur Brunnenkontrolle u. Probenahme 3-4x/Jahr	4,0	1,0	305	1.220	0,00	0,00	
3	TB Karlshof	Wassergewinnung	Brunnenkammer	A	zur Brunnenkontrolle u. Probenahme 3-4x/Jahr	4,0	1,0	4.372	17.488	0,05	0,05	
10	TB Schöneberg I	Wassergewinnung	Brunnenschacht	A	zur Brunnenkontrolle u. Probenahme 3-4x/Jahr	3,0	2,0	30.464	91.392	0,29	0,29	
Wasseraufbereitung (Zentrale Wasseraufbereitung & Behälter mit dezentraler Wasseraufbereitung)												
29	Zentrale Wasseraufbereitung Windesheim (Uranentfernung, Enthärtung, Entsäuerung durch Belüftung) [ca. 80 % des Gesamtwasseraufkommens]	Wasseraufbereitung (mit 3 Speicherkammern)	Leitwarte	B	relevante Aufenthaltszeiten verteilen sich im Wesentlichen auf 7 Pers. (Spira, Bootz, Sinz, Feyand, Pullig, Becker, Schneider)	50,0	1,0	465	23.250	0,07	0,07	
			Schaltschrankraum	B		30,0	1,0	315	9.450	0,03	0,03	
			Vakuum-/Kompressorraum	A		50,0	1,0	908	45.400	0,14	0,14	
			Filterhalle EG	A		50,0	1,0	1.458	72.900	0,23	0,23	
			Filterhalle OG	A		25,0	1,0	1.548	38.700	0,12	0,12	
			Filterhalle UG	A		50,0	1,0	1.331	66.550	0,21	0,21	
			Labor	B		60,0	1,0	542	32.520	0,10	0,10	
			Zwischenspeicher	A		Behälterreinigung	5,0	0,0		0	0,00	0,00
			Eluatspeicher	A		Behälterreinigung	5,0	0,0		0	0,00	0,00
Abwasserspeicher	A	Behälterreinigung	5,0	0,0		0	0,00	0,00				
32	HB Schöneberg	Trinkwasserhochbehälter Wasseraufbereitung [UV-Desinfektion für das Rohwasser TB S 1 und TB Faustheck Entsäuerung mit Aquadosil-Anlage (Belüftung) Neutralisierung der Restkohlenensäure mit Natronlauge (Natriumhydroxid-Lösung)]	Wasserkammer	A	Behälterreinigung	6,0	1,0	11.470	68.820	0,22	0,21	
			Vorkammer	A	Behälterkontrolle, Wartung Aufbereitung	70,0	1,0	302	21.140	0,07	0,07	
Wasserverteilung (Behälter & Pumpwerke)												
34	Hauptpumpwerk Windesheim HPW	Trinkwasserhauptbehälter (2 x 1.500 m³) Pumpwerk	Wasserkammer, neu	A	Behälterreinigung	15,0	1,0	4.204	63.060	0,20	0,20	
			Wasserkammer neu - Vorkammer	A	Kontrolle, Veranstaltungen	5,0	1,0	9.487	47.435	0,15	0,15	
			Schieberkammer, neu	A	Wartung u. Kontrolle	12,0	1,0	775	9.300	0,03	0,03	
			Pumpenraum	A	Pumpenwartung u. -kontrolle	40,0	1,0	791	31.640	0,10	0,10	
			Wasserkammer alt	B	Wartung u. Kontrolle	2,0	1,0	235	470	0,00	0,00	
			Wasserkammer alt - Schieberkammer	B	Wartung u. Kontrolle	2,0	1,0	4.749	9.498	0,03	0,03	
			Schaltschrankraum 1	B	Wartung u. Kontrolle	5,0	1,0	542	2.710	0,01	0,01	
			IDS-Raum/Fernwirktechnik	B	Wartung Fernwirkanlage	50,0	1,0	420	21.000	0,07	0,07	
			Lagerraum Elektro (Mosaikraum)	B	Wartung u. Kontrolle	5,0	1,0	445	2.225	0,01	0,01	
			Schaltzentrale (Mosaikraum)	B	Wartung, Kontrolle, Veranstaltungen	60,0	1,0	700	27.960	0,09	0,09	
			SUMME Dosimeter Studie						94,0		SUMME DOSIS	6,22



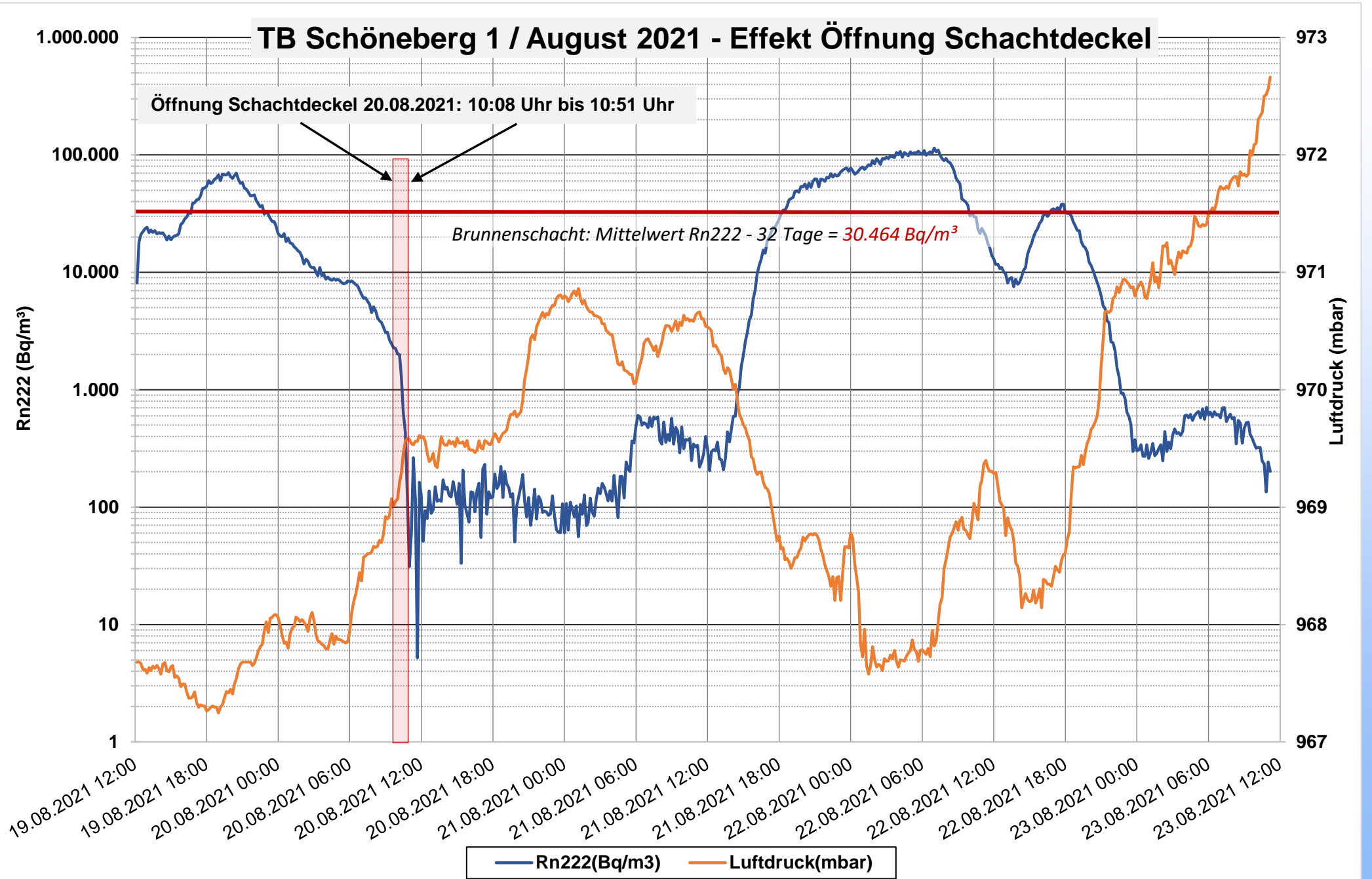
Studie zur Messung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen bei einem Wasserversorgungsunternehmen

1. Kurzvorstellung des Zweckverbandes
2. Radon an Arbeitsplätzen – Stufenkonzept gem. StrlSchG
3. „Langzeit“-Messungen – Ergebnisse
4. Zeitauflösende Messungen – Ergebnisse
5. Wie geht es weiter?

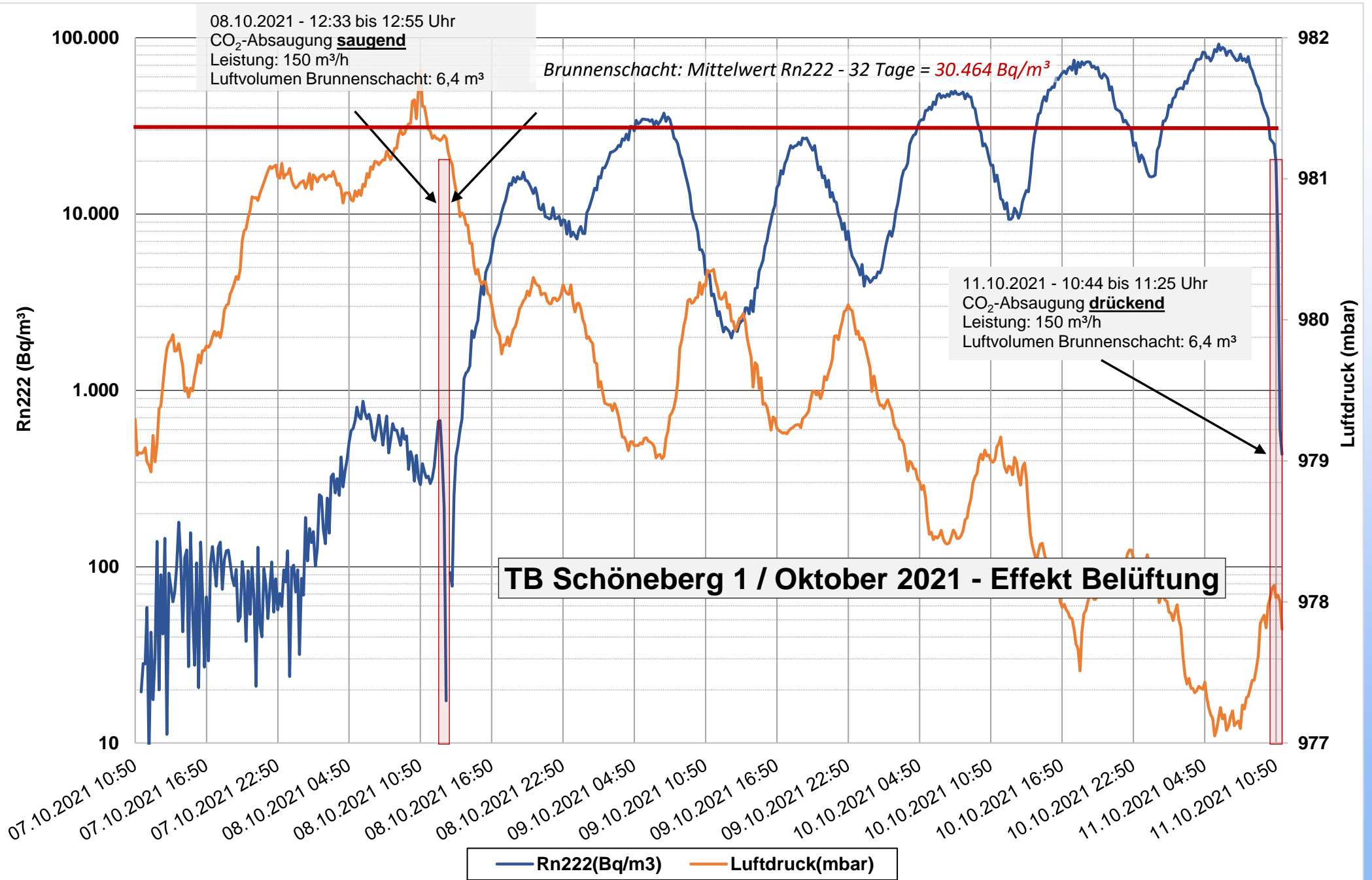
Zeitauflösende Radonmessungen

- Im Nachgang zu den „Langzeit“-Messungen wurden ergänzend an verschiedenen Arbeitsplätzen der Wertschöpfungskette zeitauflösende Messungen durchgeführt. Hierfür wurden Arbeitsplätze mit hohen Radonkonzentrationen herangezogen.
- An einzelnen Arbeitsplätzen wurden dabei unterschiedlich Maßnahmen durchgeführt, um deren Effekt auf die Entwicklung der Radonkonzentration zu ermitteln.
 - Öffnen von Schachtdeckeln
 - Öffnen von Türen
 - Aktive Belüftungsmaßnahmen
 - Reinigung einer Wasserkammer

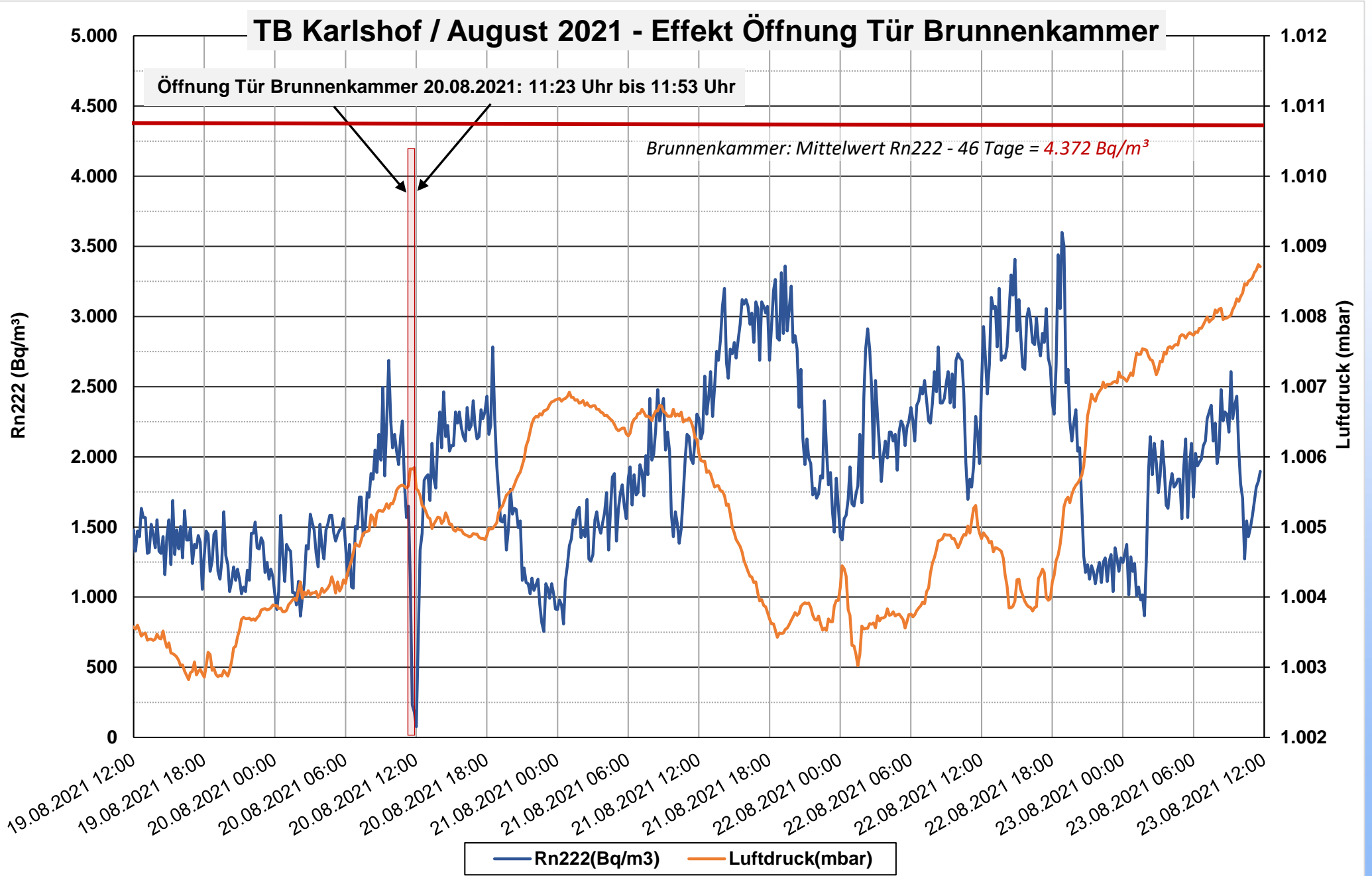
Zeitauflösende Radonmessungen – Auswahl



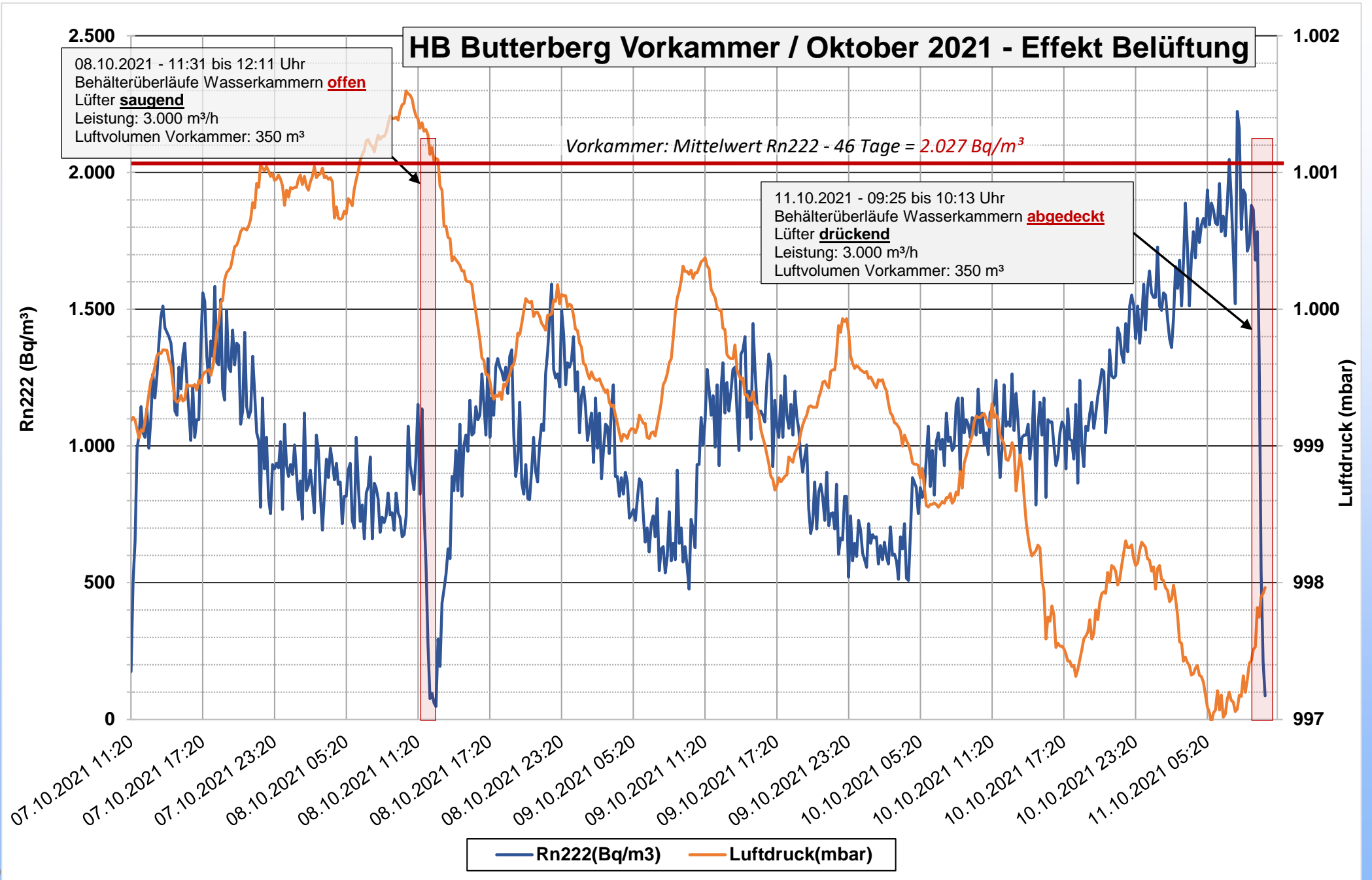
Zeitauflösende Radonmessungen – Auswahl



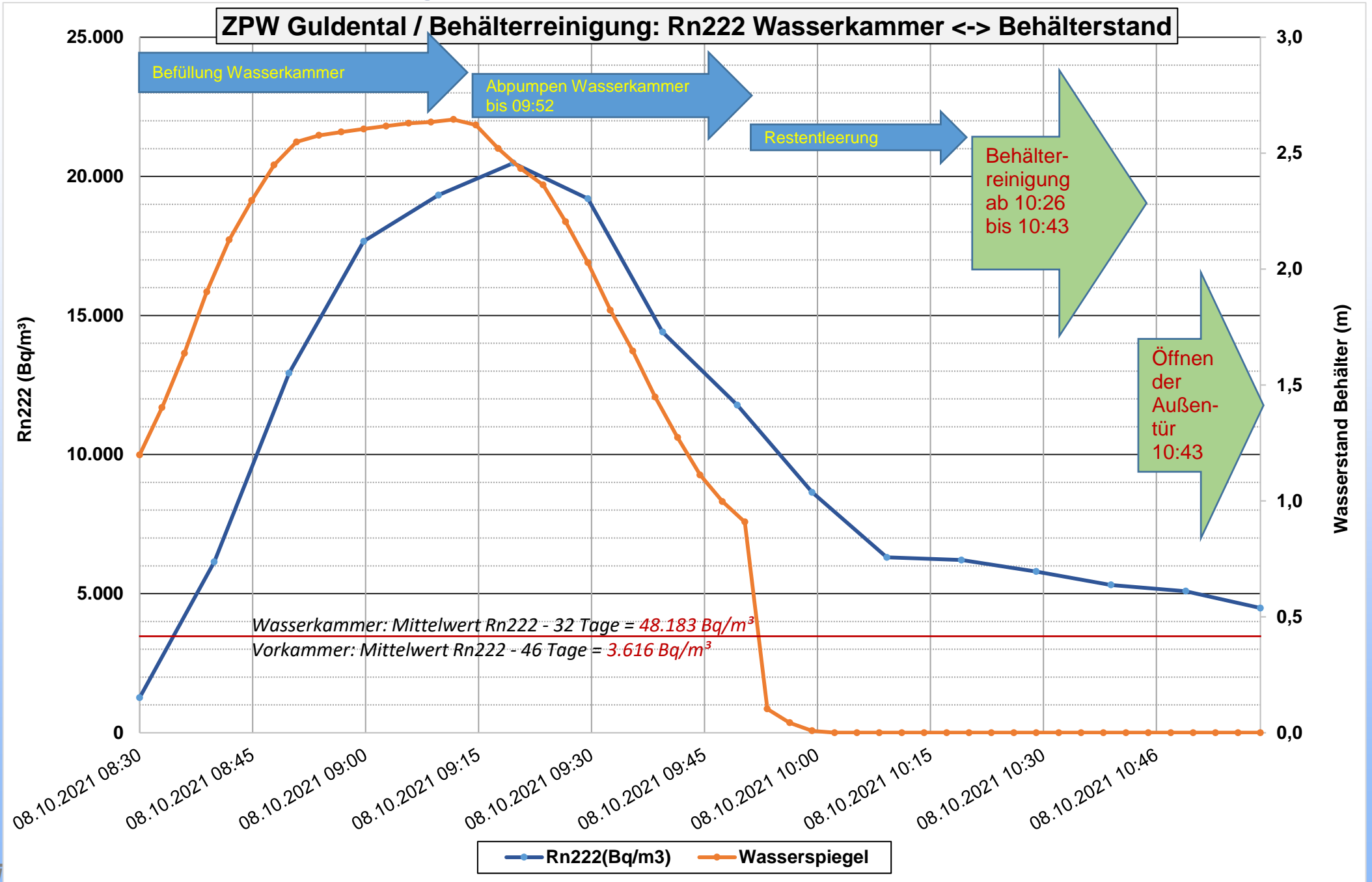
Zeitauflösende Radonmessungen – Auswahl



Zeitauflösende Radonmessungen – Auswahl



Zeitauflösende Radonmessungen – Auswahl



Zeitauflösende Radonmessungen – Erkenntnisse

- ❖ Die Schwankungsbreite der Radonkonzentration ist in den Brunnen deutlich höher als beispielsweise bei den Hochbehältern.
- ❖ Bei Brunnen und Hochbehälter ist eine Abschätzung der Exposition zum Zeitpunkt X ohne radonsenkende Maßnahmen nicht prognostizierbar. Eine Abschätzung über den Mittelwert kann zu einer Unterbewertung der Exposition führen.
- ❖ Die Belüftung über die Zugangswege (Tür/Deckel) führte innerhalb eines vertretbaren Zeitfensters nicht zuverlässig zu einer signifikanten Radonreduktion und ist somit als alleinige Maßnahme ungeeignet.
- ❖ Die Belüftungsmaßnahmen (saugend und drückend) führten sowohl beim Tiefbrunnen als auch im Hochbehälter zu einer signifikanten Radonreduzierung.
- ❖ Die hierfür ermittelte Zeit betrug an allen Messorten 30-40 Minuten.
- ❖ Dieser zeitliche Aufwand ist für den Arbeitseinsatz vor Ort nicht praxistauglich.
- ❖ Unter Berücksichtigung der Trägheit des angewandten Messmodus (Diffusion), ist nicht auszuschließen, dass die angewandten Belüftungsmaßnahmen dennoch innerhalb kürzester Zeit zum gewünschten Ergebnis der Radonreduzierung geführt haben.



Zeitauflösende Radonmessungen – Erkenntnisse

Reinigung Wasserkammer

- ❖ Der Entleerungsprozess bewirkte ein Absinken der Radonkonzentration in der Wasserkammer um ca. 75%. Dies ist erklärt sich durch das Nachströmen von Frischluft aus der Außenluft über die Belüftungseinrichtungen (Kamine).
- ❖ Werden die bei geschlossener und gefüllter Wasserkammer ermittelten Radonkonzentrationen zur Dosisabschätzung verwendet, führt dies zu einer deutlichen Überschätzung der Exposition. Offen bleibt ob die Situation wie im ZPW Guldental generell auf alle Wasserkammern wie z.B. in Hochbehältern oder anderen ZPW's übertragbar ist. Hierbei ist die bauliche Ausführung (Doppelkammer, Einzelkammer) vermutlich eine wichtige Größe, die eine Vergleichbarkeit nicht vorhersehbar macht.
- ❖ Ob und in wie weit radonsenkende Maßnahmen während des Reinigungsprozesses möglich oder sinnvoll sind, ist zu diskutieren (Hygiene).



Wie geht es weiter?

Wiederholung der Radon-Messungen beim Zweckverband mit einer durch das BfS anerkannten Messstelle.

- Auftragsvergabe im Dezember 2021
- Auslegen der Detektoren (Festkörperspur-Detektoren, Kernspurverfahren) an den festgelegten Arbeitsplätzen durch Mitarbeiter des Zweckverbandes Anfang Januar 2022, Dokumentation der Auslegung: Datum – Uhrzeit – Foto (!)
- Dauer der Langzeitmessung wenn möglich 12 Monate entsprechend StrlSchG
- Personen-/Arbeitsplatzbezogene Messungen

Parallel dazu Diskussion für erste Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration an Arbeitsplätzen mit erhöhter Belastung.

(Belüftung, Verschließen von Überläufen in Hochbehältern, organisatorische Maßnahmen, ...)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

