



Datum / Date: **14.06.2013**

Seite 1 von 5 / Page 1 of 5

BfS Vergleichsprüfung für passive Radonmessgeräte 2013: Ergebnisse

BfS Intercomparison of Passive Radon Detectors 2013: Results

Messstelle: <i>Laboratory</i>	CORENTIUM AS Parkveien 53B 0256 Oslo Norway	Laborcode / <i>Laboratory code :</i>	60
Gerätetyp: <i>Type of device</i>	Radonmessgerät mit Halbleiterdetektor <i>Radon measurement device with electronic semi conductor</i> CANARY (STA01)	Set Nummer / <i>Set number:</i>	1
Anzahl der Geräte: <i>Number of devices</i>	18	Geräte-Code: <i>Code of devices</i>	60101 - 60118
Detektortyp: <i>Type of detector</i>	<input type="checkbox"/> Festkörperspurdetektor <i>Solid state nuclear track detector</i>	<input type="checkbox"/> Elektret <i>Electret</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Halbleiterdetektor <i>Electronic semi conductor</i>
Detektormaterial: <i>Detector material</i>	Silicon photo diode	Detektordicke: <i>Detector thickness</i>	0.3 mm
Gesamt-Detektorfläche: <i>Total detector size</i>	100 mm²	Ausgewertete Detektorfläche: <i>Analyzed detector size</i>	100 mm²
Geschlossener Detektor (mit Diffusionsbarriere): <i>Closed dectector (with diffusion barrier)</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	Offener Detektor (ohne Diffusionsbarriere) : <i>Closed deceptor (without diffusion barrier)</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes

Messbereich der Radonexposition:
Measuring range of the exposure to radon

No practical upper level, but radon concentration lower than 10 kBq · m⁻³

Eingangsdatum der Messergebnisse:
Date of receipt of results

21.03.2013

Datum:
Date

14.06.2013

Fachgebietsleiter SW 1.3:
Head of Section SW 1.3


Dr. J. Döring

Leiter des
Kalibrierlaboratoriums:
*Head of the calibration service
laboratory*


Dr. V. Schmidt

Bearbeiterin:
Person in charge


E. Foerster

Verfahren der Vergleichsprüfung / Procedure:

Die Vergleichsprüfung wurde im Kalibrierlaboratorium des BfS durchgeführt. Das Laboratorium ist bei der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) unter der Nummer D-K-15063-01-00 für die Kalibrierung von Geräten zur Messung der Aktivitätskonzentration von Radon-222 in Luft und der potenziellen Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte (PAEC) akkreditiert. Alle für die Vergleichsprüfung relevanten Messungen unterliegen einem akkreditierten Qualitätsmanagementsystem und sind auf die jeweiligen nationalen Normale zurückgeführt.

Es wurden vier Radon-222-Referenzatmosphären in verschiedenen Edelstahlbehältern erzeugt und die Radon-222-Aktivitätskonzentration mit Gebrauchsnorm-Messeinrichtungen ermittelt. Als Gebrauchsnormale wurden Szintillationskammern verwendet, deren Kalibrierung über ein Bezugsnormale auf das nationale Normal zurückgeführt ist.

Die von der Messstelle eingesandten Geräte wurden in 5 Gruppen mit jeweils bis zu 7 Geräten aufgeteilt. Messgeräte mit Elektretdetektoren wurden in 4 Gruppen mit jeweils bis zu 6 Geräten aufgeteilt. Eine Messgerätegruppe wurde zur Bestimmung der Transport- und Lagerungseffekte verwendet (Transitgruppe). Die verbleibenden Gruppen wurden jeweils den verschiedenen Referenzatmosphären ausgesetzt. Nach Abschluss aller Expositionen wurden die Geräte ohne Bekanntgabe der Expositionsdaten zur Auswertung an die Messstelle zurückgesandt.

Die Expositionsdaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Das Datum gibt den Zeitraum an, in dem die Messgeräte in den Referenzatmosphären exponiert wurden. Der Parameter $C_{Rn,Ref}$ ist der Mittelwert der Radon-222-Aktivitätskonzentration während der Expositionszeit t und $P_{Rn,Ref}$ die Radonexposition, die sich aus dem Produkt aus $C_{Rn,Ref}$ und t ergibt (Angabe in der Tabelle als gerundeter Wert). Die erweiterte relative Messunsicherheit der Radon-222-Aktivitätskonzentration (U) ergibt sich aus der Standardmessunsicherheit multipliziert mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ (95% Vertrauensbereich). Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 [1] und GUM [2] ermittelt. Zur Charakterisierung der Referenzatmosphäre sind die Mittelwerte der Temperatur (T), der relativen Luftfeuchtigkeit ($r.H.$) und des Luftdrucks (p) angegeben.

The intercomparison was carried out in the BfS Radon Calibration Service Laboratory. The laboratory is accredited by the German accreditation body Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS, registry no. D-K-15063-01-00) for the calibration of devices measuring the activity concentration of radon-222 in air and the potential alpha energy concentration of the short-lived radon decay products. All relevant measurements concerning the intercomparison are subject to an accredited quality management system.

Radon-222 reference atmospheres were generated in several stainless steel containers. Scintillation cells being traceable to the national standard were used as working standards to monitor the radon-222 activity concentration.

Passive radon monitors submitted by the participant were separated into 5 groups with up to 7 devices each. Monitors with electret detectors were separated into 4 groups with 6 devices each. One of the groups was used as a transit group to determine effects of transport and storage. Each of the remaining groups was exposed in one of the reference atmospheres. The devices were returned to the laboratory without specification of the exposure data after all exposures were accomplished.

Exposure data are summarised in table 1. The exposure interval is given in the date column. $C_{Rn,Ref}$ is the mean activity concentration of radon-222 during exposure time t , and $P_{Rn,Ref}$ is the exposure to radon as product of $C_{Rn,Ref}$ and t (given in rounded figures in the table).

U is the extended relative uncertainty of the radon-222 activity concentration resulting from the standard uncertainty of measurement multiplied with a coverage factor $k = 2$ (95% confidence interval) in accordance with DAkkS-DKD-3 [1] and GUM [2]. Additionally mean values of temperature (T), relative humidity ($r.H.$) and air pressure (p) of reference atmospheres are given.

Tabelle 1: Expositionsdaten / Table 1: Exposure data

Exposi- tions- gruppe <i>Exposure group</i>	Datum von – bis <i>Date from - to</i>	t in h	$C_{Rn,Ref}$ in $Bq \cdot m^{-3}$	Volumen/ <i>Volume *</i> in m^3	$P_{Rn,Ref}$ in $kBq \cdot h \cdot m^{-3}$	U in %	T in °C	r.H. in %	p in hPa
1	19.02. – 28.02.2013	215,2	836	11	180	12	24	19	1015
2	19.02. – 07.03.2013	385,7	2723	0,4	1050	7			
3	01.03. – 13.03.2013	290,9	3781	11	1100	7			
4	22.02. – 11.03.2013	414,2	6837	0,4	2832	7			

*) Volumen des Kalibrierbehälters / *Volume of the calibration container***Lagerbedingungen der Transitgruppe/ Storage conditions of the transit group**

Zu Beginn der Vergleichsprüfungen wurden alle Radonmessgeräte ausgepackt und im messbereiten Zustand in einen Raum mit geringer Radon-222 Aktivitätskonzentration gebracht (Lageraum). Die Messgeräte der Transitgruppe wurden über den gesamten Zeitraum der Vergleichsprüfung (24 Tage) in diesem Raum gelagert. Alle anderen Geräte wurden vor und nach der Exposition in den Referenzatmosphären ebenfalls im Lageraum aufbewahrt. Am Ende der Vergleichsprüfungen wurden alle exponierten und Transit-Radonmessgeräte zur gleichen Zeit aus dem Lageraum entnommen und verpackt. Die Parameter der Atmosphäre im Lageraum sind in Tabelle 2 dargestellt.

At the beginning of the intercomparison all radon measurement devices were unpacked, made ready for measurement and brought into a room with low radon-222 activity concentration (storage room). The devices of the transit group were stored over the entire period of intercomparison (24 days) in this storage room. All other devices were stored in this room before the beginning and after the end of the exposures in reference atmospheres. At the end of the intercomparison all exposed and transit devices were removed from the storage room and re-packed at the same time. The parameters of the atmosphere in the storage room are given in table 2.

Tabelle 2: Parameter der Atmosphäre des Lagerraums / Table 2: Parameters of the atmosphere in the storage room

C_{Rn} [$Bq \cdot m^{-3}$]	$C_{Rn,EG}$ [$Bq \cdot m^{-3}$]	r.H. [%]	$U_{r.H.}$ [%]	T [°C]	U_T [K]	p [hPa]	U_p [hPa]	$\dot{H}^*(10)$ [$nSv \cdot h^{-1}$]	$U_{\dot{H}^*(10)}$ [$nSv \cdot h^{-1}$]
4	5	29	8	18	0,6	1012	1	38	5

Der Parameter C_{Rn} ist die mittlere Radon-222-Aktivitätskonzentration, die während der Lagerung der Messgeräte im Lageraum ermittelt wurde. $C_{Rn,EG}$ ist die Erkennungsgrenze der verwendeten Messeinrichtung. In der Tabelle sind weiterhin die Klimabedingungen während der Lagerzeit angegeben: Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit (r.H.) erweiterte Messunsicherheit $U_{r.H.}$ (k=2), Mittelwert der Temperatur (T) und erweiterte Messunsicherheit der Temperatur U_T (k=2), Mittelwert des Luftdrucks (p) und erweiterte Messunsicherheit des Luftdrucks U_p (k=2). Der Parameter $\dot{H}^*(10)$ ist die mittlere Umgebungsäquivalentdosisleistung, gemessen mit einer NBR-Sonde, mit der erweiterten Messunsicherheit $U_{\dot{H}^*(10)}$ (k=2).

C_{Rn} is the mean radon activity concentration determined during the storage of instruments in the storage room. $C_{Rn,EG}$ is the detection limit of the measuring system used for monitoring. Furthermore, in the table are given the mean value of relative humidity (r.H.), expanded relative measurement uncertainty of relative humidity $U_{r.H.}$ (k=2), mean value of temperature (T), expanded measurement uncertainty of temperature U_T (k=2), mean value of air pressure (p) and expanded measurement uncertainty of air pressure U_p (k=2) during the storage of instruments. The parameter $\dot{H}^(10)$ is the mean ambient dose rate, measured with a NBR detector, with the expanded measurement uncertainty $U_{\dot{H}^*(10)}$ (k=2).*

Messergebnisse / Measurement results:

Die Messstelle hat die Werte der Radonexposition für jedes Gerät ermittelt und dem BfS mitgeteilt. Diese Messergebnisse sind in Tabelle 3 entsprechend der Zugehörigkeit zur Expositionsgruppe dargestellt. Für die Expositionsgruppen 1 bis 4 sind die Referenzwerte der Radonexposition $P_{Rn,Ref}$ angegeben. Jeder Referenzwert ist auf das nationale Normal zurückgeführt und wird als der richtige Wert der Radonexposition betrachtet.

Die Messstelle erhielt keine Information darüber, welche Geräte zu welcher Expositionsgruppe gehören. Nur die Detektor-Nummern der Transitgruppe wurden bekannt gegeben. Die Transitgruppe umfasst die Messgeräte, welche den gleichen Transport- und Lagerungsbedingungen ausgesetzt waren, jedoch nicht in den Referenzatmosphären exponiert wurden. Es lag in der Verantwortung der Messstelle, den Transit-Nulleffekt bei der Auswertung in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

Für die Expositionsgruppen 1 bis 4 und die Transitgruppe wurden jeweils Mittelwerte und Standardabweichungen der ermittelten Radonexpositionen berechnet und angegeben.

Die relative Messabweichung ist die Differenz aus dem Mittelwert der Radonexposition der Geräte der Expositionsgruppe und der Referenzexposition bezogen auf die Referenzexposition (Angabe in Prozent). Sie wurde für die Expositionsgruppen 1 bis 4 berechnet.

Mittelwert, Standardabweichung und relative Messabweichung wurden in der durch die Nachkommastellen angezeigten Genauigkeit berechnet.

The laboratory has determined the values of radon exposure for each device and reported to the BfS. These measurement results are given in table 3 according to the affiliation of the exposure group. For exposure groups 1 to 4 the values of the reference exposure to radon $P_{Rn,Ref}$ are given. Each reference value is traced back to the national standard and is considered to be the conventional true value used for the exposure group.

The laboratory was not informed, which devices belong to which exposure group. Only the detector numbers of the devices of the transit group were announced. The transit group comprises devices which were transported and stored under the same conditions as all other monitors, but were not exposed in reference atmospheres. It was the responsibility of the laboratory to take account of the transit background.

Mean value and standard deviation of the determined radon exposures were calculated for each exposure group and the transit group as well.

The relative error is the difference between the mean value of exposure and the reference exposure related to the reference exposure (given in percent). It was calculated for exposure groups 1 to 4.

Mean value, standard deviation, and relative error were calculated in the accuracy indicated by decimal places.

Literaturangaben / References:

- [1] DAkKS-DKD-3 "Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen", 2010, Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH, Braunschweig, -German translation of publication EAL-R2 „Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration“
- [2] Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen (*Guide to expression of uncertainty in measurement*), 1. Auflage 1993, Überarbeitung und Nachdruck 1995, International Organization for Standardization (Genf, Schweiz)



**BfS Vergleichsprüfung für passive Radonmessgeräte 2013: Ergebnisse /
 BfS Intercomparison of Passive Radon Detectors 2013: Results**

Bundesamt für Strahlenschutz

Datum / Date: **14.06.2013**
 Seite 5 von 5 / Page 5 of 5

Laborcode/ Laboratory code: **60** Set Nummer / Set number: **1** Prüfcode / Test code: **H1**

Expositionsgruppe/ Exposure group	1		2		3		4	
	Messgeräte-Code/ Code of device	Anzeigewert/ Indication [kBq·h / m ³]	Messgeräte-Code/ Code of device	Anzeigewert/ Indication [kBq·h / m ³]	Messgeräte-Code/ Code of device	Anzeigewert/ Indication [kBq·h / m ³]	Messgeräte-Code/ Code of device	Anzeigewert/ Indication [kBq·h / m ³]
Referenzwert der Rn-222-Exposition/ Reference exposure to radon-222 $P_{Rn,Ref}$ [kBq·h·m ⁻³]	180		1050		1100		2832	
Nummer / Number								
1	60108	13.4	60106	176.6	60101	1049		
2	60110	14.4	60107	175.6	60102	1038		
3	60112	13.4	60109	162.2	60103	1037	nicht exponiert/ not exposed	
4	60113	16.5	60111	149.8	60104	1098	nicht exponiert/ not exposed	
5	60114	18.6	60116	179.7	60105	1066		
6	60117	15.5	60118	164.3	60115	1076		
Mittelwert/ Mean value [kBq·h·m ⁻³]		15.3		168.0		1060.7		
Standardabweichung/ Standard deviation [%]		13.2		6.8		2.3		
Relative Messabweichung / Relative error [%]				-6.6		-3.6		

Der Expositionswert der Radon-Messgeräte der Transitgruppe wurde bei der Auswertung durch den Teilnehmer berücksichtigt. / Ja / Yes

The exposure value of the radon measurement devices of the transit group has been taken into account by the participant. Nein / No