

Bundesamt für Strahlenschutz
 Radon-Kalibrierlaboratorium
 Köpenicker Allee 120 – 130
 10318 Berlin



akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-K-15063-01-00

Kalibrierschein
 Calibration certificate



Kalibrierzeichen
 Calibration mark

1065
D-K- 15063-01-00
2017-02

<p>Gegenstand <i>Object</i></p> <p>Hersteller <i>Manufacturer</i></p> <p>Typ <i>Type</i></p> <p>Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i></p> <p>Auftraggeber <i>Customer</i></p> <p>Auftragsnummer <i>Order No.</i></p> <p>Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i></p> <p>Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i></p>	<p>Radonmessgerät / Radon measuring instrument</p> <p>SARAD GmbH</p> <p>Radon Scout Home</p> <p>RSCH-00024</p> <p>SARAD GmbH Wiesbadener Straße 10 01159 Dresden</p> <p>518</p> <p>4</p> <p>13.02.2017</p>	<p>Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.</p> <p><i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i></p>
---	--	--

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

<p>Datum <i>Date</i></p> <p>24.02.2017</p>	<p>Leiterin des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i></p> <p> E. Foerster</p>	<p>Bearbeiter/ Bearbeiterin <i>Person in charge</i></p> <p> S. Jungto</p>
--	---	---

• **Kalibrierverfahren/ Calibration procedure**

Das zu kalibrierende Radon-Messgerät (Kalibriergegenstand) wird in einen Kalibrierbehälter aus Edelstahl gebracht (Volumen siehe unter „Messbedingungen“), in welchem sich eine Radon-222-Atmosphäre befindet. Die Radon-Aktivitätskonzentration im Kalibrierbehälter ist vor und während des Kalibrierzeitraums annähernd konstant. Der Referenzwert der Radon-222-Aktivitätskonzentration im Kalibrierbehälter (C_{Ref}) wird mit Szintillationskammern bestimmt (Gebrauchsnorm), deren Kalibrierung über ein Bezugsnorm auf das nationale Normal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zurückgeführt ist. Nach Erreichen des Gleichgewichts der Anzeigewerte des Kalibriergegenstandes beginnt der Kalibrierzeitraum mit einer definierten Dauer (t_M). Aus den einzelnen Anzeigewerten des Kalibriergegenstandes während des Kalibrierzeitraums wird der arithmetische Mittelwert C_M berechnet. Durch Probenahme mittels Gebrauchsnorm im Kalibrierzeitraum wird der Referenzwert (C_{Ref}) bestimmt. Der Gerätenulleffekt des Kalibriergegenstandes (C_0) wird durch Spülung mit Stickstoff separat bestimmt. Die Differenz aus Mittelwert und Gerätenulleffekt des zu kalibrierenden Messgerätes ($C_M - C_0$) wird mit dem Referenzwert C_{Ref} für jeden Kalibrierzeitraum verglichen (siehe „Messergebnisse“). Das Ergebnis der Kalibrierung wird als Verhältnis des Referenzwertes zur Differenz aus Mittelwert und Gerätenulleffekt des Kalibriergegenstandes $k_M = C_{Ref}/(C_M - C_0)$ angegeben (Kalibrierfaktor). Folgende erweiterte Messunsicherheiten ($k=2$) sind in der Ergebnistabelle angegeben:

- $U(C_{Ref})$ Messunsicherheit der Referenzwerte C_{Ref}
 $U(C_M - C_0)$ statistische Messunsicherheit der Messwerte des Kalibriergegenstandes ($C_M - C_0$)
 $U(k_M)$ Messunsicherheit des Kalibrierfaktors, berechnet durch quadratische Addition von $U(C_M - C_0)$ und $U(C_{Ref})$ gemäß DAkkS-DKD-3 [1].

Durch die Mittelwertbildung im Integrationsintervall werden keine im Messunsicherheitsbudget zu berücksichtigenden zusätzlichen Unsicherheiten verursacht.

The calibration object is placed into a calibration container, which is made of stainless steel and which contains a radon-222 reference atmosphere (volume see “Operating conditions”). The radon-222 activity concentration in the container is kept approximately constant before and during the period of calibration. The reference value of the radon-222 activity concentration in the calibration container (C_{Ref}) is measured by scintillation cells as working standard. Their calibration is traceable to the national standard at the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). After reaching the equilibrium state of the calibration object’s indication values the calibration period begins, which has a defined duration (t_M). From all single indication values for the radon-222 activity concentration of the calibration object the arithmetic mean C_M is determined for the calibration period. The corresponding reference value C_{Ref} is determined from sampling with the working standard, whereas the instrument background of the calibration object (C_0) is determined separately by purging with nitrogen. For each calibration period the difference between the calibration objects measurement value and instrument background ($C_M - C_0$) is compared to the reference value C_{Ref} (see “Measurement results”). The calibration result is given as

the ratio of the reference value to the difference of the calibration objects measurement value and instrument background $k_M = C_{Ref} / (C_M - C_0)$ (calibration factor). The following extended uncertainties ($k=2$) are given in the measurement results table:

$U(C_{Ref})$	Measurement uncertainty of the reference value C_{Ref}
$U(C_M - C_0)$	Statistical uncertainty of the measurement value of the calibration object ($C_M - C_0$)
$U(k_M)$	Measurement value of the calibration factor, calculated by quadratic addition of $U(C_M - C_0)$ and $U(C_{Ref})$ according to DAkKS-DKD-3 [1].

Due to averaging calculation no additional uncertainties have to be considered.

- **Messbedingungen/ Operating conditions**

Volumen der Referenzatmosphäre/ Volume of the reference atmosphere:

ca. 30 m³ ca. 11 m³ 0,4 m³

Zur Charakterisierung der Messbedingungen in der Referenzatmosphäre sind die Mittelwerte der Temperatur (T), des Luftdrucks (p) und der relativen Luftfeuchtigkeit ($r.H.$) in der Tabelle „Messergebnisse“ angegeben. Diese gehen nicht in das Messergebnis der Radon-222-Aktivitätskonzentration C_{Ref} ein. Die für die Messung der Klimaparameter benutzten Messgeräte sind auf ein nationales Normal zurückgeführt. Für diese Größen gelten die weiter unten angegebenen Unsicherheitsbudgets $U(T)$, $U(p)$ und $U(r.H.)$ ($k=2$).

In order to characterise the measurement conditions within the reference atmosphere the mean values of temperature (T), air pressure (p) and relative humidity ($r.H.$) are given in the table "Measurement results". They do not contribute to the measurement result of the radon-222 activity concentration C_{Ref} . The measurement instruments used to determine temperature and relative humidity are traced back to the national standard. The applied budgets of uncertainty of measurement (U : uncertainty, $k=2$) are:

Temperatur / Temperature (T)	$U(T)$:	1 K
Luftdruck / Air pressure (p)	$U(p)$:	3 hPa
Luftfeuchtigkeit / Relative humidity ($r.H.$)	$U(r.H.)$:	8 %

- **Einstellungen des Kalibriergegenstandes/ Settings of the calibration object¹**

Integrationszeit/ Time interval for integration: 240 Minuten/ minutes

¹ welche für die Anzeige des Kalibriergegenstandes relevant sind/ which are relevant for the indication values of the calibration object

- **Messergebnisse für die Messgröße Radon-222-Aktivitätskonzentration in Luft/ Measurement results for the measurand radon-222 activity concentration in air**

$$C_0 = 1 \text{ Bq/m}^3$$

$$U(C_0) = 5 \text{ Bq/m}^3$$

Nr. *)	$C_M - C_0$	$U(C_M - C_0)$	C_{Ref}	$U(C_{Ref})$	k_M	$U(k_M)$	t_M	T	$r.H.$	p
	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³			Stunden / Hours	°C	%	hPa
1	3100	106	3058	153	0,99	0,06	260	24	23	1014

*) Nummer der Messung/ Number of measurement

Symbole und Erläuterungen siehe Kapitel „Kalibrierverfahren“ und „Messbedingungen“ / Symbols and explanation see chapter „Calibration procedure“ and „Operating conditions“

Die Ergebnisse der Kalibrierung gemäß Akkreditierung sind im linken Teil der Tabelle (Spalten mit weißem Hintergrund) angegeben. Die entsprechenden Messbedingungen während der Kalibrierung sind im rechten Teil der Tabelle (Spalten mit grauem Hintergrund) zur Information angegeben.

The results according to the accreditation are given in the left part of the table (columns with background of white colour). The operating conditions during calibration are given for information in the right part of the table (columns with background of grey colour).

- **Messunsicherheit / Measurement uncertainty**

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit $U(C_{Ref})$, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 [1] ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

The extended relative uncertainty $U(C_{Ref})$ results from the standard uncertainty of measurement multiplied with a coverage factor $k=2$. It was determined in accordance with DAkkS-DKD-3 [1]. The conventional true value of the measurement quantity lies in the dedicated range of values with 95% probability.

- **Literatur / 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“

Dieser Kalibrierschein ersetzt Kalibrierschein Nr. 1065 mit dem Datum der Unterzeichnung am 20.02.2017.
This calibration certificate supersedes calibration certificate no.1065 signed at 20.02.2017.

Bundesamt für Strahlenschutz
 Radon-Kalibrierlaboratorium
 Köpenicker Allee 120 – 130
 10318 Berlin



akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-K-15063-01-00

Kalibrierschein
 Calibration certificate

Kalibrierzeichen
 Calibration mark

1066
D-K- 15063-01-00
2017-02

Gegenstand <i>Object</i>	Radonmessgerät / Radon measuring instrument
Hersteller <i>Manufacturer</i>	SARAD GmbH
Typ <i>Type</i>	Radon Scout Home
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	RSCH-00027
Auftraggeber <i>Customer</i>	SARAD GmbH Wiesbadener Straße 10 01159 Dresden
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	518
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	4
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	13.02.2017

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkKS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. *This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkKS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.*

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum
Date

24.02.2017

Leiterin des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory

E. Foerster
E. Foerster

Bearbeiter/ Bearbeiterin
Person in charge

S. Jungto
S. Jungto

1066
D-K- 15063-01-00
2017-02

• **Kalibrierverfahren/ Calibration procedure**

Das zu kalibrierende Radon-Messgerät (Kalibriergegenstand) wird in einen Kalibrierbehälter aus Edelstahl gebracht (Volumen siehe unter „Messbedingungen“), in welchem sich eine Radon-222-Atmosphäre befindet. Die Radon-Aktivitätskonzentration im Kalibrierbehälter ist vor und während des Kalibrierzeitraums annähernd konstant. Der Referenzwert der Radon-222-Aktivitätskonzentration im Kalibrierbehälter (C_{Ref}) wird mit Szintillationskammern bestimmt (Gebrauchsnorm), deren Kalibrierung über ein Bezugsnorm auf das nationale Normal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zurückgeführt ist. Nach Erreichen des Gleichgewichts der Anzeigewerte des Kalibriergegenstandes beginnt der Kalibrierzeitraum mit einer definierten Dauer (t_M). Aus den einzelnen Anzeigewerten des Kalibriergegenstandes während des Kalibrierzeitraums wird der arithmetische Mittelwert C_M berechnet. Durch Probenahme mittels Gebrauchsnorm im Kalibrierzeitraum wird der Referenzwert (C_{Ref}) bestimmt. Der Gerätenulleffekt des Kalibriergegenstandes (C_0) wird durch Spülung mit Stickstoff separat bestimmt. Die Differenz aus Mittelwert und Gerätenulleffekt des zu kalibrierenden Messgerätes ($C_M - C_0$) wird mit dem Referenzwert C_{Ref} für jeden Kalibrierzeitraum verglichen (siehe „Messergebnisse“). Das Ergebnis der Kalibrierung wird als Verhältnis des Referenzwertes zur Differenz aus Mittelwert und Gerätenulleffekt des Kalibriergegenstandes $k_M = C_{Ref}/(C_M - C_0)$ angegeben (Kalibrierfaktor). Folgende erweiterte Messunsicherheiten ($k=2$) sind in der Ergebnistabelle angegeben:

$U(C_{Ref})$ Messunsicherheit der Referenzwerte C_{Ref} .

$U(C_M - C_0)$ statistische Messunsicherheit der Messwerte des Kalibriergegenstandes ($C_M - C_0$)

$U(k_M)$ Messunsicherheit des Kalibrierfaktors, berechnet durch quadratische Addition von $U(C_M - C_0)$ und $U(C_{Ref})$ gemäß DAkkS-DKD-3 [1].

Durch die Mittelwertbildung im Integrationsintervall werden keine im Messunsicherheitsbudget zu berücksichtigenden zusätzlichen Unsicherheiten verursacht.

The calibration object is placed into a calibration container, which is made of stainless steel and which contains a radon-222 reference atmosphere (volume see "Operating conditions"). The radon-222 activity concentration in the container is kept approximately constant before and during the period of calibration. The reference value of the radon-222 activity concentration in the calibration container (C_{Ref}) is measured by scintillation cells as working standard. Their calibration is traceable to the national standard at the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). After reaching the equilibrium state of the calibration object's indication values the calibration period begins, which has a defined duration (t_M). From all single indication values for the radon-222 activity concentration of the calibration object the arithmetic mean C_M is determined for the calibration period. The corresponding reference value C_{Ref} is determined from sampling with the working standard, whereas the instrument background of the calibration object (C_0) is determined separately by purging with nitrogen. For each calibration period the difference between the calibration objects measurement value and instrument background ($C_M - C_0$) is compared to the reference value C_{Ref} (see "Measurement results"). The calibration result is given as

the ratio of the reference value to the difference of the calibration objects measurement value and instrument background $k_M = C_{Ref} / (C_M - C_0)$ (calibration factor). The following extended uncertainties ($k=2$) are given in the measurement results table:

- $U(C_{Ref})$ Measurement uncertainty of the reference value C_{Ref}
 $U(C_M - C_0)$ Statistical uncertainty of the measurement value of the calibration object ($C_M - C_0$)
 $U(k_M)$ Measurement value of the calibration factor, calculated by quadratic addition of $U(C_M - C_0)$ and $U(C_{Ref})$ according to DAkkS-DKD-3 [1].

Due to averaging calculation no additional uncertainties have to be considered.

- **Messbedingungen/ Operating conditions**

Volumen der Referenzatmosphäre/ Volume of the reference atmosphere:

ca. 30 m³

ca. 11 m³

0,4 m³

Zur Charakterisierung der Messbedingungen in der Referenzatmosphäre sind die Mittelwerte der Temperatur (T), des Luftdrucks (p) und der relativen Luftfeuchtigkeit ($r.H.$) in der Tabelle „Messergebnisse“ angegeben. Diese gehen nicht in das Messergebnis der Radon-222-Aktivitätskonzentration C_{Ref} ein. Die für die Messung der Klimaparameter benutzten Messgeräte sind auf ein nationales Normal zurückgeführt. Für diese Größen gelten die weiter unten angegebenen Unsicherheitsbudgets $U(T)$, $U(p)$ und $U(r.H.)$ ($k=2$).

In order to characterise the measurement conditions within the reference atmosphere the mean values of temperature (T), air pressure (p) and relative humidity ($r.H.$) are given in the table "Measurement results". They do not contribute to the measurement result of the radon-222 activity concentration C_{Ref} . The measurement instruments used to determine temperature and relative humidity are traced back to the national standard. The applied budgets of uncertainty of measurement (U : uncertainty, $k=2$) are:

Temperatur / Temperature (T)	$U(T)$:	1 K
Luftdruck / Air pressure (p)	$U(p)$:	3 hPa
Luftfeuchtigkeit / Relative humidity ($r.H.$)	$U(r.H.)$:	8 %

- **Einstellungen des Kalibriergegenstandes/ Settings of the calibration object¹**

Integrationszeit/ Time interval for integration: 240 Minuten/ minutes

¹ welche für die Anzeige des Kalibriergegenstandes relevant sind/ which are relevant for the indication values of the calibration object

- **Messergebnisse für die Messgröße Radon-222-Aktivitätskonzentration in Luft/ Measurement results for the measurand radon-222 activity concentration in air**

$$C_0 = 0 \text{ Bq/m}^3$$

$$U(C_0) = 5 \text{ Bq/m}^3$$

Nr. *)	$C_M - C_0$	$U(C_M - C_0)$	C_{Ref}	$U(C_{Ref})$	k_M	$U(k_M)$	t_M	T	$r.H.$	p
	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³			Stunden / Hours	°C	%	hPa
1	3013	104	3058	153	1,01	0,06	260	24	23	1014

*) Nummer der Messung/ Number of measurement

Symbole und Erläuterungen siehe Kapitel „Kalibrierverfahren“ und „Messbedingungen“ / Symbols and explanation see chapter „Calibration procedure“ and „Operating conditions“

Die Ergebnisse der Kalibrierung gemäß Akkreditierung sind im linken Teil der Tabelle (Spalten mit weißem Hintergrund) angegeben. Die entsprechenden Messbedingungen während der Kalibrierung sind im rechten Teil der Tabelle (Spalten mit grauem Hintergrund) zur Information angegeben.

The results according to the accreditation are given in the left part of the table (columns with background of white colour). The operating conditions during calibration are given for information in the right part of the table (columns with background of grey colour).

- **Messunsicherheit / Measurement uncertainty**

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit $U(C_{Ref})$, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkKS-DKD-3 [1] ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

The extended relative uncertainty $U(C_{Ref})$ results from the standard uncertainty of measurement multiplied with a coverage factor $k=2$. It was determined in accordance with DAkKS-DKD-3 [1]. The conventional true value of the measurement quantity lies in the dedicated range of values with 95% probability.

- **Literatur / 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“

Dieser Kalibrierschein ersetzt Kalibrierschein Nr. 1066 mit dem Datum der Unterzeichnung am 20.02.2017.
This calibration certificate supersedes calibration certificate no.1066 signed at 20.02.2017.

Bundesamt für Strahlenschutz
 Radon-Kalibrierlaboratorium
 Köpenicker Allee 120 – 130
 10318 Berlin



akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-K-15063-01-00

Kalibrierschein
 Calibration certificate

Kalibrierzeichen
 Calibration mark

1067
D-K- 15063-01-00
2017-02

<p>Gegenstand <i>Object</i></p>	<p>Radonmessgerät / Radon measuring instrument</p>	<p>Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.</p> <p><i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i></p>
<p>Hersteller <i>Manufacturer</i></p>	<p>SARAD GmbH</p>	
<p>Typ <i>Type</i></p>	<p>Radon Scout Home</p>	
<p>Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i></p>	<p>RSCH-00028</p>	
<p>Auftraggeber <i>Customer</i></p>	<p>SARAD GmbH Wiesbadener Straße 10 01159 Dresden</p>	
<p>Auftragsnummer <i>Order No.</i></p>	<p>518</p>	
<p>Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i></p>	<p>4</p>	
<p>Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i></p>	<p>13.02.2017</p>	

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum
Date

Leiterin des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory

Bearbeiter/ Bearbeiterin
Person in charge

24.02.2017

E. Foerster

S. Jungto

• **Kalibrierverfahren/ Calibration procedure**

Das zu kalibrierende Radon-Messgerät (Kalibriergegenstand) wird in einen Kalibrierbehälter aus Edelstahl gebracht (Volumen siehe unter „Messbedingungen“), in welchem sich eine Radon-222-Atmosphäre befindet. Die Radon-Aktivitätskonzentration im Kalibrierbehälter ist vor und während des Kalibrierzeitraums annähernd konstant. Der Referenzwert der Radon-222-Aktivitätskonzentration im Kalibrierbehälter (C_{Ref}) wird mit Szintillationskammern bestimmt (Gebrauchsnormal), deren Kalibrierung über ein Bezugsnormal auf das nationale Normal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zurückgeführt ist. Nach Erreichen des Gleichgewichts der Anzeigewerte des Kalibriergegenstandes beginnt der Kalibrierzeitraum mit einer definierten Dauer (t_M). Aus den einzelnen Anzeigewerten des Kalibriergegenstandes während des Kalibrierzeitraums wird der arithmetische Mittelwert C_M berechnet. Durch Probenahme mittels Gebrauchsnormal im Kalibrierzeitraum wird der Referenzwert (C_{Ref}) bestimmt. Der Gerätenulleffekt des Kalibriergegenstandes (C_0) wird durch Spülung mit Stickstoff separat bestimmt. Die Differenz aus Mittelwert und Gerätenulleffekt des zu kalibrierenden Messgerätes ($C_M - C_0$) wird mit dem Referenzwert C_{Ref} für jeden Kalibrierzeitraum verglichen (siehe „Messergebnisse“). Das Ergebnis der Kalibrierung wird als Verhältnis des Referenzwertes zur Differenz aus Mittelwert und Gerätenulleffekt des Kalibriergegenstandes $k_M = C_{Ref}/(C_M - C_0)$ angegeben (Kalibrierfaktor). Folgende erweiterte Messunsicherheiten ($k=2$) sind in der Ergebnistabelle angegeben:

- $U(C_{Ref})$ Messunsicherheit der Referenzwerte C_{Ref}
- $U(C_M - C_0)$ statistische Messunsicherheit der Messwerte des Kalibriergegenstandes ($C_M - C_0$)
- $U(k_M)$ Messunsicherheit des Kalibrierfaktors, berechnet durch quadratische Addition von $U(C_M - C_0)$ und $U(C_{Ref})$ gemäß DAkkS-DKD-3 [1].

Durch die Mittelwertbildung im Integrationsintervall werden keine im Messunsicherheitsbudget zu berücksichtigenden zusätzlichen Unsicherheiten verursacht.

The calibration object is placed into a calibration container, which is made of stainless steel and which contains a radon-222 reference atmosphere (volume see "Operating conditions"). The radon-222 activity concentration in the container is kept approximately constant before and during the period of calibration. The reference value of the radon-222 activity concentration in the calibration container (C_{Ref}) is measured by scintillation cells as working standard. Their calibration is traceable to the national standard at the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). After reaching the equilibrium state of the calibration object's indication values the calibration period begins, which has a defined duration (t_M). From all single indication values for the radon-222 activity concentration of the calibration object the arithmetic mean C_M is determined for the calibration period. The corresponding reference value C_{Ref} is determined from sampling with the working standard, whereas the instrument background of the calibration object (C_0) is determined separately by purging with nitrogen. For each calibration period the difference between the calibration objects measurement value and instrument background ($C_M - C_0$) is compared to the reference value C_{Ref} (see "Measurement results"). The calibration result is given as

the ratio of the reference value to the difference of the calibration objects measurement value and instrument background $k_M = C_{Ref} / (C_M - C_0)$ (calibration factor). The following extended uncertainties ($k=2$) are given in the measurement results table:

- $U(C_{Ref})$ Measurement uncertainty of the reference value C_{Ref}
- $U(C_M - C_0)$ Statistical uncertainty of the measurement value of the calibration object ($C_M - C_0$)
- $U(k_M)$ Measurement value of the calibration factor, calculated by quadratic addition of $U(C_M - C_0)$ and $U(C_{Ref})$ according to DAkKS-DKD-3 [1].

Due to averaging calculation no additional uncertainties have to be considered.

- **Messbedingungen/ Operating conditions**

Volumen der Referenzatmosphäre/ Volume of the reference atmosphere:

- ca. 30 m³ ca. 11 m³ 0,4 m³

Zur Charakterisierung der Messbedingungen in der Referenzatmosphäre sind die Mittelwerte der Temperatur (T), des Luftdrucks (p) und der relativen Luftfeuchtigkeit ($r.H.$) in der Tabelle „Messergebnisse“ angegeben. Diese gehen nicht in das Messergebnis der Radon-222-Aktivitätskonzentration C_{Ref} ein. Die für die Messung der Klimaparameter benutzten Messgeräte sind auf ein nationales Normal zurückgeführt. Für diese Größen gelten die weiter unten angegebenen Unsicherheitsbudgets $U(T)$, $U(p)$ und $U(r.H.)$ ($k=2$).

In order to characterise the measurement conditions within the reference atmosphere the mean values of temperature (T), air pressure (p) and relative humidity ($r.H.$) are given in the table "Measurement results". They do not contribute to the measurement result of the radon-222 activity concentration C_{Ref} . The measurement instruments used to determine temperature and relative humidity are traced back to the national standard. The applied budgets of uncertainty of measurement (U : uncertainty, $k=2$) are:

Temperatur / Temperature (T)	$U(T)$:	1 K
Luftdruck / Air pressure (p)	$U(p)$:	3 hPa
Luftfeuchtigkeit / Relative humidity ($r.H.$)	$U(r.H.)$:	8 %

- **Einstellungen des Kalibriergegenstandes/ Settings of the calibration object¹**

Integrationszeit/ Time interval for integration: 60 Minuten/ minutes

¹ welche für die Anzeige des Kalibriergegenstandes relevant sind/ which are relevant for the indication values of the calibration object

• **Messergebnisse für die Messgröße Radon-222-Aktivitätskonzentration in Luft/ Measurement results for the measurand radon-222 activity concentration in air**

$C_0 = 0 \text{ Bq/m}^3$
 $U(C_0) = 5 \text{ Bq/m}^3$

Nr. *)	$C_M - C_0$	$U(C_M - C_0)$	C_{Ref}	$U(C_{Ref})$	k_M	$U(k_M)$	t_M	T	$r.H.$	p
	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³			Stunden / Hours	°C	%	hPa
1	3113	105	3058	153	0,98	0,06	260	24	23	1014

*) Nummer der Messung/ Number of measurement

Symbole und Erläuterungen siehe Kapitel „Kalibrierverfahren“ und „Messbedingungen“ / Symbols and explanation see chapter „Calibration procedure“ and „Operating conditions“

Die Ergebnisse der Kalibrierung gemäß Akkreditierung sind im linken Teil der Tabelle (Spalten mit weißem Hintergrund) angegeben. Die entsprechenden Messbedingungen während der Kalibrierung sind im rechten Teil der Tabelle (Spalten mit grauem Hintergrund) zur Information angegeben.

The results according to the accreditation are given in the left part of the table (columns with background of white colour). The operating conditions during calibration are given for information in the right part of the table (columns with background of grey colour).

• **Messunsicherheit / Measurement uncertainty**

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit $U(C_{Ref})$, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkKS-DKD-3 [1] ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

The extended relative uncertainty $U(C_{Ref})$ results from the standard uncertainty of measurement multiplied with a coverage factor $k=2$. It was determined in accordance with DAkKS-DKD-3 [1]. The conventional true value of the measurement quantity lies in the dedicated range of values with 95% probability.

• **Literatur / 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“

Dieser Kalibrierschein ersetzt Kalibrierschein Nr. 1067 mit dem Datum der Unterzeichnung am 20.02.2017.
This calibration certificate supersedes calibration certificate no.1067 signed at 20.02.2017.