

# Spezielle Anforderungen an Geräte zur Bestimmung der Strahlenexposition durch Radon- und Radonzerfallsprodukte

Fachbereich  
Strahlenschutz und Umwelt

Thomas Beck



Bundesamt für Strahlenschutz

**BfS-SW-04/09**

**urn:nbn:de:0221-2009042344**

Zur Beachtung:

**Bis 2008** erstellte BfS-Berichte und -Schriften wurden bisher kostenpflichtig vertrieben vom

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Bürgermeister-Smidt-Straße 74-76  
D-27568 Bremerhaven  
Telefon (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax (04 71) 9 45 44 - 77  
E-Mail: [info@nw-verlag.de](mailto:info@nw-verlag.de)

**Nach 2008** erstellte BfS-Berichte und BfS-Schriften können von den Internetseiten des Bundesamtes für Strahlenschutz unter <http://www.bfs.de> kostenlos als **Volltexte** heruntergeladen werden.

Salzgitter, April 2009

# **Spezielle Anforderungen an Geräte zur Bestimmung der Strahlenexpo- sition durch Radon- und Radonzer- fallsprodukte**

**Fachbereich  
Strahlenschutz und Umwelt**

**Thomas Beck**



## Vorbemerkung

Die Leitstelle für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität des Bundesamtes für Strahlenschutz ist durch Erlass des BMU (Erlass RS II 6 – 15802/1 vom 07.06.2002) zuständig für die Sicherstellung eines bundeseinheitlichen Qualitätsstandards bei der Überwachung der Umweltradioaktivität durch natürliche Radionuklide aus bergbaulichen oder industriellen Tätigkeiten gemäß Strahlenschutzverordnung und Strahlenschutzvorsorgegesetz.

Bezüglich der Qualitätsanforderungen an Messgeräte zur Ermittlung der Strahlenexpositionen ist in der *Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 1 und 2 StrlSchV* (GMBI 2004, Nr. 22, Seite 418 - 431) festgelegt, dass zu diesem Zweck Messgeräte einzusetzen sind, die die erforderlichen physikalisch-technischen Eigenschaften besitzen und deren Konformität mit geltenden metrologischen Anforderungen nachgewiesen ist.

Mit dem vorliegenden Dokument legt die Leitstelle im Rahmen ihrer Zuständigkeit die konstruktiven und messtechnischen Eigenschaften von Messgeräten für Radon und Radonzerfallsprodukte fest und konkretisiert die Anforderungen der Normenserie DIN IEC 61577. Die Festlegungen gelten für alle Bauarten von Geräten, sowohl für direkt ablesbare elektronische Messgeräte als auch für passive Messgeräte. Der Mindestprüfumfang für die festgelegten Anforderungen wird in Abhängigkeit von der Bauart spezifiziert.

Bei Verwendung der Messgeräte für die Überwachung der Strahlenexposition durch Radon ist die Konformität mit diesen Anforderungen mittels Typprüfung nachzuweisen. Der Konformitätsnachweis ist vom Hersteller oder Lieferanten der Messgeräte zu erbringen.

Zur Sicherstellung eines einheitlichen Qualitätsstandards wird empfohlen, die Konformität mit den vorliegenden Anforderungen auch für Messgeräte nachzuweisen, die zur Ermittlung von Strahlenexpositionen durch Radon und Radon-Zerfallsprodukten im Freien oder in Wohnungen und anderen Aufenthaltsräumen außerhalb geltender rechtlicher Regelungen eingesetzt werden.

Der Nachweis, dass diese Anforderungen erfüllt sind, entbindet den Anwender nicht von der Pflicht, weitere Maßnahmen der Qualitätssicherung durchzuführen, wie z.B. die regelmäßige Kalibrierung der Messgeräte oder die Teilnahme an Vergleichsprüfungen.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geltungsbereich</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Zweck</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Messgröße</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Bauarten der Messgeräte</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Anforderungen an die Konstruktion und den Aufbau</b> .....	<b>8</b>
6.1	Messsonde .....	8
6.2	Anzeigeeinheit .....	9
6.3	Besondere Anforderungen .....	9
<b>7</b>	<b>Messtechnische Anforderungen</b> .....	<b>11</b>
7.1	Allgemeines .....	11
7.2	Messabweichung bei Änderung der Einflussgröße innerhalb der Mindestnennbetriebsbedingungen .....	11
7.3	Wiederholbarkeit .....	13
7.4	Linearität .....	13
<b>8</b>	<b>Technische Unterlagen, Gerätebeschriftungen</b> .....	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>Konformitätsbewertung</b> .....	<b>15</b>



## 1 Geltungsbereich

Diese Anforderungen gelten für alle Bauarten von Messgeräten, die für die Ermittlung der Messgrößen Radon-222-Aktivitätskonzentration, Radon-222-Exposition, potenzielle Alphaenergiekonzentration der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte oder potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte in der Raum- bzw. Atemluft von Wohnungen und Arbeitsplätzen eingesetzt werden.

## 2 Zweck

Die vorliegenden Anforderungen sind die Grundlage für die Konformitätsbewertung von Messgeräten bezüglich geltender messtechnischer Normen. Bei Messgeräten, die diese speziellen Anforderungen erfüllen, kann auch davon ausgegangen werden, dass sie die Anforderungen der DIN IEC 61577-2 bzw. DIN IEC 61577-3 erfüllen.

Der Nachweis der Konformität eines Messgerätes mit diesen Anforderungen gilt gleichzeitig als Eignungsnachweis entsprechend der *Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 1 und 2 StrlSchV*.

## 3 Begriffsbestimmungen

**EINFLUSSGRÖßE:** Eine Einflussgröße ist eine Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst.

**EINSTELLDAUER:** Zeitspanne zwischen dem Beginn der Einwirkung eines bestimmten Wertes der Messgröße auf die Detektoranordnung bis zum Erreichen von 90 % der Gleichgewichtsanzeige oder, für integrierende Messgeräte, von 90 % der ersten Ableitung nach der Zeit.

**NENNBETRIEBSBEDINGUNGEN:** Bereiche der Messgröße und der Einflussgrößen, bei denen die auftretenden Messabweichungen innerhalb festgelegter Grenzen sind, sowie andere wichtige Forderungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Messgerätes.

**MESSGRÖßE:** Die Messgröße ist die Größe, die Gegenstand der Messung ist.

**MESSWERT:** Durch ein Messgerät alleine oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen gelieferter Wert der Messgröße.

**MESSABWEICHUNG:** Differenz des Messwertes vom richtigen Wert der Messgröße.

**MESSBEREICH:** Der Wertebereich einer Messgröße, für den die Messabweichungen eines Messgerätes innerhalb der vorgegebenen Fehlergrenzen liegen sollen.

**TYPPRÜFUNG:** Prüfung eines Gerätes oder mehrerer Geräte, die nach einer bestimmten Vorgabe gefertigt wurden, zum Nachweis, dass bestimmte Spezifikationen eingehalten werden.

## 4 Messgröße

Die Messgröße ist die Radon-222-Aktivitätskonzentration oder die Radon-222-Exposition oder die potenzielle Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte oder die potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte.

Die Messgröße wird in der Regel mit einem indirekten Messverfahren bestimmt, bei dem der Wert der Messgröße durch Messung von Größen gewonnen wird, die mit der Messgröße funktional verbunden sind.

## 5 Bauarten der Messgeräte

Ein Messgerät zur Bestimmung der Strahlenexposition durch Radon- und Radonzerfallsprodukte besteht im Allgemeinen aus einer Messsonde und einer Anzeigeeinheit. Die Messsonde enthält einen Detektor und eine Einrichtung zur Probeentnahme. Die Anzeigeeinheit wandelt das vom Detektor abgeleitete Messsignal in einen Messwert um, der angezeigt oder gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt ausgelesen wird.

Die Messsonde kann,

- entweder mit der Anzeigeeinheit verbunden sein, so dass der Wert der Messgröße direkt ablesbar ist und/oder auf einem elektronischen Datenträger aufgezeichnet wird (direkt ablesbare Messgeräte), oder
- nicht mit der Anzeigeeinheit verbunden sein, so dass der Wert der Messgröße erst nach einer separaten Auswertung des Detektors der Messsonde festgestellt werden kann (passive Messgeräte bzw. Messeinrichtungen).

Die Probeentnahme kann sowohl ohne als auch mit aktiven Einrichtungen der Luftförderung (z.B. Pumpe) erfolgen. Wenn das Messgerät keine aktiven Einrichtungen zur Luftförderung besitzt, erfolgt die Probeentnahme in der Regel durch Diffusion.

## 6 Anforderungen an die Konstruktion und den Aufbau

### 6.1 Messsonde

Die Konstruktion und der Aufbau der Messsonde muss in einer solchen Art und Weise ausgeführt sein, dass das Messergebnis durch Kontamination von Geräteteilen nicht verfälscht wird. Sofern eine Kontamination nicht ausgeschlossen werden kann, muss das Messgerät Einrichtungen besitzen, die die dadurch hervorgerufene Messabweichung ermitteln oder die es dem Anwender gestatten, die Messabweichung selbst zu bestimmen. In diesen Fällen muss der Hersteller einen Höchstwert für die Messabweichung angeben, oberhalb dessen die Gebrauchseigenschaften des Messgerätes nicht mehr gewährleistet oder diese Anforderungen nicht mehr erfüllt sind.

Bei aktiver Luftförderung muss der Luftauslassbereich vom Lufteinlassbereich so weit räumlich entfernt sein, dass ein Strömungskurzschluss ausgeschlossen ist. Bei aktiver Luftförderung und Messung der potenziellen Alphaenergie-Konzentration bzw. -Exposition der kurzlebigen Radon-

222-Zerfallsprodukte muss sich die Pumpe in Strömungsrichtung der Luft hinter dem Schwebstofffilter befinden.

Messgeräte mit einer aktiven Luftfördereinrichtung müssen geeignete Einrichtungen besitzen, z.B. eine geeignete Pumpe oder eine Regeleinheit, die gewährleisten, dass der Volumenstrom während der Betriebsdauer des Messgerätes in einem Bereich von  $\pm 5\%$  konstant bleibt. Die Überschreitung muss angezeigt werden. Bei passiven Messgeräten mit aktiver Luftfördereinrichtung, die keine Einrichtungen zur Konstanthaltung des Volumenstromes besitzen, muss der Volumenstrom vor und nach der Messung bestimmt werden. Zu diesem Zweck müssen geeignete Zusatzgeräte und geeignetes Zubehör verfügbar sein. Das Bestimmungsverfahren für den Volumenstrom und das Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Messwertes der Messgröße müssen dokumentiert sein.

## **6.2 Anzeigeeinheit**

Eine optische Anzeige muss mindestens den Messwert und die Maßeinheit darstellen und leicht ablesbar sein.

Werden die Messdaten auf einem elektronischen Datenträger aufgezeichnet, so sind zusätzlich zu den Messwerten und den Maßeinheiten auch Datum und Uhrzeit der Messungen aufzuzeichnen. Die auf dem elektronischen Datenträger aufgezeichneten Messdaten müssen bei Unterbrechung der Betriebsspannung erhalten bleiben. Der Hersteller muss die Prozedur zum Auslesen und Darstellen der Messdaten beschreiben und gegebenenfalls geeignete Hilfsmittel bereitstellen.

Der Messwert ist der Wert der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Maßeinheit  $\text{Bq}/\text{m}^3$  oder der Radon-222-Exposition in  $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$  oder der potenziellen Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte in  $\text{J}/\text{m}^3$  oder der potenziellen Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte in  $\text{J}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ . Der Messwert kann auch durch das jeweilige Vielfache der Einheiten angegeben werden. Sofern der Messwert in einer anderen Messgröße (z. B. Impulsanzahl, Zählrate) dargestellt wird, muss der Hersteller die Prozedur angeben mit der der Messwert in den entsprechenden Wert der o. g. Messgrößen und Maßeinheiten umgerechnet werden kann.

Zusätzlich zur Anzeige des Messwertes ist der Betriebszustand des Messgerätes anzuzeigen. Sofern die Stromversorgung des Messgerätes durch Batterien bzw. Akkumulatoren erfolgen kann, ist auch ihr Ladezustand anzuzeigen.

## **6.3 Besondere Anforderungen**

In Abhängigkeit vom Gebrauch der Messgeräte können zusätzlich besondere Anforderungen zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden. Diese betreffen insbesondere Anforderungen an die mechanisch-technische Stabilität, die elektromagnetische Verträglichkeit oder Anforderungen hinsichtlich des Einsatzes der Geräte unter extremen klimatischen Bedingungen.

Besondere Anforderungen an die Messgeräte können sich auch aus speziellen Vorschriften zum Arbeitsschutz ergeben (z.B. Explosionsschutz bei Gebrauch in untertägigen Bergwerken).

Tabelle 1: Mindestnennbetriebsbedingungen und die maximal zugelassene relative Messabweichung bei Änderung der Einflussgröße innerhalb der Mindestnennbetriebsbedingungen

<b>Einflussgröße</b>	<b>Mindestnennbetriebsbedingungen</b>	<b>Bezugswert der Einflussgröße</b>	<b><math>f_{\max}</math> in %</b>
Radon-220-Aktivitätskonzentration in Bq/m <sup>3</sup>	vom Hersteller anzugeben	0	10
Potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-220-Zerfallsprodukte in nJ/m <sup>3</sup>	vom Hersteller anzugeben	0	10
Staub- und Aerosolpartikelkonzentration in cm <sup>-3</sup> <sup>1)</sup>	1 · 10 <sup>3</sup> bis 1 · 10 <sup>5</sup>	1 · 10 <sup>4</sup>	25
Umgebungsäquivalentdosisleistung in µSv/h	vom Hersteller anzugeben	ca. 0.1 (natürlicher Strahlunguntergrund)	5
Umgebungstemperatur in °C	- 5 bis 40	20	10
Relative Luftfeuchte in %	30 bis 75	60	10
Feuchtigkeit <sup>2)</sup>	kondensierende Feuchtigkeit	20 °C, 60 % r. H.	50
Luftdruck in hPa	950 bis 1030	1013	10
Betriebsspannung in Prozent der Nennspannung	88 bis 110	Nennspannung	10
Mechanische Einflüsse Elektrische und Magnetische Störungen	Keine allgemeine Anforderung. Die Nennbetriebsbedingungen und die maximal zulässige Messabweichung müssen auf Wunsch des Anwenders angegeben werden.		

<sup>1)</sup> Die Prüfungen sind in einer Referenzatmosphäre mit einer polydispersiven Aerosolgrößenverteilung durchzuführen. Der Median der aktivitätsgewichteten aerodynamischen Durchmesser der Aerosolpartikel (AMAD) soll einen Wert im Bereich zwischen 150 bis 500 nm besitzen. Die geometrische Standardabweichung der aktivitätsgewichteten Aerosolverteilung soll im Bereich zwischen 2 bis 3 liegen.

<sup>2)</sup> Nur wenn die Betriebsbedingung für das zu prüfende Messgerät nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird.

## 7 Messtechnische Anforderungen

### 7.1 Allgemeines

Die Prüfung der messtechnischen Anforderungen wird bei direkt ablesbaren Messgeräten an mindestens einem Messgerät einer Bauart durchgeführt (Typprüfung). Bei passiven Messgeräten bzw. Messeinrichtungen wird für die Prüfung einer messtechnischen Anforderung der mittlere Messwert von mindestens 10 Detektoren, die jeweils mit Messsonden der gleichen Bauart ermittelt wurden, zugrunde gelegt. Für jede der durchzuführenden Prüfungen können die dazu verwendeten Messsonden gleichzeitig einer Prüfatmosphäre ausgesetzt werden.

Sofern bei passiven Messgeräten bzw. Messeinrichtungen physikalisch-chemische Arbeiten notwendig sind, die von einer Messstelle durchgeführt werden, kann der Prüfumfang auf Prüfungen der Messsonde beschränkt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Messstellen ein Qualitätsmanagementsystem unterhalten und ihre Eignung durch Akkreditierung des betreffenden Auswerteverfahrens bei einer Akkreditierungsstelle oder durch ein anderes anerkanntes Verfahren nachweisen. Für die Prüfung der Messsonden muss eine Messstelle angegeben werden, die mit der Prüfstelle für die Dauer der Prüfungen zusammenarbeitet. Die Messstelle muss die für die Prüfungen verwendeten Detektoren auswerten und die Messergebnisse der Prüfstelle zur Verfügung stellen.

### 7.2 Messabweichung bei Änderung der Einflussgröße innerhalb der Mindestnennbetriebsbedingungen

Die maximale Messabweichung  $\Delta M_{\max}$  beim Einwirken einer Einflussgröße ist der größte Wert, der sich aus dem Betrag der Differenz des Messwertes  $M_u$  am unteren Grenzwert der Mindestnennbetriebsbedingungen der Einflussgröße und des Messwertes  $M_{\text{Bezug}}$  bei Bezugsbedingungen dieser Einflussgröße sowie aus dem Betrag der Differenz des Messwertes  $M_o$  am oberen Grenzwert der Mindestnennbetriebsbedingungen und des Messwertes  $M_{\text{Bezug}}$  ergibt:

$$\Delta M_{\max} = \text{Max}\left\{\left|M_u - M_{\text{Bezug}}\right|, \left|M_o - M_{\text{Bezug}}\right|\right\}.$$

Das Verhältnis der maximalen Messabweichung zum Messwert bei Bezugsbedingungen ist die maximale relative Messabweichung  $f$  für die betrachtete Einflussgröße und wird in Prozent angegeben

$$f = 100 \cdot \frac{\Delta M_{\max}}{M_{\text{Bezug}}}.$$

Innerhalb der vorgegebenen Nennbetriebsbedingungen muss die maximale relative Messabweichung, die durch das Einwirken einer Einflussgröße hervorgerufen wird, kleiner oder gleich der in der Tabelle 1 festgelegten maximal zugelassenen relativen Messabweichung  $f_{\max}$  sein

$$f \leq f_{\max}.$$

Tabelle 2: Mindestprüfumfang in Abhängigkeit von der Bauart der Messgeräte

Messgrößen:

1 Radon-222-Aktivitätskonzentration,

2 Radon-222-Exposition,

3 potenzielle Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte,

4 potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-222-Zerfallsprodukte

Bauart	Passive Messgeräte <sup>a</sup>								Direkt ablesbare Messgeräte							
	Diffusion				Aktiv				Diffusion				Aktiv			
	1 <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>	2	3 <sup>e</sup>	4	1	2 <sup>g</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	1	2 <sup>g</sup>	3	4 <sup>g</sup>
Einflussgröße																
Radon-220-Aktivitätskonzentration	x	x				x			x	x			x	x		
Pot. AE-Exp. der kurzleb. Rn-220-ZFp							x								x	x
Staub- und Aerosolkonzentration	x	x <sup>f</sup>				x		x					x	x	x	x
Umgebungsäquivalentdosisleistung		x <sup>d</sup>				x <sup>d</sup>			x	x			x	x	x	x
Umgebungstemperatur	x	x				x		x	x	x			x	x	x	x
Luftfeuchte	x	x				x		x	x	x			x	x	x	x
Feuchtigkeit	x <sup>h</sup>	x <sup>h</sup>				x <sup>h</sup>		x <sup>h</sup>	x <sup>h</sup>	x <sup>h</sup>			x <sup>h</sup>	x <sup>h</sup>	x <sup>h</sup>	x <sup>h</sup>
Luftdruck	x	x							x	x						
Betriebsspannung									x	x			x	x	x	x
Mechanische Einflüsse		x				x		x	x	x			x	x	x	x
Elektrische und Magnetische Störungen									x	x			x	x	x	x

<sup>a</sup> nur Prüfung der Messsonden (Ausnahme: Messsonden mit Elektretdetektoren)

<sup>b</sup> nur Aktivkohlesammler

<sup>c</sup> nur Messsonden mit Elektret- oder Kernspurdetektoren

<sup>d</sup> nur Messsonden mit Elektretdetektoren

<sup>e</sup> Messgeräte dieser Bauart werden nicht geprüft

<sup>f</sup> nur „offene“ Messsonden

<sup>g</sup> Bei Messgeräten die auch die entsprechende Konzentrationsgröße bestimmen, ist die Äquivalenz der zeitintegralen Konzentrationsmessgröße mit der vom Messgerät ermittelten Expositionsgröße zu prüfen.

<sup>h</sup> Prüfungen werden nur dann durchgeführt, wenn in den Geräteunterlagen die Eignung des Messgerätes für den Betrieb unter diesen Bedingungen nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird

Bei der Prüfung der Messabweichung durch Einwirken einer Einflussgröße werden die anderen Einflussgrößen der Tabelle 1 nach Möglichkeit nicht variiert und in der Nähe ihrer Bezugswerte gehalten.

Während der Prüfung der Messabweichung infolge Variation der Einflussgrößen sollte der richtige Wert der Messgröße in der Messbereichsmittle des zu prüfenden Gerätes eingestellt werden. Besitzt das Messgerät mehrere Messbereiche werden die Prüfungen für jeden Messbereich durchgeführt.

Wenn entweder aus konstruktiven oder aus physikalisch-technischen Gründen davon ausgegangen werden kann, dass bestimmte Einflussgrößen in Tabelle 1 einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Messwert besitzen, kann der Prüfumfang bezüglich der Nennbetriebsbedingungen eingeschränkt werden. In Abhängigkeit von der Bauart des zu prüfenden Messgerätes ist der Mindestprüfumfang in Tabelle 2 angegeben.

### 7.3 Wiederholbarkeit

Zur Prüfung der Wiederholbarkeit wird die relative Spannweite  $R_r$

$$R_r = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_{\max} + M_{\min}}$$

aus den minimalen und maximalen Messwerten ( $M_{\min}$ ,  $M_{\max}$ ) der Messgröße nach drei aufeinanderfolgenden Wiederholungen unter identischen Messbedingungen ermittelt. Die relative Spannweite muss die Bedingung  $R_r < 0,15$  erfüllen. Vor jeder Wiederholung ist der Wert der Messgröße so zu verändern, dass sich dieser um mindestens den Faktor 10 vom Wert während der Prüfung unterscheidet. Bei direkt ablesbaren Messgeräten kann dies durch Entnahme des Messgerätes aus der Prüfatmosphäre erfolgen. Bei passiven Messgeräten ist vor jeder Wiederholung der Detektor zu wechseln oder in einen definierten Zustand zurück zu versetzen.

Während der Prüfung sollte der richtige Wert der Messgröße in der Messbereichsmittle des zu prüfenden Gerätes eingestellt werden. Besitzt das Messgerät mehrere Messbereiche werden die Prüfungen für jeden Messbereich durchgeführt.

### 7.4 Linearität

Mit dem Parameter  $Q$  nach der Gleichung

$$Q = \left| \frac{1 - \frac{M_{ow}}{M_{uw}} \frac{M_{uMBW}}{M_{oMBW}}}{1 + \frac{M_{ow}}{M_{uw}} \frac{M_{uMBW}}{M_{oMBW}}} \right|$$

wird die Linearität der Messwertanzeige geprüft. In der Gleichung ist  $M_{oMBW}$  die Messwertanzeige, wenn der richtige Wert  $M_{ow}$  der Messgröße oberhalb von 9/10 des Messbereiches liegt, und  $M_{uMBW}$  die Messwertanzeige, wenn der richtige Wert  $M_{uw}$  der Messgröße unterhalb von 1/10 des Messbereiches liegt. Der Linearitätsparameter muss die Bedingung  $Q < 0,15$  erfüllen. Besitzt das Messgerät mehrere Messbereiche werden die Prüfungen für jeden Messbereich einzeln durchgeführt. Der Linearitätsparameter muss für jeden Messbereich die Bedingung  $Q < 0,15$  erfüllen.

## 8 Technische Unterlagen, Gerätebeschriftungen

Die technischen Unterlagen und Gerätebeschriftungen müssen Konstruktion, Herstellungs- und Funktionsweise des Messgerätes so weit ersichtlich machen, dass die Bewertung der Konformität mit diesen Anforderungen möglich ist.

Die technischen Unterlagen müssen eine allgemeine Beschreibung der messtechnischen Wirkungsweise und gegebenenfalls der elektronischen Komponenten des Messgerätes enthalten. Die technischen Unterlagen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- die Messgröße,
- die Einstelldauer,
- die Anzeige- und Messbereiche,
- Informationen zu einem Funktionstest oder zu einer anderen Möglichkeit, die es gestatten, nach Inbetriebnahme des Gerätes, dessen Fähigkeit zu kontrollieren, die vorgesehenen Messungen durchzuführen,
- die maximale mögliche Mess- und Betriebsdauer, die z.B. durch die Kapazität des elektronischen Datenträgers für die Aufzeichnung von Messdaten, durch die Entladung bei Stromversorgung durch Batterie- oder Akkumulatoren oder andere Parameter begrenzt ist,
- die Nennbetriebsbedingungen für mindestens die in Tabelle 1 genannten Einflussgrößen,
- die Art und Weise der Spannungsversorgung,
- ausreichende Angaben zur Spezifikation von Zubehörteilen und Verbrauchsmaterialien (z.B. Filter), die es dem Anwender ermöglichen, Zubehörteile und Verbrauchsmaterialien zu beschaffen,
- die Bedingungen für die Kompatibilität mit Schnittstellen und Teilgeräten,
- Angaben, ob das Messgerät bei bergbaulichen Arbeiten eingesetzt werden kann (wenn Einsatz bei bergbaulichen Arbeiten, dann Angaben zur Prüfung auf Explosionsschutz),
- Angaben zur Lage oder Trageweise beim Betrieb,
- Angaben zu den Bedingungen bei Lagerung und Transport,
- Wartungsintervalle und Maßnahmen des Anwenders zur Wartung des Messgerätes,
- Version der Software und Datum ihrer Freigabe (nur wenn Software zur Messung oder zur Berechnung des Messergebnisses eingesetzt wird).

Bei passiven Messgeräten, für die Detektoren verwendet werden, deren Messsignale erst nach Anwendung von physikalisch-chemischen Verfahren ausgelesen werden können, muss sowohl die Spezifikation von geeigneten Detektoren bzw. Detektormaterialien sowie die Spezifikation eines physikalisch-chemischen Standardverfahrens für ihre Auswertung angegeben werden.

Die folgenden Beschriftungen müssen am Messgerät angebracht sein:

- Hersteller bzw. Vertriebsgesellschaft,
- Bezeichnung des Messgerätes,
- eindeutige Kennzeichnung des Gerätes (Seriennummer und Herstellungsjahr) und
- Beschriftungen der Funktionselemente.

Sofern die Messsonde von der Anzeigeeinheit getrennt werden kann, sind die Beschriftungen auf der Messsonde und auf der Anzeigeeinheit entsprechend anzubringen. Wenn Zusatzgeräte verwendet werden, sind die Zusatzgeräte entsprechend zu beschriften.

## **9 Konformitätsbewertung**

Die Bewertung der Konformität des Messgerätes mit diesen Anforderungen wird durch Typprüfung festgestellt. Die Konformität wird von der Prüfstelle zertifiziert.

## **Bisher erschienene BfS-SW-Berichte** (vorher BfS-AR-, BfS-IAR-, BfS-ST- und BfS-AS-Berichte)

BfS-IAR-1/90

*Zähringer, M.; Bieringer, P.; Kromer, B.; Sartorius, H.; Weiss, W.*

Entwicklung, Erprobung und Einsatz von Schnellmeßmethoden zur nuklidspezifischen Bestimmung atmosphärischer Kontaminationen.

Freiburg, August 1990

BfS-IAR-2/97

*Zähringer, M.; Sempau, J.*

Calibration Factors for Dose Rate Probes in Environmental Monitoring Networks Obtained from Monte-Carlo-Simulations

Freiburg, Februar 1997

BfS-IAR-3/98

*Weiss, W.; Kelly, G.N.; French, S.*

Decision Support for Emergency Response - How Best Can it be Improved?

Proceedings of a BfS/EC Workshop Freiburg, Germany, December 8-10, 1997.

Freiburg, September 1998

BfS-AR-1/01

*Bieringer, J. u. P.*

Abschlussbericht. In-situ Übung 2000. 16. und 17. Mai 2000.

Länder / BfS in Augsburg und die DWD-Stationen.

Freiburg, März 2001

BfS-ST-1/92

Die Auswirkungen des Unfalls im sowjetischen Kernkraftwerk Tschernobyl auf das Territorium der ehemaligen DDR im Jahre 1989.

Berlin, August 1992

BfS-ST-2/92

Umweltradioaktivität in den ostdeutschen Ländern.

Jahresbericht 1990.

Berlin, September 1992

BfS-ST-3/92

2. Biophysikalische Arbeitstagung. Schlema, 11. bis 13. September 1991.

Berlin, November 1992

BfS-ST-4/93

*Beyermann, M.; Höfs, B.*

Radonmessungen in Gebäuden mit Aktivkohledetektoren und Flüssigszintillations-Spektrometrie.

*Gans, I.; Beyermann, M.; Lönnig, M.*

Verfahren zur Schnellbestimmung der Aktivitätskonzentration von Radon-222 in der Luft von Gebäuden - Screeningmessung -.

Berlin, Juli 1993

BfS-ST-5/93

*Sarenio, O.; Will, W.*

Qualitätssicherung der Dosisleistungsmessungen im Grundpegelbereich.

Berlin, September 1993

## **Bisher erschienene BfS-SW-Berichte** (vorher BfS-AR-, BfS-IAR-, BfS-ST- und BfS-AS-Berichte)

BfS-ST-6/95

*Schmidt, V.; Feddersen, Ch.; Ullmann, W.*

Untersuchungen zur Aussagefähigkeit von passiven Meßsystemen zur Bestimmung der Strahlenexposition durch Radon und kurzlebige Radonfolgeprodukte.

Berlin, Juni 1995

BfS-ST-7/95

*Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.*

Materialienband 1993 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1993 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung.

Berlin, August 1995

BfS-ST-8/96

*Kraus, W.*

Strahlenexposition und Strahlenschutzdosimetrie

Berlin, April 1996

BfS-St-9/96

Umweltradioaktivität im Ostthüringer Bergbauegebiet.

Berlin, Juli 1996

BfS-ST-10/96

*Hamel, P.; Lehmann, R.; Kube, G.; Couball, B.; Leißring, B.*

Modellhafte Sanierung radonbelasteter Wohnungen in Schneeberg.

Berlin, Oktober 1996

BfS-ST-11/97

*Beyermann, M.; Naumann, M.; Sarenio, O.; Schkade U.-K.; Will, W.*

Erfahrungen zur Qualitätsüberwachung bei der Ermittlung der Umweltradioaktivität im Rahmen der Meßprogramme zum Projekt "Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten (Altlastenkaster)".

Berlin, Februar 1997

BfS-ST-12/97

*Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H., Viertel, H.*

Materialienband 1994 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen. Ergänzung zum Jahresbericht 1994 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".

Berlin, Februar 1997

BfS-ST-13/97

*Will, W.; Borsdorf, K.-H.; Mielcarek, J.; Malinowski, D.; Sarenio, O.*

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in den östlichen Bundesländern Deutschlands. Berlin, August 1997

BfS-ST-14/97

*Will, W.; Borsdorf, K.-H.*

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in Deutschland.

*Lehmann, R.; Kemski, J.; Siehl, A.*

Radonkonzentration in Wohngebäuden der Bundesrepublik Deutschland.

Berlin, November 1997

## **Bisher erschienene BfS-SW-Berichte** (vorher BfS-AR-, BfS-IAR-, BfS-ST- und BfS-AS-Berichte)

BfS-ST-15/98

*Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.*

Materialienband 1995 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1995 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".

Berlin, März 1998

BfS-ST-16/99

*Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.*

Materialienband 1996 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1996 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".

Berlin, März 1999

BfS-AS-1/00

*Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.*

Materialienband 1997 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1997 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".

Berlin, Februar 2000

BfS-AS-2/00

*Jun, J.-S.<sup>1)</sup>; Guggenberger, R.; Dalheimer, A.*

<sup>1)</sup> *Department of Physics, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea*

A Comparative Study on the CL Dosimetric Characteristics of German and Korean Sugar and Sorbite.

Berlin, Oktober 2000

### **Ab 1. Februar 2003 SW**

BfS-SW-01/03

*Will, W.; Mielcarek, J.; Schkade, U.-K.*

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in ausgewählten Regionen Deutschlands.

Salzgitter, Juni 2003

BfS-SW-02/03

*Bittner, S.; Braun, H.; H.-W. Dusemund, H.-W.;*

*Gregor, J.; Raguse, R.; Voß, W.*

Einsatz des Entscheidungshilfesystems RODOS in Deutschland

Salzgitter, Juli 2003

BfS-SW-03/06

*Beck, Thomas; Ettenhuber, E.*

Überwachung von Strahlenexpositionen bei Arbeiten

Leitfaden für die Umsetzung der Regelung nach Teil 3 Kapitel 1 und 2 StrlSchV

Salzgitter, März 2006

BfS-SW-04/09

*Beck, Thomas*

Spezielle Anforderungen an Geräte zur Bestimmung der Strahlenexposition durch Radon- und Radonzerfallsprodukte

urn:nbn:de:0221-2009042344

Salzgitter, April 2009



# | Verantwortung für Mensch und Umwelt |

**Kontakt:**

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333-0

Telefax: + 49 30 18333-1885

Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz