

Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen

Leitfaden zu den §§ 126 - 132 des Strahlenschutzgesetzes

Sebastian Feige

Felice Friedrich-Kees

Uwe Oeh



Bundesamt für Strahlenschutz

Impressum
Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
URN: 0221-2020120824227
Stand: Dezember 2020

Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen

Leitfaden zu den §§ 126 - 132 des Strahlenschutzgesetzes

Sebastian Feige

Felice Friedrich-Kees

Uwe Oeh

INHALT

BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN	7
1 ZWECK DES LEITFADENS	11
2 GESETZLICHE REGELUNGEN	12
2.1 Internationale und Nationale Rechtsgrundlagen.....	12
2.2 Das Stufenkonzept.....	12
3 MESSUNG DER RADON-AKTIVITÄTSKONZENTRATION AM ARBEITSPLATZ	17
3.1 Von der Messpflicht betroffene Arbeitsplätze	17
3.2 Auswahl der Messorte.....	18
3.3 Anforderungen an die Messgeräte und DEN Messzeitraum	19
3.4 Bestimmung der über das Jahr gemittelten Radon-Aktivitätskonzentration	21
3.5 Aufzeichnung der Messungen.....	22
3.6 Information der Arbeitskräfte und Dritter.....	22
4 REDUZIERUNG DER RADON-AKTIVITÄTSKONZENTRATION	23
4.1 Maßnahmen	23
4.2 Kontrollmessung	23
5 ANMELDUNG DES ARBEITSPLATZES UND ABSCHÄTZUNG DER EXPOSITION	24
5.1 Anmeldung bei der Behörde.....	24
5.2 Arbeitsplatzbezogene Abschätzung der Exposition.....	24
5.3 Praktisches Vorgehen bei der Abschätzung	26
5.4 Überprüfung der Abschätzung.....	27
5.5 Aufzeichnungen	27
6 BERUFLICHER STRAHLENSCHUTZ.....	28
6.1 Verringerung der Radon-Exposition.....	28
6.2 Ermittlung der Radon-Exposition	28
6.3 Berechnung der Dosis bzw. Ersatzdosis	29
6.4 Aufzeichnung und Übermittlung der ermittelten Expositionen	30

6.5	Einhaltung der Grenzwerte	31
6.6	Medizinische Untersuchung	31
6.7	Strahlenpass bei Betätigungen in fremden Betriebsstätten	31
6.8	Weitere Anforderungen zur innerbetrieblichen Organisation des Strahlenschutzes	32
7	MAßNAHMEN ZUR VERRINGERUNG VON EXPOSITIONEN	33
	Literaturverzeichnis.....	34
	Anhänge	35
1	AUFGABEN DES VERANTWORTLICHEN BZW. VERPFLICHTETEN NACH STRAHLENSCHUTZGESETZ UND STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG	35
2	AUFGABEN UND BEFUGNISSE DER BEHÖRDEN NACH STRAHLENSCHUTZGESETZ UND STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG	38
3	GERÄTE ZUR MESSUNG VON RADON UND SEINEN KURZLEBIGEN FOLGEPRODUKTEN	40
3.1	Messung der Exposition durch Radon	40
3.1.1	Passive Radonmessgeräte	40
3.1.2	Elektronische, direkt anzeigende Radonmessgeräte	42
3.2	Messung der potenziellen Alphaenergie-Konzentration oder -Exposition	43
3.2.1	Messgeräte für die potenzielle Alphaenergie-Konzentration oder -Exposition	43
3.2.2	Messgeräte für die Ermittlung der Expositionen	44
4	ABSCHÄTZUNG DER EXPOSITION – BEISPIELE	46
4.1	Auf Grundlage von Messwerten der Kontrollmessung	46
4.2	Auf Grundlage von zeitaufgelösten Messungen	46
4.3	Auf Grundlage einer Messung der Exposition	46
4.4	Berücksichtigung von Einzeltätigkeiten.....	46
5	UMRECHNUNG VON RADON-EXPOSITIONSGRÖßEN IN DIE EFFEKTIVE DOSIS	47
6	KURZANLEITUNG FÜR DIE BEANTRAGUNG DER STRAHLENSCHUTZREGISTERNUMMERN	50
6.1	Registrierung des Antragstellers	50
6.2	Beantragung von SSR-Nummern.....	50
7	AUFZEICHNUNGEN	51

7.1	Aufzeichnung der Durchführung und Ergebnisse einer Erstmessung.....	51
7.2	Aufzeichnung der Durchführung einer Kontrollmessung	52
7.3	Aufzeichnung von Informationen zur Anmeldung bei der Behörde.....	52
7.4	Aufzeichnung der Ergebnisse der Abschätzung der Exposition	53
7.5	Aufzuzeichnende Daten und Informationen der Expositionsbestimmung im beruflichen Strahlenschutz	54

BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN

Anerkannte Stelle

Eine durch das Bundesamt für Strahlenschutz gemäß § 155 Absatz 4 der Strahlenschutzverordnung anerkannte Stelle zur Messung der Radon-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen nach § 127 Absatz 1 bzw. § 128 Absatz 2 des Strahlenschutzgesetzes.

Eine Liste der anerkannten Stellen wird vom Bundesamt für Strahlenschutz veröffentlicht [7].

Arbeitsplatz

Nach § 5 Absatz 4 des Strahlenschutzgesetzes ist ein Arbeitsplatz jeder Ort, an dem sich eine Arbeitskraft während ihrer Berufsausübung regelmäßig oder wiederholt aufhält.

Beruflicher Strahlenschutz

Der berufliche Strahlenschutz bezeichnet die Regelungen, die analog zum Strahlenschutz bei geplanten Expositionssituationen nach Teil 2 des Strahlenschutzgesetzes bei einer Überschreitung der jährlichen effektiven Dosis einer Arbeitskraft von 6 Millisievert durch Radon am Arbeitsplatz anzuwenden sind.

Dritter

Ein Dritter ist, wer in fremden Betriebsstätten eine Betätigung eigenverantwortlich ausübt oder ausüben lässt.

Effektive Dosis

Die effektive Dosis ist ein Maß für die Strahlenexposition des Menschen, das die unterschiedliche Empfindlichkeit der Organe gegenüber ionisierender Strahlung berücksichtigt.

Nach § 5 Absatz 11 des Strahlenschutzgesetzes ist die effektive Dosis das zur Berücksichtigung der Strahlenwirkung gewichtete Mittel von Organ-Äquivalentdosen mit Wichtungsfaktoren gemäß Strahlenschutzverordnung. Die Einheit ist das Sievert [Sv].

In Anlage 18 Teil B Nummer 3 der Strahlenschutzverordnung werden die Umrechnungsfaktoren von der Exposition zur effektiven Dosis durch Inhalation von Radon festgelegt. Die zuständige Behörde kann hiervon abweichende Umrechnungsfaktoren festlegen, wenn aufgrund der Expositionsbedingungen der Wert des Gleichgewichtsfaktors von 0,4 abweicht.

Erstmessung

Als Erstmessung wird die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft an einem Arbeitsplatz im Innenraum nach § 127 des Strahlenschutzgesetzes und der Vergleich mit dem Referenzwert nach § 126 des Strahlenschutzgesetzes bezeichnet, die innerhalb von achtzehn Monaten nach Festlegung des Radonvorsorgegebiets bzw. nach Aufnahme der beruflichen Betätigung an einem neu eingerichteten Arbeitsplatz dieser Art durchgeführt wird.

Exposition

Nach § 2 des Strahlenschutzgesetzes ist die Exposition die Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper durch Strahlungsquellen außerhalb bzw. innerhalb des Körpers (äußere und innere Exposition) oder das Ausmaß dieser Einwirkung.

Die Radon-Exposition bezieht sich speziell auf die Exposition durch Vorhandensein von Radon. Sie berechnet sich aus der vorhandenen Radon-Aktivitätskonzentration und der Einwirkungszeit.

Gleichgewichtsfaktor F

Der Gleichgewichtsfaktor F ist das Verhältnis der gleichgewichtsäquivalenten Radonkonzentration zur vorliegenden Radonkonzentration. F ist ein dimensionsloser Faktor, der es gestattet, die Abweichung einer Mischung von Radon und seinen kurzlebigen Radon-Folgeprodukten vom radioaktiven Gleichgewicht zu beschreiben. Er wird benötigt, um aus einer gemessenen Radon-Aktivitätskonzentration die dosisrelevante potenzielle Alphaenergie zu ermitteln.

Innenräume

Nach § 5 Absatz 17 des Strahlenschutzgesetzes sind Innenräume umschlossene, ortsfeste Räume inner- und außerhalb von Gebäuden, in denen Menschen sich aufhalten können (einschließlich Höhlen und Bergwerken).

Konformitätsbereich

Nach DIN ISO 11665-8:2013-08 „Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt – Luft - Radon-222 - Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie für zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden“ [8] ist ein Konformitätsbereich ein Bereich, der einen oder mehrere angrenzende Räume innerhalb eines Gebäudes mit identischen oder sehr ähnlichen Eigenschaften (Wandtyp, Böden, Kellergeschoss, Fundamente, Stockwerk, Wasserversorgung und -nutzung, Lüftung, Öffnungen, Temperatur usw.) mit einheitlichen Radon-Aktivitätskonzentrationen umfasst. Er wird hauptsächlich definiert über die Kriterien gleicher Art der erdberührenden Gebäudefläche, gleiche Lüftungsbedingungen (kein Lüftungssystem, natürliche Lüftung, künstliche Lüftung usw.) sowie ein gleiches Temperaturniveau.

Kontrollmessung

Als Kontrollmessung wird die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft an einem Arbeitsplatz im Innenraum nach § 128 des Strahlenschutzgesetzes bezeichnet, die der Überprüfung des Erfolges der getroffenen Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration dient.

Körperdosis

Nach § 5 Absatz 19 des Strahlenschutzgesetzes ist die Körperdosis der Oberbegriff für die effektive Dosis und die Organ-Äquivalentdosis.

Messstelle, behördlich bestimmte Messstelle

Messstellen sind Stellen zur Ermittlung der beruflichen Exposition, die nach § 169 des Strahlenschutzgesetzes durch die zuständige Behörde bestimmt werden.

Potenzielle Alphaenergie-Exposition

Die potenzielle Alphaenergie-Exposition einer Arbeitskraft ist die mittlere potenzielle Alphaenergie-Konzentration, der die Arbeitskraft an ihren Arbeitsplätzen ausgesetzt ist, multipliziert mit ihrer Aufenthaltszeit an den Arbeitsplätzen. Die übliche Einheit ist Millijoule mal Stunde pro Kubikmeter [$\text{mJ}\cdot\text{h}/\text{m}^3$].

Potenzielle Alphaenergie-Konzentration

Die potenzielle Alphaenergie eines kurzlebigen Radon-222-Folgeproduktes ist die Summe der Energien aller Alphateilchen, die beim Zerfall dieses Radionuklids bis zum Blei-210 entstehen. Die potenzielle Alphaenergie-Konzentration eines beliebigen Gemisches von kurzlebigen Radon-Folgeprodukten ist die Summe der potenziellen Alphaenergien aller Folgeprodukte bis zum Blei-210 pro Volumen. Die übliche Einheit ist Millijoule pro Kubikmeter [mJ/m^3].

Radon

Gemeint sind nach § 5 Absatz 28 des Strahlenschutzgesetzes das Radionuklid Rn-222 und seine Folgeprodukte. Zweck dieser Kurzform ist es insbesondere, im Text komplexe Sachverhalte wie die strahlenbiologische Wirkung der Inhalation von Radon-Folgeprodukten verkürzt als Wirkung von Radon wiedergeben zu können.

Radon-Aktivitätskonzentration

Die Aktivitätskonzentration der Raumluft beschreibt die Anzahl der Zerfälle pro Sekunde und Volumen. Die Einheit ist Becquerel pro Kubikmeter [Bq/m^3]. In diesem Leitfaden bezieht sich der Begriff Radon-Aktivitätskonzentration ausschließlich auf das Isotop Rn-222, sofern nicht anders erwähnt. Die Radon-Aktivitätskonzentration ist proportional zur Radonkonzentration.

Radonkonzentration

Die Radonkonzentration in der Raumluft gibt die Anzahl von Radon-Atomen pro Volumen an. In diesem Leitfaden bezieht sich der Begriff Radon-Aktivitätskonzentration ausschließlich auf das Isotop Rn-222, sofern nicht anders erwähnt. Die Radonkonzentration ist proportional zur Radon-Aktivitätskonzentration.

Radonvorsorgegebiet

Nach § 121 des Strahlenschutzgesetzes sind Radonvorsorgegebiete von der zuständigen Behörde festgelegte Gebiete, für die erwartet wird, dass die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen den Referenzwert übersteigt.

Referenzwert

Nach § 5 Absatz 29 des Strahlenschutzgesetzes ist der Referenzwert kein Grenzwert, sondern ein festgelegter Wert, der als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen dient.

Nach § 124 Satz 1 bzw. § 126 des Strahlenschutzgesetzes beträgt der Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen in Innenräumen jeweils 300 Bq/m³.

Verantwortlicher

Nach § 127 Absatz 2 des Strahlenschutzgesetzes ist verantwortlich für einen Arbeitsplatz, wer in seiner Betriebsstätte eine Betätigung beruflich ausübt oder ausüben lässt oder in wessen Betriebsstätte ein Dritter in eigener Verantwortung eine Betätigung beruflich ausübt oder von Personen ausüben lässt, die unter dessen Aufsicht stehen.

Verpflichteter

Verpflichteter ist der für den Arbeitsplatz Verantwortliche, der verpflichtet ist, den Arbeitsplatz nach § 129 Absatz 1 oder 2 des Strahlenschutzgesetzes anzumelden und eine Abschätzung der Exposition nach § 130 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes vorzunehmen.

Verpflichteter ist auch der Dritte, der verpflichtet ist, eine Betätigung nach § 129 Absatz 3 des Strahlenschutzgesetzes anzumelden, sobald sie an mehreren angemeldeten Arbeitsplätzen ausgeübt wird.

Zuständige Behörde

Die Zuständigkeit der Behörden im Strahlenschutz ist in Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung sowie für die Landesbehörden in den jeweiligen Zuständigkeitsverordnungen der einzelnen Bundesländer geregelt.

Abkürzungen

BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
ISO	Internationale Organisation für Normung
PAEC	Potenzielle Alphaenergie-Konzentration
PAEE	Potenzielle Alphaenergie-Exposition
Rn	Radon
SSR	Strahlenschutzregister
StrISchG	Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz)
StrISchV	Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung)

Verwendete Einheiten

h	Stunde
d	Tag
µm	Mikrometer
cm	Zentimeter
m	Meter
m²	Quadratmeter
Bq/m³	Becquerel pro Kubikmeter
Bq·h/m³	Becquerel mal Stunde pro Kubikmeter
kBq·h/m³	Kilobecquerel mal Stunde pro Kubikmeter
MBq·h/m³	Megabecquerel mal Stunde pro Kubikmeter
mSv	Millisievert
Sv	Sievert
mSv/a	Millisievert im Kalenderjahr
nJ/m³	Nanojoule pro Kubikmeter
mJ/m³	Millijoule pro Kubikmeter
mJ·h/m³	Millijoule mal Stunde pro Kubikmeter
J·h/m³	Joule mal Stunde pro Kubikmeter
MeV·h/m³	Megaelektronenvolt mal Stunde pro Kubikmeter

RADON AN ARBEITSPLÄTZEN IN INNENRÄUMEN

1 ZWECK DES LEITFADENS

Das Ziel der Regelungen des Strahlenschutzgesetzes vom 27. Juni 2017 (StrlSchG) [2] und der Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (StrlSchV) [3] zum Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen sowie zum Schutz der Bevölkerung vor Radon in Aufenthaltsräumen ist es, die langfristigen Risiken der Radon-Exposition in Wohnräumen, öffentlich zugänglichen Gebäuden und an Arbeitsplätzen zu vermindern. Die Exposition soll auf breiter Basis gesenkt und damit die durch Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte bedingten Lungenkrebsfälle reduziert werden.

Das Strahlenschutzgesetz beinhaltet mit dem Referenzwert für Radon an Arbeitsplätzen erstmals einen Wert, der als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Radonschutzmaßnahmen an Arbeitsplätzen dient. Für Arbeitsplätze in einem Radonvorsorgegebiet und bestimmte im Strahlenschutzgesetz festgelegte Arbeitsfelder besteht die Verpflichtung, die Radon-Aktivitätskonzentration zu messen und den Referenzwert zu beachten. Bei Überschreitung muss der Verantwortliche Maßnahmen ergreifen, welche die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen gewährleisten.

Für eine grundlegende Einführung sowie weiterführende Hinweise und Regelungen der Verantwortlichen von Arbeitsplätzen in das Thema stehen Informationsbroschüren der zuständigen Landesbehörden und des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) bereits zur Verfügung.

Der vorliegende Leitfaden erläutert im Detail die Vorgehensweise und die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen, wie sie durch Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung festgelegt sind.

Der Leitfaden soll das gemeinsame Verständnis der für einen Arbeitsplatz Verantwortlichen und der zuständigen Behörden hinsichtlich der Regelungen zum Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen fördern sowie ein bundeseinheitliches Verwaltungshandeln im Bereich des Teils 4 Kapitel 2 Abschnitt 3 der §§ 126 bis 132 des Strahlenschutzgesetzes in Verbindung mit Teil 4 Kapitel 1 Abschnitt 2 der §§ 155 bis 158 der Strahlenschutzverordnung (Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen)¹ unterstützen. Es werden Art, Umfang, Methodik und Vorgehensweise erläutert für die:

- Messung der über das Jahr gemittelten Radon-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen nach §§ 127 und 128 StrlSchG,
- Abschätzung der Radon-222-Exposition oder der Körperdosis bei Betätigung an angemeldeten Arbeitsplätzen nach § 130 Abs. 3 StrlSchG,
- Ermittlung der Radon-222-Exposition und der Körperdosis der an anmeldungsbedürftigen Arbeitsplätzen beschäftigten Arbeitskräfte nach § 131 StrlSchG.

Die detaillierte Beschreibung sowohl der Aufgaben und Zuständigkeiten als auch der erforderlichen Handlungen und Konsequenzen soll dazu beitragen, dass die gesetzlichen Vorgaben einfacher umgesetzt und geeignete Maßnahmen zur Überwachung und Verringerung von Expositionen durch Radon eingeleitet werden können, um die Expositionen der Arbeitskräfte so gering wie möglich zu halten.

Aufgrund der Vielfalt der denkbaren Betätigungen und der speziellen Expositionsbedingungen an den zu betrachtenden Arbeitsplätzen werden weitere Informationen und Empfehlungen zur Umsetzung der Regelungen der Strahlenschutzverordnung im Einzelfall auch von Berufsverbänden oder Berufsgenossenschaften bereitgestellt.

¹ Der Leitfaden behandelt nicht das Auftreten von Radon im Sinne von Teil 2 Kapitel 2 Abschnitt 8 Unterabschnitt 1 des Strahlenschutzgesetzes (Arbeitsplätze mit Exposition durch natürlich vorkommende Radioaktivität) und Teil 4 Kapitel 4 Abschnitt 1 des Strahlenschutzgesetzes (Radioaktive Altlasten).

2 GESETZLICHE REGELUNGEN

2.1 INTERNATIONALE UND NATIONALE RECHTSGRUNDLAGEN

Die Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates der Europäischen Union vom 5. Dezember 2013 [1] legt die grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung fest. Sie formuliert die Grundsätze des Strahlenschutzes (Rechtfertigung, Optimierung, Dosisbegrenzung) und das System der situationsbedingten Anforderungen an den Strahlenschutz mit geplanten, bestehenden und Notfall-Expositionssituationen. Spezielle Vorgaben zum Schutz vor Radon finden sich insbesondere in den Artikeln 54, 74 und 103 sowie in den Anhängen XVII und XVIII der Richtlinie.

Die Euratom-Richtlinie wurde in Deutschland insbesondere durch das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung in nationales Recht umgesetzt. Regelungen zum Schutz vor Radon finden sich in Teil 4 Kapitel 2 des Strahlenschutzgesetzes in den §§ 121 bis 132 sowie in Teil 4 Kapitel 1 der Strahlenschutzverordnung in den §§ 153 bis 158. Von Bedeutung im Zusammenhang mit dem Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen sind insbesondere Regelungen zu:

- der Ausweisung von Radonvorsorgegebieten (§ 121 StrlSchG und § 153 StrlSchV),
- der Festlegung von Arbeitsplätzen, an denen die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration verpflichtend ist (§ 127, § 128 Abs. 2 StrlSchG),
- der Einleitung von Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration (§ 128 Abs. 1 StrlSchG),
- der Anmeldung von Arbeitsplätzen bei der zuständigen Behörde (§ 129 Abs. 1 StrlSchG),
- den Verpflichtungen zur Abschätzung auftretender Expositionen durch Radon an angemeldeten Arbeitsplätzen (§ 130 Abs. 1 StrlSchG und § 156 StrlSchV),
- der Verpflichtung zur Verringerung der Exposition (§ 130 Abs. 2 und § 131 Abs. 1 Nr. 1 des StrlSchG) und
- den Maßnahmen des beruflichen Strahlenschutzes (§ 131 StrlSchG und § 157 und § 158 der StrlSchV).

Im Strahlenschutzgesetz ist in § 126 für die Radon-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen ein Referenzwert von 300 Bq/m^3 festgelegt. Dieser Wert dient als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen zum Schutz vor Radon.

Die Vollzugsaufgaben und Befugnisse für die Regulierung des Strahlenschutzes an Arbeitsplätzen liegen im Wesentlichen bei den Landesbehörden. Das Bundesamt für Strahlenschutz übernimmt zentrale Aufgaben wie den Betrieb des Strahlenschutzregisters (SSR) zur Erfassung und Überwachung beruflicher Expositionen oder die Durchführung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung von anerkannten Stellen und Messstellen für die Exposition durch Radon. Die einzelnen Aufgaben und Befugnisse sind in Anhang 2 dargestellt.

2.2 DAS STUFENKONZEPT

Das vorrangige Ziel der Regelungen zum Radonschutz an Arbeitsplätzen ist es, die Radonkonzentration an Arbeitsplätzen in großer Breite zu senken. Als Voraussetzung für das weitere Vorgehen wurde ein bundesweit gültiger Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft an Arbeitsplätzen in Innenräumen von 300 Bq/m^3 (§ 126 des Strahlenschutzgesetzes) festgelegt. Des Weiteren legen die Länder Gebiete fest, in denen die Überschreitung des Referenzwerts in einer beträchtlichen Anzahl von Gebäuden erwartet wird. Überdies werden Arbeitsfelder definiert, in denen – auch außerhalb der festgelegten Gebiete – besonders von einer Radon-Exposition betroffene Arten von Arbeitsplätzen anzutreffen sind.

Insbesondere aber äußert sich dieses Ziel in dem abgestuften Verfahren, das die gesetzlichen Regelungen vorsieht: So soll zunächst auf den ersten Stufen mit arbeitsplatzbezogenen Maßnahmen bei den betroffenen Arbeitsplätzen die Radon-Aktivitätskonzentration erfasst und weitestmöglich reduziert werden. Arbeitskraftbezogene Maßnahmen und Maßnahmen des beruflichen Strahlenschutzes werden erst erforderlich, wenn dieses Vorgehen nicht zum Ziel führt. Auf jeder Stufe werden nur diejenigen Arbeitsplätze behandelt, die weitere Maßnahmen erfordern (Abbildung 2-1).

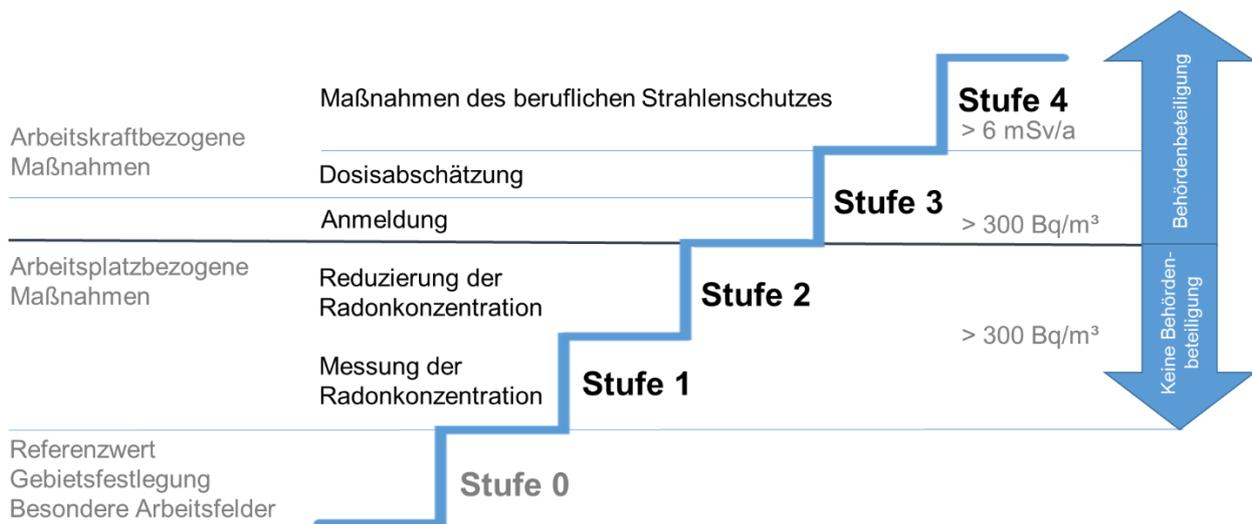


Abbildung 2-1: Schema des Stufenkonzeptes

Grundsätzlich können erhöhte Radonkonzentrationen an Arbeitsplätzen im gesamten Bundesgebiet auftreten. Es gibt jedoch Regionen, in denen zu erwarten ist, dass die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden und damit auch an Arbeitsplätzen den Referenzwert überschreiten wird. Die Ausweisung solcher Regionen als Radonvorsorgegebiete nach § 121 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes ermöglicht es, an den darin gelegenen Arbeitsplätzen gezielt auf erhöhte Expositionen durch Radon mit Maßnahmen zu reagieren.

Abbildung 2-2 zeigt schematisch das notwendige Vorgehen eines Verantwortlichen für einen Arbeitsplatz im Rahmen des Stufenkonzeptes, dessen Schritte im Folgenden kurz erläutert werden.

Eine tabellarische Zusammenstellung der gesetzlichen Regelungen zu den Aufgaben des Verantwortlichen bzw. Verpflichteten findet sich in Anhang 1.

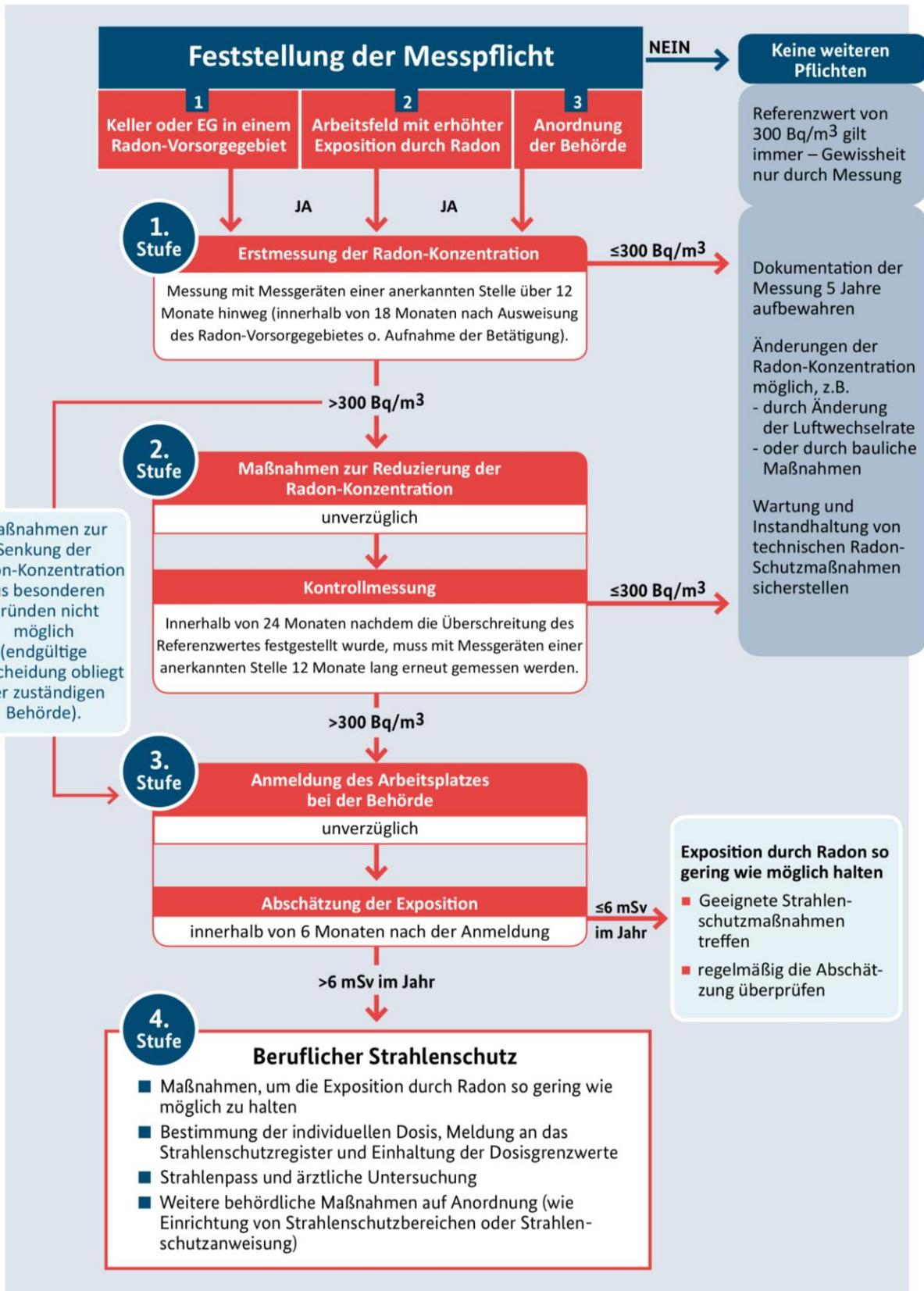


Abbildung 2-2 Schematisches Ablaufdiagramm für gesetzlich vorgeschriebene Messungen und Maßnahmen zum Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen

Stufe 1: Messungen an betroffenen Arbeitsplätzen (§ 127 StrlSchG)

In der ersten Stufe geht es um die Prüfung, ob die Radon-Aktivitätskonzentration an dem zu betrachtenden Arbeitsplatz den Referenzwert in Höhe von 300 Bq/m³ überschreitet.

Hierfür ist zunächst zu prüfen, ob ein Arbeitsplatz zu denjenigen Arbeitsplätzen gehört, für die eine generelle Pflicht zur Messung besteht. Das Strahlenschutzgesetz sieht solch eine generelle Messpflicht für Arbeitsplätze vor, bei denen eine hohe Wahrscheinlichkeit für erhöhte Radon-Aktivitätskonzentrationen besteht.

Dies ist zum einen in den von den Landesbehörden ausgewiesenen Radonvorsorgegebieten der Fall, wenn der Arbeitsplatz im Keller oder Erdgeschoss liegt. Zum anderen gibt es bestimmte Arbeitsfelder, bei denen aufgrund ihrer Eigenart auch außerhalb der Radonvorsorgegebiete erhöhte Radonkonzentrationen wahrscheinlich sind. Diese waren bereits nach früherem Recht von Radonenschutzregelungen erfasst. Daher gibt es hier Übergangsvorschriften, die erneute Messungen entbehrlich machen können.

Für andere Arbeitsplätze gilt keine grundsätzliche Messpflicht. Die zuständige Behörde kann jedoch eine Messung auch an anderen Arbeitsplätzen anordnen, wenn Anhaltspunkte für eine Überschreitung des Referenzwertes vorliegen. Der Referenzwert von 300 Bq/m³ gilt zum Schutz vor Radon an allen Arbeitsplätzen in Innenräumen.

Der Verantwortliche für den Arbeitsplatz veranlasst eine Messung der Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft. Verantwortlicher für einen Arbeitsplatz ist,

- (1) wer in seiner Betriebsstätte eine Betätigung beruflich ausübt oder ausüben lässt oder
- (2) in wessen Betriebsstätte ein Dritter in eigener Verantwortung eine Betätigung beruflich ausübt oder von Personen ausüben lässt, die unter dessen Aufsicht stehen.

Von dem Ergebnis dieser Erstmessung hängt es ab, ob an dem Arbeitsplatz weitere Maßnahmen auf den folgenden Stufen erforderlich sind. Die Messungen müssen daher qualitätsgesichert durchgeführt werden, was durch den Bezug von Messgeräten von einer durch das BfS anerkannten Stelle gesichert wird. § 155 der Strahlenschutzverordnung enthält Anforderungen zur Durchführung der Messung und Voraussetzungen zur Anerkennung der Stelle. Die Auswertung der Messgeräte erfolgt ebenso durch die anerkannte Stelle, wobei das Messergebnis die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration zum Vergleich mit dem Referenzwert ist.

Wird eine Überschreitung des Referenzwertes bereits auf der Grundlage einer kürzeren Messdauer als zwölf Monate sicher nachgewiesen oder liegen bereits Messergebnisse der Radon-Aktivitätskonzentration vor, die im Zuge einer Abschätzung nach § 95 Absatz 1 in Verbindung mit Anlage XI Teil 1 zur Strahlenschutzverordnung in der bis zum 31.12.2018 geltenden Fassung [4] erhoben wurden, kann direkt über Reduzierungsmaßnahmen entschieden werden.

Der für den Arbeitsplatz Verantwortliche hat die betroffenen Arbeitskräfte, den Betriebs- oder Personalrat sowie - falls vorhanden - Dritte über die Ergebnisse der Messungen unverzüglich zu unterrichten.

Stufe 2: Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration (§ 128 StrlSchG)

Für den Fall, dass die Radon-Aktivitätskonzentration im Jahresmittel den Referenzwert überschreitet, sind auf der zweiten Stufe Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft zu ergreifen. Der Erfolg der ergriffenen Maßnahmen ist durch eine Kontrollmessung nachzuweisen.

Sofern im Einzelfall aus überwiegenden Gründen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes oder aus der Natur des Arbeitsplatzes Maßnahmen nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich sind, kann ausnahmsweise auf die Maßnahmen der Stufe 2 verzichtet werden; dies kann insbesondere bei den Arbeitsfeldern der Anlage 8 des Strahlenschutzgesetzes der Fall sein. In diesen Fällen geht das Verfahren direkt auf Stufe 3 über und der Arbeitsplatz muss mit nachvollziehbarer Begründung unverzüglich angemeldet werden. Die zuständige Behörde kann Maßnahmen anordnen, wenn die vorgetragenen Gründe den Verzicht auf Maßnahmen nicht rechtfertigen.

In der Regel ist die zuständige Landesbehörde in den beiden ersten Stufen jedoch noch nicht in das Vorgehen einbezogen, wenn bei der Erstmessung oder spätestens bei der Kontrollmessung nach den Reduzierungsmaßnahmen der Referenzwert an dem betroffenen Arbeitsplatz nicht überschritten wird. Die Behörde kann allerdings im Rahmen ihrer Aufsicht die Aufzeichnungen zu den Ergebnissen der Messungen anfordern.

Der für den Arbeitsplatz Verantwortliche hat die betroffenen Arbeitskräfte und den Betriebs- oder Personalrat sowie - falls vorhanden - Dritte über die Ergebnisse der Messungen unverzüglich zu unterrichten.

Stufe 3: Anmeldung des Arbeitsplatzes und Abschätzung der Exposition (§§ 129, 130 StrISchG)

Kann die Radon-Aktivitätskonzentration am Arbeitsplatz trotz der vorgenommenen Reduzierungsmaßnahmen nicht ausreichend vermindert werden, sodass die Kontrollmessung weiterhin keine Unterschreitung des Referenzwertes ergibt, meldet der Verantwortliche diesen Arbeitsplatz bei der zuständigen Landesbehörde an. Der Arbeitsplatz ist ebenso anzumelden, wenn Maßnahmen aus besonderen Gründen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes oder der Natur des Arbeitsplatzes nicht ergriffen werden mussten. Der für den Arbeitsplatz Verantwortliche wird in dieser dritten Stufe im Wortlaut der gesetzlichen Regelungen zum zur Anmeldung Verpflichteten.

Auch ein Dritter, der in fremden Betriebsstätten eine Betätigung eigenverantwortlich beruflich ausübt oder ausüben lässt, hat diese Betätigung unverzüglich anzumelden, sobald sie an mehreren Arbeitsplätzen ausgeübt wird, die von dem Inhaber der fremden Betriebsstätte angemeldet werden müssen.

Um die Belastung der Arbeitskräfte am Arbeitsplatz einschätzen zu können, muss der Verpflichtete eine auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung der Exposition durchführen. Abhängig von der Höhe der möglichen Exposition folgen unterschiedliche Konsequenzen: Ist eine Überschreitung von 6 mSv im Kalenderjahr nach der Abschätzung ausgeschlossen, ist auf dieser Stufe regelmäßig zu überprüfen, dass sich die mögliche effektive Dosis nicht durch Veränderungen wesentlich erhöht. Ergibt die Abschätzung hingegen, dass eine Überschreitung von 6 mSv im Kalenderjahr möglich ist, folgt Stufe 4 mit Maßnahmen des beruflichen Strahlenschutzes für die betroffenen Arbeitskräfte.

Stufe 4: Beruflicher Strahlenschutz von Arbeitskräften (§ 131 StrISchG)

Für den Fall, dass die abgeschätzte effektive Dosis einen Wert von 6 mSv im Kalenderjahr überschreitet, wird in einem vierten Schritt die Einhaltung von Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes gefordert.

Der Verpflichtete hat für Arbeitskräfte, deren mögliche Exposition nach der Abschätzung einen Wert von 6 mSv überschreiten kann, die tatsächliche Radon-Exposition, die potenzielle Alphaenergie-Exposition oder die Körperdosis an anmeldepflichtigen Arbeitsplätzen auf geeignete Weise durch Messung zu ermitteln. Für diese Ermittlung werden Messgeräte eingesetzt, die von einer nach § 169 Absatz 1 Nummer 4 des Strahlenschutzgesetzes behördlich bestimmten Messstelle bereitgestellt und ausgewertet werden. Diese Messstellen nehmen an Maßnahmen zur Qualitätssicherung durch das BfS teil.

Die Ergebnisse der Ermittlung der beruflichen Exposition zeichnet die Messstelle auf und teilt sie dem Verpflichteten schriftlich mit. Das Ergebnis der Dosisermittlung meldet die Messstelle an das Strahlenschutzregister. Die zuständige Behörde kann die Aufzeichnungen zur Ermittlung der Exposition sowie die in § 170 Absatz 2 des Strahlenschutzgesetzes genannten Daten für das Strahlenschutzregister einsehen.

Der Verpflichtete muss daneben organisatorische Maßnahmen ergreifen, um die Strahlendosis und die Expositionsbedingungen der Arbeitskraft am Arbeitsplatz aufzuzeichnen und zu begrenzen. Er hat insbesondere auch dafür zu sorgen, dass Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden.

Generell wird im Strahlenschutzgesetz die Rolle des Verantwortlichen bzw. Verpflichteten für den Strahlenschutz betont. Das eigenverantwortliche Handeln bildet die Grundlage für die Umsetzung der strahlenschutzrechtlichen Vorschriften zum Schutz der Arbeitskräfte vor Radon am Arbeitsplatz.

3 MESSUNG DER RADON-AKTIVITÄTSKONZENTRATION AM ARBEITSPLATZ

3.1 VON DER MESSPFLICHT BETROFFENE ARBEITSPLÄTZE

Im Strahlenschutzgesetz [2] wird als Arbeitsplatz jeder Ort verstanden, an dem sich eine Arbeitskraft während ihrer Berufsausübung regelmäßig oder wiederholt aufhält.

Der Verantwortliche eines Arbeitsplatzes prüft, ob Handlungsbedarf aufgrund gesetzlicher Vorgaben besteht:

Von der Messpflicht betroffen sind Arbeitsplätze in einem ausgewiesenen Radonvorsorgegebiet, die sich in einem Innenraum im Erd- oder Kellergeschoss eines Gebäudes befinden.

Weiterhin sind von der Messpflicht Arbeitsplätze im gesamten Bundesgebiet betroffen, die einem Arbeitsfeld zuzuordnen sind, an dem typischerweise mit erhöhter Exposition durch Radon zu rechnen ist. Solche Arbeitsfelder sind in Anlage 8 des Strahlenschutzgesetzes genannt: Dies sind Arbeitsplätze in untertägigen Bergwerken, Schächten und Höhlen einschließlich Besucherbergwerken, Arbeitsplätze in Radonheilbädern und Radonheilstollen sowie Arbeitsplätze in Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung.

Hier sind Messungen an allen Arbeitsplätzen mit anzunehmendem oder nachgewiesenem Kontakt zum radonhaltigen Medium, beispielsweise durch eine Lüftungstechnische Verbindung, durchzuführen. Die Lage in einer bestimmten Geschosshöhe ist dabei irrelevant.

Hinweis: Der Schutz vor Radon an solchen Arbeitsplätzen wurde bereits in der alten Strahlenschutzverordnung [4] (§ 95 Absatz 1 in Verbindung mit Anlage XI Teil A) geregelt. Wenn in diesem Rahmen vor dem 31. Dezember 2018 Messungen der Radon-Aktivitätskonzentration zur Abschätzung der Exposition oder Körperdosis durchgeführt wurden, können diese als Erfüllung der Pflicht zur Erstmessung verwendet werden. Ein Ortsbezug der Messungen muss dabei klar erkennbar sein und seit der Durchführung der Messung dürfen keine die Radon-Aktivitätskonzentration verändernden Maßnahmen durchgeführt worden sein. In solchen Fällen wird eine Kontaktaufnahme zur zuständigen Landesbehörde empfohlen.

Schließlich kann die zuständige Landesbehörde eine Messung auch für andere Arbeitsplätze anordnen, wenn Anhaltspunkte für eine Überschreitung des Referenzwertes vorliegen. Mögliche Anhaltspunkte können beispielsweise sein:

1. Ergebnisse einer freiwilligen Messung an diesem Arbeitsplatz oder
2. Ergebnisse von Messungen innerhalb des Gebäudes² oder Verwaltungsgebietes³ sowie
3. Ergebnisse von bundesweiten Messungen in vergleichbaren Arbeitsfeldern.

Hinweise zu Betätigungen in fremden Betriebstätten – Einbindung von Dritten

Auch Dritte, also Firmen, deren Arbeitskräfte Betätigungen in fremden Betriebstätten ausüben, tragen Verantwortung dafür, dass die Arbeitskräfte an den Arbeitsplätzen keinen unzulässig hohen Radonkonzentrationen ausgesetzt sind.

Der Inhaber einer solchen fremden Betriebsstätte, der als Verantwortlicher der dort vorhandenen Arbeitsplätze Messungen veranlassen muss, ist verpflichtet, die Dritten unverzüglich über das Ergebnis der Erstmessung oder gegebenenfalls der Kontrollmessung zu unterrichten.

Der Dritte muss sich seiner daraus resultierenden Pflichten bewusst sein: Zunächst obliegt ihm die Pflicht, die betroffenen Arbeitskräfte sowie den Betriebs- oder Personalrat über die Ergebnisse der Messungen zu informieren. Schließlich ist der Dritte selbst zur Anmeldung verpflichtet, wenn er oder eine von ihm beschäftigte Arbeitskraft die Betätigung nicht nur an einem, sondern an mehreren Arbeitsplätzen ausübt, die aufgrund anhaltend hoher Radonkonzentrationen von den Inhabern dieser fremden Betriebstätten bei der zuständigen Behörde angemeldet werden müssen. Der Dritte muss diese Betätigung bei der zuständigen Behörde anmelden und in der Folge die Exposition durch Radon abschätzen (siehe dazu Kapitel 5); gegebenenfalls folgt aus der Abschätzung die Pflicht, die Regelungen des beruflichen Strahlenschutzes umzusetzen (siehe dazu Kapitel 6).

² Speziell können Messungen an Arbeitsplätzen oberhalb des Erdgeschosses in einem Gebäude sinnvoll sein, wenn darunter erhöhte Werte festgestellt wurden.

³ So kann auch in einem nicht als Radonvorsorgegebiet ausgewiesenen Verwaltungsgebiet aufgrund der geologischen Verhältnisse lokal ein hohes Radon-Potenzial vorhanden sein.

Beispielsweise werden Betätigungen wie Behälterreinigungen oder Wartungen von Aggregaten bei Wasserversorgungsunternehmen durch externe Firmen übernommen. Ihre Arbeitskräfte sind in der Folge regelmäßig erhöhten Radonkonzentrationen ausgesetzt.

Aber auch in Branchen wie Heizungs- und Sanitärbau, Innenraumgestaltung oder Gebäudereinigung werden Arbeitskräfte regelmäßig an betroffenen Arbeitsplätzen in Radonvorsorgegebieten oder in Arbeitsfeldern mit erhöhter Exposition durch Radon tätig. Hierbei ist es wichtig, dass die Dritten ihre Kunden gegebenenfalls an ihre Auskunftspflicht erinnern. Die Verantwortlichen für den Arbeitsplatz müssen ihrerseits organisatorisch sicherstellen, dass die Informationspflichten gegenüber den Dritten erfüllt werden.

In den genannten Branchen werden Arbeitskräfte auch regelmäßig in privaten Räumen im Keller- oder Erdgeschoss tätig. Eine Pflicht zur Messung in solchen Räumen ist nicht geregelt. Insbesondere in Radonvorsorgegebieten wird daher aber den Verantwortlichen empfohlen, nach gegebenenfalls trotzdem erfolgten Messungen zu fragen. Bei Hinweisen auf erhöhte Radonkonzentrationen oder fehlende Informationen sollten die Räume vorsorglich vor Beginn der Betätigung gelüftet werden.

3.2 AUSWAHL DER MESSORTE

Die Messgeräte müssen grundsätzlich nach den Vorgaben der anerkannten Stelle eingesetzt werden. Diese Vorgaben richten sich nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, die sich in Messanleitungen [9], Leitfäden [10], [12] oder technischen Normen [8] abbilden. Ziel ist es, repräsentativ die Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft am tatsächlichen Aufenthaltsort der Arbeitskräfte zu erfassen. Dafür wird das Messgerät über den gesamten Zeitraum der Messung am Arbeitsplatz aufgestellt. Der Arbeitsplatz ist in gewohnter Weise zu nutzen.

Im einfachsten Fall sind kleinere Gebäude mit Grundflächen bis zu 200 m² betroffen. Hierbei sollte jeder Innenraum, in dem sich ein Arbeitsplatz befindet, mit einem Messgerät ausgestattet werden. Die Bildung von Konformitätsbereichen im Falle einer entsprechenden Gleichartigkeit, beispielsweise hinsichtlich der Ventilation der Räumlichkeit oder der erdberührenden Flächen, ist möglich. Aus Gründen der Ausfallsicherheit wird empfohlen, mindestens zwei Messgeräte im Gebäude einzusetzen.

Bei großflächigen oder komplex aufgebauten Gebäuden kann es angebracht sein, bei der Ermittlung der Bereiche und Aufstellungsorte speziell auf diesem Gebiet ausgebildete Fachkräfte einzubinden. So kann es sinnvoll sein, Konformitätsbereiche aus angrenzenden Räumen mit Arbeitsplätzen zu bilden, wenn davon ausgegangen werden kann, dass vergleichbare Radonkonzentrationen vorliegen. Auch sind lokal abweichende Strömungsverhältnisse, wie sie beispielsweise durch raumlufttechnische oder sonstige Lüftungsanlagen hervorgerufen werden, zu beachten.

In der DIN ISO 11665-8 [8] wird das Vorgehen in drei Schritten empfohlen:

- Konformitätsbereiche im Gebäude festlegen,
- Anzahl der Messgeräte je Konformitätsbereich festlegen (mindestens ein Gerät pro Bereich, mindestens zwei Geräte pro Gebäude, mindestens ein Gerät pro 200 m²),
- Aufstellorte in den Konformitätsbereichen festlegen (repräsentativ für die Radon-Aktivitätskonzentration des Arbeitsplatzes): geschützt, 1 bis 2 m über dem Boden, mindestens 20 cm Wandabstand und ausreichend Abstand zu Wärme- oder Wasserquellen.

Bei großflächigen oder komplexen Gebäuden ist eine Abwägung zwischen einer Detailanalyse des Gebäudes durch eine Fachkraft, beispielsweise zur Bildung von Konformitätsbereichen, einerseits und den planbaren Kosten für Messungen an jedem betroffenen Arbeitsplatz in dem Gebäude ohne Fachkraft andererseits sinnvoll. Bei einer Anzahl von etwa bis zu 30 zu betrachtenden Arbeitsplätzen kann es aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll sein, alle Arbeitsplätze mit einer Messung zu berücksichtigen. Dazu können die Messgeräte der anerkannten Stelle – unter Beachtung der Vorgaben dieser Stelle – grundsätzlich auch von qualifiziertem Personal des Verantwortlichen (beispielsweise einer Fachkraft für Arbeitssicherheit) aufgestellt und in Betrieb gesetzt werden. Bei direkt anzeigenden elektronischen Geräten, die beim Auslesen der Messergebnisse den Mittelwert einer Messung direkt zur Verfügung stellen, kann die Auswertung der Messergebnisse – also die Ermittlung des Jahresmittelwertes – unter der Verantwortung des Verantwortlichen selbst erfolgen (siehe auch Kapitel 3.4). Bei passiven Messgeräten erfolgt die Auswertung zwingend im Labor der anerkannten Stelle, von der die Messgeräte stammen.

Tabelle 3.1 fasst das empfohlene Vorgehen bei Messungen in den verschiedenen Arten betroffener Gebäude zusammen.

Tabelle 3.1 Empfohlenes Vorgehen bei der Messung in verschiedenen Gebäudearten

	Art	Beispiel	Empfohlenes Vorgehen
	(Teil-) Gebäude mit Grundfläche $\leq 200 \text{ m}^2$	Einfamilienhaus, Einzelhandel, Kleingewerbe	Messung in jedem abgetrennten Raum mit Arbeitsplätzen im Keller- bzw. Erdgeschoss, Bildung von Konformitätsbereichen möglich, möglichst Einsatz von mindestens 2 Messgeräten im Gebäude.
	(Teil-) Gebäude mit Grundfläche $> 200 \text{ m}^2$	Schule, Krankenhaus, Fabrik, Lagerhalle	Messung im Keller- oder Erdgeschoss, Bildung von Konformitätsbereichen möglich, mindestens 1 Messgerät pro 200 m^2 , Einbindung von Fachkräften prüfen
	Gebäude mit Bezug auf Arbeitsfelder mit erhöhter Exposition durch Radon	Radonheilbäder, Wasserwerke	Bildung von Konformitätsbereichen entsprechend der Nutzung der Bereiche möglich, Einbindung von Fachkräften prüfen, Prüfen einer direkten Anmeldung bei der Behörde
Untertägige Höhlen, Besucherbergwerke		Messung an den Hauptaufenthaltsorten, Einbindung von Fachkräften prüfen, Prüfen einer direkten Anmeldung bei der Behörde	

Grundsätzlich wird empfohlen, die technischen (z. B. Lüftungssituation), organisatorischen (z. B. Arbeitszeitregime) und sonstigen für eine künftige Veränderung der Radon-Exposition relevanten Randbedingungen, die während des Messzeitraums an dem Arbeitsplatz vorliegen, zu dokumentieren. Dadurch wird die gegebenenfalls notwendige Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration erleichtert.

Hinweise zu Betätigungen in selten und kurzzeitig genutzten Bereichen

Bestimmte Innenräume werden von Arbeitskräften nur sehr selten und kurzzeitig genutzt. Für diese ist unter Berücksichtigung der konkreten Nutzungsart und -dauer – gegebenenfalls unter Einbeziehung der zuständigen Behörde – zu beurteilen, ob eine Messung aus Gründen der Verhältnismäßigkeit verzichtbar ist. Für den Fall eines Verzichtes auf eine Messung sind die Gründe in den Aufzeichnungen zur Durchführung von Messungen darzulegen. Liegen Anhaltspunkte dafür vor, dass erhöhte Expositionen zu erwarten sind, ist eine Messung unverzichtbar.

Im Falle der in Anlage 8 des Strahlenschutzgesetzes genannten Arbeitsfelder besteht bereits aufgrund der Eigenart des Arbeitsplatzes ein Anhaltspunkt für eine erhöhte Exposition, sodass eine Messung stets unverzichtbar ist.

3.3 ANFORDERUNGEN AN DIE MESSGERÄTE UND DEN MESSZEITRAUM

Die Messgeräte zur Bestimmung des Jahresmittelwertes der Radon-Aktivitätskonzentration sind von einer durch das BfS anerkannten Stelle anzufordern. Damit ist sichergestellt, dass die Messgeräte die erforderlichen physikalisch-technischen Eigenschaften für den Messzweck besitzen und dass neben Ausstattung und Kompetenz der Stelle auch entsprechende Maßnahmen der Qualitätssicherung die Validität der Ergebnisse sichern. Informationen zu Messgeräten finden sich im Anhang 3 sowie in der einschlägigen Literatur (beispielsweise in [10] oder [13]). Es können sowohl passive, integrierende Messeinrichtungen als auch elektronische, direkt anzeigende Messgeräte eingesetzt werden. Das BfS publiziert im Internet eine Liste der anerkannten Stellen [7], die auch Informationen zu den jeweils eingesetzten Messgeräten enthält.

Anerkannte Stellen, deren passive Messgeräte mit Festkörperspurdetektoren oder Elektreten arbeiten, müssen mit diesen regelmäßig, mindestens aber alle zwei Jahre, erfolgreich an den Vergleichs- und Eignungsprüfungen des BfS teilnehmen. Elektronische, direkt anzeigende Messgeräte müssen eine gültige Kalibrierung eines akkreditierten Kalibrierlabors aufweisen. Diese Kalibrierung ist zwei Jahre gültig und muss

mindestens zwei Messpunkte im relevanten Messbereich umfassen, davon einen im unteren Bereich bis 500 Bq/m³. Der Messbereich der Geräte muss mindestens den Bereich 100 bis 3000 Bq/m³ bzw. 150 bis 3000 kBq h/m³ umfassen. Elektronische Messgeräte sollen für Langzeitmessungen über mindestens drei Monate geeignet sein, passive Messgeräte für Messungen über mindestens einen Monat.

Dauer der Messung

Die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration am Arbeitsplatz ist im Regelfall über eine Gesamtdauer von zwölf Monaten durchzuführen. Dadurch können auch jahreszeitliche Schwankungen erfasst werden, die beispielsweise durch die saisonal unterschiedlichen Temperaturdifferenzen von Innen- und Außenbereich sowie ein saisonal geändertes Lüftungs- oder Nutzungsverhalten hervorgerufen werden. Die vollständige Messung über zwölf Monate erfüllt die Forderung nach einem robusten und einfachen Verfahren zur Bestimmung des Jahresmittelwertes der Radon-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen.

Bei der Erstmessung ist ein kürzerer Messzeitraum möglich, wenn nach Beginn der Messung ein Überschreiten des Referenzwertes bereits auf Grundlage dieser kürzeren Messzeit sicher prognostiziert werden kann. Diese Regelung ermöglicht die unverzügliche Einleitung von Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration an den entsprechenden Arbeitsplätzen.

Eine Überschreitung kann sicher prognostiziert werden, wenn die über die Messzeit gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration multipliziert mit dem Anteil der Messzeit an einem Kalenderjahr über dem Referenzwert liegt. Dies entspricht einer Annahme von 0 Bq/m³ in der verbleibenden Zeit für die Berechnung des Mittelwertes. Um das Ergreifen von Maßnahmen nicht unnötig zu verzögern, kann es daher sinnvoll sein, eine begründete Annahme für eine von Null verschiedene Radon-Aktivitätskonzentration für die verbleibende Messzeit zu treffen. Die zuständige Behörde kann hierbei Unterstützung leisten.

Um die Regelung zum möglichen vorzeitigen Abbruch sinnvoll nutzen zu können, wird gerade bei Arbeitsplätzen mit zu erwartenden hohen Radon-Aktivitätskonzentrationen im Jahresverlauf empfohlen, die Messung in mehrere direkt aufeinanderfolgende Zeitabschnitte am gleichen Messort einzuteilen. Anhaltspunkte für zu erwartende hohe Radon-Aktivitätskonzentrationen können Ergebnisse von Kurzzeitmessungen oder auch Erfahrungswerte aus Innenraummessungen in der Umgebung sein.

Bei solch sukzessiven Messungen können grundsätzlich verschiedene Messgerätetechnologien eingesetzt werden. Für den ersten Zeitabschnitt bieten sich vor allem elektronische, direkt anzeigende Messgeräte an, alternativ und zur weiteren Vervollständigung des Messzeitraumes können auch passive, integrierende Messgeräte verwendet werden (siehe auch Anhang 3). Dabei kann auf Anschlussmessungen verzichtet werden, wenn auf Basis des bisherigen Mittelwertes von einer Überschreitung des Referenzwertes ausgegangen werden kann.

Dieses kombinierte Vorgehen bei der Messung ermöglicht einerseits eine Einschätzung der Radonsituation deutlich vor Ablauf der zwölf Monate, um gegebenenfalls unverzüglich Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration einleiten zu können (siehe auch Kapitel 0). Andererseits wird eine mögliche Überexposition der Messgeräte vermieden.

Beispiel

Eine Messung ergibt nach nur 3 Monaten Messzeit einen mittleren Wert der Radon-Aktivitätskonzentration von 1500 Bq/m³. Die Prognose mit der konservativen Annahme, dass in der verbleibenden Messzeit von 9 Monaten die Radon-Aktivitätskonzentration bei 0 Bq/m³ liegt, ergibt eine Überschreitung des Referenzwertes von 300 Bq/m³.

$$1500 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \cdot \frac{3}{12} + 0 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \cdot \frac{9}{12} = 375 \text{ Bq/m}^3.$$

3.4 BESTIMMUNG DER ÜBER DAS JAHR GEMITTELTEN RADON-AKTIVITÄTSKONZENTRATION

Das Ergebnis der Messungen ist die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration an einem Arbeitsplatz. Sie wird ohne Betrachtung von Aufenthalts- und Abwesenheitszeiten bestimmt, entspricht also einer konservativen Betrachtung, die eine Unterschätzung der Radon-Aktivitätskonzentration vermeidet.

Bei einer durchgängigen Messung über zwölf Monate stellt der Mittelwert die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration dar. Bei zusammengesetzten Messungen muss der Jahresmittelwert entsprechend anteilig ermittelt werden.

Die Auswertung der Messgeräte kann auch unter der Verantwortung des Verantwortlichen erfolgen, beispielsweise durch ein Ablesen direkt anzeigender Geräte. Auch die Bestimmung der über das Jahr gemittelten Radon-Aktivitätskonzentration kann dem Verantwortlichen obliegen, wenn beispielsweise an einem Arbeitsplatz sukzessive Messungen durch verschiedene anerkannte Stellen durchgängig über zwölf Monate erfolgt sind. Die Aufzeichnungen des Verantwortlichen müssen dann sämtliche Messungen sowie die Berechnung der über das Jahr gemittelten Radon-Aktivitätskonzentration beinhalten.

Für die Bewertung der über das Jahr gemittelten Radon-Aktivitätskonzentration wird der ermittelte Wert mit dem Referenzwert verglichen. Für den ermittelten Wert wird dabei keine Messunsicherheit angegeben. Der Jahresmittelwert ist im Wesentlichen eine Charakteristik des Messortes. Aufgrund des natürlichen Ursprungs des Radons unterliegen die Messungen jedoch keinen definierten und belegbaren Messbedingungen. Wesentliche Einflüsse wie jahresbedingte Schwankungen durch klimatische Einflüsse oder der Einfluss der am Arbeitsplatz arbeitenden Person können nicht genau erfasst werden. Daher sollte die über durchgängig zwölf Monate gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration ohne Messfehler im Vergleich mit dem Referenzwert betrachtet werden.

Wenn die über durchgängig zwölf Monate gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration den Referenzwert nicht überschreitet, besteht für den Verantwortlichen seitens des Gesetzes keine weitere Verpflichtung zum Ergreifen von Maßnahmen. Gemäß dem im Strahlenschutz stets zu beachtenden Optimierungsprinzip sollte jedoch auch an diesen Arbeitsplätzen eine Verbesserung der Radon-Situation geprüft werden.

Hinweise zur Durchführung der Messung und Mittelwertbestimmung

Die Messung erfolgt über die gesamte Dauer von zwölf Monaten.

Fehlzeiten, beispielsweise aufgrund eines Messgerätewechsels oder des Ausfalls eines Messgerätes, sollten durch geeignete Planung vermieden werden. Entsprechende Maßnahmen können redundante Messungen oder organisatorische Maßnahmen beim Messgerätewechsel sein. Hierfür sind die Messungen beispielsweise so zu gestalten, dass die „alten“ Messgeräte erst mit dem Aufstellen der „neuen“ Messgeräte entfernt werden. Bei zeitlichen Verzögerungen verbleibt das „alte“ Messgerät dann entsprechend länger am Messort, sodass eine unterbrechungsfreie Messung gewährleistet ist.

Sollten sich Messzeiträume hingegen überlappen, dürfen die dabei bestimmten Werte der Radon-Aktivitätskonzentration in den mehrfach gemessenen Zeiträumen nicht überproportional in den Gesamtmittelwert eingehen. Das bedeutet, dass zunächst der Mittelwert für den mehrfach gemessenen Zeitraum bestimmt werden muss und dieser dann anteilig in die Berechnung des Jahresmittelwertes eingeht.

Sollte es aufgrund eines zu langen Messzeitraumes oder einer höheren Radon-Aktivitätskonzentration zu einer Überexposition eines passiven Messgerätes gekommen sein, sodass kein Rückschluss auf die Radon-Aktivitätskonzentration möglich ist, ist von einem Überschreiten des Referenzwertes auszugehen.⁴

Beispiel

Es wurde eine Messung über 3 Monate und direkt anschließend eine Messung über 9 Monate durchgeführt. Die mittlere Radon-Aktivitätskonzentration betrug jeweils 280 Bq/m^3 bzw. 240 Bq/m^3 . Die über das Jahr gemittelte Radon-Aktivitätskonzentration beträgt dann:

$$280 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \cdot \frac{3}{12} + 240 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \cdot \frac{9}{12} = 250 \text{ Bq/m}^3.$$

⁴ Da die Messgeräte mindestens den Messbereich bis 3000 kBq/h/m^3 erfassen müssen, ergäbe sich bei Überexposition bei einer vollständigen Messung über zwölf Monate ein über das Jahr gemittelter Wert der Radon-Aktivitätskonzentration von $>340 \text{ Bq/m}^3$. Bei kürzerer Messzeit würde sich der Wert entsprechend erhöhen.

Im Zweifel sollte die zuständige Behörde kontaktiert werden. Dies kann beispielsweise erforderlich sein bei Verlust eines Messgerätes, sodass die Erhebung des Jahresmittelwertes durch eine ersatzweise durchgeführte erneute Messung nicht mehr im vorgesehenen Zeitraum möglich ist.

3.5 AUFZEICHNUNG DER MESSUNGEN

Der Verantwortliche für den Arbeitsplatz ist verpflichtet, Durchführung und Ergebnis der Messung aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen hat er fünf Jahre aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen. Die Aufbewahrung dient der langfristigen Nachvollziehbarkeit der Radon-Situation.

Der Verantwortliche erhält im Anschluss an die Messungen einen Bericht von der anerkannten Stelle. Dieser Bericht kann gegebenenfalls mehrere Arbeitsplätze umfassen. Er soll in deutscher Sprache verfasst sein und enthält mindestens folgende Informationen:

- Name und Anschrift der anerkannten Stelle,
- Name und Anschrift des Auftraggebers (Verantwortlicher für den Arbeitsplatz),
- Kennzeichnung des Messgerätes bzw. der Messgeräte (Typ, Seriennummer),
- Mess- bzw. Aufstellort(e) des Messgerätes bzw. der Messgeräte (diese sind vom Verantwortlichen zu benennen),
- Datum des Beginns und des Endes der Messung(en) sowie die Gesamtdauer(n),
- Angabe des/r über das Jahr gemessenen Mittelwerte/s der Radon-Aktivitätskonzentration je Arbeitsplatz in Bq/m³,
- Angabe des Referenzwertes nach § 126 StrlSchG.

Der Bericht der anerkannten Stelle dient zusammen mit den eigenen Aufzeichnungen des Verantwortlichen der Dokumentation der Messungen.

Dem Verantwortlichen stehen damit umfassende Informationen zur Verfügung, die es ermöglichen, dass im Falle einer Anforderung durch die zuständige Behörde ohne zeitliche Verzögerung vollständige Unterlagen zum Nachweis der Messung eingereicht werden können. Die Unterlagen müssen es der zuständigen Behörde ermöglichen, das Vorgehen bei der Messung nachzuvollziehen und die Eignung der Vorgehensweise sowie die Repräsentativität zu bewerten.

Um die Ergebnisse der Messungen auch zur Abschätzung der arbeitsplatzbezogenen Exposition heranziehen zu können (siehe Kapitel 5.2), ist es ratsam, dass der Verantwortliche auch die über den Messzeitraum vorliegenden technischen (Lüftungssituation), organisatorischen (Arbeitszeitregime) und sonstigen für eine künftige Veränderung der Radon-Exposition relevanten Randbedingungen dokumentiert.

Weiterhin wird empfohlen, die Aufzeichnungen der Ergebnisse der Messungen bis zur Beendigung der Betätigung oder bis zum Vorliegen neuer Messergebnisse aufzubewahren, um eine bessere Nachverfolgbarkeit der Radon-Situation zu gewährleisten.

Weitere Informationen zu den Aufzeichnungen finden sich in Anhang 7.1.

3.6 INFORMATION DER ARBEITSKRÄFTE UND DRITTER

Der Verantwortliche für den Arbeitsplatz hat die betroffenen Arbeitskräfte sowie den Betriebs- oder Personalrat unverzüglich über die Ergebnisse der Messungen zu unterrichten.

Ebenso sind Dritte, die an den Arbeitsplätzen des Verantwortlichen eigenverantwortlich tätig werden, unverzüglich über die Ergebnisse der Messung zu unterrichten.

Es ist ratsam, den Arbeitskräften bereits vor Aufnahme der Messungen geeignete Informationen zum Thema Radon am Arbeitsplatz zur Verfügung zu stellen und auch die Ergebnisse der Messungen sowie gegebenenfalls die weiteren Maßnahmen zu erläutern. Geeignete Broschüren und Informationen sind beispielsweise über die Berufsverbände, Landesbehörden oder das BfS verfügbar.

4 REDUZIERUNG DER RADON-AKTIVITÄTSKONZENTRATION

4.1 MAßNAHMEN

Wenn der Jahresmittelwert der Radon-Aktivitätskonzentration an einem Arbeitsplatz den Referenzwert überschreitet, muss der Verantwortliche Maßnahmen zur Reduzierung ergreifen.

Maßnahmen, die einen angemessenen Schutz gegenüber Radon bieten, werden in Informationsschriften der zuständigen Landesbehörden, im Radon-Handbuch des BfS [5] sowie in Handreichungen der Berufsverbände detaillierter vorgestellt. Bauliche und Lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz sind in der DIN/TS 18117-1:2020-04 [15] beschrieben.

Auch eine Fachkraft kann beraten, welche Maßnahmen im jeweiligen Fall zielführend sind. Die konkrete Umsetzung, also die Entwicklung von angepassten Lösungen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration, verbleibt in der Zuständigkeit des Verantwortlichen.

Besondere Gründe für die Nichtergreifung von Maßnahmen

Sind in bestimmten Ausnahmefällen Maßnahmen nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich, meldet der Verantwortliche den Arbeitsplatz direkt bei der zuständigen Behörde unter Angabe dieser Gründe an (siehe Kapitel 5); dies kann insbesondere bei Arbeitsfeldern mit erhöhter Exposition durch Radon nach Anlage 8 des Strahlenschutzgesetzes der Fall sein. An dem Arbeitsplatz eigenverantwortlich tätige Dritte sind unverzüglich zu informieren.

Gründe, die das Vorgehen der direkten Anmeldung rechtfertigen können, können sich nur aus

- überwiegenden Belangen des Arbeits- oder Gesundheitsschutzes oder aber
- der Natur des Arbeitsplatzes

ergeben. Beispielsweise sind Fälle denkbar, etwa in einer Wasseraufbereitungsanlage, einem Reinraum oder einem Operationssaal, bei denen die Außenluftzufuhr Beschränkungen unterliegt, andere Maßnahmen jedoch baulich nicht in Betracht kommen. Weiterhin ergibt es sich zum Beispiel aus der Natur des Arbeitsplatzes, dass Maßnahmen gegen hohe Radonkonzentrationen in bestimmten Bereichen von Radon-Heilbädern nicht sinnvoll sind. Die zuständige Behörde prüft die vorgetragenen Gründe für den Verzicht auf Reduzierungsmaßnahmen. Wenn die genannten Gründe den Verzicht auf Maßnahmen nicht rechtfertigen, kann die Behörde Maßnahmen zur Reduzierung anordnen.

4.2 KONTROLLMESSUNG

Der Erfolg der getroffenen Reduzierungsmaßnahmen muss vom Verantwortlichen durch eine weitere Messung der Radon-Aktivitätskonzentration an dem Arbeitsplatz überprüft werden. Diese Kontrollmessung muss innerhalb von 24 Monaten nach dem Bekanntwerden der Überschreitung des Referenzwertes erfolgt sein. Die Gesamtdauer der Messung von zwölf Monaten ist bei der Kontrollmessung immer einzuhalten, da das Ergebnis für die Erforderlichkeit weiterer Schritte maßgeblich ist und insofern nur der sichere Nachweis einer Unterschreitung des Referenzwertes die Anmeldepflicht verhindern kann.

Der Aufstellort der Erstmessung sollte mit dem der Kontrollmessung übereinstimmen oder vergleichbar sein. Das Ergebnis ist wiederum aufzuzeichnen, fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Auch hierbei wird eine längere Aufbewahrung der Aufzeichnungen empfohlen, um die innerbetriebliche Nachvollziehbarkeit der Radon-Situation zu gewährleisten. Hinweise zum Umfang der Aufzeichnungen sind in Anhang 7.2 aufgeführt.

Die betroffenen Arbeitskräfte, der Betriebs- oder Personalrat bzw. Dritte müssen erneut unverzüglich unterrichtet werden.

Wenn der bei der Kontrollmessung bestimmte Jahresmittelwert den Referenzwert von 300 Bq/m³ nicht überschreitet, muss der Verantwortliche die zuständige Behörde nicht aktiv informieren. Die Behörde kann allerdings die Aufzeichnungen der Ergebnisse der Messungen anfordern.

Die Kontrollmessung kann im Gegensatz zur Erstmessung nicht verkürzt werden. Es kann jedoch vorkommen, dass als Zwischenergebnis der Messung weiterhin so deutlich erhöhte Werte der Radon-Aktivitätskonzentration festgestellt werden, dass akuter Handlungsbedarf besteht. Wenn in einem solchen Fall ein gewisser zeitlicher Spielraum bis zum Ablauf der Messfrist besteht, kann es sich anbieten, die bereits getroffenen Reduzierungsmaßnahmen zu ergänzen und die Kontrollmessung neu zu beginnen. Andernfalls ist eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde über eine direkte Anmeldung ratsam (siehe Kapitel 4.1). Hierbei ist zu beachten, dass die Messergebnisse der Kontrollmessung trotzdem dokumentiert und aufbewahrt werden sollten, um gegebenenfalls für die dann notwendige Abschätzung der Exposition (siehe Kapitel 5) verwendbar zu sein.

5 ANMELDUNG DES ARBEITSPLATZES UND ABSCHÄTZUNG DER EXPOSITION

5.1 ANMELDUNG BEI DER BEHÖRDE

Die Anmeldung des Arbeitsplatzes durch den Verpflichteten⁵ bei der zuständigen Behörde ist vorzunehmen, wenn

- die Maßnahmen, die aufgrund einer gemessenen Überschreitung des Referenzwertes getroffen wurden, nicht zu einer Unterschreitung des Referenzwertes im Rahmen der Kontrollmessung geführt haben oder
- aus besonderen Gründen des Arbeits- oder Gesundheitsschutzes oder der Natur des Arbeitsplatzes (siehe Kapitel 0) keine Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration ergriffen werden.

Bei der Anmeldung sind bestehende landesbehördliche Vorgehensweisen zu berücksichtigen.

Die zuständige Behörde erhält im Rahmen der Anmeldung Informationen, die eine erste Einschätzung der Expositionssituation ermöglichen sollen. Dies sind:

- Informationen über die Art des Arbeitsplatzes und die Anzahl der betroffenen Arbeitskräfte,
- die Ergebnisse der Erstmessung,
- Informationen über die ergriffenen Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration sowie die Ergebnisse der Kontrollmessung und
- die weiteren vorgesehenen Maßnahmen zur Verringerung der Exposition (sowohl technischer als auch organisatorischer Art, siehe auch Kapitel 0).

Für Dritte gilt die Pflicht zur Anmeldung der Betätigung, sofern sie an mehreren (also mehr als einem) angemeldeten Arbeitsplätzen in fremden Betriebsstätten eine Betätigung eigenverantwortlich beruflich ausüben oder ausüben lassen. Der Dritte erhält die Information über erhöhte Radon-Aktivitätskonzentrationen vom Inhaber der Betriebsstätte, der für die dort befindlichen Arbeitsplätze seinerseits verpflichtet ist.

Im Rahmen der Pflicht zur betrieblichen Zusammenarbeit hat der Verpflichtete mit dem Betriebs- oder Personalrat und den Fachkräften für Arbeitssicherheit zusammenzuarbeiten und sie über wichtige Angelegenheiten des Strahlenschutzes zu unterrichten.

Nach der Anmeldung des Arbeitsplatzes bei der zuständigen Behörde muss der Verpflichtete mit einer arbeitsplatzbezogenen Abschätzung die Exposition der Arbeitskräfte ermitteln.

Hinweis zu den Übergangsvorschriften

Wenn Arbeiten in einem Arbeitsfeld nach Anlage 8 des Strahlenschutzgesetzes bereits vor dem 31. Dezember 2018 bei der zuständigen Behörde angezeigt wurden, ist gemäß § 214 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes keine erneute Anmeldung erforderlich. Die gegebenenfalls notwendigen Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration müssen dann bis Ende 2020 ergriffen worden sein.

5.2 ARBEITSPLATZBEZOGENE ABSCHÄTZUNG DER EXPOSITION

Innerhalb von sechs Monaten nach der Anmeldung muss die auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung der Exposition erfolgt sein.

Darunter ist die Bewertung der

- Radon-Exposition (aus der Radon-Aktivitätskonzentration) oder
- der potenziellen Alphaenergie-Exposition (aus der Konzentration der Radon-Folgeprodukte) oder
- der Körperdosis durch die Exposition durch Radon

einer Einzelperson an ihrem Arbeitsplatz bezogen auf das Kalenderjahr zu verstehen.

Dritte müssen die Abschätzung bezogen auf die gesamte Betätigung der Arbeitskraft durchführen.

Die Abschätzung der Exposition muss sich jeweils auf eine Einzelperson an allen für sie angemeldeten Arbeitsplätzen in einem Kalenderjahr beziehen. Der Blick richtet sich damit von der Radon-

⁵ In der Formulierung des Gesetzes erfolgt hierbei der Übergang vom „Verantwortlichen“ zum „Verpflichteten“ (vgl. § 129 f. StrlSchG).

Aktivitätskonzentration an einem räumlichen Arbeitsplatz, um die es in den ersten Stufen ging, auf die Exposition bzw. Dosis von Arbeitskräften, die sich während ihrer Arbeitszeit an angemeldeten Arbeitsplätzen regelmäßig oder wiederholt aufhalten. Dies betrifft beispielsweise auch Servicekräfte wie Reinigungsfachkräfte, die regelmäßig verschiedene und damit unter Umständen auch angemeldete Arbeitsplätze aufsuchen. Auch regelmäßige Kontrollgänge, beispielsweise in Technikräumen, sind gegebenenfalls entsprechend ihren Zeitanteilen zu betrachten. Während ihrer beruflichen Betätigung kann eine Arbeitskraft unter Umständen an mehreren Arbeitsorten tätig werden. Die Abschätzung muss repräsentativ für die durchgeführten Betätigungen dieser Person sein. Bei der Abschätzung werden die verschiedenen Expositionsszenarien gemäß ihren Zeitanteilen betrachtet und Teilexpositionen ermittelt, die dann für die Ermittlung der Gesamtexposition summiert werden. Es sind also ggf. die Betätigungen an den verschiedenen Arbeitsorten entsprechend ihrem Zeitanteil in die Abschätzung einzubeziehen⁶.

Die Abschätzung soll auf der Grundlage von Messungen erfolgen. Die Messungen sollen den Grundsätzen der Qualitätssicherung von Radonmessungen folgen. Dies beinhaltet beispielsweise für passive Messgeräte eine regelmäßige Teilnahme an Vergleichsprüfungen oder für elektronische Messgeräte die regelmäßige Kalibrierung bei einem akkreditierten Kalibrierlabor. Daher wird empfohlen, für die Abschätzung der arbeitsplatzbezogenen Exposition gleichfalls auf Geräte von anerkannten Stellen oder Messstellen zurückzugreifen.

Trotz der zeitlichen Limitierung durch die Forderung nach einer Abschätzung innerhalb von sechs Monaten nach Anmeldung sollte die Messdauer unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Messgerätes so lange wie möglich gewählt werden, damit die durch die Messungen erfassten Expositionen repräsentativ für die durchgeführten Betätigungen sind und der Fehler bei der Abschätzung der Expositionen im Kalenderjahr gering ist.

In bestimmten Fällen kann eine Abschätzung auch vereinfacht unter Verwendung der Ergebnisse der Kontrollmessung nach § 128 des Strahlenschutzgesetzes, die ohne Betrachtung von Aufenthalts- und Abwesenheitszeiten ermittelt wurden, vorgenommen werden. Diese Abschätzung muss konservativ sein.⁷

Für das weitere Verfahren werden die während eines Abschätzungszeitraumes erhobenen Expositionsdaten mithilfe eines Umrechnungsfaktors (Dosiskoeffizient) in die zu erwartende Gesamtdosis im Kalenderjahr umgerechnet. In diesem Umrechnungsfaktor sind Annahmen zu den biologischen Auswirkungen sowie biologischen Parametern wie der Atemrate berücksichtigt. Die Umrechnungsfaktoren zur Berechnung der effektiven Dosis durch Inhalation von Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen sind in der Strahlenschutzverordnung (Anlage 18 Teil B Nummer 3a und 3b) festgelegt.

Eine **effektive Dosis** von 1 mSv entspricht gemäß Strahlenschutzverordnung

- einer Radon-Exposition von $0,32 \text{ MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$, mit $F = 0,4$ bzw.
- einer PAEC-Exposition von $0,71 \text{ mJ}\cdot\text{h}/\text{m}^3$.

Um die Qualität der Abschätzung sicherzustellen, kann die zuständige Behörde Vorgaben für die Durchführung der Abschätzung machen. Sie kann beispielsweise festlegen, dass ein Sachverständiger einzubeziehen ist, um die erforderliche Qualität der Abschätzung sicherzustellen. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn das Verständnis der Thematik „Radon am Arbeitsplatz“ noch unvollständig ist, Unsicherheiten bezüglich der Repräsentativität der Abschätzung auftreten oder Unklarheiten bezüglich der zu betrachtenden Expositionsszenarien vorliegen. Die zuständige Behörde kann auch Vorgaben zu den einzusetzenden Messgeräten machen und beispielsweise bei stark schwankenden Gleichgewichtsfaktoren die messtechnische Bestimmung der potenziellen Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte als Grundlage für die Abschätzung fordern. Bei einer hohen Lüftungs- oder Ventilationsrate, wie sie für untertägige Arbeitsplätze mit künstlicher Bewetterung in Bergwerken typisch sind, kann ein abweichender Gleichgewichtsfaktor nahe 0,2 festgelegt werden. Die Annahme des üblichen Gleichgewichtsfaktors von 0,4, der eine gute Näherung für die überwiegende Mehrheit der Arbeitsplätze

⁶ Das Strahlenschutzrecht kennt nur den Begriff „Arbeitsplatz“. Für die Anmeldung, Abschätzung und Überwachung der Exposition ist aber die Exposition konkreter Arbeitskräfte, die sich im Laufe eines Jahres an unterschiedlichen Arbeitsorten aufhalten können, maßgeblich. Daher wird im Zusammenhang mit Expositionsabschätzung auch der Begriff „Arbeitsort“ verwendet. Als Arbeitsplatz ist dann die Gesamtheit aller Arbeitsorte zu verstehen, an denen eine Arbeitskraft während eines Kalenderjahres Betätigungen ausübt.

⁷ Im Sinne der Konservativität darf diese Art der Dosisabschätzung nur angewendet werden, wenn die Radon-Aktivitätskonzentration am Arbeitsplatz während der Aufenthaltszeiten nicht erwartbar höher ist als während der Abwesenheitszeiten. Dies könnte beispielsweise eintreten, wenn bei Abwesenheit ein systematischer Luftaustausch durchgeführt wird.

darstellt, würde hierbei zu einer Überschätzung der Dosis führen. Auch Vorgaben zu den Aufzeichnungen können der Sicherstellung der Qualität der Abschätzung dienen.

Ist das Ergebnis der Abschätzung, dass die effektive Dosis 6 mSv im Kalenderjahr überschreiten kann, sind Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes zu erfüllen (siehe Kapitel 6). Wenn die effektive Dosis 6 mSv im Kalenderjahr hingegen nicht überschreiten kann, ist die Exposition durch geeignete Strahlenschutzmaßnahmen auf der Grundlage von Vorschriften des allgemeinen Arbeitsschutzes, beispielsweise durch Zutrittsregelungen oder Aufenthaltsbeschränkungen, so gering wie möglich zu halten. Die Abschätzung ist regelmäßig zu überprüfen. Die zuständige Behörde kann hierzu die Vorlage entsprechender Nachweise verlangen.

Im Rahmen der Abschätzung werden Arbeitsplätze oder Arbeitsvorgänge mit hohen Expositionen identifiziert, um geeignete Verringerungs- oder besondere Strahlenschutzmaßnahmen abzuleiten, mit denen die Exposition für die betroffenen Personen so gering wie möglich gehalten werden kann.

5.3 PRAKTISCHES VORGEHEN BEI DER ABSCHÄTZUNG

Die Exposition berechnet sich als Produkt aus der Aktivitätskonzentration und der jeweiligen Expositionszeit. Über mehrere Teilexpositionen wird addiert:

$$Exposition = \sum_i \text{Aktivitätskonzentration}_i \times \text{Expositionszeit}_i$$

Die während eines Abschätzungszeitraumes gewonnenen Expositionsdaten sind auf die voraussichtlich zu erwartende Gesamtexposition im Kalenderjahr (zwölf Monate) umzurechnen. Die Exposition, die in einem Teilzeitraum bestimmt wurde, muss daher gegebenenfalls hochgerechnet werden. Anhang 4 gibt Beispiele zur Abschätzung der Exposition und Berechnung der daraus folgenden Dosis.

Gerade im Bereich von Radon-Aktivitätskonzentrationen nahe des Referenzwertes kann eine vereinfachte Dosisabschätzung anhand der Ergebnisse der Kontrollmessung zusammen mit erhobenen Aufenthaltszeiten sinnvoll sein, um das Unterschreiten der Schwelle für den beruflichen Strahlenschutz von 6 mSv im Kalenderjahr nachzuweisen. In Tabelle 5.1 sind Orientierungswerte für die effektive Dosis im Kalenderjahr angegeben, die für verschiedene Radon-Aktivitätskonzentrationen und typische Aufenthaltszeiten berechnet wurden. Die Abschätzung der Radon-222-Exposition und Umrechnung in die effektive Dosis ist in Anhang 4 und 5 beschrieben.

Personen, die in einer fremden Betriebsstätte in eigener Verantwortung Betätigungen durchführen oder durchführen lassen, können für die Abschätzung vorhandene Messdaten der Radon-Aktivitätskonzentration an den vorgesehenen Arbeitsplätzen nutzen. Diese müssen vom Verantwortlichen für den Arbeitsplatz bereitgestellt werden.

Tabelle 5.1 Orientierungswerte zur effektiven Dosis im Kalenderjahr in Abhängigkeit von der Radon-Aktivitätskonzentration

Aufenthaltszeit in Stunden		Radon-Aktivitätskonzentration in Bq/m ³				
täglich (5-Tage- Woche)	jährlich (200 Arbeitstage)	100	300	600	1000	3000
10	2000	0,6	1,9	3,8	6,3	18,8
8	1600	0,5	1,5	3,0	5,0	15,0
4	800	0,3	0,8	1,5	2,5	7,5
2	400	0,1	0,4	0,8	1,3	3,8
0,5	100	0,0	0,1	0,2	0,3	0,9
Effektive Dosis im Jahr in mSv						

Im Sinne des Schutzgedankens für die Arbeitskräfte soll die Abschätzung der Exposition im Kalenderjahr unter konservativen Annahmen erfolgen. Dazu sind für jeden Arbeitsplatz der Arbeitskraft im Zweifel die jeweils ungünstigeren Expositionsszenarien heranzuziehen. Diese ergeben sich sowohl aus der Prognose für die Fortführung der Betätigungen als auch aus den Erfahrungen vergangener Jahre unter Berücksichtigung außergewöhnlicher und nicht routinemäßiger Betätigungen mit erhöhten Expositionen.

Dem Erheben der Aufenthaltszeiten und typischer Zeitanteile von Tätigkeiten kommt eine besondere Bedeutung zu, weil aus diesen die Jahresarbeitszeiten hochgerechnet werden. Es sind auch außergewöhnliche und nicht routinemäßige Betätigungen entsprechend ihrem Zeitanteil einzubeziehen,

wenn sie im Laufe eines Kalenderjahres anfallen können, aber nicht in dem der Abschätzung zugrunde gelegten Zeitraum durchgeführt wurden. Der Abschätzung ist die mit dem Beschäftigten vereinbarte Jahresarbeitszeit zugrunde zu legen. Vereinfachte Dosisabschätzungen können mit einer angenommenen Jahresarbeitszeit von in der Summe 2000 h pro Jahr durchgeführt werden.

Zeitaufgelöste Messungen, also Messungen der Radon-Aktivitätskonzentration in zahlreichen aneinander anschließenden Einzelintervallen innerhalb eines Tages (beispielsweise stündliche Werte), bieten die Möglichkeit, die Zeitanteile der Anwesenheit am Arbeitsplatz mit den jeweiligen repräsentativen Radon-Aktivitätskonzentrationen von den Zeiten ohne Anwesenheit zu trennen. Dies kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn sich die Radon-Aktivitätskonzentration in Anwesenheitszeiten aufgrund des Lüftungsverhaltens systematisch von der in Abwesenheitszeiten unterscheidet.⁸ Informationen zu geeigneten Messgeräten für solche zeitaufgelösten Messungen finden sich beispielsweise in Anhang 3 oder in Festlegungen der Leitstelle für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität des Bundesamtes für Strahlenschutz [10]. Elektronische Messgeräte bieten in der Regel die Möglichkeit, Messzeiträume voreinzustellen oder Zeitreihen der Messung aufzuzeichnen. Einige passive Messgeräte besitzen ebenfalls einen an- und abschaltbaren Messmodus, sodass eine Exposition des Detektors außerhalb der Arbeitszeit ausgeschlossen wird. Andernfalls können auch Mechanismen organisatorischer Art genutzt werden, beispielsweise das Lagern des Messgerätes an Orten oder in Vorrichtungen in radonarmer Umgebung bzw. mit nachweislich geringer Exposition außerhalb der Arbeitszeit. Eine zusätzliche Messung der Radon-Aktivitätskonzentration bzw. der Exposition an diesen Orten oder in diesen Vorrichtungen ist als Maßnahme der Qualitätssicherung erforderlich.

Die zuständige Behörde kann Vorgaben für die Durchführung der Abschätzung machen, um die erforderliche Qualität der Abschätzung sicherzustellen.

5.4 ÜBERPRÜFUNG DER ABSCHÄTZUNG

Nach der ersten Abschätzung muss die Abschätzung unverzüglich wiederholt werden, wenn der Arbeitsplatz so verändert wurde, dass eine höhere Exposition für dort beschäftigte Arbeitskräfte auftreten kann. Die Abschätzung sollte aber auch nach dem Abschluss einer Maßnahme, die zur Verringerung einer Exposition vorgenommen wurde, wiederholt werden, um den Erfolg dieser Maßnahme zu dokumentieren.

Grundsätzlich ist die Abschätzung regelmäßig zu überprüfen (beispielsweise alle fünf Jahre). An Arbeitsplätzen mit nachgewiesenen hohen Radonkonzentrationen bietet eine kontinuierliche Überwachung der Radon-Aktivitätskonzentration die Möglichkeit, fortlaufend die Abschätzung überprüfen zu können. Gleichzeitig können im Einzelfall geeignete Strahlenschutzmaßnahmen angestoßen und die Exposition der Arbeitskräfte so gering wie möglich geplant und gehalten werden.

Auch für die im Zuge einer Raumüberwachung einzusetzenden Messgeräte, möglicherweise als Bestandteil des betriebseigenen Arbeitsschutzes, sollten die Grundsätze der Qualitätssicherung von Radonmessungen beachtet werden und kalibrierte, für den Messzweck geeignete Messgeräte verwendet werden.

5.5 AUFZEICHNUNGEN

Die Ergebnisse der Abschätzungen sind aufzuzeichnen und der zuständigen Behörde innerhalb von sechs Monaten nach der Anmeldung vorzulegen. Im Unterschied zu den Aufzeichnungen der Erst- oder Kontrollmessung muss die Vorlage der Abschätzung ohne vorherige Anforderung durch die zuständige Behörde erfolgen. Es gilt eine Aufbewahrungspflicht von fünf Jahren. Empfohlen wird jedoch eine längere Aufbewahrungsdauer, um die Nachvollziehbarkeit auch über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten.

Die Aufzeichnungen sollten mindestens die folgenden Punkte enthalten:

- wann, an welchen Arbeitsplätzen und bei welchen Betätigungen oder Arbeitsvorgängen die Abschätzungen durchgeführt wurden,
- die Art und Weise der Abschätzung (Methode, Verfahren),
- die Höhe der festgestellten Expositionen,
- die durchgeführten Verringerungs- und/oder eingeleiteten Strahlenschutzmaßnahmen und
- wer die Abschätzung und die Maßnahmen durchgeführt hat.

Eine Zusammenstellung der erforderlichen Informationen einer Aufzeichnung gibt Anhang 7.4.

⁸ Deutliche Unterschiede der Radon-Aktivitätskonzentration im Tagesverlauf können sich beispielsweise in Bürogebäuden oder Schulen ergeben, in denen nur tagsüber gelüftet wird.

6 BERUFLICHER STRAHLENSCHUTZ

Ergibt die Abschätzung, dass die effektive Dosis 6 mSv im Kalenderjahr überschreiten kann, hat der Verpflichtete die Einhaltung von Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes sicherzustellen.

Es sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls die Exposition durch Radon so gering wie möglich zu halten. Die Exposition der betroffenen Arbeitskräfte an den Arbeitsplätzen ist unter Einbeziehung einer durch die Landesbehörde bestimmten Messstelle zu ermitteln. Die Dosisgrenzwerte des beruflichen Strahlenschutzes sind einzuhalten und den weiteren Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes ist nachzukommen, die sich aus § 131 des Strahlenschutzgesetzes in Verbindung mit den §§ 157 und 158 der Strahlenschutzverordnung ergeben.

Der Verpflichtete sollte sich bei der zuständigen Behörde über weitere Vorgaben informieren.

Hinweis zur Umsetzung bei einer gleichzeitigen geplanten Expositionssituation nach Teil 2 StrlSchG

Es gibt Fälle, in denen eine bestehende Expositionssituation an einem Arbeitsplatz mit erhöhter Radon-Exposition mit einer geplanten Expositionssituation zusammenfällt. Sollte eine Arbeitskraft bereits aufgrund einer geplanten Expositionssituation von Vorgaben des beruflichen Strahlenschutzes erfasst sein, beispielsweise eine Arbeitskraft in einer radiologischen Arztpraxis, müssen für die Einhaltung der Dosisgrenzwerte die Beiträge der Dosisermittlung aus beiden Expositionssituationen berücksichtigt werden (§ 166 des Strahlenschutzgesetzes). Die Dosis aus der geplanten Expositionssituation und die Dosis aus der Exposition durch Radon werden also addiert. Die Summe muss unterhalb des Grenzwertes liegen.

6.1 VERRINGERUNG DER RADON-EXPOSITION

Bei einer Jahresabschätzung der individuellen Dosis durch Radon-Exposition von größer als 6 mSv muss der Verpflichtete in erster Linie auch weiterhin alle Anstrengungen unternehmen, die Radon-Exposition für die betroffenen Arbeitskräfte so gering wie sinnvollerweise möglich zu halten.

Die zuständige Behörde kann weitere Maßnahmen zur Verringerung der Exposition anordnen, wenn die Expositionsbedingungen es erfordern. Der Schutz kann durch bauliche oder technische Maßnahmen (beispielsweise Zwangsbelüftung, Ortsmonitoring) oder organisatorische Maßnahmen (wie Einrichtung von Strahlenschutzbereichen, Zutrittskontrollen, Strahlenschutzanweisungen, Unterweisung von Arbeitskräften) erzielt werden. Näheres erläutern Kapitel 6.8 und Kapitel 7.

6.2 ERMITTLUNG DER RADON-EXPOSITION

Der Verpflichtete hat dafür zu sorgen, dass für jede betroffene Arbeitskraft die durch die Radon-Exposition erhaltene Dosis ermittelt wird. Anders als noch bei der Abschätzung, bei der eine Prognose durchgeführt wird, geht es hierbei darum, die tatsächlich erhaltene Exposition zu ermitteln.

Die Durchführung der Ermittlung ist den behördlich bestimmten Messstellen vorbehalten. Dementsprechend müssen geeignete Dosimeter von einer der behördlich bestimmten Messstellen bezogen werden, deren Qualität im Rahmen der Bestimmung und der behördlichen Aufsicht geprüft wird. Alternativ kann bei Zustimmung der Messstelle die zuständige Behörde genehmigen, dass die Exposition mit einem dafür geeigneten Messgerät unter Verantwortung des Verpflichteten gemessen wird.

Von der Messstelle eingesetzte Messgeräte sind für die Ermittlung der entsprechenden Messgröße geeignet, da

- die Messgeräte die für den vorgesehenen Messzweck erforderlichen physikalisch-technischen Eigenschaften besitzen und die Konformität der Messgeräte mit metrologischen Anforderungen erfüllt ist, sowie
- die Messgeräte von einem akkreditierten Kalibrierlaboratorium kalibriert sind bzw. die behördlich bestimmte Messstelle mit den Messgeräten an Maßnahmen der Qualitätssicherung des BfS teilnimmt und die Messgeräte als geeignet bewertet sind.

Die behördlich bestimmte Messstelle kann sich zur Auswertung der Messgeräte einer anerkannten Stelle bedienen.

Um die Qualität der Messungen zu gewährleisten, müssen die Messgeräte in der von der Messstelle vorgegebenen Weise verwendet werden. Die Vorgaben müssen dabei die gegebenenfalls am Messort auftretenden Expositionsbedingungen berücksichtigen. Dazu zählen die klimatischen Bedingungen (Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit), die Konzentration von Stäuben und Aerosolpartikeln in der Luft, auftretende Nässe, mechanische Einflüsse, elektromagnetische Felder, die Ventilationsrate und alle Expositionen, die nicht Gegenstand der Messung sind, aber das Messergebnis beeinflussen können. Dies betrifft insbesondere den Einfluss durch natürliche Umgebungsstrahlung, beispielsweise die mögliche

Störung der Messung der Radon-222-Exposition bzw. Radon-222-Aktivitätskonzentration durch ebenfalls in der Luft vorhandenes Radon-220.⁹ Die Funktionsweise des Messgerätes und die damit verbundene Messung dürfen nicht beeinträchtigt werden.

Der Ablauf der Ermittlung der Exposition entspricht im Wesentlichen dem in Kapitel 5.3 beschriebenen Vorgehen. Es sind

- Messungen der Radon-Aktivitätskonzentration oder der potenziellen Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte oder
- Messungen der Radon-Exposition oder der potenziellen Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte

durchzuführen. Wird die Radon-Aktivitätskonzentration oder die potenzielle Alphaenergie-Konzentration gemessen, sind die jeweiligen Expositionen zu berechnen. Dazu ist für jeden Arbeitsplatz der Mittelwert der entsprechenden Konzentration während der Aufenthaltsdauer der Person zu bestimmen und mit der Aufenthaltsdauer der Person an diesem Arbeitsplatz zu multiplizieren. Die individuelle Exposition der betreffenden Person ist die Summe der Teilexpositionen für alle Arbeitsplätze. In Unterscheidung zur Abschätzung der Exposition, die lediglich einen repräsentativen Abschätzungszeitraum berücksichtigt, erfolgt die Ermittlung vollständig über das gesamte Kalenderjahr und arbeitstäglich.

Der Verpflichtete hat dafür zu sorgen, dass die Expositionsbedingungen bei der Ermittlung aufgezeichnet und die Dosimeter nach Ablauf von drei Monaten der Messstelle zur Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Wenn die Expositionsbedingungen es gestatten, kann die zuständige Behörde Überwachungsperioden von bis zu sechs Monaten zustimmen.

Es ist sowohl eine Einzel- als auch eine Gruppenüberwachung möglich.

Einzelüberwachung

Bei der Einzelüberwachung wird das Messgerät eindeutig der überwachten Person zugeordnet. In der Regel werden dafür personengetragene Messgeräte verwendet, die während der Betätigung von den Arbeitskräften an einer repräsentativen Stelle am Oberkörper oberhalb der Kleidung getragen werden. Beim Einsatz von Staub- und Aerosolpartikelsammlern zur Bestimmung der Exposition durch Inhalation sind diese so nahe wie möglich am Atembereich zu tragen. Personengetragene Messgeräte sind insbesondere dann zu bevorzugen, wenn Personen Betätigungen an verschiedenen Arbeitsorten ausüben.

Gruppenüberwachung

Bei einer Gruppenüberwachung werden einzelne oder mehrere Messgeräte eingesetzt, um aus den Messwerten die individuellen Expositionen für Personen, die unter gleichen Bedingungen, beispielsweise am gleichen Arbeitsplatz, arbeiten, zu ermitteln. Zuvor muss nachgewiesen werden, dass für alle Personen vergleichbare Expositionsbedingungen vorliegen. Bei einer Gruppenüberwachung müssen die Aufenthaltszeiten der einzelnen Personen am Arbeitsplatz dokumentiert werden.

Für eine Gruppenüberwachung werden in der Regel stationäre Messgeräte zur Arbeitsplatzüberwachung eingesetzt. Eine Gruppenüberwachung kann auch in der Art durchgeführt werden, dass die Exposition nur für einen Teil der Gruppe mit personengetragenen Messgeräten ermittelt wird. Die Exposition einer nicht überwachten Person der Gruppe wird dann aus der mittleren gemessenen Exposition und der Aufenthaltszeit dieser Person am Arbeitsplatz berechnet.

6.3 BERECHNUNG DER DOSIS BZW. ERSATZDOSIS

Die Umrechnung der Exposition in die Dosis erfolgt, wie in Kapitel 5.2 dargestellt, mithilfe der Umrechnungsfaktoren nach Anlage 18 Teil B, Nummer 3 der Strahlenschutzverordnung (siehe auch Anhang 5). In der Regel wird dabei von einem Gleichgewichtsfaktor in Höhe von 0,4 ausgegangen.

Eine präzise Prognose des Gleichgewichtsfaktors ist aufgrund vielfacher Unwägbarkeiten wie Raumgröße, Luftwechsel oder Luftgeschwindigkeiten für typische Arbeitsfelder nicht möglich. In untertägigen Bergwerken mit künstlicher Bewetterung führen hohe Ventilationsgeschwindigkeiten zu Gleichgewichtsfaktoren nahe 0,2, während für Schauhöhlen oder Besucherbergwerke bei reduzierter Bewetterung Faktoren um 0,7 bestimmt

⁹ Bei Anzeichen einer Exposition oder einer nachgewiesenen Exposition durch Radon-220, die unter Strahlenschutzgesichtspunkten nicht außer Acht gelassen werden kann, ist diese gleichfalls zu betrachten.

wurden. Die Festlegung eines abweichenden Gleichgewichtsfaktors aufgrund der Expositionsbedingungen liegt im Ermessen der zuständigen Behörde.

Bei Expositionen durch Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte ist die potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte die dosisrelevante Größe. Durch Bestimmung der Messgröße der potenziellen Alphaenergie-Exposition oder -Konzentration kann die effektive Dosis direkt und ohne Berücksichtigung des Gleichgewichtsfaktors berechnet werden. Der zu erwartende Fehler bei der Ermittlung der effektiven Dosis ist deshalb geringer. Messgeräte zur Messung dieser Größen sollten insbesondere für solche Betätigungen eingesetzt werden, bei denen

- die Abschätzung der Exposition auf der Grundlage einer Bestimmung der Radon-Exposition einen Wert der effektiven Dosis von mehr als 15 mSv im Kalenderjahr ergibt,
- keine Annahmen über den Gleichgewichtsfaktor getroffen werden können oder
- der Gleichgewichtsfaktor kleiner als 0,2 oder größer als 0,7 ist.

Festlegen einer Ersatzdosis

Bei fehlerhafter oder unterbliebener Messung legt die zuständige Behörde eine Ersatzdosis fest. Dies erfolgt insbesondere dann, wenn ein Messgerät nicht bestimmungsgemäß eingesetzt wurde oder nicht auswertbar ist. Die Festlegung einer Ersatzdosis kann auch dann erfolgen, wenn das Messverfahren oder die Messmethode ungeeignet war, die Exposition der Einzelperson zu ermitteln, oder die Messung nicht bestimmungsgemäß durchgeführt wurde (Information durch Verpflichteten).

Bei der Festlegung der Ersatzdosis werden folgende Aspekte in folgender Reihenfolge (zugleich Rangfolge) berücksichtigt:

- Werte von anderen Personen mit gleicher Betätigung am gleichen oder ähnlichen Arbeitsplatz,
- Mittelwert der effektiven Dosis dieser Person über einen längeren Zeitraum am gleichen Arbeitsplatz,
- Ergebnisse der Abschätzung.

Der Verpflichtete muss der zuständigen Behörde die für die Bestimmung der Ersatzdosis notwendigen Informationen zur Verfügung stellen. Die zuständige Behörde oder eine von ihr bestimmte Messstelle übermittelt die festgelegte Ersatzdosis an das Strahlenschutzregister.

Im Einzelfall kann die zuständige Behörde von der Festlegung einer Ersatzdosis absehen, wenn die festzusetzende Dosis 0 mSv beträgt und dieser Wert durch die zuständige Behörde an das Strahlenschutzregister übermittelt wird.

6.4 AUFZEICHNUNG UND ÜBERMITTLUNG DER ERMITTELTEN EXPOSITIONEN

Der Verpflichtete hat die Ergebnisse der Ermittlung der Expositionen unverzüglich aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben für jede Person umfassen (siehe auch in Anhang 7).

- Ergebnisse der Ermittlung,
- Familienname, Geburtsname, Vornamen, Geburtsdatum und -ort, Geschlecht, Staatsangehörigkeit,
- persönliche Kennnummer nach § 170 Absatz 3 des Strahlenschutzgesetzes (Strahlenschutzregisternummer – SSR-Nummer),
- ggf. fortlaufende Nummer des Strahlenpasses,
- Beschäftigungsmerkmale und Expositionsverhältnisse.

Der Verpflichtete muss die Aufzeichnungen

- so lange aufbewahren, bis die überwachte Person das 75. Lebensjahr vollendet hat bzw. vollendet hätte, mindestens jedoch 30 Jahre nach Beendigung der jeweiligen Beschäftigung,
- auf Verlangen der überwachten Person vorlegen und
- bei einem Wechsel des Beschäftigungsverhältnisses dem neuen Arbeitgeber auf Verlangen mitteilen, falls weiterhin eine Beschäftigung als beruflich strahlenexponierte Person ausgeübt wird.

Die Übermittlung der Daten an das Strahlenschutzregister erfolgt in der Regel durch die Messstelle.

Bei Überschreitungen der Dosisgrenzwerte der Körperdosis muss der Verpflichtete der zuständigen Behörde die betroffenen Personen und die Gründe der Überschreitungen unverzüglich mitteilen.

Strahlenschutzregister

Die von den Messstellen ermittelten Dosiswerte sind dem Strahlenschutzregister [11] zu melden. Neben den Personendaten der Arbeitskräfte wird auch die SSR-Nummer als persönliche Kennnummer benötigt. Diese muss vom Verpflichteten oder einer von ihm beauftragten Person zuvor für jede betroffene Arbeitskraft beantragt werden.

Die Beantragung der SSR-Nummer erfolgt direkt beim Bundesamt für Strahlenschutz über ein passwortgeschütztes Portal. Dabei kann ein Antragsteller für beliebig viele Arbeitskräfte aus seinem Verantwortungsbereich SSR-Nummern beantragen. Eine Kurzanleitung befindet sich im Anhang 6, ausführliche Informationen finden Sie unter [11].

6.5 EINHALTUNG DER GRENZWERTE

Der Verpflichtete hat dafür zu sorgen, dass die für die einzelnen Arbeitskräfte zulässigen Grenzwerte für die berufliche Exposition nicht überschritten werden. Der Grenzwert für die effektive Dosis liegt grundsätzlich bei 20 mSv pro Kalenderjahr für Erwachsene und bei 1 mSv bei unter 18-jährigen Personen. Die zuständige Behörde kann abweichend davon für Auszubildende und Studierende im Alter zwischen 16 und 18 Jahren einen Grenzwert von 6 mSv im Kalenderjahr für die effektive Dosis zulassen, wenn dies zur Erreichung des Ausbildungszieles notwendig ist.

Der Grenzwert der Berufslebensdosis beträgt 400 mSv.

Wurde unzulässiger Weise ein solcher Grenzwert für das Kalenderjahr überschritten, ist eine Weiterbeschäftigung der Person nur zulässig, wenn der Verpflichtete dafür sorgt, dass die Summe der Dosen des aktuellen und der folgenden vier Kalenderjahre das Fünffache des Grenzwertes nicht überschreitet. Falls die Summe der Dosis der fünf aufeinanderfolgenden Kalenderjahre höher als das Fünffache des Grenzwertes ist, kann die zuständige Behörde nach Beteiligung eines entsprechend § 175 der Strahlenschutzverordnung ermächtigten Arztes Ausnahmen zulassen.

Besondere Grenzwerte bzw. Vorschriften für Schwangere sind für den Schutz des Ungeborenen im Zusammenhang mit der Exposition durch Radon nicht erforderlich. Die ganz überwiegende Exposition durch Radon betrifft die Lunge und den Atemtrakt der Schwangeren; die Expositionen des Ungeborenen sind um mehrere Größenordnungen geringer als die der Schwangeren.

6.6 MEDIZINISCHE UNTERSUCHUNG

Der Verpflichtete hat dafür zu sorgen, dass sich alle Arbeitskräfte, deren Jahresabschätzungen eine mögliche Exposition von mehr als 6 mSv ergeben haben, einmal im Jahr einer gesundheitlichen Untersuchung durch einen von der zuständigen Behörde ermächtigten Arzt unterziehen. Diese Ärzte besitzen eine spezielle Fachkunde im Strahlenschutz.

Falls durch den ermächtigten Arzt keine gesundheitlichen Bedenken festgestellt wurden, was durch eine entsprechende ärztliche Bescheinigung zu dokumentieren ist, können die Personen im entsprechenden Kalenderjahr unter Beachtung der Dosisgrenzwerte des beruflichen Strahlenschutzes an den Arbeitsplätzen eingesetzt werden, für welche die Abschätzung die mögliche Exposition von mehr als 6 mSv im Kalenderjahr ergeben hat. Andernfalls sind die vom ermächtigten Arzt festgelegten aufgabenbezogenen Beschränkungen zu beachten.

Die Untersuchung muss in jedem Kalenderjahr neu durchgeführt werden. Dies gilt auch für Personen, die in eigener Verantwortung in eigener oder in einer fremden Betriebsstätte Betätigungen ausüben. Bei fehlender ärztlicher Bescheinigung darf die berufliche Exposition durch Radon eine effektive Dosis von 6 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten.

6.7 STRAHLENPASS BEI BETÄTIGUNGEN IN FREMDEN BETRIEBSSTÄTTEN

Der Verpflichtete, der als Dritter in fremden Betriebsstätten eine Betätigung eigenverantwortlich beruflich ausübt oder ausüben lässt, hat dafür zu sorgen, dass er selbst und die unter seiner Aufsicht stehenden Personen in fremden Betriebsstätten im Besitz eines registrierten Strahlenpasses sind, falls die auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung mehr als 6 mSv im Kalenderjahr ergeben hat. Die zuständige Behörde kann im Einzelfall von der Pflicht zum Führen eines Strahlenpasses befreien, wenn in nicht mehr als einer fremden Betriebsstätte beruflichen Tätigkeiten nachgegangen wird.

6.8 WEITERE ANFORDERUNGEN ZUR INNERBETRIEBLICHEN ORGANISATION DES STRAHLENSCHUTZES

Im Einzelfall kann die zuständige Behörde, soweit es die Expositionsbedingungen an einem Arbeitsplatz erfordern, weitere allgemeine Maßnahmen des beruflichen Strahlenschutzes für einzelne Betriebe anordnen. Hierzu zählen:

- das Erlassen einer Strahlenschutzanweisung und die Durchführung von Unterweisungen,
- das Bereithalten des Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung,
- das Einrichten von Strahlenschutzbereichen sowie ihre Abgrenzung, Kennzeichnung, Sicherung und Überwachung,
- das Einrichten sonstiger Schutzvorkehrungen und
- die Kennzeichnung von Kontroll- bzw. Sperrbereichen.

Die Anordnungsbefugnis ermöglicht es der zuständigen Behörde, im jeweiligen Einzelfall zu prüfen und zu entscheiden, welche weiteren Schutzmaßnahmen für den jeweiligen Arbeitsplatz anwendbar und angemessen sind.

7 MAßNAHMEN ZUR VERRINGERUNG VON EXPOSITIONEN

Die Verringerung der Exposition durch Radon kann durch organisatorische, bauliche, technische oder sonstige Maßnahmen erreicht werden. In vielen Fällen kann eine fachkundige Beratung von Experten und Ingenieurbüros geleistet werden, die auf den Strahlenschutz gegenüber Radon am Arbeitsplatz spezialisiert sind.

Organisatorische Maßnahmen beinhalten insbesondere alle Maßnahmen, welche die Aufenthaltszeit an Arbeitsplätzen mit erhöhten Radonkonzentrationen reduzieren. Beispielsweise können Räume besonders gekennzeichnet werden, wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass die Exposition bestimmte Werte überschreitet. Der Verpflichtete sollte zunächst immer prüfen, ob die Arbeitsaufgaben der betroffenen Arbeitskräfte so verändert werden können, dass die Aufenthaltszeiten an solchen Arbeitsplätzen reduziert werden. Der Zugang zu solchen Arbeitsplätzen sollte ausschließlich für die Arbeitskräfte gestattet sein, die dort für den Betrieb notwendige Tätigkeiten durchführen. Des Weiteren kann der Verpflichtete durch eine Zugangskontrolle unnötige Expositionen insbesondere für Personen, die keiner Überwachung unterliegen, verhindern.

Bauliche und technische Maßnahmen sind Maßnahmen, die zu einer Reduzierung der Radonkonzentration am Arbeitsplatz führen. Vor allem durch Lüftungstechnische Maßnahmen kann in vielen Fällen die Exposition der Arbeitskräfte deutlich vermindert werden.

Informationen über bautechnische Schutzmaßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration für Bestands- und Neubauten mit Aufenthaltsräumen und Arbeitsplätzen sind im Radon-Handbuch [5] des BfS zusammengestellt. Technische Spezifikationen zu baulichen und Lüftungstechnischen Maßnahmen zum Radonschutz sind in der DIN/TS 18117-1 [15] zusammengestellt. Des Weiteren wird empfohlen, die branchenspezifischen Empfehlungen der Berufsverbände zu berücksichtigen.

Die zuständige Behörde kann gegenüber dem Verpflichteten bereits nach § 129 des Strahlenschutzgesetzes Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration in der Luft an angemeldeten Arbeitsplätzen anordnen (siehe Kapitel 5).

Soweit es die Expositionsbedingungen erfordern, kann die zuständige Behörde gegenüber dem Verpflichteten für Betätigungen, für welche die Abschätzung eine mögliche Exposition von mehr als 6 mSv im Kalenderjahr ergeben hat, auch Maßnahmen der betrieblichen Organisation des Strahlenschutzes und im Zusammenhang mit der Ausübung der Betätigung anordnen (siehe Kapitel 6.8).

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Rat der Europäischen Union, Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM und 2003/122/EURATOM, Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L, Nr. 13/1 vom 17.01.2014
- [2] Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2231) geändert worden ist
- [3] Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. November 2020 (BGBl. I S. 2502) geändert worden ist
- [4] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV (alt)) vom 20. Juli 2001 BGBl. I S. 1714 ber. I 2002 S. 1459 (BGBl. III 751-1-8) zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010) geändert, gültig bis 30. Dezember 2018
- [5] Radonmaßnahmenplan zur nachhaltigen Verringerung der Exposition gegenüber Radon, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019)
- [6] Radon-Handbuch Deutschland, Bundesamt für Strahlenschutz (2019), <http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/ion/radon-handbuch.html>
- [7] Liste der anerkannten Stellen im Internet http://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/radon-messung/anererkennung/anererkennung_node.html
- [8] DIN ISO 11665-8:2013-08 (VDE 0493-1-6658:2013-08): Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt - Luft: Radon-222 – Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie für zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden (ISO 11665-8:2012)
- [9] Messanleitungen Umweltradioaktivität. Messanleitungen der Leitstelle K (Leitstelle für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität (ENORM)). Messanleitungen für Luft (ENORM). <https://www.bmu.de/WS3698>
- [10] Spezielle Anforderungen an Geräte zur Bestimmung der Strahlenexposition durch Radon- und Radonzerfallsprodukte. Bericht BfS-SW-04/09, 2009, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2009042344>
- [11] Strahlenschutzregister www.bfs.de/ssr
- [12] Leitfaden zur Messung von Radon, Thoron und ihren Zerfallsprodukten. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 47, Urban und Fischer, München 2002, ISBN 3-437-21478-0
- [13] Technical recommendations for monitoring individuals for occupational intakes of radionuclides, European Commission, Radiation Protection Series No. 188, ISSN 2315-2826
- [14] Radon in workplaces, Implementing the requirements in Council Directive 2013/59/Euratom, European Commission, Radiation Protection Series No. 193, ISSN 2315-2826, DOI 10.2833/552398
- [15] DIN/TS 18117-1:2020-04 – Entwurf: Bauliche und Lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz - Teil 1: Begriffe, Grundlagen und Beschreibung von Maßnahmen; 2020-03-13
- [16] Beck, T.R., J. Schwedt, and P. Hamel, Quality assurance of individual radon measurements, in Radioactivity in the Environment. 2005, Elsevier. p. 731-739; [https://doi.org/10.1016/S1569-4860\(04\)07091-3](https://doi.org/10.1016/S1569-4860(04)07091-3)

ANHÄNGE

1 AUFGABEN DES VERANTWORTLICHEN BZW. VERPFLICHTETEN NACH STRAHLENSCHUTZGESETZ UND STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG

	StrISchG	StrISchV
Aufgaben des Verantwortlichen		
Prüfen, ob und an welchen Arbeitsplätzen eine Messung der Radon-Aktivitätskonzentration durchgeführt werden muss und ob ggf. Übergangsvorschriften anwendbar sind	§ 127 Abs. 1 § 214 Abs. 2	
Anforderung von Messgeräten von einer anerkannten Stelle zur Ermittlung der Radon-222-Aktivitätskonzentration an betroffenen Arbeitsplätzen	§ 127 Abs. 1	§ 155 Abs. 3
Durchführung der Messung nach anerkannten Regeln der Technik sowie nach Vorgaben und mit Messgeräten einer anerkannten Stelle		§ 155 Abs. 1 und Abs. 3
Aufzeichnen der Messung und Aufbewahren der Aufzeichnungen; Information der betroffenen Arbeitskräfte sowie des Betriebs- oder Personalrates und der Dritten	§ 127 Abs. 3 und 4	§ 155 Abs. 2
Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration oder Verzicht auf Maßnahmen bei Vorliegen besonderer Gründe und Unterrichtung der Dritten	§ 128 Abs. 1 und 4	
Kontrollmessung unter Beauftragung einer anerkannten Stelle zur Ermittlung der Radon-222-Aktivitätskonzentration an den entsprechenden Arbeitsplätzen	§ 128 Abs. 2	§ 155 Abs. 1 und 3
Aufzeichnung der Kontrollmessung und Aufbewahren der Aufzeichnungen; Information der betroffenen Arbeitskräfte sowie des Betriebs- oder Personalrates und der Dritten	§ 128 Abs. 2 und 3	§ 155 Abs. 2
Aufgaben des Dritten in Bezug auf die Messungen der Radon-Aktivitätskonzentration		
Information der betroffenen Arbeitskräfte sowie des Betriebs- oder Personalrates des Dritten über die Ergebnisse der Messungen in den fremden Betriebsstätten durch den Dritten	§ 127 Abs. 4 Satz 1	
Information der betroffenen Arbeitskräfte sowie des Betriebs- oder Personalrates des Dritten über die Ergebnisse der Messungen in den fremden Betriebsstätten durch den Dritten	§ 128 Abs. 3	
Aufgaben des zur Anmeldung und Abschätzung Verpflichteten (einschließlich des Dritten)		
Anmeldung des Arbeitsplatzes bei der zuständigen Behörde <ul style="list-style-type: none"> • wenn die Radon-Aktivitätskonzentration den Referenzwert trotz durchgeführter Maßnahmen weiterhin übersteigt • bei Verzicht auf Reduzierungsmaßnahmen; im Fall eines Dritten Anmeldung der Betätigung an mehreren angemeldeten Arbeitsplätzen bei der zuständigen Behörde	§ 129 Abs. 1 Abs. 2 Abs. 3	
Erteilung von für die Anmeldung relevanten Auskünften an einen Dritten, der an dem Arbeitsplatz eine Betätigung ausübt oder ausüben lässt	§ 129 Abs. 3	

	StrlSchG	StrlSchV
Information und Zusammenarbeit mit Betriebs- oder Personalrat und den Fachkräften für Arbeitssicherheit	§ 129 Abs. 4 i. V. m. § 71 Abs. 3	
Durchführung einer arbeitsplatzbezogenen Abschätzung der Exposition durch Radon, der potenziellen Alpha-Energie-Exposition oder der Körperdosis durch die Exposition durch Radon; im Falle eines verpflichteten Dritten: Abschätzung bezogen auf die gesamte Betätigung; Aufzeichnung und Vorlage bei der zuständigen Behörde, Aufbewahren der Aufzeichnungen	§ 130 Abs. 1 S. 1 S. 2 S. 3 und 4	§ 156
Bei Ergebnis der Abschätzung ≤ 6 mSv: regelmäßige Überprüfung der Abschätzung der Exposition, Maßnahmen zum Strahlenschutz auf Grundlage des allgemeinen Arbeitsschutzes	§ 130 Abs. 2	
Bei Ergebnis der Abschätzung > 6 mSv: Erfüllung der Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes	§ 130 Abs. 3, § 131	
Aufgaben des Verpflichteten im Bereich des beruflichen Strahlenschutzes		
Maßnahmen, um die Exposition durch Radon so gering wie möglich zu halten	§ 131 Abs. 1 Nr. 1	
Ermittlung der Exposition durch Messung mit einem Messgerät einer Messstelle (bzw. eines eigenen Gerätes nach Zustimmung der Messstelle und der zuständigen Behörde) und Aufzeichnung der Expositionsbedingungen	§ 131 Abs. 1 Nr. 2	§ 157 Abs. 2 und 3
Übermittlung der Messgeräte bzw. der Messwerte zusammen mit den Aufzeichnungen nach Ablauf von drei Monaten an die Messstelle (nach Gestatten der zuständigen Behörde auch bis zu sechs Monate)		§ 157 Abs. 3
Rechtzeitiges Vorliegen der Ermittlung der Körperdosis an die Arbeitskraft spätestens neun Monate nach erfolgter Exposition		§ 157 Abs. 4
Einhaltung der Dosisgrenzwerte und Ermittlung der Körperdosen nach § 166 StrlSchG	§ 131 Abs. 1 Nr. 3	
Unterschreiten der Exposition in den folgenden vier Kalenderjahren bei der Weiterbeschäftigung einer Person, deren Grenzwert im Kalenderjahr überschritten wurde, sodass innerhalb des Gesamtzeitraumes die Dosis das Fünffache des Grenzwertes nicht überschreitet		§ 158 Abs. 2
Begrenzung der Expositionen bei besonders schutzbedürftigen Personen	§ 131 Abs. 1 Nr. 3 i. V. m. § 78 Abs. 3 S. 1 und S. 3	
Mitteilung, wer die Aufgaben des Verpflichteten wahrnimmt (bei juristischen Personen oder rechtsfähigen Personengesellschaften)	§ 131 Abs. 2 i. V. m. § 69 Abs. 2	
Information der zuständigen Behörde bei unterbliebener oder fehlerhafter Messung und Abschätzung der Dosis		§ 157 Abs. 5
Übermittlung von Daten an das Strahlenschutzregister	§ 170 Abs. 4	§ 173
Führen des Strahlenpasses und Registrieren bei der zuständigen Behörde		§ 158 Abs. 1, § 174 Abs. 1

	StrISchG	StrISchV
Beschäftigung nur nach Untersuchung der Arbeitskräfte durch einen ermächtigten Arzt und Vorliegen einer Unbedenklichkeitsbescheinigung		§ 158 Abs. 3
<p>Folgende Pflichten können sich aus den Vorgaben der zuständigen Behörde zu weiteren Maßnahmen ergeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Erlassen einer Strahlenschutzanweisung • das Bereithalten des Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung • das Einrichten von Strahlenschutzbereichen • die Abgrenzung, Kennzeichnung, Sicherung und Überwachung von Strahlenschutzbereichen • die Durchführung von Unterweisungen • das Einrichten sonstiger Schutzvorkehrungen • die Kennzeichnung von Kontroll- bzw. Sperrbereichen 		<p>§ 45</p> <p>§ 46</p> <p>§ 52</p> <p>§§ 52, 53, 55, 56</p> <p>§ 63</p> <p>§ 75 Abs. 1</p> <p>§ 91 Abs. 1 S. 1 Nr. 3</p>

2 AUFGABEN UND BEFUGNISSE DER BEHÖRDEN NACH STRAHLENSCHUTZGESETZ UND STRAHLENSCHUTZVERORDNUNG

	StrlSchG	StrlSchV
Aufgaben der Landesbehörden (neben den allgemeinen Aufsichtsbefugnissen)		
Festlegen von Radonvorsorgegebieten	§ 121 Abs. 1	
Anordnen von Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration an anderen Arbeitsplätzen in Innenräumen	§ 127 Abs. 1 S. 3	
Anfordern der Aufzeichnungen über die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration am Arbeitsplatz	§ 127 Abs. 3 und § 128 Abs. 2 S. 2	§ 155 Abs. 2
Registrierung der Anmeldung eines Arbeitsplatzes	§ 129 Abs. 1 und 2	
Anordnen von Maßnahmen zur Reduzierung der Radon-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen, für die auf Reduzierungsmaßnahmen verzichtet wurde	§ 129 Abs. 2 S. 3	
Entgegennahme und Prüfung der vorgelegten Aufzeichnungen über die Abschätzung der Exposition	§ 130 Abs. 1 S. 3	
Vorgaben für die Durchführung der auf den Arbeitsplatz bezogenen Abschätzung der Exposition		§ 156
Möglichkeit zur Überprüfung der Strahlenschutzmaßnahmen zur Verringerung der Exposition (außerhalb des beruflichen Strahlenschutzes)	§ 130 Abs. 2	
Bestimmung von Messstellen für die Ermittlung der beruflichen Exposition durch Radon am Arbeitsplatz	§ 169 Abs. 1 Nr. 4	
Gestattung von Messgeräten, die zur Ermittlung von Messwerten für die Bestimmung der Exposition unter eigener Verantwortung des Verpflichteten genutzt werden		§ 157 Abs. 2 Nr. 2
Festlegen von abweichenden Umrechnungsfaktoren bei der Berechnung der effektiven Dosis aufgrund der Expositionsbedingungen		Anlage 18, Teil B, Nr. 3
Verlängerung des Messzeitraumes zur Ermittlung von Messwerten für die Bestimmung der Exposition von drei auf sechs Monate		§ 157 Abs. 3 S. 3
Einsichtnahme in die Daten zur Eintragung in das Strahlenschutzregister	§ 168 Abs. 1	
Festlegen einer Ersatzdosis bei unterbliebenen oder fehlerhaften Messungen		§ 157 Abs. 5
Empfang der Bescheinigung des ermächtigten Arztes, wenn bei der exponierten Person gesundheitliche Bedenken bestehen		§ 158 Abs. 3
Ausnahmen für die Weiterbeschäftigung bei Überschreitung der Grenzwerte der effektiven Dosis für beruflich exponierte Personen nach § 78 StrlSchG im Benehmen mit einem ermächtigten Arzt	§ 78 Abs. 5	§ 158 Abs. 2
Zulassen einer effektiven Dosis von 6 mSv im Kalenderjahr für Auszubildende und Studierende von 16 bis 18 Jahren anstelle von 1 mSv für beruflich exponierte Personen unter 18 Jahren	§ 78 Abs. 3 S. 3	

	StrlSchG	StrlSchV
Zulassen einer effektiven Dosis von 50 mSv in einem einzelnen Kalenderjahr anstelle von 20 mSv, wobei in fünf aufeinanderfolgenden Jahren 100 mSv nicht überschritten werden dürfen	§ 78 Abs. 1 S. 2	
Registrierung des Strahlenpasses		§ 174 Abs. 2
Befreiung von der Pflicht zum Führen eines Strahlenpasses, wenn die Person in nicht mehr als einer fremden Betriebsstätte eine berufliche Betätigung an anmeldepflichtigen Arbeitsplätzen ausübt		§ 158 Abs. 1 S. 2
Anordnung von Maßnahmen im Bereich des beruflichen Strahlenschutzes: Strahlenschutzanweisung; Bereithalten von StrlSchG und StrlSchV; Einrichten von Strahlenschutzbereichen einschließlich Abgrenzung, Kennzeichnung, Sicherung, Zutrittsregelung und messtechnische Überwachung; Unterweisung; bauliche, technische oder verfahrenstechnische Schutzvorkehrungen; Kennzeichnung von Kontroll- und Sperrbereichen		§ 158 Abs. 4 i. V. m. § 45, § 46 § 52, § 53, § 55, § 56, § 63, § 75 Abs. 1, § 91 Abs. 1 S. 1 Nr. 3
Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten	§ 194 Abs. 1 Nr. 27 bis 32	§ 184
Aufgaben des BfS		
Anerkennung von Stellen zur Messung der Radon-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen und Veröffentlichung einer Liste der anerkannten Stellen		§ 155 Abs. 4
Durchführen von Maßnahmen zur Qualitätssicherung von anerkannten Stellen und Messstellen		§ 155 Abs. 4 Nr. 4 § 172 Abs. 3
Führen des Strahlenschutzregisters einschließlich Bestimmung der persönlichen Kennnummer, des Datenformates, der Übermittlungsverfahren sowie der Auskunftserteilung	§ 170	§ 173 Abs. 1 und 3

3 GERÄTE ZUR MESSUNG VON RADON UND SEINEN KURZLEBIGEN FOLGEPRODUKTEN

Die hierbei dargestellten Messgeräte und Messverfahren beschränken sich auf solche, die kommerziell angeboten werden und für die Überwachungspraxis geeignet sind. Weitergehende Informationen zur Messtechnik von Radon und Radon-Folgeprodukten finden sich in [12].

3.1 MESSUNG DER EXPOSITION DURCH RADON

3.1.1 Passive Radonmessgeräte

Anwendung

Passive Radonmessgeräte dienen der Ermittlung der Radon-222-Exposition durch integrierende Messung. Die Messgeräte können am Messort ausgelegt (stationäres Messgerät) oder von Personen während der Betätigung am Körper getragen werden (personengetragenes Messgerät). Die Messdauer beträgt in der Regel zwei bis drei Monate, im Falle der Bestimmung eines Jahresmittelwertes nach § 127 bzw. § 128 des Strahlenschutzgesetzes bis zu zwölf Monate. Bei hohen Expositionen muss die Messdauer verringert werden, um eine Überexposition des Detektors zu verhindern. Nach Beendigung der Messung wird der Detektor dem Messgerät entnommen und ausgewertet. Da der Detektor nach dem Auswerten für weitere Messungen unbrauchbar ist, ist eine Zwischenauswertung und anschließende Weitermessung nicht möglich. Die Messgeräte bieten deshalb keine Möglichkeit, während der Messung auf Expositionsdaten zuzugreifen. Die Nachweisgrenze des Messverfahrens liegt bei ca. 100 kBq·h/m³. Mit Expositionszeiten von sechs Monaten können Radon-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 10 Bq/m³ nachgewiesen werden.

Für die Messgeräte existieren unterschiedliche Bauformen, die sich in Bezug auf den Tragekomfort und die Diffusionseigenschaften für Radon unterscheiden und für die verschiedene Detektormaterialien verwendet werden (Abbildung 10-1). Sie können bei nahezu allen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden und eignen sich dadurch auch für integrale Messungen über lange Zeiträume.

Messprinzip

Die Messung basiert auf der Diffusion des Radons in ein definiertes Messvolumen (Diffusionskammer). Bei dieser Messmethode gelangt ausschließlich Radon aus der Luft in das Messvolumen, während die Radon-Folgeprodukte die Diffusionsbarriere (beispielsweise einen Filter) nicht überwinden können und außerhalb der Kammer verbleiben. Die beim Zerfall des Radons und seiner in der Messkammer gebildeten kurzlebigen Folgeprodukte emittierten Alphateilchen verursachen in einem Festkörperspurdetektor, der sich im Messvolumen befindet, latente Spuren, die durch ein chemisches Ätzverfahren sichtbar gemacht werden können (Abbildung 3-2, 3-3). Aus der Teilchenspurnzahl wird die Radon-Exposition bestimmt. Für die Auswertung der Detektoren werden physikalisch-chemische Methoden eingesetzt, die hohe Anforderungen an die Laborpraxis stellen.

Die Diffusion von Radon in das Messvolumen ist ein ständiger Prozess und kann bei den verwendeten Messgeräten (Abbildung 10-1) nicht unterbrochen werden. Dadurch werden die Messgeräte auch außerhalb der Arbeitszeit der betreffenden Person exponiert. Die dabei auftretenden Messeffekte müssen klein sein und in geeigneter Weise korrigiert werden. Aus diesem Grund sind die Messgeräte außerhalb der Arbeitszeit bzw. in Zeiten, in denen keine Messungen durchgeführt werden, an Orten mit geringen Radonkonzentrationen zu lagern. An den Lagerorten sollten die dort zusätzlich auftretenden Messeffekte mit weiteren Messgeräten ermittelt werden, um gegebenenfalls die Expositionen der beruflich strahlenexponierten Personen korrigieren zu können.

Ergebnis

Das Ergebnis liegt nach Auswertung des Detektors vor. Es wird die Radon-Exposition am Messort oder die des Messgeräteträgers in der Einheit Bq·h/m³ oder einem Vielfachen davon angegeben. Die Umrechnung in die effektive Dosis erfolgt entsprechend Anhang 5. Die über die Messzeit gemittelte Radon-

Aktivitätskonzentration wird durch Division des Wertes der Radon-222-Exposition durch die Messzeit bestimmt.

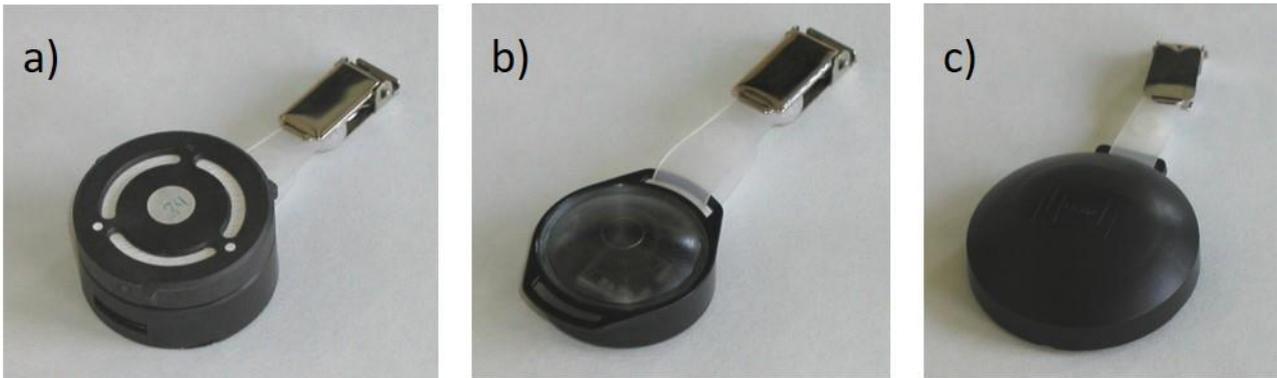


Abbildung 3-1 Bauformen passiver Radonmessgeräte

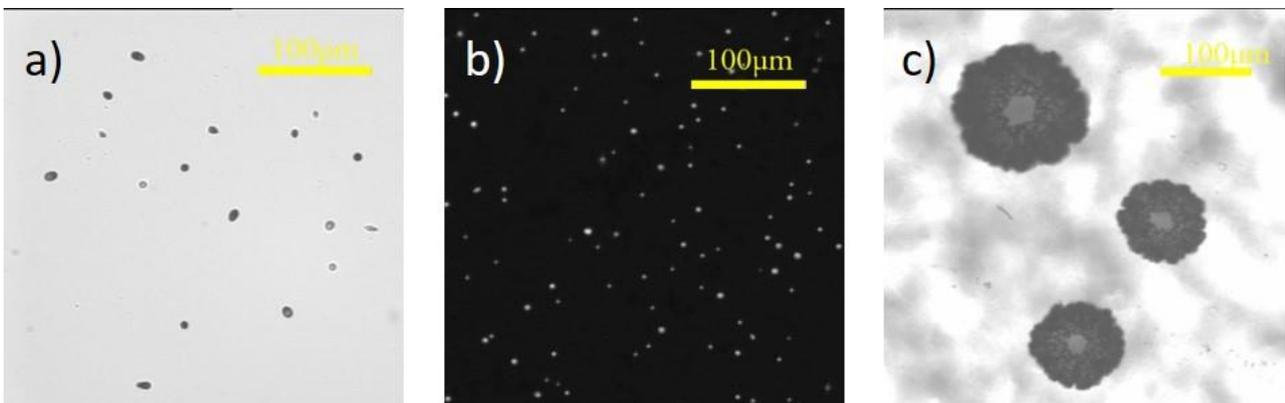


Abbildung 3-2 Ätzspuren von Alphateilchen auf Festkörperspurdetektoren des Materials a) CR-39, b) Kodak LR115 und c) Makrofol®



Abbildung 3-3 Bauweise des BfS-Festkörperspurdetektors

Ursachen für Messabweichungen

Messabweichungen können durch klimatische Einflüsse (beispielsweise Feuchtigkeit) hervorgerufen werden. Dies gilt insbesondere für die Verwendung von Kernspurdetektoren unter extremen Umgebungsbedingungen, beispielsweise bei Messungen in Bergwerken mit großen Variationen der Temperatur, des Luftdrucks und der Ventilation.

Messabweichungen können auch durch Radon-220 auftreten, sofern entsprechend hohe Expositionen an den Arbeitsplätzen auftreten und die Messgeräte dafür eine nicht zu vernachlässigende Nachweisempfindlichkeit besitzen.

Qualitätssicherung

Anbieter solcher Messgeräte müssen grundsätzlich ein angemessenes System der Qualitätssicherung unterhalten. Dies schließt beispielsweise die regelmäßige Teilnahme an Vergleichsprüfungen sowie die gründliche Eingangskontrolle des verwendeten Detektormaterials und der Ätzchemikalien ein. Bei Abweichungen in den Materialchargen ist gegebenenfalls eine neue Kalibrierkurve zu bestimmen.

Anerkannte Stellen, die passive Messgeräte verwenden, weisen die Eignung im Zuge der Anerkennung durch das BfS nach, behördlich bestimmte Messstellen durch Akkreditierung nach ISO 17025 durch eine Akkreditierungsstelle. Sowohl anerkannte Stellen als auch behördlich bestimmte Messstellen müssen regelmäßig an Maßnahmen zur Qualitätssicherung durch das BfS teilnehmen, hierbei an der Vergleichs- und Eignungsprüfung.

3.1.2 Elektronische, direkt anzeigende Radonmessgeräte

Anwendung

Elektronische, direkt anzeigende Radonmessgeräte messen den Momentanwert der Radon-Aktivitätskonzentration. Ein Großteil dieser Messgeräte wird aufgrund der Größe, des Gewichts und der Notwendigkeit eines Netzanschlusses insbesondere für stationäre Messungen eingesetzt. Daneben sind tragbare Messgeräte mit Batteriebetrieb verfügbar.

Elektronische, direkt anzeigende Radonmessgeräte sind vor extremen klimatischen Einflüssen wie Temperatur und Nässe sowie vor mechanischer Beschädigung geschützt aufzustellen. Das Messgerät kann sowohl für Langzeit- als auch für Kurzzeitmessungen eingesetzt werden. Die Dauer einer Langzeitmessung wird durch die elektrischen Eigenschaften des Messgerätes, z. B. die Leistungsaufnahme bei Batteriebetrieb oder die Größe des Messwertspeichers, begrenzt.

Die Nachweisgrenze hängt in entscheidendem Maße vom Gerätetyp und der Messzeit ab. Eine Nachweisgrenze von 10 Bq/m^3 ist mit ausgewählten handelsüblichen Messgeräten erreichbar. Im Einzelnen ist die Nachweisgrenze der Messgerätedokumentation zu entnehmen.

Messprinzip

Radon gelangt durch Diffusion oder mittels aktiver Durchspülung in das Messvolumen. Für die Messung werden die infolge des radioaktiven Zerfalls von Radon und seinen Folgeprodukten in einer Impuls-Ionisationskammer, einem Halbleiterdetektor oder einer Szintillationskammer mit angeschlossenem Sekundärelektronenvervielfacher erzeugten elektronischen Impulse gezählt.

Ergebnis

Elektronische Radonmessgeräte zeichnen den zeitlichen Verlauf der Radon-Aktivitätskonzentration am Messort auf. Die Radon-Aktivitätskonzentration wird in der Einheit Bq/m^3 oder einem Vielfachen davon angegeben. Die Geräte müssen deshalb mit einem Messwertspeicher ausgestattet sein, in dem die Messwerte und die Messzeitpunkte aufgezeichnet werden. Aus den aufgezeichneten Werten kann die mittlere Radon-Aktivitätskonzentration während der Messzeit bestimmt werden.

Ursachen für Messabweichungen

Durch extreme klimatische Bedingungen wie Feuchtigkeit und Temperatur sowie durch Staub und Schmutz können Messabweichungen auftreten.

Messabweichungen können auch durch Radon-220 auftreten, sofern entsprechend hohe Expositionen an den Arbeitsplätzen auftreten und die Messgeräte dafür eine nicht zu vernachlässigende Nachweisempfindlichkeit besitzen.

Qualitätssicherung

Elektronische, direkt anzeigende Radonmessgeräte sind mindestens im Abstand von 2 Jahren bei einem akkreditierten Kalibrierlabor kalibrieren zu lassen. Die Kalibriereexpositionen sollten dabei innerhalb des vorgesehenen Anwendungsbereiches des Gerätes liegen. Nach einem Wechsel des Detektors oder nach Vorkommnissen, die zu einer Beeinflussung der Kalibrierfunktion führen können, ist vor einem Einsatz eine erneute Kalibrierung des Radonmessgerätes erforderlich.

Bei Geräten von anerkannten Stellen soll ein Kalibrierpunkt unterhalb von 500 Bq/m^3 liegen. Das Messverfahren der anerkannten Stellen muss weiterhin sicherstellen, dass die relative Messunsicherheit bei einer Radon-Aktivitätskonzentration von 300 Bq/m^3 unter 25 % ($k = 2$) liegt. In der Regel erfolgt dies durch eine geeignete Wahl des Integrationsintervalls in Kombination mit einer entsprechenden Sensitivität des Messverfahrens.

3.2 MESSUNG DER POTENZIELLEN ALPHAENERGIE-KONZENTRATION ODER -EXPOSITION

3.2.1 Messgeräte für die potenzielle Alphaenergie-Konzentration oder -Exposition

Anwendung

Mit den Messgeräten wird die potenzielle Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte in der Luft bestimmt. Dabei werden Konzentrationen im Bereich größer als 10 nJ/m^3 erfasst.

Die Messgeräte werden aufgrund ihrer Größe, ihres Gewichtes und der Notwendigkeit eines Netzanschlusses in der Regel als stationäre Messgeräte eingesetzt. In jüngster Zeit sind auch tragbare Messgeräte verfügbar.

Die Geräte sind vor extremen klimatischen Einflüssen wie Temperatur und Nässe sowie vor mechanischer Beschädigung geschützt aufzustellen. Sie können sowohl für Langzeit- als auch für Kurzzeitmessungen eingesetzt werden. Die Dauer einer Langzeitmessung wird durch die elektrischen Eigenschaften, z. B. die Leistungsaufnahme bei Batteriebetrieb oder die Größe des Messwertspeichers, begrenzt.

Messprinzip

Während einer Probenahme wird die zu untersuchende Luft über einen Schwebstofffilter geleitet, auf dem sich die in der Luft enthaltenen Schwebstoffe abscheiden. Dadurch reichern sich auch die kurzlebigen Radon-Folgeprodukte auf dem Filter an. Zur Bestimmung der potenziellen Alphaenergie-Konzentration wird die Aktivität der auf dem Filter abgeschiedenen kurzlebigen Radon-Folgeprodukte kontinuierlich gemessen.

Ergebnis

Die Messgeräte zeichnen den zeitlichen Verlauf der potenziellen Alphaenergie-Konzentration am Messort auf. Die potenzielle Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte wird in der Einheit $\mu\text{J/m}^3$ oder einem Vielfachen davon angegeben. Andere Einheiten entsprechend Anhang 5 sind möglich. Die Messgeräte müssen mit einem Messwertspeicher ausgestattet sein, in dem die Messwerte und die Messzeitpunkte aufgezeichnet werden. Aus den aufgezeichneten Werten kann die mittlere potenzielle Alphaenergie-Konzentration während der Messzeit bestimmt werden. Die potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte für eine zu überwachende Person ist das Produkt des Mittelwertes der potenziellen Alphaenergie-Konzentration, die während des Aufenthaltes der Person an dem überwachten Arbeitsplatz ermittelt wurde, und der Aufenthaltszeit dieser Person an diesem Arbeitsplatz.

Ursachen für Messabweichungen

Durch extreme klimatische Bedingungen wie Feuchtigkeit und Temperatur sowie durch Staub und Schmutz können Messabweichungen auftreten.

Um Messabweichungen zu reduzieren, sollten die Schwebstofffilter einen hohen Abscheidegrad für Stäube, Rauche und Aerosolpartikel besitzen. Infolge einer langen Messdauer oder hoher Staubkonzentrationen in der angesaugten Luft können durch Absorption der emittierten Alphateilchen in der auf dem Filter

abgelagerten Staubschicht Messabweichungen auftreten. Die Messabweichungen können durch Verkürzung der Messdauer reduziert werden.

Die Luftfördereinrichtung muss über die gesamte Messdauer einen ausreichend konstanten Volumenstrom durch den Filter gewährleisten und der Volumenstrom möglichst wenig vom Strömungswiderstand des Schwebstofffilters abhängen. Durch räumliche Trennung von Probeentnahmekopf und Auslass der Luft ist ein Strömungskurzschluss zu verhindern.

Qualitätssicherung

Das Messgerät ist mindestens im Abstand von 2 Jahren bei einem akkreditierten Kalibrierlabor kalibrieren zu lassen. Die Kalibriorexpositionen sollten dabei innerhalb des vorgesehenen Anwendungsbereiches des Messgerätes liegen. Nach dem Wechsel des Detektors oder nach Vorkommnissen, die zu einer Beeinflussung der Kalibrierdaten führen können, ist vor einem erneuten Einsatz eine erneute Kalibrierung des Gerätes erforderlich.

3.2.2 Messgeräte für die Ermittlung der Expositionen

Anwendung

Speziell für die Ermittlung der Expositionen von Bergarbeitern kann ein integrierendes Messgerät verwendet werden, das die potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte, die Exposition durch Uran und Thorium und Folgeprodukte sowie die Exposition durch externe Gammastrahlung ermittelt. In Deutschland wird dieses Messgerät insbesondere zur Überwachung von beruflich strahlenexponierten Personen bei der Sanierung von Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaues eingesetzt.

Das Messgerät wird von der zu überwachenden Person während der Betätigung am Körper getragen, ohne dabei durch die Arbeitskleidung verdeckt zu werden. Es hat ein Gewicht von ca. 300 g und kann mehr als acht Stunden ohne Unterbrechung betrieben werden. Nach Beendigung der Betätigung steckt die Arbeitskraft das Messgerät in einen Ladeschrank. Das Messgerät ist robust und einfach zu handhaben.

Es werden ausschließlich passive Detektoren verwendet, die erst nach der Messung dem Gerät entnommen und mittels eines physikalischen und chemischen Prozesses ausgewertet werden. Die Messgeräte bieten deshalb keine Möglichkeit, während der Messung auf Expositionsdaten zuzugreifen.

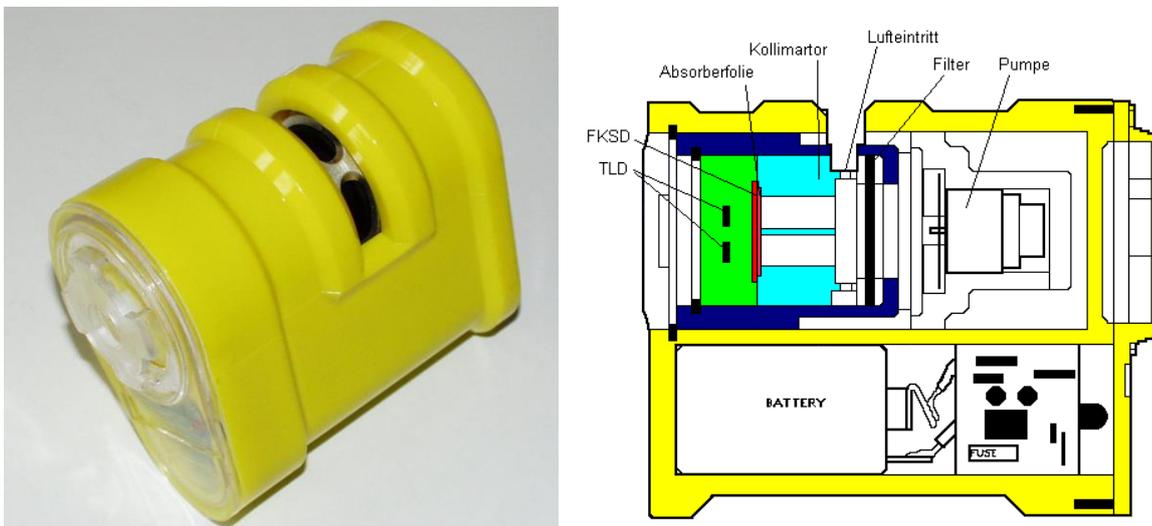


Abbildung 3-4 Aufbau des integrierenden Messgerätes

Messprinzip

Das Messgerät besitzt eine Luftansaugeinrichtung, bei dem Staub- und Aerosolpartikel auf einem Schwebstofffilter abgeschieden werden. Die während der Einsatzzeit des Messgerätes emittierten Alphateilchen werden mit einem Festkörperspurdetektor registriert. Zur Auswertung des Festkörperspurdetektors werden die Alphateilchenspuren mittels einer chemischen Ätzung sichtbar gemacht. Mit Thermolumineszenzdetektoren wird die Exposition infolge Gammastrahlung bestimmt. Durch die

Auswertung des Schwebstofffilters wird schließlich die Exposition infolge der Inhalation luftgetragener Aktivität langlebiger Radionuklide bestimmt.

Die Auswertung der Detektoren erfolgt mittels physikalisch-chemischer Methoden, die hohe Anforderungen an die Laborpraxis stellen.

Ergebnis

Mit dem Messgerät werden die folgenden Expositionen des Geräteträgers während seiner Arbeiten ermittelt:

- die potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte in $\text{mJ}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,
- die Exposition durch Inhalation der in der Atemluft enthaltenen Aktivität von Uran und Thorium und ihren Folgeprodukten in $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ sowie
- die durch externe Gammastrahlung hervorgerufene Personendosis in mSv.

Die Umrechnung der potenziellen Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte in die effektive Dosis erfolgt entsprechend Anhang 5.

Ursachen für Messabweichungen

Messabweichungen können infolge unsachgemäßer Trageweise der Messgeräte (beispielsweise Abdecken durch die Kleidung) auftreten.

Messabweichungen treten auch dann auf, wenn der freie Anteil der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte in der Atemluft gegenüber dem an Aerosolpartikeln angelagerten Anteil groß ist. An typischen Arbeitsplätzen, insbesondere in Gegenwart von Aerosolquellen, ist der freie Anteil kurzlebiger Radon-Folgeprodukte sehr viel kleiner als 15 %, sodass die dadurch auftretenden Messabweichungen vernachlässigbar sind.

Ursachen von Messabweichungen können auch eine falsche Bestimmung des Volumenstromes durch den Messkopf, eine defekte Luftansaugeinrichtung oder hohe Staubfrachten mit der resultierenden Absorption der emittierten Alphateilchen sein.

Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung umfasst regelmäßige Expositionen der Messgeräte in zertifizierten Referenzatmosphären mit Radon-Folgeprodukten sowie weitere Maßnahmen zur Sicherstellung der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit der Messungen. Die Expositionen sollten dabei innerhalb des vorgesehenen Anwendungsbereiches des Messgerätes liegen.

Der Anwender der Messgeräte ist für die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der elektronischen und aktiven Teile (Aufladung der Akkumulatoren, Luftfördereinrichtung) und für die Messung des Volumenstromes verantwortlich.

4 ABSCHÄTZUNG DER EXPOSITION – BEISPIELE

4.1 AUF GRUNDLAGE VON MESSWERTEN DER KONTROLLMESSUNG

Eine Arbeitskraft arbeitet durchschnittlich vier Stunden pro Tag in einem Büro, in dem trotz des Ergreifens von Maßnahmen noch eine Radon-Aktivitätskonzentration von 600 Bq/m^3 gemessen wurde, sowie weitere zwei Stunden pro Tag in einem Technikraum, in dem trotz Maßnahmen noch 400 Bq/m^3 gemessen wurden. Die Exposition der Arbeitskraft ergibt sich bei angenommenen 200 Arbeitstagen im Jahr aus der Exposition in beiden Räumen:

$$600 \text{ Bq/m}^3 \cdot 4 \text{ h/d} \cdot 200 \text{ d} + 400 \text{ Bq/m}^3 \cdot 2 \text{ h/d} \cdot 200 \text{ d} = 640.000 \text{ Bq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,64 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3$$

Mit Gleichung 5-1 aus Anhang 5 ergibt sich $3,125 \cdot 0,64 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3 = 2,0 \text{ mSv}$ als effektive Dosis im Kalenderjahr.

4.2 AUF GRUNDLAGE VON ZEITAUFGELÖSTEN MESSUNGEN

An einem Arbeitsplatz, beispielsweise in einer Schule, wird nach der Durchführung von Maßnahmen ein Jahresmittelwert der Radon-Aktivitätskonzentration von 350 Bq/m^3 bestimmt. Mithilfe zeitaufgelöster Messungen wird festgestellt, dass von 8 Uhr bis 16 Uhr aufgrund der Lüftungssituation die Radon-Aktivitätskonzentration bei 250 Bq/m^3 liegt, während in der restlichen Zeit durchschnittlich 400 Bq/m^3 gemessen werden. Eine hier täglich von 9 bis 15 Uhr anwesende Arbeitskraft, beispielsweise eine Lehrkraft, hat also eine abgeschätzte Exposition von

$$250 \text{ Bq/m}^3 \cdot 6 \text{ h/d} \cdot 200 \text{ d} = 300.000 \text{ Bq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,3 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3$$

Mit Gleichung 5-1 aus Anhang 5 ergibt sich $3,125 \cdot 0,3 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3 = 1,0 \text{ mSv}$ als effektive Dosis im Kalenderjahr.

Bei einer Arbeitskraft, die sich hingegen im Zeitraum von 16 Uhr bis 8 Uhr an diesem Arbeitsplatz aufhält, muss für die Abschätzung der Wert von 400 Bq/m^3 berücksichtigt werden.

4.3 AUF GRUNDLAGE EINER MESSUNG DER EXPOSITION

Eine Arbeitskraft trägt während drei Monaten, in denen sie auch für das Jahr repräsentative Arbeiten durchführt, ein Exposimeter. Anhand des nach drei Monaten bestimmten Wertes der Exposition von $0,12 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3$ wird die Exposition für das ganze Kalenderjahr hochgerechnet

$$0,12 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3 \cdot 4 = 0,48 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3$$

Mit Gleichung 5-1 aus Anhang 5 ergibt sich $3,125 \cdot 0,48 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3 = 1,5 \text{ mSv}$ als effektive Dosis im Kalenderjahr.

4.4 BERÜCKSICHTIGUNG VON EINZELTÄTIGKEITEN

Eine Arbeitskraft hält sich einmal jährlich, beispielsweise im Zuge einer Anlagenrevision, für acht Stunden an einem Arbeitsplatz auf, an dem eine Radon-Aktivitätskonzentration von 10.000 Bq/m^3 vorliegt. Die Exposition beträgt

$$10.000 \text{ Bq/m}^3 \cdot 8 \text{ h} = 80.000 \text{ Bq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,08 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3$$

und muss zu weiteren Expositionen, die im Laufe des Kalenderjahres auftreten, addiert werden.

Mit Gleichung 5-1 aus Anhang 5 ergibt sich ein Beitrag von $3,125 \cdot 0,08 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,3 \text{ mSv}$ zur effektiven Dosis im Kalenderjahr.

5 UMRECHNUNG VON RADON-EXPOSITIONSGRÖßEN IN DIE EFFEKTIVE DOSIS

In Anlage 18 Teil B Nummer 3 der Strahlenschutzverordnung ist festgelegt, dass eine effektive Dosis von 1 mSv

- einer Radon-222-Exposition von 0,32 MBq·h/m³ (mit einem Gleichgewichtsfaktor $F = 0,4$) oder
- einer potenziellen Alphaenergie-Exposition von 0,71 mJ·h/m³ entspricht.

Zwischen Radon und seinen kurzlebigen Folgeprodukten wird ein Gleichgewichtsfaktor von 0,4 zugrunde gelegt. Dieser Gleichgewichtsfaktor F ist typisch für die Expositionsbedingungen in Innenräumen. Wenn jedoch nachgewiesen ist, dass der Gleichgewichtsfaktor während der Messungen erheblich vom Wert von 0,4 abweicht, kann die zuständige Behörde einen anderen Umrechnungsfaktor festlegen. Dies kann zum Beispiel bei Expositionsbedingungen, die durch hohen Luftwechsel charakterisiert sind, der Fall sein. Diese Bedingungen kommen in untertägigen Bergwerken mit künstlicher Bewetterung vor. Hierbei kann es fachlich begründet sein, einen Gleichgewichtsfaktor von 0,2 oder niedriger für die Dosisberechnung zugrunde zu legen.

Die in Anlage 18 Teil B Nummer 3 der Strahlenschutzverordnung festgelegten Umrechnungsfaktoren ermöglichen in der nachfolgenden Schreibweise des Kehrwertes die Umrechnung einer Radon-Exposition P_{Rn} in MBq·h/m³ in die effektive Dosis E in mSv

$$F = 0,4 \qquad E = 3,125 \cdot P_{Rn} \qquad (5-1)$$

Untersuchungen [16] haben gezeigt, dass die untere und die obere Grenze des 95%-Konfidenzintervalls der um $F = 0,4$ log-normalverteilten Messwerte (bei einer Standardabweichung von 0,295) des Gleichgewichtsfaktors an Arbeitsplätzen bei 0,22 bzw. 0,71 liegen. Es ist nicht erforderlich, für den Bereich $F = 0,2 \leq F \leq 0,7$ weitere Präzisierungen vorzunehmen, da die Genauigkeit der Dosisbestimmung nicht verbessert wird. Es kann daher ebenfalls die effektive Dosis nach Gleichung 5-1 mit $E = 3,125 \cdot P_{Rn}$ berechnet werden.

Außerhalb dieses Bereiches ist eine Korrektur empfohlen:

$$F < 0,2 \qquad E = 1,56 \cdot P_{Rn} \qquad (5-2)$$

Die Dosisberechnung wird im Falle der Anwendung von Gleichung 5-2 auch bei sehr niedrigen F -Werten konservativ bleiben.

$$F > 0,7 \qquad E = 6,62 \cdot P_{Rn} \qquad (5-3)$$

Hohe Gleichgewichtsfaktoren können in Schauhöhlen und Besucherbergwerken bestimmt werden. Bei Anwendung des Wertes aus Gleichung 5-3 kann es im Falle von $F \leq 0,7$ zur Überschätzung der Dosis kommen. Durch Messung der potenziellen Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte als dosisrelevante Größe kann der Verpflichtete nachweisen, dass der Gleichgewichtsfaktor kleiner als 0,7 ist. Bei Nachweis der dauerhaften Unterschreitung von 0,7 kann die zuständige Behörde für die Bestimmung der effektiven Dosis die Anwendung eines anderen Umrechnungsfaktor festlegen.

Für eine potenzielle Alphaenergie-Exposition P_p in mJ·h/m³ wird die effektive Dosis E in mSv mit

$$E = 1,41 \cdot P_p \qquad (5-4)$$

berechnet. Die Faktoren in den Gleichungen 5-1 und 5-4 entsprechen den Kehrwerten der in Anlage 18 Teil B Nummer 3 der Strahlenschutzverordnung festgelegten Umrechnungsfaktoren.

Der Wert der effektiven Dosis wird auf eine Nachkommastelle aufgerundet angegeben.

Ist der Wert der Radon-Exposition kleiner als 0,08 MBq·h/m³ oder ist der Wert der potenziellen Alphaenergie-Exposition P_p kleiner als 0,2 mJ·h/m³, wird eine effektive Dosis von 0 mSv festgelegt.

Die Unsicherheiten, die sich aus den zum Zwecke der Abschätzung getroffenen Annahmen (wie Annahme einer konstanten Radon-Aktivitätskonzentration am Arbeitsplatz oder eines Gleichgewichtsfaktors) oder aus Messgenauigkeit, Trageweise des Exposimeters, Berücksichtigung des Nulleffekts etc. bei der Bestimmung der Dosis ergeben, rechtfertigen es, Trivialexpositionen zu vernachlässigen. Die Berücksichtigung kleinster Expositionsbeiträge hätte erhebliche Konsequenzen für die erforderlichen Unsicherheiten der einzelnen Beiträge. Die Festlegung eines unteren anzugebenden Wertes erfolgt in Analogie zur Vorgehensweise bei Festlegungen zur Personendosimetrie.

Tabelle 5.1 gibt Faktoren für die Umrechnung der Radon-Expositionsgrößen an, wenn die potenzielle Alphaenergie-Exposition in anderen Einheiten als in $\text{J}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ angegeben wird. In Spalte 4 sind zusätzlich die Faktoren für die Umrechnung in die effektive Dosis angegeben.

Tabelle 5.1 Umrechnungstabelle

	Potenzielle Alphaenergie-Exposition der kurzlebigen Radon-222- Folgeprodukte		Effektive Dosis
	in $\text{MeV}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	in $\text{J}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	in mSv
1 $\text{MeV}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	1	$1,602\cdot 10^{-13}$	$2,26\cdot 10^{-10}$
1 $\text{J}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	$6,242\cdot 10^{12}$	1	$1,41\cdot 10^3$
1 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	$1,385\cdot 10^4$	$2,219\cdot 10^{-9}$	$3,125\cdot 10^{-6}$

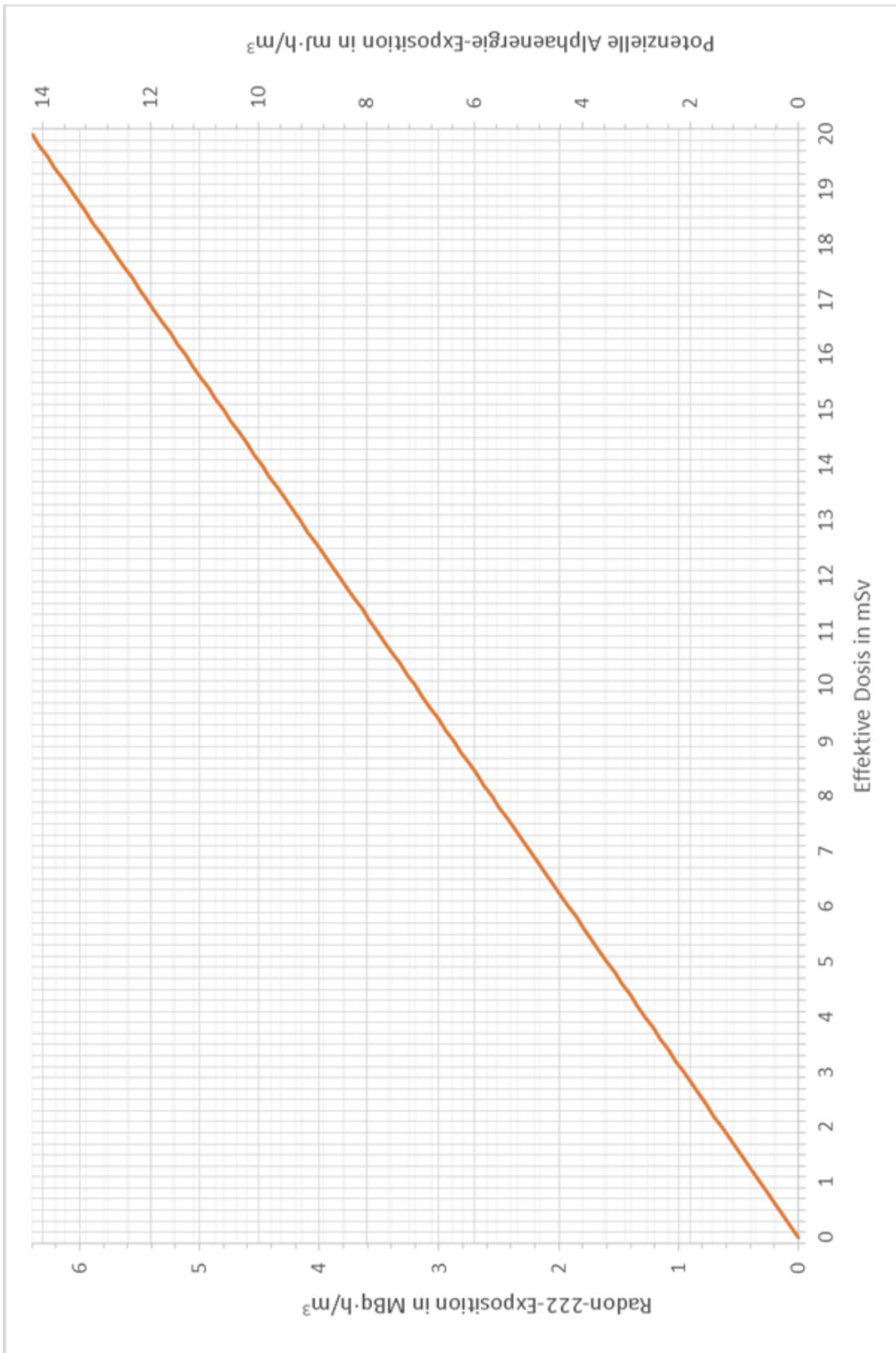


Abbildung 5-1 Effektive Dosis in Abhängigkeit von der Radon-222-Exposition (für $F = 0,4$) bzw. der potenziellen Alphaenergie-Exposition

6 KURZANLEITUNG FÜR DIE BEANTRAGUNG DER STRAHLENSCHUTZREGISTER-NUMMERN

6.1 REGISTRIERUNG DES ANTRAGSTELLERS

- Öffnen Sie im Internetbrowser folgende Seite: <https://ssr.bfs.de/ssrportal>
- Klicken Sie auf „Registrieren“.
- Tragen Sie im jetzt erscheinenden Registrierformular Ihre persönlichen Daten als Antragsteller ein.
- **Hinweis:** Aus Ihrem Vor- und Familiennamen wird Ihr Benutzername gebildet – bitte geben Sie dort weder Titel noch Anrede ein und achten Sie darauf, keine Leerzeichen einzusetzen.
- Am Ende des Formulars ist eine geometrische Figur abgebildet. Zeichnen Sie diese auf der Figur (beginnend am dicken Punkt) mit dem Mauszeiger nach (linke Maustaste dabei gedrückt halten).
- Klicken Sie auf „Profil anlegen“.
- Sie erhalten eine Bestätigungsmail an die angegebene E-Mail-Adresse (kontrollieren Sie ggf. Ihren Spam-Ordner).
- Klicken Sie **innerhalb von 2 Tagen** auf den Bestätigungslink, der in der E-Mail enthalten ist (andernfalls müssen Sie den Registriervorgang wiederholen).
- Es öffnet sich ein Browserfenster, in dem Sie ein persönliches Passwort für Ihr Nutzerprofil im SSR-Portal vergeben müssen.
- Damit ist Ihr Profil angelegt und Sie können über Ihr Profil SSR-Nummern beantragen.

6.2 BEANTRAGUNG VON SSR-NUMMERN

- Öffnen Sie im Internetbrowser folgende Seite: <https://ssr.bfs.de/ssrportal>
- Geben Sie Ihren Benutzernamen (so, wie in der Bestätigungsmail angezeigt) und Ihr selbst gewähltes Passwort ein.
- Zeichnen Sie die geometrische Figur am Ende auf der Figur (beginnend am dicken Punkt) mit dem Mauszeiger nach, wobei Sie die linke Maustaste gedrückt halten.
- Klicken Sie auf „Anmelden“. Es öffnet sich Ihr Nutzerprofil.
- Geben Sie im Fenster „Dateneingabe“ die persönlichen Daten der Arbeitskräfte ein, die eine SSR-Nummer erhalten sollen,
 - a. indem Sie die Daten eintippen oder
 - b. indem Sie die Daten per CSV- oder TXT-Datei einfügen (bei Verwendung von Excel müssen Sie unbedingt das TXT-Format wählen).
- **Hinweis:** Wenn eine Person **keine deutsche Sozialversicherungsnummer** besitzt, kann dennoch eine SSR-Nummer beantragt werden, und zwar unter „Dateneingabe“ -> „Sonderfälle“. Klicken Sie auf „Ohne Nummer“, wenn die Person keine Sozialversicherungsnummer hat. Klicken Sie auf „Ausländische ID“, wenn die Person eine ausländische ID-Nummer hat. Als „Ausländische ID“ ist die im jeweiligen Land zum Zwecke der Strahlenschutzüberwachung verwendete ID, in der Regel die „Social Security Number“ oder die „National Identification Number“, einzutragen.
- Klicken Sie auf „Generieren“, sobald Sie die Personendaten vollständig eingegeben haben.
 - a. **Hinweis:** Ihnen steht ein **begrenztetes Zeitfenster von 45 Minuten** für die Dateneingabe zur Verfügung. Daher empfiehlt das BfS, die SSR-Nummern bei einer großen Anzahl an Personen etappenweise zu generieren.
- Die neu erzeugten SSR-Nummern und die zugehörigen Daten finden Sie nun unter „Datenausgabe“.
 - a. **Hinweis:** Wenn Sie das Kästchen „Nur neue Einträge anzeigen“ deaktivieren, sehen Sie alle von Ihnen erzeugten SSR-Nummern.
- Zum Herunterladen der entsprechenden Datensätze markieren Sie diese mit einem Häkchen und klicken auf „Zip-Datei herunterladen“.

In der Zip-Datei finden Sie eine Liste der ausgewählten SSR-Nummern als CSV-Datei. Diese Liste ist im Rahmen der üblichen Kommunikation mit Ihrer Messstelle vorzuhalten. Gleichzeitig finden Sie in der Zip-Datei für jede Arbeitskraft ein Zertifikat. Die Zertifikate sind den Arbeitskräften unverzüglich auszuhändigen (ausgedruckt oder als PDF-Datei) und von diesen aufzubewahren (und ggf. nach einem Arbeitsplatzwechsel dem neuen Arbeitgeber vorzulegen).

7 AUFZEICHNUNGEN

Die Aufzeichnungen des Verantwortlichen bzw. Verpflichteten enthalten Informationen zu den Ergebnissen der Messungen beziehungsweise den Expositionsbedingungen. Zudem enthalten die Aufzeichnungen der anerkannten Stellen Informationen zur Durchführung von Messungen. Die Aufzeichnungen liegen dem Verantwortlichen bzw. Verpflichteten vor und können im Falle einer Anforderung der Aufzeichnungen durch die zuständige Behörde zum Zwecke der Dokumentation einer Messung oder einer Dosisabschätzung unverzüglich eingereicht werden. Sie müssen es der zuständigen Landesbehörde ermöglichen, die Eignung der Vorgehensweise und Repräsentativität der Messung zu bewerten und eine Dosisabschätzung sachgerecht nachvollziehen zu können.

Mit Ausnahme der erforderlichen Mitteilung im Zuge der Dosismeldungen im Falle des beruflichen Strahlenschutzes werden keine personenbezogenen Daten der Arbeitskräfte aufgenommen.

7.1 AUFZEICHNUNG DER DURCHFÜHRUNG UND ERGEBNISSE EINER ERSTMESSUNG

Vorgaben für die Aufzeichnung der Erstmessung enthält Kapitel 3.5. Eine ausschließliche Dokumentation eines Messwertes (Jahresmittelwertes) ist nicht geeignet, um die Eignung der Vorgehensweise zur repräsentativen Bestimmung der Radon-Aktivitätskonzentration an einem Arbeitsplatz nach § 127 des Strahlenschutzgesetzes zu prüfen. In nachstehender Tabelle 7.1 sind die Angaben aufgeführt, die der Verantwortliche im Bericht der vom Bundesamt für Strahlenschutz anerkannten Stelle zum Ergebnis der Messungen erwarten darf. Im Verwaltungsverfahren des Bundesamtes für Strahlenschutz zur Anerkennung werden diese Mindestangaben festgelegt. Erfolgt die Auswertung des Messergebnisses unter der Verantwortung des Verantwortlichen, sind entsprechende in Tabelle 7.1 aufgeführte Angaben durch diesen aufzuzeichnen.

Empfohlene, freiwillige Angaben des Verantwortlichen sind mit (*) gekennzeichnet. Die Aufnahme zusätzlicher empfohlener Informationen wird als geeignet gesehen, um die regelmäßige Bewertung von Maßnahmen zum Schutz vor Radon am Arbeitsplatz zu ermöglichen.

Tabelle 7.1 Aufzeichnung von Messungen und Randbedingungen

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
Name und Anschrift des Auftraggebers (Verantwortlicher für den Arbeitsplatz)	
Name/Anschrift der anerkannten Stelle	Die eingebundene anerkannte Stelle, von der die Messgeräte angefordert und ausgewertet wurden, muss benannt werden. Die Einbindung verschiedener anerkannter Stellen ist anzugeben.
Anlass der Messung (*)	Es wird ausgeführt, ob es sich um eine Messung nach § 127 Abs. 1 Nr. 1, 2 oder 3 StrlSchG handelt, also ob der Arbeitsplatz <ul style="list-style-type: none"> • in einem Radonvorsorgegebiet liegt oder • zu einem in Anlage 8 StrlSchG aufgeführtem Arbeitsfeld gehört oder • eine Anordnung der Behörde aufgrund eines zu benennenden Anhaltspunktes vorliegt.
Mess- bzw. Aufstellort des Messgerätes	Angabe des Geschosses (Keller, Erdgeschoss), Raumbezeichnung Ggf. von Anschrift des Auftraggebers abweichende Adresse
Angaben zur Vorgehensweise und Verhältnismäßigkeit (*)	Fläche des (Konformitäts-)Bereiches, Anzahl der Messgeräte in Bereichen
Hauptsächliche Nutzungsart (*)	Büro, Werkstatt/Produktionshalle, Küche, Lager, Archiv Pausenraum, Besprechungsraum
Beschreibung des Arbeitsplatzes (Messort) (*)	Da die Ergebnisse der Messungen grundsätzlich auch zur Abschätzung der arbeitsplatzbezogenen Exposition herangezogen werden können, wird dem Verantwortlichen bei

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
	jeder Messung empfohlen, auch die über den Messzeitraum vorliegenden technischen (Lüftungssituation), organisatorischen (Arbeitszeitregime) und sonstigen für eine künftige Veränderung der Radon-Exposition relevanten Randbedingungen zu dokumentieren.
Verwendete Messgeräte/Messverfahren	Kennzeichnung des Messgerätes/der Messgeräte Anerkannte Stellen können mehr als ein Messverfahren einsetzen. Alle eingebundenen anerkannten Stellen sind anzugeben. Zusammengesetzte Messreihen sind auszuweisen.
Datum/Uhrzeit von Beginn und Ende der Messung(en)	
Gesamtzeitdauer der Messung (Expositionszeit)	Die Messung hat durchgängig über zwölf Monate zu erfolgen. Zusammengesetzte Messreihen sind zulässig und auszuweisen. Für Messungen von Messreihen kürzer als zwölf Monate ist die jeweilige konkrete Messzeit anzugeben.
Angabe der jahresgemittelten Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft Im Falle einer nach § 155 Abs. 1 Satz 3 verkürzten Messung Angabe der über die Messzeit gemittelten Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft	Einheit Bq/m ³

7.2 AUFZEICHNUNG DER DURCHFÜHRUNG EINER KONTROLLMESSUNG

Bei Messungen nach § 128 Absatz 2 Satz 2 des Strahlenschutzgesetzes sind zusätzlich zu den Informationen in Tabelle 7.1 folgende Informationen in Tabelle 7.2 aufzuzeichnen.

Es wird erwartet, dass der Messort für die Erstmessung mit dem Messort der Kontrollmessung übereinstimmt oder vergleichbar ist.

Tabelle 7.2 Aufzeichnung von Messung und Randbedingungen

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
Ergriffene Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration	Im Austausch mit Berufsverbänden können Erfolg versprechende Maßnahmen kommuniziert und in branchenspezifischen Empfehlungen berücksichtigt werden.

7.3 AUFZEICHNUNG VON INFORMATIONEN ZUR ANMELDUNG BEI DER BEHÖRDE

Bei der Anmeldung eines Arbeitsplatzes nach § 129 Absatz 1, 2 oder 3 des Strahlenschutzgesetzes sind der zuständigen Behörde die in Tabelle 7.3 genannten Informationen beizufügen. Verantwortliche haben dem Dritten die für die Anmeldung erforderlichen Auskünfte zu erteilen.

Tabelle 7.3 Einer Anmeldung beizufügende Informationen

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
Art des Arbeitsplatzes	Die Informationen ermöglichen es der zuständigen Behörde, einen Überblick über das Ausmaß der Exposition zu erlangen.
Anzahl betroffener Arbeitskräfte	
Ergebnis der Erstmessung und/oder der Messungen vor dem 31.12.2018 nach § 214 Abs. 2 StrlSchG	Die Informationen ermöglichen der zuständigen Behörde eine Einschätzung der bereits ergriffenen Maßnahmen und des Erfolgs der Maßnahmen

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
Information über ergriffene Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration bzw. Begründung des Verzichts auf Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration	oder aber die Prüfung, ob die vorgetragenen Gründe den Verzicht auf Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration rechtfertigen. Ist der Verzicht nicht gerechtfertigt, kann die zuständige Behörde Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration in der Luft an diesem Arbeitsplatz anordnen.
Ergebnis der Kontrollmessung	Beim Heranziehen der Messungen vor dem 31.12.2018 nach § 214 Abs. 2 StrlSchG sind, falls möglich, Maßnahmen zu ergreifen und eine Kontrollmessung durchzuführen. Die Effektivität der Maßnahmen ist zu beziffern oder abzuschätzen.
Informationen zu weiteren vorgesehenen Maßnahmen zur Verringerung der Exposition	Da im Falle einer dauerhaften Überschreitung des Referenzwertes eine Abschätzung der Exposition und Dosis einzelner Arbeitskräfte und weitere auf die Arbeitskraft und ihre Tätigkeit bezogene Maßnahmen zur Verringerung der Exposition zu ergreifen sind, sind diese Informationen aufzubereiten und zur Verfügung zu stellen.

7.4 AUFZEICHNUNG DER ERGEBNISSE DER ABSCHÄTZUNG DER EXPOSITION

Das Ergebnis der Abschätzung der Exposition nach § 130 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes ist, wie in Kapitel 5.5 beschrieben, aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungspflicht soll sicherstellen, dass die zuständige Behörde auf Verlangen Informationen erhält, die es ihr ermöglichen, das Vorgehen des Verpflichteten sachgerecht zu überwachen. Daher wird empfohlen, die - neben der auf den Arbeitsplatz bezogenen abgeschätzten Dosis durch die Exposition durch Radon als Wert - weiteren zugrunde liegenden Annahmen der Dosisabschätzung aufzuzeichnen. Entsprechende empfohlene, freiwillige Angaben sind mit (*) gekennzeichnet. Einige Angaben sind bereits Bestandteil der Anmeldung des Arbeitsplatzes bei der Behörde und werden hierbei als bei der Behörde bereits verfügbar vorausgesetzt.

Tabelle 7.4 Aufzuzeichnende Daten und Informationen der Abschätzung

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
Bezeichnung des Arbeitsplatzes	
Durchführender der Abschätzung (*)	Die Abschätzung kann grundsätzlich durch den Verpflichteten durchgeführt werden. Die Einbindung von Fachleuten zur Durchführung der Dosisabschätzung wird empfohlen, wenn beispielsweise Unsicherheit bezüglich der zu betrachtenden Expositionsszenarien besteht.
Art und Weise der Abschätzung (Methode, Verfahren) (*)	z. B. Verweis auf vorliegenden Leitfaden und Ausweisung von durch die zuständige Behörde nach § 156 StrlSchV gemachten Vorgaben
Art des Arbeitsplatzes	hauptsächliche Nutzungsart, Beschäftigungsmerkmale
Anzahl betroffener Arbeitskräfte	
Beschreibung der betrachteten Expositionsszenarien (*)	Zu beschreiben sind expositionsrelevante Parameter, die in die Abschätzung eingehen, wie Radon-Aktivitätskonzentration, Expositionszeiten und verwendete Annahmen. Der Betrachtungszeitraum zur Erhebung von Eingangsdaten ist anzugeben. Die Art und Weise der Erhebung von Eingangsdaten ist zu beschreiben (Messverfahren, Ort der Messung, Vorgehensweise zur Dokumentation von Aufenthaltszeiten). Eine Kurzbeschreibung des Expositionsszenarios ist erforderlich (Tätigkeiten, Arbeitsvorgänge).
Ergebnis der Abschätzung je Arbeitsplatz	Einheit: mSv im Kalenderjahr

7.5 AUFZUZEICHNENDE DATEN UND INFORMATIONEN DER EXPOSITIONSBESTIMMUNG IM BERUFLICHEN STRAHLENSCHUTZ

Die Aufzeichnungen der Expositionsbedingungen sind, zusammen mit Messgeräten oder Messwerten der Messstelle zur Ermittlung der Körperdosis zur Verfügung zu stellen. Die korrekte Zuordnung zur Arbeitskraft muss gesichert werden. Durch die Messstelle erfolgt die Weiterleitung der Dosis der Arbeitskraft an das Strahlenschutzregister.

In nachstehender Tabelle 7.5 sind die Pflichtangaben nach § 167 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes, wie in Kapitel 6.4 beschrieben, aufgeführt. Empfohlene, freiwillige Angaben sind mit (*) gekennzeichnet.

Tabelle 7.5 Aufzeichnung von Expositionsbedingungen

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
Familiename	
Vorname(n)	
Geburtsname	
Geburtsdatum	
Geburtsort	
Geschlecht	
Staatsangehörigkeit	
Art des Arbeitsplatzes/Arbeitsfelds (*)	Anlage 8: Arbeitsfelder mit erhöhten Radon-222-Expositionen:

Angaben	Bemerkungen zum Inhalt der Angaben
	1. untertägige Bergwerke, Schächte und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerke 2. Radon-Heilbäder und -Heilstollen A Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung
Persönliche SSR-Kennnummer	
Registriernummer des Strahlenpasses	nur bei Betätigung in fremden Betriebsstätten
Beginn des Überwachungsintervalls	Datum
Ende des Überwachungsintervalls	Datum
Beschäftigungsmerkmale und Expositionsverhältnisse	Art der Betätigung, Beschreibung der Arbeitsaufgabe
Messverfahren	[A1] Messung der Radon-222-Exposition oder der Radon-222-Aktivitätskonzentration mit Gleichgewichtsfaktor 0,4 [A2] Messung der Radon-222-Exposition oder der Radon-222-Aktivitätskonzentration mit anderem Gleichgewichtsfaktor [A3] Messung der potenziellen Alphaenergie-Exposition oder der potenziellen Alphaenergie-Konzentration der kurzlebigen Radon-222-Folgeprodukte [A4] anderes Verfahren
Verfahren der Dosiszuordnung	<ul style="list-style-type: none"> - Einzelüberwachung - Gruppenüberwachung, bei der die Person selbst kein Messgeräteträger war, sondern die effektive Dosis von anderen Messgeräteträgern abgeleitet wurde - Gruppenüberwachung, bei der die effektive Dosis durch Überwachung des Arbeitsplatzes mittels stationärer Messgeräte und der Aufenthaltszeit der Person ermittelt wurde - anderes Verfahren
Effektive Dosis	Ermittelter Wert in Millisievert (mSv).
Radon-222-Exposition	nur wenn die Radon-222-Exposition oder die Radon-222-Aktivitätskonzentration ermittelt wurde
Gleichgewichtsfaktor	nur wenn die Radon-222-Exposition oder die Radon-222-Aktivitätskonzentration mit einem von 0,4 abweichenden Gleichgewichtsfaktor ermittelt wurde
Potenzielle Alphaenergie-Exposition	nur wenn ermittelt
Bemerkungen (*)	z. B. Angaben über fehlerhafte Messungen und ihre Ursachen
Angaben zur Messstelle (*)	Name und Adresse der Messstelle