

ISO 11665-3:2020



EN ISO 11665-3:2020

NBN EN ISO 11665-3:2020



**Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt - Luft: Radon-222 -
Teil 3: Punktmessverfahren der potenziellen Alpha-
Energiekonzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte (ISO
11665-3:2020)**

Gültig ab 27-02-2020

Ersetzt NBN EN ISO 11665-3:2015

ICS: 17.240

EUROPÄISCHE NORM
 EUROPEAN STANDARD
 NORME EUROPÉENNE

EN ISO 11665-3

Februar 2020

ICS 17.240

Ersetzt EN ISO 11665-3:2015

Deutsche Fassung

Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt - Luft: Radon-222 - Teil 3: Punktmessverfahren der potenziellen Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte (ISO 11665-3:2020)

Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 3: Spot measurement method of the potential alpha energy concentration of its short-lived decay products (ISO 11665-3:2020)

Mesurage de la radioactivité dans l'environnement - Air: radon 222 - Partie 3: Méthode de mesure ponctuelle de l'énergie alpha potentielle volumique de ses descendants à vie courte (ISO 11665-3:2020)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Januar 2020 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
 EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
 COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Symbole	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole.....	7
4 Messprinzip	8
5 Geräte und Einrichtungen.....	9
6 Probenahme	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Zweck der Probenahme	10
6.3 Merkmale der Probenahme.....	10
6.4 Bedingungen der Probenahme	10
6.4.1 Allgemeines.....	10
6.4.2 Aufbau der Probenahmeeinrichtung	10
6.4.3 Dauer der Probenahme.....	10
6.4.4 Volumen der Luftprobe.....	10
7 Nachweisverfahren.....	10
8 Messung	11
8.1 Verfahren.....	11
8.2 Einflussgrößen.....	12
8.3 Kalibrierung	12
9 Darstellung der Ergebnisse	12
9.1 Allgemeines	12
9.2 Potenzielle Alpha-Energiekonzentration	13
9.3 Standardunsicherheit.....	13
9.4 Erkennungsgrenze	14
9.5 Nachweisgrenze	14
9.6 Vertrauensbereiche	14
10 Prüfbericht	15
Anhang A (informativ) Beispiele von Protokollen für die Gesamt-Alpha-Zählung	17
Anhang B (informativ) Berechnung der Koeffizienten $k_{218\text{Po},j}$, $k_{214\text{Pb},j}$ und $k_{214\text{Bi},j}$	18
B.1 Allgemeines	18
B.2 Bestimmungsverfahren.....	18
B.2.1 Bestimmung der Anzahl der Alphazerfälle	18

	Seite
B.2.2 Bestimmung der Aktivitätskonzentration eines jeden Radon-Folgeprodukts	18
B.2.3 Bestimmung der Koeffizienten $k_{218\text{Po},j}$, $k_{214\text{Pb},j}$ und $k_{214\text{Bi},j}$	19
B.3 Anwendung des Thomas-Protokolls	19
B.3.1 Messverfahren.....	19
B.3.2 Bestimmung der Koeffizienten $k_{218\text{Po},j}$, $k_{214\text{Pb},j}$ und $k_{214\text{Bi},j}$	20
Anhang C (informativ) Messverfahren mittels Gesamt-Alpha-zählung nach Thomas	22
C.1 Allgemeines	22
C.2 Geräte und Einrichtungen	22
C.3 Probenahme	22
C.4 Messverfahren.....	22
C.5 Darstellung der Ergebnisse.....	22
C.5.1 Potenzielle Alpha-Energiekonzentration	22
C.5.2 Standardunsicherheit	23
C.5.3 Erkennungsgrenze	23
C.5.4 Nachweisgrenze.....	24
C.6 Beispiel.....	24
Literaturhinweise	25
Bilder	
Bild 1 – Schema eines Punktmesssystems für die Bestimmung der potenziellen Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte	9
Tabellen	
Tabelle A.1 – Beispiele von Protokollen für die Gesamt-Alpha-zählung.....	17
Tabelle C.1 – Zählergebnisse	24
Tabelle C.2 – Messergebnisse	24

EN ISO 11665-3:2020 (D)**Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 11665-3:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 430 „Kernenergie, Kerntechnik und Strahlenschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen spätestens bis August 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 11665-3:2015.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11665-3:2020 wurde vom CEN als EN ISO 11665-3:2020 ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumententypen beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85, *Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection*, Unterkomitee SC 2, *Radiological protection*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 11665-3:2012), die geringfügig geändert wurde. Die Änderungen gegenüber der Vorgängerausgabe sind folgende:

- Aktualisierung der Einleitung;
- Aktualisierung der Literaturhinweise.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 11665 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

EN ISO 11665-3:2020 (D)**Einleitung**

Die Radonisotope 222, 219 und 220 sind radioaktive Gase, die durch Zerfall der Radiumisotope 226, 223 und 224 entstehen, welche wiederum Folgeprodukte von ^{238}U , ^{232}Th und ^{235}U sind. All diese Radionuklide sind in der Erdkruste enthalten (siehe ISO 11665-1:2019, Anhang A für weitere Informationen). Durch den Zerfall von Radon entstehen feste Elemente, die ebenfalls radioaktiv sind und die schließlich stabiles Blei bilden [1].

Beim Zerfall emittiert Radon Alphateilchen und bildet feste Folgeprodukte (Polonium, Wismut, Blei usw.), welche ebenfalls radioaktiv sind. Die potenzielle Gefahr des Radons für den Menschen entsteht vor allem durch seine festen Folgeprodukte und nicht durch das Gas selbst. Je nachdem, ob sie an atmosphärische Aerosole angelagert sind oder nicht, können Radon-Folgeprodukte inhaliert und entsprechend ihrer Größe in unterschiedlichen Tiefen des bronchopulmonalen Trakts deponiert werden [2] [3] [4] [5].

Radon gilt heute als die Hauptursache für die natürliche Strahlenexposition des Menschen. Der UNSCEAR-Bericht [6] legt dar, dass weltweit Radon rund 52 % der globalen mittleren Exposition durch natürliche Strahlung verursacht. Die radiologische Wirkung des Isotops 222 (48 %) ist weit signifikanter als die des Isotops 220 (4 %), während das Isotop 219 als vernachlässigbar angesehen wird (siehe ISO 11665-1:2019, Anhang A). Deshalb ist in diesem Dokument mit dem Begriff Radon nur das Isotop ^{222}Rn gemeint.

Die Radon-Aktivitätskonzentration kann zeitlich und örtlich über eine oder mehrere Größenordnungen variieren. Die Exposition durch Radon und seine Folgeprodukte variiert erheblich von Ort zu Ort. Sie hängt erstens von der Menge des aus dem Boden und den Baumaterialien emittierten Radons und zweitens vom Grad der Anreicherung sowie den Wetterbedingungen an den Expositionsorten ab.

Da Radon sich vorzugsweise in umschlossenen Räumen wie Häusern anreichert, verursacht Radon in Innenräumen den Hauptbeitrag zur Exposition der Bevölkerung. Luft, die aus dem Erdboden über Öffnungen eindringt, wird als die Hauptquelle für Radon in Innenräumen angesehen. Andere Quellen sind in anderen Teilen der Normenreihe ISO 11665 und für Wasser in der Normenreihe ISO 13164 [7] beschrieben.

Radon dringt durch Diffusion, die von dem immer bestehenden Gefälle der Radonkonzentration im Bodenuntergrund und innerhalb des Gebäudes herrührt, und durch Konvektion infolge des ständigen Druckunterschieds zwischen der Luft im Raum und im Bodenuntergrund in Gebäude ein. Die Radonkonzentration in der Raumluft hängt von der Radonkonzentration im Bodenuntergrund, der Gebäudestruktur, der technischen Ausstattung (Kamin, Belüftungssystem u. a.), Umwelteigenschaften des Gebäudes (Temperatur, Luftdruck usw.) und der Lebensweise der Bewohner ab.

Um das Risiko für Personen zu begrenzen, wurde von der Weltgesundheitsorganisation ein nationaler Referenzwert von $100 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ empfohlen [5]. Wenn dieser nicht eingehalten werden kann, sollten $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ nicht überschritten werden. Diese Empfehlung wurde von den EU-Mitgliedsstaaten für die Festlegung von nationalen Referenzwerten für die Radonaktivität in Innenräumen übernommen. Die Referenzwerte für die mittlere jährliche Aktivitätskonzentration in Luft darf nicht höher als $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ sein [5].

Um das Risiko für die Gesamtbevölkerung zu reduzieren, sollten Bauvorschriften eingeführt werden, die vorbeugende Maßnahmen für im Bau befindliche Gebäude und Reduzierungsmaßnahmen für bestehende Gebäude vorschreiben. Radonmessungen sind erforderlich, da Bauvorschriften alleine nicht sicherstellen können, dass die Radonkonzentrationen unterhalb des Referenzwerts liegen.

Schwankungen der potenziellen Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen Radon-Folgeprodukte im Bereich von wenigen Nanojoule je Kubikmeter bis zu einigen Tausend Nanojoule je Kubikmeter werden gemessen.

Die potenzielle Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen Radon-222-Folgeprodukte in der Atmosphäre kann mittels Punktmessungen und integrierender Messverfahren erfolgen (siehe ISO 11665-1). Dieses Dokument befasst sich mit Punktmessungen. Eine Punktmessung der potenziellen Alpha-Energiekonzentration bezieht sich auf den Moment, in dem die Messung stattfindet und ist nicht kennzeichnend für die Jahresexposition. Diese Art der Messung ist daher nicht für die Ermittlung der Jahresexposition zu verwenden.

ANMERKUNG Die Quellen von ^{222}Rn und seinen kurzlebigen Folgeprodukten in der Atmosphäre und andere Messverfahren werden allgemein in ISO 11665-1 beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt Punktmessverfahren für die Bestimmung der Aktivitätskonzentration der kurzlebigen ^{222}Rn -Folgeprodukte in der Luft und zur Berechnung der potenziellen Alpha-Energiekonzentration.

Dieses Dokument gibt Hinweise für die Punktmessung der potenziellen Alpha-Energiekonzentration, bei der die Probenahme während einiger Minuten an einem bestimmten Ort durchgeführt wird, und zu den Bedingungen beim Einsatz der Messgeräte.

Dieses Messverfahren ist anwendbar für die schnelle Bestimmung der potenziellen Alpha-Energiekonzentration. Das erhaltene Ergebnis kann nicht extrapoliert werden, um eine potenzielle Alpha-Energiekonzentration der kurzlebigen ^{222}Rn -Folgeprodukte während eines Jahres abzuschätzen. Deshalb ist diese Art der Messung nicht für die Bewertung der Jahresexposition einsetzbar oder zur Bestimmung, ob die Belastung der Bevölkerung durch Radon oder Radonfolgeprodukte verringert werden muss.

Dieses Messverfahren ist für Luftproben mit einer potenziellen Alpha-Energiekonzentration größer als 5 nJ m^{-3} anwendbar.

ANMERKUNG ^{220}Rn -Folgeprodukte sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 11665-1, *Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

IEC 61577-1, *Radiation Protection Instrumentation – Radon and radon decay product measuring instruments – Part 1: General principles*

IEC 61577-3, *Radiation Protection Instrumentation – Radon and radon decay product measuring instruments – Part 3: Specific requirements for radon decay product measuring instruments*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 11665-1.

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach ISO 11665-1 und die folgenden Symbole.

C_i	Aktivitätskonzentration des Nuklids i , in Becquerel je Kubikmeter
$E_{\text{AE},i}$	Energie des Alphateilchen, das durch Zerfall des Nuklids i entsteht, in Joule
$E_{\text{AET},i}$	gesamte Energie der Alphateilchen, die potenziell durch Zerfall des Nuklids i entstehen, in Joule
$E_{\text{PAE},i}$	potenzielle Alphaenergie des Nuklids i , in Joule
$E_{\text{PAEC},i}$	potenzielle Alpha-Energiekonzentration des Nuklids i , in Joule je Kubikmeter
$E_{\text{PAEC},i}^*$	Erkennungsgrenze der potenziellen Alpha-Energiekonzentration des Nuklids i , in Joule je Kubikmeter