

	DIN IEC 61577-4 (VDE 0493-1-10-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 17.240 Strahlenschutz-Messgeräte – Geräte für die Messung von Radon und Radon-Folgeprodukten – Teil 4: Einrichtungen für die Herstellung von Referenzatmosphären mit Radonisotopen und ihren Folgeprodukten (STAR) (IEC 61577-4:2009) Radiation protection instrumentation – Radon and radon decay product measuring instruments – Part 4: Equipment for the production of reference atmospheres containing radon isotopes and their decay products (STAR) (IEC 61577-4:2009) Instrumentation pour la radioprotection – Instruments de mesure du radon et des descendants du radon – Partie 4: Dispositif pour la réalisation d'atmosphères de référence contenant des isotopes du radon et leurs descendants (STAR) (CEI 61577-4:2009) Gesamtumfang 27 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2009-10-01.

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe und Einheiten	7
3.1 Allgemeine Begriffe.....	8
3.2 Spezielle Begriffe	9
3.3 Einheiten und Umrechnungsfaktoren	12
4 Allgemeine Beschreibung einer Anlage für Radon-Prüfatmosphären (STAR)	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Betriebsarten.....	14
4.2.1 Statische Betriebsart.....	14
4.2.2 Dynamische Betriebsart	14
5 Merkmale einer Anlage für Radon-Prüfatmosphären (STAR).....	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 STAR-Prüfeinrichtung für Radongas	15
5.2.1 Allgemeines	15
5.2.2 Technische Merkmale von STAR-Behältern	16
5.2.3 Radonquellen.....	16
5.2.4 Messung und Regelung von ^{222}Rn und ^{220}Rn	17
5.2.5 Messung und Regelung von Klimaparametern	17
5.3 STAR-Prüfeinrichtung für Radongas und Radon-Folgeprodukte (RnDP).....	18
5.3.1 Allgemeines	18
5.3.2 Technische Merkmale von STAR-Behältern	18
5.3.3 Quellen für Radon-Folgeprodukte	18
5.3.4 Messung und Regelung von Radon-Folgeprodukten.....	18
5.3.5 Volumendurchfluss von Probenahmeeinrichtungen.....	19
5.3.6 Messung und Regelung von Klimaparametern	20
6 Anforderungen an die Referenzatmosphären	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Referenzbedingungen	20
6.3 Einflussgrößen	21
6.3.1 Allgemeines	21
6.3.2 Temperatur	21
6.3.3 Relative Luftfeuchte	22

	Seite
6.3.4 Luftdruck.....	22
6.3.5 Gamma-Umgebungsstrahlung	22
6.3.6 Messbereich für Expositionen durch Radon-Folgeprodukte.....	23
6.3.7 Messbereich der Aerosolparameter	23
6.3.8 Expositionsdauer des Prüfgegenstandes.....	23
7 Kalibrierung und Rückführung von Messmethoden und Geräten	23
7.1 Rückführungskette.....	23
7.2 Qualitätssicherung.....	24
Anhang A (informativ) Eigenschaften von Atmosphären, die in einer STAR-Prüfeinrichtung simuliert werden können	25
Literaturhinweise.....	27
 Bild 1 – STAR-Komponenten: Allgemeiner Fall.....	 13
Bild 2 – Minimale Ausstattung einer STAR-Prüfeinrichtung	14
Bild 3 – Dynamischer Betrieb einer STAR-Prüfeinrichtung	15
 Tabelle 1 – Referenz- und Standardprüfbedingungen	 20
Tabelle 2 – Prüfungen mit Veränderung der Einflussgrößen	21
Tabelle A.1 – Wertebereiche realer Atmosphären (typische Werte).....	26

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61577-4 (VDE 0493-1-10-4):2005-02.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.2 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-111:1996	*)	–
–	IEC 60050-393:2003	*)	–
–	IEC 60050-394:2007	*)	–
–	IEC 61577-1:2006	DIN IEC 61577-1 (VDE 0493-1-10-1):2007-06	VDE 0493-1-10-1
–	IEC 61577-2:2000	DIN IEC 61577-2:2001-09	–
–	IEC 61577-3:2002	DIN IEC 61577-3 (VDE 0493-1-10-3):2003-01	VDE 0493-1-10-3
–	ISO/IEC Guide 99	–	–
EN ISO/IEC 17025:2005	ISO/IEC 17025:2005	DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08	–
*) „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2005*

DIN IEC 61577-1 (VDE 0493-1-10-1):2007-06, *Strahlenschutz-Messgeräte – Geräte für die Messung von Radon und Radon-Folgeprodukten – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61577-1:2006)*

DIN IEC 61577-2:2001-09, *Strahlenschutz-Messgeräte – Geräte für die Messung von Radon und Radon-Folgeprodukten – Teil 2: Besondere Anforderungen für Radon-Messgeräte (IEC 61577-2:2000)*

DIN IEC 61577-3 (VDE 0493-1-10-3):2003-01, *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für Radon und Radon-Folgeprodukte – Teil 3: Besondere Anforderungen an Messgeräte für Radon-Folgeprodukte (IEC 61577-3:2002)*

Strahlenschutz-Messgeräte – Geräte für die Messung von Radon und Radon-Folgeprodukten – Teil 4: Einrichtungen für die Herstellung von Referenzatmosphären mit Radonisotopen und ihren Folgeprodukten (STAR)

Einleitung

Radon ist ein radioaktives Gas, das beim Zerfall von ^{226}Ra , ^{223}Ra und ^{224}Ra entsteht, welche ihrerseits Folgeprodukte von ^{238}U , ^{235}U und ^{232}Th sind, die in der Erdkruste vorkommen. Durch Zerfall der Radonisotope (d. h. ^{222}Rn , ^{219}Rn und ^{220}Rn) entstehen drei Zerfallsreihen, die jeweils mit einem stabilen Bleisotop enden.

ANMERKUNG Wegen der sehr kurzen Halbwertszeit von ^{219}Rn kann dessen Aktivität und die seiner Folgeprodukte (en: RnDP¹⁾) unter normalen Bedingungen im Vergleich zur Aktivität der beiden anderen Radonreihen vernachlässigt werden. Die gesundheitlichen Wirkungen von ^{219}Rn sind deshalb unbedeutend. Aus diesem Grund wird auf ^{219}Rn und seine Folgeprodukte in dieser Norm nicht eingegangen.

Radonisotope und die entsprechenden kurzlebigen Radon-Folgeprodukte (d. h. ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po bei ^{222}Rn und ^{216}Po , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{212}Po bei ^{220}Rn) sind von besonderer Bedeutung, da sie den größten Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radioaktivität liefern. An manchen Arbeitsplätzen, z. B. in Untertage-Bergwerken, Kurbädern und Wasserwerken, unterliegen die Beschäftigten erheblichen Strahlenexpositionen durch Radon-Folgeprodukte. Diese Radionuklide sind in verschiedener Art in der Luft enthalten: die Radonisotope in gasförmiger Form, die Folgeprodukte als sehr kleine Teilchen. Es ist erforderlich, dass Strahlenschutzphysiker in der Lage sind, diese Art natürlicher Radioaktivität in der Atmosphäre mit hoher Genauigkeit zu messen. Auf Grund des besonderen Verhaltens dieser radioaktiven Elemente in der Atmosphäre und bei der Messung ist es notwendig, die Prüfverfahren für diese Geräte zu standardisieren.

Bemerkung:

Um die Anwendung der Normenreihe IEC 61577 zu erleichtern, ist sie in die folgenden Teile gegliedert:

IEC 61577-1: Der Schwerpunkt dieses Teils liegt auf den Begriffen und Einheiten, die auf dem speziellen Gebiet der Messverfahren für Radon und Radon-Folgeprodukte (RnDP) von Bedeutung sind. Weiterhin wird kurz das Konzept von Anlagen für Radon-Prüfatmosphären (en: STAR) vorgestellt, das für die Prüfung und Kalibrierung von Messgeräten für Radon und Radon-Folgeprodukte verwendet wird.

IEC 61577-2: Dieser Teil behandelt die Prüfung von Messgeräten für ^{222}Rn und ^{220}Rn .

IEC 61577-3: Dieser Teil behandelt die Prüfung von Messgeräten für ^{222}Rn - und ^{220}Rn -Folgeprodukte.

IEC 61577-4: Ausführliche Beschreibung der Konstruktion einer Anlage für Radon-Prüfatmosphären (STAR) und wie diese für Prüfungen verwendet werden kann.

1 Anwendungsbereich

Die Normenreihe IEC 61577 befasst sich mit den allgemeinen Aspekten bei der Prüfung und Kalibrierung von Messgeräten für Radon und Radon-Folgeprodukte. Sie soll auch helfen, Typprüfungen festzulegen, die zum Zwecke der Überprüfung der Leistung dieser Geräte durchzuführen sind. Diese Typprüfungen werden in IEC 61577-2 und **IEC 61577-3** beschrieben. Diese Norm behandelt nur die Messgeräte und die damit verbundenen Verfahren zur Messung der Radonisotope ^{220}Rn und ^{222}Rn und ihrer kurzlebigen Folgeprodukte in Gasen.

IEC 61577-4 betrifft Anlagen für Radon-Prüfatmosphären (hier mit dem Akronym STAR – System for Test Atmospheres with Radon – bezeichnet), die für die Prüfung von Geräten zur Messung von Radon und Radon-Folgeprodukten in einer Referenzatmosphäre benötigt werden. Die folgenden Abschnitte erheben

¹⁾ RnDP ist eine Abkürzung für „Radon Decay Products“ und gleichbedeutend mit dem Term Radon-Folgeprodukte (siehe auch [1] in den Literaturhinweisen).

weder den Anspruch, alle Probleme, die bei der Herstellung von Einrichtungen für die Schaffung von Referenzatmosphären für Radon und seine Folgeprodukte auftreten, zu lösen, noch werden alle Verfahren beschrieben. Diese Abschnitte stellen vielmehr einen Leitfaden dar, der es allen, die mit solchen Problemen konfrontiert werden, ermöglicht, die besten Methoden bei umfassender Kenntnis der Fakten auszuwählen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

IEC 60050-111:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 111: Physics and chemistry*

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation: Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 61577 (all parts), *Radiation protection instrumentation – Radon and radon decay product measuring instruments*^{N1)}

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

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

ICRP 32: *Annals of the ICRP, Publication N° 32, Limits for inhalation of Radon Daughters by Workers, Vol. 6, N° 1, 1981, Pergamon Press*

ICRP 38: *Annals of the ICRP, Publication N° 38, Radionuclides transformation, Energy and Intensity of Emissions, Vol. 11–13, 1983, Pergamon Press*

ICRP 65: *Annals of the ICRP, Publication N° 65, ICRP Publication 65: Protection Against Radon-222 at Home and at Work, Vol. 23/2, 1994, Pergamon Press*

3 Begriffe und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die nachfolgenden Begriffe und Einheiten.

Im gesamten Text dieser Norm wird der Begriff *Radon* zur Bezeichnung aller Radonisotope verwendet, die in dieser Norm betrachtet werden. Wenn sich der Text auf ein bestimmtes Isotop bezieht, wird dieses durch sein chemisches Formelzeichen und die vorangestellte Massenzahl gekennzeichnet (z. B. ²²⁰Rn, ²²²Rn). Für das Radonisotop ²²⁰Rn wird auch die historische Bezeichnung *Thoron* verwendet.

Der Begriff *Radon-Folgeprodukte* oder seine Abkürzung (RnDP) bezeichnet alle kurzlebigen Folgeprodukte, die in dieser Norm betrachtet werden. Ein bestimmtes Isotop wird durch sein chemisches Formelzeichen und die vorangestellte Massenzahl gekennzeichnet. Die dem Symbol RnDP zugeordneten tiefergestellten Indizes ²²², ²²⁰ beziehen sich auf alle kurzlebigen Folgeprodukte des entsprechenden Radioisotops (²¹⁸Po, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²¹⁴Po), (²¹⁶Po, ²¹²Pb, ²¹²Bi, ²¹²Po, ²⁰⁸Tl).

Alle in dieser Norm verwendeten kernphysikalischen Daten sind ICRP 38 entnommen, da diese Norm hauptsächlich für Geräte gilt, die im Strahlenschutz eingesetzt werden.

^{N1)} Nationale Fußnote: Im IEC-Original fehlerhafte Titelangabe.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Aktivität

A

(en: activity)

für eine Menge eines Radionuklids in einem bestimmten Energiezustand zu einem gegebenen Zeitpunkt der Quotient dN durch dt ; dabei ist dN der Erwartungswert für die Anzahl spontaner Kernumwandlungen aus diesem Energiezustand im Zeitintervall mit der Dauer dt :

$$A = \frac{dN}{dt}$$

ANMERKUNG Diese Größe wird in Bequerel (Bq) angegeben.

[IEV 393-14-12]

3.1.2

Aktivitätskonzentration

C_A

(en: volume activity, activity concentration)

Quotient Aktivität zu Gesamtvolumen der Probe

ANMERKUNG 1 Zur Messung der Aktivitätskonzentration in Bequerel je Kubikmeter (Bq m^{-3}) ist es für Gase erforderlich, die Temperatur und den Druck anzugeben, um die Messwerte auf die Standardtemperatur und den Standarddruck (STD) beziehen zu können.

ANMERKUNG 2 Diese Größe wird in Bequerel je Kubikmeter (Bq m^{-3}) angegeben.

[IEV 393-14-16]

3.1.3

Primärnormal

(en: primary standard)

Normal, das nach allgemeiner Beurteilung die höchsten metrologischen Forderungen erfüllt, mit einem Größenwert, der unabhängig von denen anderer Normale für dieselbe Größe akzeptiert ist

ANMERKUNG Der Begriff *Primärnormal* ist gleichermaßen gültig für Basiseinheiten wie für abgeleitete Einheiten.

[VIM, 5.4, modifiziert]

3.1.4

Sekundärnormal

(en: secondary standard)

Normal, dessen Größenwert durch Vergleich mit einem Primärnormal derselben Messgröße festgelegt wird

[VIM, 5.5, modifiziert]

3.1.5

Bezugsnormal

(en: reference standard)

Normal, im Allgemeinen von der höchsten verfügbaren Genauigkeit an einem bestimmten Ort oder bei einer bestimmten Organisation, von dem dort Messungen abgeleitet werden

[VIM, 5.6, modifiziert]

3.1.6

Massendurchfluss

(en: mass flow rate)

Masse eines Gases, die je Zeiteinheit durch ein Leitsystem fließt (kg s^{-1})

3.1.7**Volumendurchfluss****(en: volume flow rate)**Volumen eines Gases, das je Zeiteinheit durch ein Leitsystem fließt ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)**3.1.8****Aerosol****(en: aerosol)**

Menge fester oder flüssiger Teilchen, die in einem gasförmigen Medium in Suspension sind

ANMERKUNG Der Durchmesser der Teilchen liegt im Allgemeinen im Bereich zwischen wenigen Nanometern und $10 \mu\text{m}$.

[IEV 393-11-37]

3.1.9**homogen****(en: homogeneous)**

Bezeichnung für ein physikalisches Medium, in welchem die relevanten Eigenschaften unabhängig von der Position in dem Medium sind

[IEV 111-13-08]

3.1.10**richtiger Wert** (einer Größe) ν_c **(en: conventionally true value)**

durch Vereinbarung anerkannter Wert, der einer betrachteten speziellen Größe zugeordnet wird und der mit einer dem jeweiligen Zweck angemessenen Unsicherheit behaftet ist

ANMERKUNG Der „richtige Wert einer Größe“ wird gelegentlich auch „zugewiesener Wert“, „bester Schätzwert“, „vereinbarter Wert“ oder „Referenzwert“ genannt [GUM B.2.4].

[IEV 394-40-10]

3.2 Spezielle Begriffe**3.2.1****potenzielle Alpha-Energie****PAE oder ε_p** **(en: potential alpha energy)**Gesamtbetrag der Energie der Alphateilchen, die beim Zerfall der kurzlebigen Folgeprodukte einer Zerfallsreihe bis zum ^{210}Pb für die ^{222}Rn -Zerfallsreihe bzw. bis zum ^{208}Pb für die ^{220}Rn -Zerfallsreihe freigesetzt wird

$$\varepsilon_p = \left[(6,003 + 7,687) \cdot N_{218\text{Po}} + 7,687 \cdot (N_{214\text{Pb}} + N_{214\text{Bi}}) + 7,687 \cdot N_{214\text{Po}} \right] \cdot 1,602 \times 10^{-13} \quad (\text{J})$$

$$\varepsilon_p = \left[(6,779 + 7,804) \cdot N_{216\text{Po}} + 7,804 \cdot (N_{212\text{Pb}} + N_{212\text{Bi}}) + 8,785 \cdot N_{212\text{Po}} \right] \cdot 1,602 \times 10^{-13} \quad (\text{J})$$

wobei N die Anzahl der Atome istANMERKUNG 1 Die Alpha-Energie von 7,804 MeV entspricht dem anteiligen Verhältnis der Alphaemission nach der dem ^{212}Bi folgenden Verzweigung der Zerfallsreihe.ANMERKUNG 2 Der Jahresgrenzwert der Aufnahme (ALI) kann durch die Terme PAE_{222} und PAE_{220} ausgedrückt werden. Aus diesem Grund werden PAE_{222} und PAE_{220} als Indikatoren für das Gesundheitsrisiko verwendet.

[ICRP 32]