

	DIN IEC 62957-1 (VDE 0493-6-1)	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 – Semi-empirisches Verfahren für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Detektion und Radionuklid-Identifizierung – Teil 1: Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Messgeräten mit Radionuklid-Identifizierung im statischen Betrieb (IEC 62957-1:2017) Radiation protection instrumentation – Semi-empirical method for performance evaluation of detection and radionuclide identification – Part 1: Performance evaluation of the instruments, featuring radionuclide identification in static mode (IEC 62957-1:2017) Instrumentation pour la radioprotection – Méthode semi-empirique pour l'évaluation des performances de détection et d'identification de radionucléides – Partie 1: Evaluation de la performance des instruments avec l'identification des radionucléides en mode statique (IEC 62957-1:2017) Gesamtumfang 33 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für diese Norm ist 2018-07-01.

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten	4
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	10
4 Allgemeine Anforderungen	10
5 Begutachtung der Basismaterialien und Messung der Eingangsdaten	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Anforderungen an die Begutachtung der Basismaterialien.....	11
5.3 Anforderungen an die Basismaterial-Zusammensetzungstabelle.....	11
5.4 Anforderungen an die Rohspektren	11
6 Erzeugung von Basisspektren aus Rohspektren	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Anforderungen an die Datenelemente der Basisspektren	12
6.3 Anforderungen an die Empfindlichkeit.....	13
7 Verzerrungsfunktion	13
7.1 Allgemeine Anforderungen	13
7.2 Messung der Parameter der Verzerrungsfunktion	13
8 Erzeugung der Probespektren	14
8.1 Szenarien	14
8.2 Gruppen von Szenarien.....	14
8.3 Probespektren	14
9 Einspeisen von Probespektren.....	14
9.1 Allgemeine Anforderungen	14
9.2 Anforderungen an das Radionuklid-Identifizierungsprogramm	14
9.3 Anforderungen an die Ergebnisausgabe der Radionuklid-Identifizierung	15
10 Datenauswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse	15
10.1 Auswertung der Daten.....	15
10.2 Konsolidierte Identifizierungsberichte.....	16
11 Plausibilitätsprüfung	16
11.1 Allgemeines	16

11.2	Gleichwertigkeit von echten Spektren und Probespektren	16
11.2.1	Anforderungen	16
11.2.2	Prüfverfahren	16
11.3	Gleichwertigkeit von Radionuklid-Identifizierungsprogramm und geräteinterner Software	17
11.3.1	Anforderungen	17
11.3.2	Prüfverfahren	17
Anhang A (informativ)	Basismaterial-Zusammensetzungstabelle.....	18
Anhang B (informativ)	Namenskonvention und Datenformat für die Basisspektren	19
B.1	Namenskonvention für Basisspektren	19
B.2	Beispiel für das Format von Basispektren	20
Anhang C (informativ)	Verzerrungsfunktion	21
Anhang D (informativ)	Szenarien	23
Anhang E (normativ)	Erzeugungsverfahren für Probespektren	24
E.1	Allgemeines.....	24
E.2	Verzerrung.....	24
E.3	Verkleinerung	24
E.4	Aufsummierung	25
Anhang F (normativ)	Identifizierungsbericht.....	26
Anhang G (informativ)	Beispiel einer akzeptablen Ergebnistabelle	27
Anhang H (informativ)	Anleitung zur empfohlenen Auswertung der Identifizierungsberichte	28
Anhang I (informativ)	Konsolidierte Identifizierungsberichte	31
I.1	Beispiel eines nach Szenarien konsolidierten Identifizierungsberichts	31
I.2	Beispiel eines Identifizierungsberichts, der nach der Fähigkeit eines Geräts, ein bestimmtes Radionuklid unter verschiedenen Bedingungen zu identifizieren, konsolidiert wurde	31
Literaturhinweise		33

Bilder

Bild C.1 – Bezugsspektrum und verzerrtes Spektrum	22
Bild E.1 – Verkleinerungsverfahren.....	24
Bild H.1 – Ablaufdiagramm zur empfohlenen Auswertung der Identifizierungsergebnisse	28

Tabellen

Tabelle A.1 – Basismaterial-Zusammensetzungstabelle für eine bestimmte Isotopen-Zusammensetzung des Basismaterials	18
Tabelle B.1 – Namenskonvention für Basisspektren	19
Tabelle I.1 – Beispiel für einen konsolidierten Identifizierungsbericht	31
Tabelle I.2 – Beispiel eines nach Materialien konsolidierten Identifizierungsberichts.....	32

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 62957-1 (VDE 0493-6-1):2015-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/GK 851 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR), zuständig.

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

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability 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.

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-395:2014	^a	–
EN 62327:2011	IEC 62327:2006, mod.	DIN EN 6232 (VDE 0493-3-3):2012-02	VDE 0493-3-3
–	IEC 62755:2012	–	–
–	ISO 8601:2004	DIN ISO 8601:2006-09	–
EN ISO 80000-9:2013	ISO 80000-9:2009 + A1:2011	DIN EN ISO 80000-9:2013-08	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3):2012-02, *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und die Anzeige der durch Gammastrahlung erzeugten Umgebungs-Äquivalentdosisleistung (IEC 62327:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62327:2011*

DIN EN ISO 80000-9:2013-08, *Größen und Einheiten – Teil 9: Physikalische Chemie und Molekularphysik (ISO 80000-9:2009 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 80000-9:2013*

DIN ISO 8601:2006-09, *Datenelemente und Austauschformate – Informationsaustausch – Darstellung von Datum und Uhrzeit (ISO 8601:2004)*

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Semi-empirisches Verfahren für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von
Detektion und Radionuklid-Identifizierung –
Teil 1: Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Messgeräten mit Radionuklid-
Identifizierung im statischen Betrieb**

Einleitung

Die Herausforderungen bei der Anwendung herkömmlicher Verfahren¹⁾ für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Geräten für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden sind bekannt. Diese Herausforderungen bestehen im Wesentlichen in der Prüfungslogistik und den für die Durchführung von Typprüfungen erforderlichen Hilfsmitteln.

Als alternative Herangehensweise wurde ein semi-empirisches Verfahren für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit entwickelt [1]²⁾. Das Konzept dieser Technik, auch bekannt als Einspeisungsverfahren, basiert auf der computergestützten Interpretation der Ergebnisse von Nachweis oder Radionuklid-Identifizierung, die durch Einspeisung von bearbeiteten Messdaten in ein gerätespezifisches PC-gestütztes Auswertungsprogramm erhalten werden. Dieses Verfahren beschränkt nicht die Verwendung von synthetischen Spektren, wenn keine experimentellen Daten vorhanden sind.

Semi-empirische Verfahren haben eine sinnvolle Genauigkeit, benötigen aber keine erheblichen Hilfsmittel für die Leistungsfähigkeitsbeurteilung. Bei einigen Anwendungen, wo eine vollständige Prüfung nicht durchführbar oder zweckmäßig ist, kann die Verwendung von semi-empirischen Verfahren angemessenes Vertrauen in die Leistungsfähigkeit eines Geräts bieten. Die semi-empirischen Verfahren sind keinesfalls dazu gedacht, die herkömmlichen Prüfverfahren zu ersetzen, sondern eher, um sie zu ergänzen.

Es ist geplant, dass diese Normenreihe aus drei Teilen bestehen wird. Teil 1 der Reihe behandelt die Leistungsfähigkeitsbeurteilung der Radionuklid-Identifizierung im statischen Fall, d. h. wenn sich die Messgeometrie nicht ändert.

Zukünftige Teile der Normenreihe werden sich mit dem dynamischen Nachweis und der dynamischen Radionuklid-Identifizierung befassen.

¹⁾ Geräteprüfungen.

²⁾ Zahlen in eckigen Klammer verweisen auf die Literaturhinweise.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62957 bestimmt die Anforderungen für die Vorbereitung und Einspeisung von Daten bei Verwendung des semi-empirischen Verfahrens für die Leistungsfähigkeitsbeurteilung von Nachweis und Radionuklid-Identifizierung. Diese Norm empfiehlt Herangehensweisen für die Auswertung und Zusammenfassung von Ergebnissen und führt ein Verfahren für den Austausch von Daten und Untersuchungsergebnissen ein.

Dieser Teil 1 der Norm behandelt die Leistungsfähigkeitsbeurteilung der Radionuklid-Identifizierung im statischen Betrieb, d. h. wenn sich die Messgeometrie nicht ändert (z. B. Radionuklid-Identifizierungsgeräte im Start-Stopp-Betrieb).

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).

IEC 60050-395:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 395: Nuclear instrumentation: Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 62755:2012, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*

ISO 8601:2004, *Date and time format*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-395 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>.

3.1.1

Ergebnistabelle

(en: acceptable response table)

Liste der erwarteten Radionuklid-Identifizierungsergebnisse, die vom Gerät angezeigt oder vom PC-gestützten Identifizierungsprogramm ausgegeben werden

3.1.2

Basismaterial

(en: base material)

radioaktiver Stoff, der ein oder mehrere Radionuklide in bekannter Isotopenzusammensetzung enthält

3.1.3

Basismaterial-Zusammensetzungstabelle

(en: base material composition table)

Liste von Radionukliden, die in den Basismaterialien in einer für die Radionuklid-Identifizierung mit Hilfe von Gamma-spektrometrie ausreichender Menge vorhanden sind

3.1.4

Basisspektrum

(en: base spectrum)

bearbeitetes Rohspektrum, das als Ausgang für die Erzeugung von Probespektren benutzt wird

3.1.5

Vertrauensindex

(en: confidence index)

vom Messgerät zur Verfügung gestelltes Maß für die Zuverlässigkeit des Radionuklid-Identifizierungsergebnisses

Anmerkung 1 zum Begriff: Höhere Werte zeigen eine höhere Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit von Radionukliden oder von Gruppen von Radionukliden an.

3.1.6

Vertrauensindexschwelle

(en: confidence index threshold)

Mindestwert für die Zuverlässigkeit des Identifizierungsergebnisses (d. h. eine untere Schwelle für den zugehörigen Vertrauensindex), der erforderlich ist, um ein Radionuklid als vorhanden anzuzeigen

3.1.7

Verzerrungsfunktion

(en: distortion model)

Ergebnis einer Einflussanalyse, im Allgemeinen eine Formel, die beschreibt, wie Spektren, die mit einem bestimmten Gerätemodell gemessen wurden, von einer nicht optimalen Umgebungsbedingung beeinflusst werden

3.1.8

Einflussanalyse

(en: distortion modelling)

Auswertung des funktionellen Zusammenhangs zwischen den Pulshöhen in den unbeeinflussten und in den beeinflussten Spektren, die unter bestimmten klimatischen, elektromagnetischen oder anderen Bedingungen gemessen wurden

3.1.9

falsch negatives Ergebnis

(en: false negative result)

Nachweis- oder Radionuklid-Identifizierungsergebnis, das nicht angezeigt wurde, obwohl es erwartet wurde

3.1.10

falsch positives Ergebnis

(en: false positive result)

Nachweis- oder Radionuklid-Identifizierungsergebnis, das angezeigt wurde, obwohl es nicht erwartet wurde

3.1.11

Nachweisbericht

Identifizierungsbericht

(en: detection (identification) report)

Datei, die alle Nachweisergebnisse (Radionuklid-Identifizierung) enthält, die durch das PC-gestützte Identifizierungsprogramm für ein Gerät bei Einspeisung eines Probespektrums erzeugt werden

3.1.12

Identifizierungsergebnis

(en: identification result)

Name eines Radionuklids oder Mischmaterials, das identifiziert worden ist. Ein Identifizierungsergebnis ist ein Bestandteil des Identifizierungsberichts.

3.1.13

Einflussgröße

(en: influencing factor)

Größe, die nicht die Messgröße ist, aber das Ergebnis der Messung beeinflusst

3.1.14**Einspeisung**

(en: injection)

Vorgang des Übertragens verarbeiteter Daten zum PC-gestützten Programm für Nachweis oder Radionuklid-Identifizierung

3.1.15**Rohspektrum**

(en: raw spectrum)

Gammastrahlungsspektrum eines Basismaterials, das mit hoher statistischer Genauigkeit mit dem geprüften Gerät gemessen wurde

3.1.16**Radionuklid-Identifizierungsprogramm**

(en: replay software)

Software, die den Nachweis- und/oder Radionuklid-Identifizierungs-Algorithmus eines bestimmten Geräts benutzt und auf einem Computer läuft. Sie wird benutzt, um aus einem eingespeisten Probespektrum einen Nachweis- oder Identifizierungsbericht zu erzeugen.

3.1.17**Probespektrum**

(en: sample spectrum)

gerätespezifisches Amplitudenspektrum, das aus einem oder mehreren Basisspektren für die Einspeisung erzeugt wurde

3.1.18**Szenario**

(en: scenario)

Beschreibung der Prüfbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel:

- Anwesenheit von einem oder mehreren Basismaterialien und die Gamma-Umgebungs-Äquivalentdosisleistung für jedes einzelne;
- Messzeit;
- Anwesenheit von Einflussgrößen.

3.1.19**semi-empirische Leistungsfähigkeitsbeurteilung****halbempirische Leistungsfähigkeitsbeurteilung**

(en: semi-empirical performance evaluation)

Vorgang, bei dem verarbeitete Messdaten in das gerätespezifische Radionuklid-Identifizierungsprogramm zur Untersuchung eingespeist werden, gefolgt von der computergestützten Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse

3.1.20**Empfindlichkeit**

(en: sensitivity)

Verhältnis der Netto-Gesamtzählrate (cps) zur bekannten Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ($\mu\text{Sv/h}$), die in einem Gerät erzeugt wird, wenn es einem Basismaterial ausgesetzt wird. Die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung wird unabhängig vom geprüften Gerät entweder durch Berechnung oder durch Messung mit einem kalibrierten Messgerät bestimmt.

3.2 Abkürzungen

Englisch	Deutsch
ASCII American Standard Code for Information Interchange	Amerikanische Standard-Zeichenkodierung
cps counts per second	Impulse je Sekunde
EMI electromagnetic interference	Elektromagnetische Störung
MCA multichannel analyzer	Vielkanalanalysator
HEU highly-enriched uranium	hoch angereichertes Uran
LEU low-enriched uranium	niedrig angereichertes Uran
NORM naturally occurring radioactive materials	natürliche radioaktive Stoffe
PET positron emission tomography	Positronen-Emissions-Tomografie
PMMA poly methyl methacrylate	Acrylglas / Plexiglas / Polymethylmethacrylat
FN false negative	falsch negativ
FP false positive	falsch positiv
RGPu reactor grade plutonium	Reaktorplutonium
WGPu weapons grade plutonium	waffenfähiges Plutonium
XML Extensible Markup Language	erweiterbare Textauszeichnungssprache
UTF Universal Character Set Transformation Format	universelles Zeichensatz-Kodierungsformat

4 Allgemeine Anforderungen

Die semi-empirische Leistungsfähigkeitsbeurteilung muss aus den folgenden Schritten bestehen:

- Begutachtung der Basismaterialien und Messung der Rohspektren;
- Erzeugung von Basisspektren aus den Rohspektren;
- Einflussanalyse;
- Erzeugung der Probespektren auf Basis der vordefinierten Prüfscenarien;
- Einspeisung der Probespektren in das Identifizierungsprogramm;
- Auswertung und Verallgemeinerung der Identifizierungsergebnisse;
- Plausibilitätsprüfung.

Als Leitlinien für die Auswahl der Basismaterialien können die maßgeblichen Normen dienen (z. B. [IEC 62327 \[3\]](#)).

Die Basisspektren, die Basismaterial-Zusammensetzungstabelle, die Verzerrungsfunktion und das Radionuklid-Identifizierungsprogramm müssen die Anforderungen dieser Norm erfüllen. Der Hersteller muss eine vollständige Liste aller möglichen Meldungen (z. B. Identifizierungsergebnisse), die als Ergebnis der Radionuklid-Identifizierung auftreten können, zur Verfügung stellen. Die Liste muss eine detaillierte Erklärung der Bedeutung jeder Meldung enthalten. Das ermöglicht die Interpretation der Identifizierungsergebnisse. Ein oder mehrere Geräte müssen für die experimentelle Überprüfung der semi-empirischen Leistungsfähigkeitsbeurteilung verwendet werden.

Die folgenden Abschnitte enthalten eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens und wesentliche Anforderungen.

ANMERKUNG Dieses Verfahren vernachlässigt Pile-up und erhöhte Totzeit durch hohe Zählraten.