

	DIN ISO 4037-4 (VDE 0412-4037-4)	
	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 „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
ICS 17.240 Strahlenschutz – Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie – Teil 4: Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern in niedrigenergetischen Röntgen-Referenzstrahlungsfeldern (ISO 4037-4:2019) Radiological protection – X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X reference radiation fields (ISO 4037-4:2019) Radioprotection – Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 4: Étalonnage des dosimètres de zone et individuels dans des champs de référence X de faible énergie (ISO 4037-4:2019) Gesamtumfang 26 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für diese Norm ist 2019-11-01.

Inhalt		Seite
Nationales Vorwort.....		4
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten		5
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....		5
Vorwort.....		7
Einleitung		8
1 Anwendungsbereich		9
2 Normative Verweisungen		9
3 Begriffe		9
4 Symbole (und Abkürzungen).....		10
5 Allgemeine Verfahren für Kalibrierung und Bestimmung des Ansprechvermögens		11
6 Charakterisierung und Erzeugung von niederenergetischen Röntgen-Referenzstrahlungen		12
6.1 Allgemeines		12
6.2 Röhrenspannung		12
6.3 Spektrale Fluenz und Konversionskoeffizienten		12
7 Dosimetrie von niederenergetischen Referenzstrahlungen		12
7.1 Allgemeines		12
7.2 Vorrichtung zur Stabilitätskontrolle.....		12
8 Kalibrierung und Bestimmung des Ansprechvermögens als Funktion von Photonenenergie und Strahleneinfallswinkel.....		13
8.1 Allgemeines		13
8.2 Auswahl der Kalibriermethoden		13
8.3 Kalibrierung unter Verwendung von Referenzmessgeräten für Luftkerma		13
8.3.1 Allgemeines		13
8.3.2 Richtiger Wert der Luftkerma		14
8.3.3 Richtiger Wert der Mess-Äquivalentdosisgrößen $H_p(0,07)$ und $H'(0,07)$		15
8.3.4 Richtiger Wert der Mess-Äquivalentdosisgrößen $H_p(10)$ oder $H^*(10)$ und $H_p(3)$ oder $H'(3)$		15
8.3.5 Durchführung der Kalibrierung		16
8.4 Kalibrierung unter Verwendung eines Referenzmessgeräts, das die Mess-Äquivalentdosisgrößen der ICRU misst.....		17
8.4.1 Allgemeines		17
8.4.2 Richtiger Wert der Mess-Äquivalentdosisgrößen $H_p(10)$ oder $H^*(10)$ und $H_p(3)$ oder $H'(3)$		17
8.4.3 Durchführung der Kalibrierung		19
8.5 Angabe der Unsicherheit.....		19
Anhang A (normativ) Korrektur bezüglich Luftdichte		20

A.1	Allgemeines	20
A.2	Verfahren zur Luftdichtekorrektur	20
A.3	Parameter für die Luftdichtekorrektur für K_a , $h_{pK}(10, \alpha)$ und $h_K^*(10)$	21
A.4	Parameter für die Luftdichtekorrektur für $H_p(10)$ und $H^*(10)$	21
A.5	Parameter für die Luftdichtekorrektur für $h_{pK}(3, \alpha)$ und $h_K'(3, \alpha)$	21
	Literaturhinweise	26

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN ISO 4037-4 (VDE 0412-4037-4):2017-08.

Die Internationale Norm ISO 4037-4:2019, *Radiological protection – X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X reference radiation fields*, ist unverändert in diese Norm übernommen worden.

Diese Internationale Norm wurde vom SC 2 „Radiological protection“ des TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies and radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Für das vorliegende Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/GK 852 „Strahlenschutzdosimeter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR), zuständig.

Die Reihe DIN ISO 4037 (VDE 0412-4037) besteht mit dem allgemeinen Titel *Strahlenschutz – Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Strahlungseigenschaften und Erzeugungsmethoden*
- Teil 2: *Strahlenschutz-Dosimetrie in den Energiebereichen 8 keV bis 1,3 MeV und 4 MeV bis 9 MeV*
- Teil 3: *Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern und Messung ihres Ansprechvermögens als Funktion von Energie und Einfallswinkel*
- Teil 4: *Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern in niederenergetischen Röntgen-Referenzstrahlungsfeldern*

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 Abschnittsnummer, 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
–	ISO 4037-1:2019	DIN ISO 4037-1 (VDE 0412-4037-1):2019-11	VDE 0412-4037-1
–	ISO 4037-2:2019	DIN ISO 4037-2 (VDE 0412-4037-2):2019-11	VDE 0412-4037-2
–	ISO 4037-3:2019	DIN ISO 4037-3 (VDE 0412-4037-3):2019-11	VDE 0412-4037-3
EN ISO 29661	ISO 29661	DIN EN ISO 29661 (VDE 0412-661)	VDE 0412-661
–	ISO/IEC-Guide 98-3:2008 Siehe jedoch IEC/TR 62461:2015	– DIN IEC/TR 62461 (VDE 0493-1000):2015-07	– VDE 0493-1000

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 4037-1 (VDE 0412-4037-1):2019-11, *Strahlenschutz – Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie – Teil 1: Eigenschaften und Erzeugung der Strahlung (ISO 4037-1:2019)*

DIN ISO 4037-2 (VDE 0412-4037-2):2019-11, *Strahlenschutz – Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie – Teil 2: Strahlenschutz-Dosimetrie in den Energiebereichen 8 keV bis 1,3 MeV und 4 MeV bis 9 MeV (ISO 4037-2:2019)*

DIN ISO 4037-4 (VDE 0412-4037-4):2019-11

DIN ISO 4037-3 (VDE 0412-4037-3):2019-11, *Strahlenschutz – Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie – Teil 3: Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern und Messung ihres Ansprechvermögens als Funktion von Energie und Einfallswinkel (ISO 4037-3:2019)*

DIN EN ISO 29661 (VDE 0412-661), *Referenzstrahlungsfelder für den Strahlenschutz – Definitionen und grundlegende Konzepte*

DIN IEC/TR 62461 (VDE 0493-1000):2015-07, *Strahlenschutz-Messgeräte – Bestimmung der Unsicherheit beim Messen (IEC/TR 62461:2015)*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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-Dokumentenarten 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, zur Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: 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 von ISO 4037-4 ersetzt die erste Ausgabe (ISO 4037-4:2004), gegenüber der sie eine technische Überarbeitung darstellt.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe ISO 4037 ist auf der ISO-Internetseite zu finden.

Alle Rückmeldungen und Fragen zu diesem Dokument sind erbeten an die nationale Normungsorganisation des Lesers. Eine vollständige Liste dieser Organisationen ist auf www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Die Überarbeitung dieses Dokuments passt diesen vierten Teil an die zweiten Ausgaben der ersten drei Teile an. Dies beinhaltet die Verbesserungen von Hochspannungsgeneratoren von 1996 bis 2017 (z. B. die Verwendung von Hochfrequenz-Schaltnetzteilen, die eine nahezu konstante Spannung erzeugen) und die Spektrumsmessungen an Bestrahlungseinrichtungen, die mit solchen Generatoren ausgerüstet sind (z. B. den Spektrenkatalog von Ankerhold [1]). Sie berücksichtigt auch alle publizierten Informationen, die das Ziel haben, die Anforderungen an die technischen Parameter der Referenzstrahlungsfelder mit der angestrebten Gesamt-Messunsicherheit von etwa 6 % bis 10 % für die phantombezogenen Mess-Äquivalentdosisgrößen der Internationalen Kommission für Einheiten und Messungen [en: International Commission on Radiation Units and Measurements] (ICRU) [2] in Einklang zu bringen. Sie ändert das generelle Konzept der vorhandenen ISO 4037 nicht.

ISO 4037 konzentriert sich auf Photonen-Referenzstrahlungsfelder und ist in vier Teile unterteilt. **ISO 4037-1** beschreibt die Methoden zur Erzeugung und Charakterisierung der Referenzstrahlungsfelder in Bezug auf die Größen spektrale Photonenfluenz und Luftkerma frei in Luft. **ISO 4037-2** beschreibt die Dosimetrie der Referenzstrahlungsqualitäten in Bezug auf Luftkerma und in Bezug auf die phantombezogenen Mess-Äquivalentdosisgrößen der Internationalen Kommission für Einheiten und Messungen [en: International Commission on Radiation Units and Measurements] (ICRU) [2]. **ISO 4037-3** beschreibt die Methoden zur Kalibrierung und Bestimmung des Ansprechvermögens von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten in Bezug auf die phantombezogenen Mess-Äquivalentdosisgrößen der ICRU [2]. Dieses Dokument beschreibt spezielle Gesichtspunkte und zusätzliche Anforderungen für die Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern in niederenergetischen Röntgen-Referenzstrahlungsfeldern, dies sind Referenzstrahlungsfelder mit einer Erzeugungsspannung von 30 kV oder weniger.

Die in **ISO 29661** einschließlich Amendment 1 beschriebenen allgemeinen Verfahren werden in diesem Dokument so weit wie möglich verwendet. Auch sind die verwendeten Symbole in Übereinstimmung mit **ISO 29661**.

ANMERKUNG Für die Bestrahlung des ganzen Körpers sind $H_p(10)$ und $H^*(10)$ für den Strahlenschutz relevant, solange sie näher an ihren Grenzwerten sind als $H'(0,07)$ und $H_p(0,07)$. Dies ist der Fall bis herunter zu etwa 15 keV.