

ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN ISO 4037-4:2021

Strahlenschutz - Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur

Radioprotection - Rayonnements X et
gamma de référence pour l'étalonnage
des dosimètres et des débitmètres et
pour la détermination de leur réponse en

Radiological protection - X and gamma
reference radiation for calibrating
dosemeters and doserate meters and for
determining their response as a function

02/2021



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN ISO 4037-4:2021 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN ISO 4037-4:2021 übernommen.

Alle interessierten Personen, welche Mitglied einer luxemburgischen Organisation sind, können sich kostenlos an der Entwicklung von luxemburgischen (ILNAS), europäischen (CEN, CENELEC) und internationalen (ISO, IEC) Normen beteiligen:

- Inhalt der Normen beeinflussen und mitgestalten
- Künftige Entwicklungen vorhersehen
- An Sitzungen der technischen Komitees teilnehmen

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

DIESES WERK IST URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne schriftliche Einwilligung weder vervielfältigt noch in sonstiger Weise genutzt werden - sei es elektronisch, mechanisch, durch Fotokopien oder auf andere Art!

Deutsche Fassung

**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 doserate 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)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. Januar 2021 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	7
4 Symbole (und Abkürzungen).....	8
5 Allgemeine Verfahren für Kalibrierung und Bestimmung des Ansprechvermögens	9
6 Charakterisierung und Erzeugung von niederenergetischen Röntgen-Referenzstrahlungen	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Röhrenspannung	10
6.3 Spektrale Fluenz und Konversionskoeffizienten	10
7 Dosimetrie von niederenergetischen Referenzstrahlungen	10
7.1 Allgemeines	10
7.2 Vorrichtung zur Stabilitätskontrolle	10
8 Kalibrierung und Bestimmung des Ansprechvermögens als Funktion von Photonenenergie und Strahleneinfallswinkel	11
8.1 Allgemeines	11
8.2 Auswahl der Kalibriermethoden	11
8.3 Kalibrierung unter Verwendung von Referenzmessgeräten für Luftkerma	11
8.3.1 Allgemeines	11
8.3.2 Richtiger Wert der Luftkerma	11
8.3.3 Richtiger Wert der Mess-Äquivalentdosisgrößen $H_p(0,07)$ und $H'(0,07)$	13
8.3.4 Richtiger Wert der Mess-Äquivalentdosisgrößen $H_p(10)$ oder $H^*(10)$ und $H_p(3)$ oder $H'(3)$	13
8.3.5 Durchführung der Kalibrierung	14
8.4 Kalibrierung unter Verwendung eines Referenzmessgeräts, das die Mess-Äquivalentdosisgrößen der ICRU misst.....	15
8.4.1 Allgemeines	15
8.4.2 Richtiger Wert der Mess-Äquivalentdosisgrößen $H_p(10)$ oder $H^*(10)$ und $H_p(3)$ oder $H'(3)$	15
8.4.3 Durchführung der Kalibrierung	17
8.5 Angabe der Unsicherheit.....	17
Anhang A (normativ) Korrektur bezüglich der Luftdichte	18
A.1 Allgemeines	18
A.2 Verfahren zur Luftdichtekorrektur	18
A.3 Parameter für die Luftdichtekorrektur für K_a , $h_{pK}(10, \alpha)$ und $h^*_K(10)$	19
A.4 Parameter für die Luftdichtekorrektur für $H_p(10)$ und $H^*(10)$	19
A.5 Parameter für die Luftdichtekorrektur für $h_{pK}(3, \alpha)$ und $h'_K(3, \alpha)$	19
Literaturhinweise.....	24

Tabellen

Tabelle 1 – Symbole (und Abkürzungen)	8
Tabelle 2 – Prozentuale Änderung der Luftdichte, die eine 2%ige Änderung der Werte der Luftkerma, K_a , und der Konversionskoeffizienten $h_{pK}(10, 0^\circ)$ oder $h^*_{pK}(10)$ und $h_{pK}(10, 60^\circ)$ verursacht, und zwar für 0° und 60° Strahleneinfallswinkel in 2,5 m Abstand des Prüforts vom Fokus der Röntgenröhre	12
Tabelle 3 – Änderung $\Delta\alpha$ des Strahleneinfallswinkels, die am Prüfort in 2,5 m Abstand vom Fokus der Röntgenröhre eine 2%ige Änderung von $H_p(10)$ verursacht	14
Tabelle 4 – Prozentuale Änderung der Luftdichte, die eine 2%ige Änderung der Werte von $H_p(10, 0^\circ)$ oder $H^*(10)$ und $H_p(10, 60^\circ)$ für 0° und 60° Strahleneinfallswinkel in 2,5 m Abstand des Prüforts vom Fokus der Röntgenröhre verursacht	16
Tabelle A.1 – Parameter $m(1,0\text{ m})$ für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	20
Tabelle A.2 – Parameter m_d für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	20
Tabelle A.3 – Parameter $m(1,0\text{ m})$ für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	21
Tabelle A.4 – Parameter m_d für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	21
Tabelle A.5 – Parameter $m(1,0\text{ m})$ für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	22
Tabelle A.6 – Parameter m_d für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	22
Tabelle A.7 – Parameter $m(1,0\text{ m})$ für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	23
Tabelle A.8 – Parameter m_d für die einfache Näherung von $m(d_{\text{air}})$ nach Gleichung (A.6)	23

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 4037-4:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 4037-4:2021 durch das Technische Komitee CEN/TC 430 „Kernenergie, Kerntechnik und Strahlenschutz“, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird, übernommen.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens August 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen spätestens im August 2021 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.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 4037-4:2019 wurde vom CEN als EN ISO 4037-4:2021 ohne irgendeine Abänderung angenommen.

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-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.

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 ersetzt die erste Ausgabe (ISO 4037-4:2004), die technisch überarbeitet wurde.

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

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.

Einleitung

Mit der Überarbeitung dieses Dokuments wird dieser vierte Teil an die zweiten Ausgaben der ersten drei Teile angepasst. 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 (ICRU, en: International Commission on Radiation Units and Measurements) [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 (ICRU, en: International Commission on Radiation Units and Measurements) [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 Änderung 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.