



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

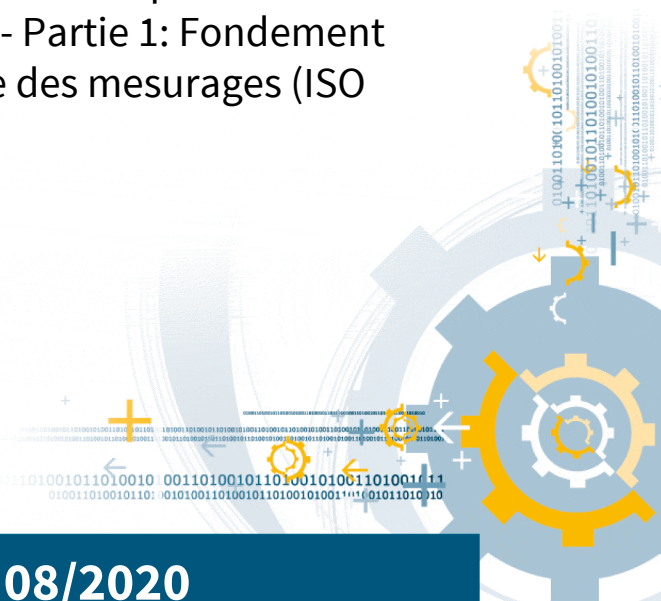
ILNAS-EN ISO 20785-1:2020

Dosimetrie zu Expositionen durch kosmische Strahlung in Zivilluftfahrzeugen - Teil 1: Konzeptionelle Grundlage für

Dosimetry for exposures to cosmic
radiation in civilian aircraft - Part 1:
Conceptual basis for measurements (ISO
20785-1:2020)

Dosimétrie pour l'exposition au
rayonnement cosmique à bord d'un
avion civil - Partie 1: Fondement
théorique des mesurages (ISO

08/2020



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN ISO 20785-1:2020 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN ISO 20785-1:2020 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!

ILNAS-EN ISO 20785-1:2020

EUROPÄISCHE NORM **EN ISO 20785-1**

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

August 2020

ICS 13.280; 49.020

Ersetzt EN ISO 20785-1:2017

Deutsche Fassung

**Dosimetrie zu Expositionen durch kosmische Strahlung in
Zivilluftfahrzeugen - Teil 1: Konzeptionelle Grundlage für
Messungen (ISO 20785-1:2020)**

Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian
aircraft - Part 1: Conceptual basis for measurements
(ISO 20785-1:2020)

Dosimétrie pour l'exposition au rayonnement cosmique
à bord d'un avion civil - Partie 1: Fondement théorique
des mesurages (ISO 20785-1:2020)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Juli 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	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
3.1 Allgemeine Begriffe	8
3.2 Größen und Einheiten	9
3.3 Atmosphärisches Strahlungsfeld	11
4 Allgemeine Betrachtungen	13
4.1 Das kosmische Strahlungsfeld in der Atmosphäre	13
4.2 Allgemeine Betrachtungen zur Kalibrierung für die Dosimetrie von kosmischen Strahlungsfeldern in Luftfahrzeugen	15
4.2.1 Vorgehensweise	15
4.2.2 Betrachtungen bezüglich der Messung	15
4.2.3 Betrachtungen bezüglich des Strahlungsfelds	15
4.2.4 Betrachtungen bezüglich der Kalibrierung	16
4.2.5 Simulierte Felder in Luftfahrzeugen	17
4.3 Konversionskoeffizienten	17
5 Dosismessgeräte	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Aktive Geräte	18
5.2.1 Geräte zur Bestimmung aller Feldkomponenten	18
5.2.2 Geräte für die Niedrig-LET-/nicht-neutronenartige Strahlung	19
5.2.3 Geräte für die Hoch-LET-/neutronenartige Komponente	20
5.3 Passive Geräte	22
5.3.1 Allgemeine Betrachtungen	22
5.3.2 Ätzsputerdetektoren	22
5.3.3 Spaltfoliendetektoren	22
5.3.4 Neutronendetektoren mit überhitzter Emulsion (Blasendetektoren)	23
5.3.5 Thermolumineszenzdetektoren	23
5.3.6 Photolumineszenzdetektoren	23
Anhang A (informativ) Repräsentative spektrale Teilchenflussdichten im Feld der kosmischen Strahlung in Reiseflughöhen bei einem solaren Minimum und einem solaren Maximum und bei einer mindesten und einer höchsten vertikalen Abschneidesteifigkeit	24
Literaturhinweise	30

Bilder

Bild 1 – Berechnete Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen als Funktion der barometrischen Standardhöhe in hohen geographischen Breiten im solaren Minimum für verschiedene Teilchenkomponenten der kosmischen Strahlung in der Atmosphäre	14
Bild A.1 – Normierte spektrale Teilchenflussdichte von Neutronen	24
Bild A.2 – Normierte spektrale Teilchenflussdichte von Protonen	25
Bild A.3 – Normierte spektrale Teilchenflussdichte von geladenen Pionen	26
Bild A.4 – Normierte spektrale Teilchenflussdichte von Elektronen	27
Bild A.5– Normierte spektrale Teilchenflussdichte von Photonen	28
Bild A.6 – Normierte spektrale Teilchenflussdichte von Myonen	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 20785-1:2020) wurde erarbeitet 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“, 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 Februar 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 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.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 20785-1:2017.

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, die Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 20785-1:2020 wurde von CEN als EN ISO 20785-1:2020 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-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.

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 dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 20785-1:2012), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind:

- Überarbeitung der Definitionen;
- Aktualisierung der Verweisungen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 20785 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.

Einleitung

Flugzeugbesatzungen sind erhöhter kosmischer Strahlung galaktischen oder solaren Ursprungs ausgesetzt, sowie der Sekundärstrahlung, die in der Atmosphäre, in der Struktur des Flugzeugs und seinen Inhalten erzeugt wird. Nach Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) in deren Publikation 60 [1], die in Publikation 103 [2] bestätigt wurden, hat die Europäische Union (EU) eine überarbeitete Richtlinie ihrer grundlegenden Sicherheitsnormen [3] eingeführt und die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEA) [4] einen überarbeiteten grundlegenden Sicherheitsstandard veröffentlicht. Diese Standards beinhalten die Exposition durch natürliche Quellen ionisierender Strahlung, einschließlich der kosmischen Strahlung, als berufliche Strahlenexposition. Die EU-Richtlinie fordert, dass die Strahlenexposition der Besatzungen von Flugzeugen zu berücksichtigen ist, falls diese zu mehr als 1 mSv je Jahr führt. In diesem Fall werden die folgenden vier Schutzmaßnahmen festgelegt:

- a) die Strahlenexposition der betreffenden Besatzung zu erfassen;
- b) die erfasste Exposition bei der Festlegung der Arbeitspläne zu berücksichtigen, mit dem Ziel, die Dosis von besonders hoch exponierten Besatzungen zu verringern;
- c) die betroffenen Beschäftigten hinsichtlich der berufsbedingten Gesundheitsrisiken zu informieren und
- d) denselben besonderen Schutz für weibliche Mitglieder der Besatzung während einer Schwangerschaft in Hinsicht auf das „ungeborene Kind“ anzuwenden, wie für weibliche Beschäftigte anderer Berufsgruppen.

Die EU-Richtlinie ist bereits in Gesetze und Vorschriften der EU-Mitgliedsstaaten umgesetzt worden und wird derzeit in die Luftfahrt-Sicherheitsnormen und -abläufe der Joint Aviation Authorities und der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (en: European Air Safety Agency) übernommen. Andere Länder, wie z. B. Kanada und Japan, haben für ihre Luftfahrtindustrien Anweisungen für den Umgang mit der Strahlenexposition von Flugzeugbesatzungen herausgegeben.

Für Rechts- und Verwaltungszwecke sind die wichtigsten Größen für den Strahlungsschutz die Äquivalentdosis (für den Fötus) und die effektive Dosis. Eine Exposition des Körpers durch kosmische Strahlung erfolgt im Wesentlichen homogen; der Bauch der Mutter bietet keine effiziente Abschirmung für den Fötus. Daher kann der Betrag der Organ-Äquivalentdosis für den Fötus mit dem Betrag der von der Mutter aufgenommenen effektiven Dosis gleichgesetzt werden. Die an Bord eines Flugzeugs zu erwartenden Dosen sind im Allgemeinen vorhersagbar, und Ereignisse, die mit einer unplanmäßigen Exposition an anderen radiologischen Arbeitsplätzen vergleichbar sind, können üblicherweise nicht auftreten (mit der seltenen Ausnahme von Ereignissen von sehr intensiven und energiereichen solaren Teilchenausbrüchen (SPE) (en: solar particle events)). Die routinemäßige Anwendung von Personendosimetern wird nicht als notwendig erachtet. Ein bevorzugter Ansatz für die Ermittlung der auf die Flugzeugbesatzung einwirkenden Dosen ist, falls notwendig, die direkte Berechnung der effektiven Dosis je Zeiteinheit in Abhängigkeit von der geographischen Lage, der Flughöhe und der Phase des Sonnenzyklus mit den Daten der Flug- und Personalplanung so zu kombinieren, dass für jedes einzelne Besatzungsmitglied ein Schätzwert der für ihn zutreffenden effektiven Dosis ermittelt wird. Dieser Ansatz wird von der Europäischen Kommission und der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) in deren Publikationen 75 [5] und 132 [6] unterstützt.

Bei diesem Ansatz ist die Rolle der Berechnungen in der Strahlenschutzroutine einzigartig und es wird weitgehend akzeptiert, dass die berechneten Dosen durch Messungen validiert werden sollten. Die effektive Dosis ist nicht direkt messbar. Die interessierende operationelle Größe ist die Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$. Um die erfassten Dosen, die in Form der effektiven Dosis ermittelt wurden, zu validieren, können Berechnungen der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung oder der Flugrouten-Dosen als Umgebungs-Äquivalentdosis und Messungen dieser Größen erfolgen. Die Rückführbarkeit sollte für eine angemessene Anzahl von Teilchenarten und -energien des atmosphärischen Strahlungsfelds gegeben sein, einschließlich Korrekturen für die Unterschiede zwischen den Strahlungsfeldern bei der Kalibrierung und dem gesamten atmosphärischen Strahlungsfeld, und damit verbundene Unsicherheiten sollten entsprechend berücksichtigt werden. Die Validierung der nach einem bestimmten Verfahren berechneten Umgebungs-Äquivalentdosis, darf als Validierung der mit demselben Computerprogramm berechneten effektiven Dosis angesehen werden, jedoch kann es erforderlich sein, diesen Schritt innerhalb des Verfahrens zu bestätigen. Alternativ wird *a priori* festgelegt werden, dass die operationelle Größe Umgebungs-Äquivalentdosis ein guter Schätzwert für die effektive Dosis und die Organ-Äquivalentdosis für den Fötus für die betrachteten Strahlungsfelder ist, ähnlich dem Verfahren für strahlenexponierte Beschäftigte am Boden, in dem die Verwendung der operationellen Größe Personendosis zur Abschätzung der effektiven Dosis gleichermaßen gerechtfertigt ist.