

DIN 6800-1

ICS 17.240

Einsprüche bis 2013-08-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 6800-1:1980-06

Entwurf

Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung – Teil 1: Allgemeines

Procedures of dosimetry with probe-type detectors for photon and electron radiation –
Part 1: General

Méthodes dosimétriques à l'aide de sondes pour les rayonnements photonique et
électronique –
Partie 1: Généralités

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-04-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nar@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN, 91020 Erlangen, Postfach 32 60 (Hausanschrift: Henkestr. 127, 91052 Erlangen).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 48 Seiten

Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	6
4 Sondenmethode.....	15
4.1 Grundlagen.....	15
4.1.1 Konzept der Sondenmethode.....	15
4.1.2 Dosimeterarten und deren Sonden.....	16
4.1.3 Bedingungen für das Strahlungsfeld der Sekundärteilchen: Gleichgewichtsbedingungen und Bragg-Gray-Bedingungen.....	17
4.2 Ermittlung der Wasser-Energiedosis nach der Sondenmethode	17
4.2.1 Grundgleichung	17
4.2.2 Positionierung der Sonde	18
4.2.3 Ermittlung des Kalibrierfaktors	18
4.2.4 Einflussgrößen und Bezugsbedingungen für die Kalibrierung	18
4.2.5 Korrekturfaktoren	20
5 Wasser- und Festkörperphantome	21
5.1 Allgemeines	21
5.2 Wasserphantome	21
5.3 Festkörperphantome	21
5.3.1 Allgemeines	21
5.3.2 Umrechnung der Tiefe im Festkörperphantom auf die äquivalente Wassertiefe	22
5.3.3 Umrechnung der Dosen im Festkörper- und Wasserphantom	25
5.4 Vermeidung von Aufladungseffekten	25
6 Ermittlung von Dosisverteilungen mit Dosimetersonden	25
6.1 Allgemeines	25
6.2 Für die Ermittlung von Dosisverteilungen wesentliche Eigenschaften von Dosimetersonden.....	26
6.2.1 Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens	26
6.2.2 Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens.....	26
6.2.3 Volumeneffekt	26
6.2.4 Nichtlinearität der Beziehung zwischen Dosis und Anzeige	27
6.2.5 Homogenität des Ansprechvermögens von flächenhaften Detektoren.....	28
6.3 Übersicht über Eigenschaften von Dosimetersonden.....	28
7 Ermittlung der dem Umgebungsmaterial zugeführten Energiedosis in Abwesenheit der Sonde	30
7.1 Allgemeines	30
7.2 Gleichgewichtssonden.....	30
7.3 Bragg-Gray-Sonden.....	31
7.4 Bremsvermögensverhältnis nach Spencer-Attix	33
8 Ermittlung der Messunsicherheit.....	33
8.1 Allgemeines	33
8.2 Angabe des vollständigen Messergebnisses	34
8.3 Die Modellfunktion der Auswertung	34
8.4 Ermittlung der Standardmessunsicherheiten der Eingangsgrößen	34
8.5 Ermittlung der dem Messwert beigeordneten Standardmessunsicherheit.....	36
8.6 Ermittlung der erweiterten Messunsicherheit	38
Anhang A (informativ) Andere Methoden der Dosimetrie	39
Anhang B (informativ) Anschlussmessungen bei Verwendung hochauflösender Detektoren	40

Anhang C (informativ) Ermittlung von Korrektionsfaktoren mit Monte-Carlo-Verfahren.....	41
Literaturhinweise.....	43
Stichwortverzeichnis.....	46

Bilder

Bild 1 — Einige häufig auftretende Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen.....	36
--	-----------

Tabellen

Tabelle 1 — Beispiele von Dosimeterarten, die sich in der Teletherapie für die Sondenmethode eignen.....	16
Tabelle 2 — Die wichtigsten Einflussgrößen und Bezugswerte für die Dosimetrie nach der Sondenmethode in der Teletherapie	19
Tabelle 3 — Wasser und einige annähernd wasseräquivalente Phantommaterialien	22
Tabelle 4 — Werte des Quotienten μ_m/μ_w und Verhältnisse der Elektronendichten $\rho_{e,m}/\rho_{e,w}$ für annähernd wasseräquivalente Materialien	23
Tabelle 5 — Werte des Quotienten $(r_{0,w}/\rho_w)/(r_{0,m}/\rho_m)$ für verschiedene annähernd wasseräquivalente Materialien.....	24
Tabelle 6 — Werte des Quotienten $D_{max,w}/D_{max,m}$ für verschiedene annähernd wasseräquivalente Materialien.....	25
Tabelle 7 — Eigenschaften verschiedener Dosimetersonden.....	29
Tabelle 8 — Dosisumrechnungsfaktoren $s_{m/w}$ für Muskel- und Fettgewebe sowie Knochen bei hochenergetischer Elektronenstrahlung	32
Tabelle 9 — Dosisumrechnungsfaktoren $s_{m/w}$ für Muskel- und Fettgewebe sowie Knochen in hochenergetischen Photonenstrahlungsfeldern	32
Tabelle 10 — Eigenschaften einiger Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen.....	35
Tabelle 11 — Muster einer Messunsicherheitsbilanz	37

Vorwort

Diese Norm wurde vom NA 080-00-01 AA „Dosimetrie“ des Normenausschusses Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin sowie der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie erarbeitet.

Definierte Begriffe werden in Übereinstimmung mit dem Verfahren bei IEC in KAPITÄLCHEN geschrieben. Ein Stichwortverzeichnis am Ende der Norm enthält alle definierten Begriffe einschließlich Quellenangabe und englischer Übersetzung.

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

Die Reihe DIN 6800; *Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung*, besteht aus:

- Teil 1: *Allgemeines zur Dosimetrie von Photonen- und Elektronenstrahlung nach der Sondenmethode*
- Teil 2: *Dosimetrie hochenergetischer Photonen- und Elektronenstrahlung mit Ionisationskammern*
- Teil 4: *Filmdosimetrie*
- Teil 5: *Thermolumineszenzdosimetrie*

Änderungen

Gegenüber DIN 6800-1:1980-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Begriffsdefinitionen wurden überarbeitet und aktualisiert.
- b) Die Dosimetrie für die Brachytherapie wurde aus dem Anwendungsbereich der Norm entfernt.
- c) Es werden nur noch DOSIMETER berücksichtigt, für die der KALIBRIERFAKTOR zur Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS bekannt ist. Absolutmessende DOSIMETER sowie die damit im Zusammenhang stehenden Fragen der Ermittlung der Sondendosis, des Sondenfaktors usw. werden nicht behandelt.
- d) Die Vorgehensweise zur Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS mit kalibrierten DOSIMETERN wird beschrieben, und es werden allgemeine Hinweise zur Positionierung der Sonden, zum KALIBRIERFAKTOR und zu den erforderlichen Korrekturen gegeben.
- e) Ein Kapitel über PHANTOME wurde neu aufgenommen, in dem die Eigenschaften verschiedener wasser-äquivalenter Phantommaterialien angegeben sind. Die Vorgehensweise zur Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS in diesen Festkörperphantomen wird beschrieben und die dazu benötigten Daten werden angegeben.
- f) Die für die Ermittlung von Dosisverteilungen wesentlichen Eigenschaften von DOSIMETERSONDEN werden beschrieben, und es werden Hinweise zur Auswahl geeigneter Sonden für verschiedene Messaufgaben gegeben.
- g) Die Ermittlung der dem Umgebungsmaterial zugeführten DOSIS aus der gemessenen WASSER-ENERGIEDOSIS wird beschrieben. Für einige Materialien werden die für die Umrechnung benötigten Daten angegeben.
- h) Das Verfahren zur Ermittlung der MESSUNSICHERHEIT wird beschrieben.

Einleitung

Die Sondenmethode ist das wichtigste Verfahren der klinischen Dosimetrie zur Bestimmung der ENERGIEDOSIS in der STRAHLENTHERAPIE.

Die ENERGIEDOSIS, die einem biologischen Gewebe oder einem anderen Material an einem interessierenden Punkt zugeführt wird, lässt sich in der klinischen Praxis nicht unmittelbar, d. h. durch messtechnische Erfassung von Strahlungswirkungen auf das interessierende Material selbst, messen. Man muss daher ein mittelbares Verfahren, die Sondenmethode, anwenden. Hierbei wird die DOSIMETERSONDE, d. h. das Detektormaterial einschließlich seiner Umhüllung, in das interessierende Material eingebracht oder an diesem befestigt und mit diesem zusammen bestrahlt. Bei entsprechender Kalibrierung des DOSIMETERS lässt sich aus dem Detektorsignal die in der STRAHLENTHERAPIE in der Regel verwendete WASSER-ENERGIEDOSIS am MESSORT ermitteln. Die dem interessierenden Material in Abwesenheit des Detektors am MESSORT zugeführte ENERGIEDOSIS erhält man daraus durch Anwendung eines DOSIS-Umrechnungsfaktors. Bei hochenergetischer PHOTONEN- und ELEKTRONENSTRAHLUNG stimmen die Dosiswerte für Weichteilgewebe und Wasser in sehr guter Näherung überein.

In dieser Norm sind bestimmte Begriffe, Verfahrensregeln, Formeln, Strahlungsfeldbedingungen und Umrechnungsfaktoren der Sondenmethode festgelegt, die für alle Dosimeterarten gemeinsam gelten. Darüber hinaus werden Hinweise auf Beiträge zur MESSUNSICHERHEIT gegeben, und es wird das Verfahren zur Ermittlung der GESAMTUNSICHERHEIT der DOSIS beschrieben.

In weiteren Teilen der Normenreihe DIN 6800 sind die speziellen Regeln für die Anwendung verschiedener Dosimeterarten (z. B. Ionisationskammerdosimeter, Filmdosimeter, Thermolumineszenzdosimeter) nach der Sondenmethode festgelegt. Es ist zu beachten, dass in den weiteren Teilen der Normenreihe DIN 6800, sofern sie älter sind als die vorliegende Norm, nicht zwischen der UNKORRIGIERTEN ANZEIGE und der KORRIGIERTEN ANZEIGE unterschieden wird. Mit dem in den älteren Teilen der Normenreihe DIN 6800 als ANZEIGE bezeichneten Symbol M ist stets die UNKORRIGIERTE ANZEIGE gemeint.

Nicht alle Verfahren der Dosimetrie benutzen die Sondenmethode (siehe Anhang A).

1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt die Grundsätze der Anwendung der Sondenmethode für die Dosimetrie in der STRAHLENTHERAPIE.

Die Norm dient zur Messung der ENERGIEDOSIS an einem Punkt in einem bestrahlten Material und zur Ermittlung von Relativwerten der ENERGIEDOSIS an Punkten im oder am menschlichen Körper oder PHANTOM für PHOTONENSTRAHLUNG im Energiebereich von 10 keV bis 50 MeV und ELEKTRONENSTRAHLUNG von 2 MeV bis 50 MeV in der TELETHERAPIE.

Die Norm gilt nicht für die in der Brachytherapie verwendeten Photonen- und Betastrahlungen. Bestimmte Begriffe und Verfahren der Sondenmethode werden jedoch sinngemäß auch in der Brachytherapie mit Photonen- und Betastrahlungen verwendet. Entsprechende Festlegungen für die Photonen-Brachytherapie sind DIN 6809-2 vorbehalten. Die klinische Dosimetrie für die Betastrahlungs-Brachytherapie ist in ISO 21439 geregelt.

Die Dosimetrie für die Therapie mit Röntgenstrahlung ist in DIN 6809-4 beschrieben.

Verfahren der klinischen Dosimetrie, die über die Dosisermittlung an einem Punkt hinausgehen, sind in der Normenreihe DIN 6809 festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

DIN 6800 (ganze Reihe), *Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung*

DIN 6800-2, *Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung — Teil 2: Dosimetrie hochenergetischer Photonen- und Elektronenstrahlung mit Ionisationskammern*

DIN 6800-4, *Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung — Teil 4: Filmdosimetrie*

DIN 6800-5, *Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung — Teil 5: Thermolumineszenzdosimetrie*

DIN 6809 (ganze Reihe), *Klinische Dosimetrie*

DIN 6809-4, *Klinische Dosimetrie — Teil 4: Anwendung von Röntgenstrahlen mit Röhrenspannungen von 10 bis 100 kV in der Strahlentherapie und in der Weichteildiagnostik*

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

ISO 21439, *Clinical dosimetry — Beta radiation sources for brachytherapy*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe im Stichwortverzeichnis und die folgenden Begriffe.

3.1

Ansprechvermögen

R

<Sondenmethode> Quotient aus der um die NULLANZEIGE M_0 verminderten UNKORRIGIERTEN ANZEIGE M und dem Wert der sie verursachenden WASSER-ENERGIEDOSIS D_W

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ANSPRECHVERMÖGEN unter Einwirkung einer EINFLUSSGRÖSSE, bezogen auf das ANSPRECHVERMÖGEN beim BEZUGSWERT dieser EINFLUSSGRÖSSE, dient zur Beschreibung der Auswirkung dieser EINFLUSSGRÖSSE, wenn alle anderen EINFLUSSGRÖSSEN unverändert bleiben. Beispiele für EINFLUSSGRÖSSEN sind die Energie- und Richtungsverteilung der Strahlung oder die Temperatur am MESSORT. Die Änderung des ANSPRECHVERMÖGENS bei Änderung des MESSWERTES wird als Linearitätsabweichung bezeichnet.

3.2

Anzeige

von einem Messgerät oder Messsystem gelieferter Größenwert

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der ANZEIGE kann es sich um die UNKORRIGIERTE ANZEIGE oder die KORRIGIERTE ANZEIGE handeln.

3.3

Bezugsbedingungen für die Kalibrierung

Bezugsbedingungen

Bedingungen, unter denen alle EINFLUSSGRÖSSEN und Geräteparameter ihre BEZUGSWERTE annehmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der KALIBRIERFAKTOR bezieht sich auf den Betrieb des DOSIMETERS unter BEZUGSBEDINGUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNG.

3.4

Bezugspunkt

vom Hersteller angegebener Punkt einer DOSIMETERSONDE, durch dessen Lage im Raum die Position der DOSIMETERSONDE gekennzeichnet wird

[QUELLE: DIN 6800-2:2008-03]

3.5

Bezugswert

Wert einer EINFLUSSGRÖSSE (oder Geräteparameter), der für Bezugszwecke ausgewählt wurde, d. h. ein Wert einer EINFLUSSGRÖSSE (oder Geräteparameter), bei dem der KORREKTIONSFAKTOR bezüglich der Abhängigkeit von dieser EINFLUSSGRÖSSE (oder Geräteparameter) den Wert eins annimmt

[QUELLE: DIN EN 60731:2006-09]

3.6

Bragg-Gray-Bedingungen

idealisierter Zustand des STRAHLUNGSFELDES einer PHOTONEN- oder ELEKTRONENSTRAHLUNG in einem Hohlraum innerhalb eines Materials A, der mit einem Material B gefüllt ist; er besteht dann, wenn

- die SPEKTRALE TEILCHENFLUSSDICHTEN der den Hohlraum durchlaufenden Elektronen der ersten Generation sowie ihre Energie- und Richtungsverteilung durch den mit dem Material B gefüllten Hohlraum nicht verändert wird,
- die Energie, die von den im Material B durch Photonen ausgelösten SEKUNDÄRELEKTRONEN auf dieses Material übertragen wird, im Verhältnis zu der insgesamt auf das Material B übertragenen Energie verschwindend klein ist,
- die SPEKTRALE TEILCHENFLUSSDICHTEN der Elektronen aller Generationen innerhalb des Materials B ortsunabhängig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen bedeuten, dass die am interessierenden Punkt im Material B erzeugte ENERGIEDOSIS allein durch die Energiebilanz der in das Material B ein- und aus ihm austretenden ELEKTRONENSTRAHLUNG der ersten Generation bestimmt wird. (Bei PHOTONENSTRAHLUNG sind dies die Photoelektronen, Comptonelektronen und Elektron-Positron-Paare. Die von ihnen durch Elektron-Elektron-Streuung erzeugten SEKUNDÄRELEKTRONEN werden als Elektronen der zweiten Generation bezeichnet.) Aus diesem Grunde stehen die in den Materialien A und B erzeugten ENERGIEDOSEN unter BRAGG-GRAY-BEDINGUNGEN im Verhältnis der MASSEN-STOSSBREMSVERMÖGEN der Elektronen der ersten Generation. Bei ELEKTRONENSTRAHLUNG entfällt Bedingung b).

[QUELLE: DIN 6814-3:2001-01]

3.7

Dosimetersonde

Sonde, bestehend aus strahlungsempfindlichem festem, flüssigem oder gasförmigem Material (Sondenmaterial), welches eine dosisabhängige Anzeige liefert und ein bestimmtes, für die Messung ausgenutztes Volumen (Messvolumen) einnimmt, sowie im Allgemeinen aus einer das Sondenmaterial umgebenden Wand oder Hülle (Wandmaterial) und gegebenenfalls aus zusätzlichen Bauteilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zusätzliche Bauteile können z. B. elektrische Zuleitungen oder mechanische Verbindungen sein.

3.8

Dosisprofil

funktionelle Abhängigkeit einer Dosisgröße vom Ort

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann sich um ein laterales DOSISPROFIL oder um die Tiefen- oder Absorberdickenabhängigkeit der Dosis handeln. Als Dosisgrößen kommen z. B. die WASSER-ENERGIEDOSIS oder die LUFTKERMA in Frage.

3.9

effektiver Messpunkt

en: effective point of measurement

<Sondenmethode> derjenige Punkt im Umgebungsmaterial, für den der MESSWERT einer DOSIMETERSONDE gilt, und der im Allgemeinen infolge des VERDRÄNGUNGSEFFEKTES vom Ort des BEZUGSPUNKTES im Umgebungsmaterial abweicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Lagebeziehung des EFFEKTIVEN MESSPUNKTES zum BEZUGSPUNKT des Detektors, die sogenannte Messpunktverschiebung, hängt von der Bauweise des Detektors ab. Die Lage des EFFEKTIVEN MESSPUNKTES wird daher in der Praxis im Koordinatensystem des Detektors angegeben. Zur messtechnischen Berücksichtigung der Messpunktverschiebung dient die POSITIONIERUNGSVORSCHRIFT.

3.10

Einflussgröße

<Sondenmethode> Größe, die nicht Gegenstand der Messung ist, und deren Änderung die Beziehung zwischen der UNKORRIGIERTEN ANZEIGE und dem MESSERGEBNIS beeinflusst

Anmerkung 1 zum Begriff: EINFLUSSGRÖSSEN können als Störgrößen von außen einwirken (Temperatur, Luftfeuchte, Netzspannung usw.), als Geräteeigenschaften aus dem Gerät selbst stammen (Nullpunktwanderung, Alterung der Bauteile, Anlaufzeit usw.) oder als einstellbare Hilfsgrößen, die zur Ausführung der Messung notwendig sind, in Erscheinung treten (z. B. die STRAHLUNGSQUALITÄT oder die Strahleneinfallrichtung bei der Messung der Dosis).

3.11

Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens

Abhängigkeit des ANSPRECHVERMÖGENS eines Detektors von einer Energiekenngröße

Anmerkung 1 zum Begriff: Als Energiekenngröße kann z. B. die Energie monoenergetischer Strahlung, die Energie des Maximums der SPEKTRALEN TEILCHENFLUENZ, die maximale Energie der Teilchen am Ort des Detektors oder der STRAHLUNGSQUALITÄTSINDEX verwendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die gesamte ENERGIEABHÄNGIGKEIT DES ANSPRECHVERMÖGENS kann in zwei Komponenten unterteilt werden: Die erste Komponente ist die sogenannte intrinsische Energieabhängigkeit der DOSIMETERSONDE, die die Abhängigkeit des Sondenmaterials von der ENERGIEDOSIS im Sondenmaterial beschreibt. So variiert z. B. bei TLDs das auf die ENERGIEDOSIS im TLD-Material bezogene Signal bei niederenergetischer Photonenstrahlung um bis zu 15 %. Die zweite Komponente betrifft die Änderung des Umrechnungsfaktors zwischen der ENERGIEDOSIS im Sondenmaterial und der ENERGIEDOSIS im Phantommaterial am MESSORT (z. B. das Verhältnis der Massenbremsvermögen von Wasser und Luft bei Ionisationskammern).

3.12**Energiedosis***D*

Differentialquotient $d\bar{\varepsilon}$ durch dm ; dabei ist $d\bar{\varepsilon}$ die mittlere Energie, die durch ionisierende Strahlung auf das Material in einem Volumenelement dV übertragen wird, und $dm = \rho dV$ die Masse des Materials mit der Dichte ρ in diesem Volumenelement:

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm} = \frac{1}{\rho} \times \frac{d\bar{\varepsilon}}{dV}$$

Einheit der ENERGIEDOSIS: „Gray“ (Einheitenzeichen Gy)

$$1\text{Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

[QUELLE: DIN 6814-3:2001-02]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Angabe einer ENERGIEDOSIS schließt die Nennung des Bezugsmaterials, das heißt des Materials von dm , ein. Beispiele: WASSER-ENERGIEDOSIS D_W , Luft-ENERGIEDOSIS D_a (Index „a“ für „air“). In der STRAHLENTHERAPIE wird in der Regel die WASSER-ENERGIEDOSIS verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ist ein DOSIMETER zur Messung der ENERGIEDOSIS für ein bestimmtes Bezugsmaterial kalibriert und wird es in einem davon verschiedenen Umgebungsmaterial verwendet, so werden Bezugs- und Umgebungsmaterial genannt. Beispiel: WASSER-ENERGIEDOSIS an einem Punkt in einem gewebeäquivalenten PHANTOM.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Quotient $z = \Delta\varepsilon/\Delta m$ wird als „spezifische Energie“ bezeichnet. Sie ist eine stochastische Größe, d. h. eine Größe, deren Wert im Einzelfall zufallsbedingten örtlichen und zeitlichen Schwankungen unterliegt. Bei wiederholten Messungen von $\Delta\varepsilon$ in einer kleinen Masse Δm wird die Werteverteilung von z durch eine Verteilungsfunktion beschrieben. Der Mittelwert der z -Werte stellt eine Schätzung des Erwartungswertes $\langle z \rangle$ dar, der sich als Mittelwert der Verteilung bei unendlich vielen Messungen ergeben würde. Es gilt der Zusammenhang

$$D = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} \langle z \rangle$$

D ist eine nicht-stochastische Größe. Durch diesen Zusammenhang wird der in diesem Abschnitt verwendete Differentialquotient näher erläutert. Entsprechendes gilt für die als Differentialquotient definierte KERMA.

3.13**Flachkammer**

IONISATIONSKAMMER mit einem Messvolumen von typischerweise $0,01 \text{ cm}^3$ bis $0,5 \text{ cm}^3$, deren Elektroden planparallel zueinander angeordnet sind, wobei die Schichtdicke des Messvolumens in Strahlungseinfallsrichtung wesentlich kleiner ist als in der dazu senkrechten Richtung und kleiner ist als die Breite der Schutzelektrode

[QUELLE: DIN 6800-2:2008-03]

3.14**Halbwertschichtdicke***s*

Schichtdicke eines in ein eng ausgeblendetes Strahlenbündel einheitlicher Richtung gebrachten Materials, durch welche die Luftkermaleistung hinter der Schicht unter Messbedingungen, die den Ausschluss der Streustrahlung gewährleisten, auf die Hälfte herabgesetzt wird

[QUELLE: DIN 6809-1:2010-03]

3.15**Halbwerttiefe** R_{50}

Tiefe in Wasser, in der unter gegebenen Messbedingungen die WASSER-ENERGIEDOSIS 50 % des Maximalwertes der TIEFENDOSISVERTEILUNG beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die HALBWERTTIEFE dient zur Charakterisierung der STRAHLUNGSQUALITÄT bei ELEKTRONEN-STRahlung.

3.16**Homogenitätskoeffizient** H

Verhältnis der ersten Halbwertschichtdicke (HWS) s_1 zur zweiten HWS s_2

$$H = \frac{s_1}{s_2}$$

[QUELLE: DIN 6809-1:2010-03]

3.17**Ionisationskammer**

Detektor für ionisierende Strahlung, bestehend aus einer luftgefüllten Kammer, in der ein elektrisches Feld anliegt, das keine Gasverstärkung bewirkt und das an den Elektroden die Ladungen sammelt, die sich aus den im Messvolumen des Detektors durch IONISIERENDE STRahlung erzeugten Ionen und Elektronen ergeben

[QUELLE: DIN EN 60731:2006-09]

3.18**Kalibrierfaktor** N

das unter BEZUGSBEDINGUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNG gültige Verhältnis des richtigen Wertes der WASSER-ENERGIEDOSIS D_w zu der UNKORRIGIERTEN ANZEIGE des DOSIMETERS

Anmerkung 1 zum Begriff: Der KALIBRIERFAKTOR ist demnach der Kehrwert des ANSPRECHVERMÖGENS unter BEZUGSBEDINGUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNG.

3.19**Kerma** K

Differentialquotient dE_{tr} durch dm ; dabei ist dE_{tr} die Summe der Anfangswerte der kinetischen Energien aller geladenen TEILCHEN, die von INDIRECT IONISIERENDER STRahlung aus dem Material in einem Volumenelement dV freigesetzt werden, und $dm = \rho dV$ die Masse des Materials mit der Dichte ρ in diesem Volumenelement:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE_{tr}}{dV}$$

Einheit der KERMA: „Gray“ (Einheitenzeichen Gy)

$$1\text{Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die KERMA ist eine Dosisgröße. Das Wort „KERMA“ ist aus den Anfangsbuchstaben von „Kinetic energy released per unit mass“ abgeleitet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Angabe einer KERMA schließt die Nennung des Bezugsmaterials, das heißt des Materials von dm , ein. Beispiele: LUFTKERMA K_a , WASSERKERMA K_w . Ist ein DOSIMETER zur Messung der KERMA für ein bestimmtes Bezugsmaterial kalibriert und wird es an oder in einem davon verschiedenen Umgebungsmaterial verwendet, so werden Bezugs- und Umgebungsmaterial genannt.

[QUELLE: DIN 6814-3:2001-01]

3.20**Korrektionsfaktor**

<Sondenmethode> Zahlenfaktor, mit dem das unberichtigte Messergebnis (Produkt aus der um die NULLANZEIGE M_0 verminderten UNKORRIGIERTEN ANZEIGE M und dem KALIBRIERFAKTOR N) zum Ausgleich einer systematischen Messabweichung multipliziert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: KORREKTIONSFAKTOREN werden durch Messung oder Rechnung ermittelt und sind mit einer UNSICHERHEIT behaftet. Daher ist ein vollständiger Ausgleich nicht möglich.

3.21**korrigierte Anzeige**

ANZEIGE, in der gegebenenfalls der KALIBRIERFAKTOR sowie einige KORREKTIONSFAKTOREN bereits berücksichtigt sind

3.22**linearer Schwächungskoeffizient**

μ

Quotient dN_p/N_p durch ds ; dabei ist N_p die Anzahl der auf einen Stoff auftreffenden (primären) Photonen, dN_p die Anzahl der Photonen, die auf dem Wegelement ds in diesem Stoff eine oder mehrere WECHSELWIRKUNGEN erleiden, und ds das entsprechende Wegelement:

$$\mu = \frac{1}{N_p} \frac{dN_p}{ds}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der LINEARE SCHWÄCHUNGSKOEFFIZIENT beinhaltet auch elastische Streuprozesse.

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.23**lineares Stoßbremsvermögen**

S_{col}

Quotient dE durch ds ; dabei ist dE der mittlere Energieverlust, den ein geladenes TEILCHEN der Energie E durch Kollisionen, das heißt durch Anregungen und IONISATIONEN, in einem betrachteten Stoff innerhalb der Weglänge ds erleidet, und ds die entsprechende Weglänge:

$$S_{\text{col}} = \left(\frac{dE}{ds} \right)_{\text{col}}$$

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.24**Luftkerma**

K_a

Verhältnis von dE_{tr} zu dm , wobei dE_{tr} die Summe der kinetischen Anfangsenergien aller geladenen Teilchen ist, die durch ungeladene ionisierende Korpuskeln in Luft der Masse dm freigesetzt wurde

[QUELLE: DIN EN 60731:2006-09]

3.25**Massen-Schwächungskoeffizient**

μ/ρ

Quotient μ durch ρ ; dabei ist μ der LINEARE SCHWÄCHUNGSKOEFFIZIENT eines Stoffes und ρ dessen Dichte

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.26**Massen-Stoßbremsvermögen** S_{col}/ρ

Quotient S_{col} durch ρ ; dabei ist S_{col} das LINEARE STOSSBREMSVERMÖGEN eines Stoffes und ρ dessen Dichte

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.27**Messergebnis**

Menge von Größenwerten, die einer MESSGRÖSSE zugewiesen sind, zusammen mit jeglicher verfügbarer relevanter Information

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein MESSERGEBNIS enthält im Allgemeinen „relevante Information“ über die Menge der Größenwerte, von denen einige repräsentativer für die MESSGRÖSSE sein können als andere. Dies kann in Form einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion ausgedrückt werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007]

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein MESSERGEBNIS wird oft als ein einziger MESSWERT und eine MESSUNSICHERHEIT ausgedrückt. Ein MESSERGEBNIS kann auch die Menge der Größenwerte sein, die in ihrer Gesamtheit eine funktionelle Abhängigkeit, z. B. ein DOSISPROFIL, darstellen.

3.28**Messgröße**

Größe, die gemessen werden soll

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Man spricht von einer MESSGRÖSSE, z. B. der ENERGIEDOSIS, der HALBWERTSCHICHTDICKE oder der PRAKTISCHEN REICHWEITE, als einem physikalischen Begriff, unabhängig von dem jeweiligen Größenwert bei einer bestimmten Messung.

3.29**Messort**

Punkt in dem durch die Messsonde ungestörten PHANTOM, für den der MESSWERT der ENERGIEDOSIS ermittelt wird

3.30**Messunsicherheit**

Unsicherheit

nichtnegativer Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die der MESSGRÖSSE auf der Grundlage der benutzten Information beigeordnet ist

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die MESSUNSICHERHEIT kann auch ganz allgemein eine bei der Auswertung von Messungen beteiligte Größe betreffen, ohne dass diese eine MESSGRÖSSE zu sein braucht. Die Benennung STANDARDMESSUNSICHERHEIT wird verwendet, wenn herausgestellt werden soll, dass die MESSUNSICHERHEIT durch eine STANDARDABWEICHUNG ausgedrückt wird.

3.31**Messwert**

Größenwert, der ein MESSERGEBNIS repräsentiert

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Unterschied zur ANZEIGE, die je nach Dosimeterart noch unkorrigiert ist oder bereits einige Korrekturen enthalten kann, stellt der MESSWERT den ermittelten Größenwert unter Anwendung aller Korrekturen dar.

3.32

Nullanzeige

M_0

UNKORRIGIERTE ANZEIGE eines DOSIMETERS in Abwesenheit der NUTZSTRAHLUNG

3.33

Phantom

<Dosimetrie> Objekt, das einen menschlichen Körper oder einen Teil desselben so nachbildet, dass es sich bei einem betrachteten dosimetrischen Verfahren in ausreichender Näherung physikalisch so verhält wie der Körper oder dessen Teil

3.34

Positionierungsvorschrift

<Sondenmethode> im Umgebungsmedium herzustellende Lagebeziehung des BEZUGSPUNKTES einer Sonde zum MESSORT

Anmerkung 1 zum Begriff: Durch die Positionierungsvorschrift wird ein Detektor so platziert, dass sein EFFEKTIVER MESSPUNKT mit dem beabsichtigten MESSORT im Umgebungsmedium zusammenfällt.

3.35

praktische Reichweite

R_p

Tiefe in Wasser, in der unter gegebenen Messbedingungen die Tangente an den Punkt des steilsten Abfalls der TIEFENDOSISKURVE den zu kleineren Tiefen extrapolierten Bremsstrahlungs-Ausläufer schneidet

[QUELLE: DIN 6809-1:2010-03]

3.36

Primärnormal

NORMAL, das auf einem Primärmessverfahren beruht oder auf Grundlage einer Vereinbarung als Artefakt geschaffen ist

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007]

3.37

räumliches Auflösungsvermögen

<Dosimetrie> Fähigkeit eines räumlich ausgedehnten Detektors zur möglichst punktwisen Erfassung von räumlich verteilten Dosiswerten

Anmerkung 1 zum Begriff: In 6.2.3.2 und 6.2.3.3 sind Parameter zur Beschreibung des lateralen Auflösungsvermögens und Tiefen-Auflösungsvermögens festgelegt.

3.38

Referenzbedingungen für die Dosismessung

Referenzbedingungen

Bedingungen, für die die KORREKTIONSAKTOREN zur Berücksichtigung des Einflusses der STRAHLUNGS-QUALITÄT gelten

Anmerkung 1 zum Begriff: In DIN 6800-2 sind z. B. als REFERENZBEDINGUNGEN FÜR DIE DOSISMESSUNG bestimmte Werte der MESSTIEFE, der FELDGRÖSSE und des FOKUS-OBERFLÄCHEN-ABSTANDES festgelegt.

3.39

Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens

Abhängigkeit des ANSPRECHVERMÖGENS eines DETEKTORS von der Einfallsrichtung einer unidirektionalen Strahlung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die RICHTUNGSABHÄNGIGKEIT DES ANSPRECHVERMÖGENS kann in eine Abhängigkeit des Ansprechvermögens vom Polar- oder Azimutwinkel unterteilt werden.

3.40**Sekundärelektronengleichgewicht**

idealisierte Zustand des STRahlungsfeldes einer PHOTONENSTRahlung an einem Punkt innerhalb eines Materials; er besteht dann, wenn die in einem kleinen Volumenelement von Photonen an SEKUNDÄRELEKTRONEN abgegebene Energie, soweit sie von diesen aus dem Volumenelement heraustransportiert und nicht danach in BREMSSTRahlung umgewandelt wird, gleich der von SEKUNDÄRELEKTRONEN in das Volumenelement hineintransportierten und darin verbleibenden Energie ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die ENERGIEDOSIS ergibt sich aus einer Bilanz der in ein Volumenelement hinein- und aus ihm heraustransportierten Energien von Photonen und Elektronen. Bei SEKUNDÄRELEKTRONENGLEICHGEWICHT stehen die in zwei verschiedenen Stoffen bei gleicher SPEKTRALER TEILCHENFLUSSDICHTe der Photonen erzeugten ENERGIEDOSEN entsprechend dieser Bilanz im Verhältnis der Massen-Energieabsorptionskoeffizienten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei SEKUNDÄRELEKTRONENGLEICHGEWICHT an einem Punkt in einem Material ist die SPEKTRALE TEILCHENFLUSSDICHTe der SEKUNDÄRELEKTRONEN an diesem Punkt gleich derjenigen, die dort vorhanden wäre, wenn in diesem Material bis zu Entfernungen gleich der Reichweite der SEKUNDÄRELEKTRONEN die gleiche SPEKTRALE TEILCHENFLUSSDICHTe der Photonen wie am interessierenden Punkt bestünde.

[QUELLE: DIN 6814-3:2001-01]

3.41**spektrale Teilchenfluenz**
 Φ_E

Verteilung der TEILCHENFLUENZ Φ in Bezug auf die Energie E der TEILCHEN

$$\Phi_E = \frac{d\Phi_E}{dE}$$

Dabei ist $d\Phi_E$ die Fluenz aller TEILCHEN, deren Energie in dem Energieintervall zwischen E und $E + dE$ liegt

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.42**Störungsfaktor**
 p

Faktor, mit dem die strahlungsqualitätsabhängigen Abweichungen von den BRAGG-GRAY-BEDINGUNGEN oder den Gleichgewichtsbedingungen korrigiert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der STÖRUNGSFAKTOR wird oftmals als Produkt aus Einzelstörungsfaktoren p_i dargestellt, die jeder für sich und unabhängig voneinander eine bestimmte Störung berücksichtigen.

Anmerkung 2 zum Begriff: STÖRUNGSFAKTOREN sind oftmals in den KORREKTIONSFAKTOREN zur Berücksichtigung des Einflusses der STRahlungSQUALITÄT enthalten (siehe z. B. DIN 6800-2).

3.43**Strahlungsfeld**

räumliche Verteilung von Strahlung im Vakuum oder in Materie

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein STRahlungSFELD wird durch ortsabhängige Kenngrößen der betreffenden Strahlung, z. B. die ENERGIEDOSISLEISTUNG, die TEILCHENFLUSSDICHTe oder die Quelldichte der ionisierenden Teilchen, beschrieben.

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.44**Strahlungsqualität**

Größen und Begriffe zur Klassifizierung der RELATIVEN SPEKTRALEN TEILCHENFLUSSDICHTe einer Strahlungsart für einen betrachteten Ort

Anmerkung 1 zum Begriff: In der TELEThERAPIE unterscheidet man zwischen der Strahlungsqualität der einfallenden Strahlung und der Strahlungsqualität innerhalb des Körpers oder Phantoms.

Anmerkung 2 zum Begriff: Je nach Strahlungsart werden zur Charakterisierung der STRAHLUNGSQUALITÄT der einfallenden Strahlung z. B. die Parameter ERSTE und ZWEITE HALBWERTSCHICHTDICKE, HOMOGENITÄTSKOEFFIZIENT, PRAKTISCHE SPITZENSPANNUNG, HALBWERTTIEFE der WASSER-ENERGIEDOSIS und STRAHLUNGSQUALITÄTSINDEX verwendet.

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.45

Strahlungsqualitätsindex

Q

Parameter, durch den die RELATIVE SPEKTRALE TEILCHENFLUSSDICHTHE einer hochenergetischen PHOTONEN-STRAHLUNG charakterisiert wird

[QUELLE: DIN 6809-1:2010-03]

3.46

Teilchenfluenz

Φ

Differentialquotient dN durch dA ; dabei ist dN die Anzahl der TEILCHEN, die in eine Kugel mit der Querschnittsfläche dA eintreten

$$\Phi = \frac{dN}{dA}$$

[QUELLE: DIN 6814-2:2000-07]

3.47

unkorrigierte Anzeige

M

ANZEIGE, in der der KALIBRIERFAKTOR und die KORREKTIONSFAKTOREN noch nicht berücksichtigt sind

3.48

Verdrängungseffekt

<Sondenmethode> die durch das Material der Sonde und die Verdrängung von Umgebungsmaterial bedingte Abweichung des MESSWERTES einer DOSIMETERSONDE von einem am Ort des BEZUGSPUNKTES im Umgebungsmedium platzierten punktförmigen Detektor

3.49

wasseräquivalentes Material

Material mit den gleichen radiologischen Eigenschaften wie Wasser

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Phantommaterialien wird die Wasseräquivalenz durch Übereinstimmung mit Wasser in den linearen WECHSELWIRKUNGSKOEFFIZIENTEN erreicht. Bei DOSIMETERSONDEN wird die Wasseräquivalenz durch Übereinstimmung mit Wasser in den massenbezogenen WECHSELWIRKUNGSKOEFFIZIENTEN erreicht.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Praxis werden oft Phantommaterialien mit *annähernder* Wasseräquivalenz verwendet (siehe Tabelle 3).

4 Sondenmethode

4.1 Grundlagen

4.1.1 Konzept der Sondenmethode

Die Sondenmethode ist ein Verfahren zur Messung der ENERGIEDOSIS am interessierenden Punkt, dem MESSORT, im oder am Körpergewebe des PATIENTEN oder im oder am Material eines radiologischen Körperphantoms. In der strahlentherapeutischen Praxis ist die MESSGRÖSSE die WASSER-ENERGIEDOSIS D_w am MESSORT. Für besondere, z. B. strahlenbiologische Zwecke wird aber auch die dem Körpergewebe zugeführte Gewebe-ENERGIEDOSIS D_G am MESSORT bestimmt.