| Bibliografie | |
|---|---|
| **Titel** | Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) |
| **Amtliche Abkürzung** | StrlSchV |
| **Normtyp** | Rechtsverordnung |
| **Normgeber** | Bund |
| **Gliederungs-Nr.** | 751-24-2 |

# Anlage 18 StrlSchV - Dosis- und Messgrößen

(zu den §§ 171, 197)

**Teil A: Messgrößen für äußere Strahlung**

Messgrößen für äußere Strahlung sind

1. für die Personendosis die Tiefen-Personendosis $H_p(10)$, die Augenlinsen-Personendosis $H_p(3)$ und die Oberflächen-Personendosis $H_p(0{,}07)$:

   a) die Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ ist die Äquivalentdosis in 10 Millimeter Tiefe im Körper an der Tragestelle des für die Messung vorgesehenen Dosimeters;

   b) die Augenlinsen-Personendosis $H_p(3)$ ist die Äquivalentdosis in 3 Millimeter Tiefe im Körper an der Tragestelle des für die Messung vorgesehenen Dosimeters;

   c) die Oberflächen-Personendosis $H_p(0{,}07)$ ist die Äquivalentdosis in 0,07 Millimeter Tiefe im Körper an der Tragestelle des für die Messung vorgesehenen Dosimeters;

2. für die Ortsdosis die Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$, die Richtungs-Äquivalentdosis in 3 Millimeter Tiefe $H'(3, \Omega)$ und die Richtungs-Äquivalentdosis in 0,07 Millimeter Tiefe $H'(0{,}07, \Omega)$:

   a) die Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld ist die Äquivalentdosis, die im zugehörigen ausgerichteten und aufgeweiteten Strahlungsfeld in 10 Millimeter Tiefe auf dem der Einfallsrichtung der Strahlung entgegengesetzt orientierten Radius der ICRU-Kugel erzeugt würde;

   b) die Richtungs-Äquivalentdosis $H'(3,\Omega)$ am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld ist die Äquivalentdosis, die im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld in 3 Millimeter Tiefe auf einem in festgelegter Richtung $\Omega$ orientierten Radius der ICRU-Kugel erzeugt würde;

   c) die Richtungs-Äquivalentdosis $H'(0{,}07,\Omega)$ am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld ist die Äquivalentdosis, die im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld in 0,07 Millimeter Tiefe auf einem in festgelegter Richtung $\Omega$ orientierten Radius der ICRU-Kugel erzeugt würde.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Dabei ist

1. ein aufgeweitetes Strahlungsfeld ein idealisiertes Strahlungsfeld, in dem die Teilchenflussdichte und die Energie- und Richtungsverteilung der Strahlung an allen Punkten eines ausreichend großen Volumens die gleichen Werte aufweisen wie das tatsächliche Strahlungsfeld am interessierenden Punkt,

2. ein aufgeweitetes und ausgerichtetes Feld ein idealisiertes Strahlungsfeld, das aufgeweitet ist und in dem die Strahlung zusätzlich in eine Richtung ausgerichtet ist,

3. die ICRU-Kugel ein kugelförmiges Phantom von 30 Zentimeter Durchmesser aus ICRU-Weichteilgewebe (gewebeäquivalentes Material der Dichte 1 g/cm$^3$, Zusammensetzung: 76,2 Prozent Sauerstoff, 11,1 Prozent Kohlenstoff, 10,1 Prozent Wasserstoff, 2,6 Prozent Stickstoff).

**Teil B: Berechnung der Körperdosis**

1. Berechnung der Organ-Äquivalentdosis $H_T$:

Die durch die Strahlung R erzeugte Organ-Äquivalentdosis $H_{T,R}$ ist das Produkt aus der über das Gewebe oder Organ T gemittelten Energiedosis, der Organ-Energiedosis $D_{T,R}$, die durch die Strahlung R erzeugt wird, und dem Strahlungs-Wichtungsfaktor $w_R$ nach Teil C Nummer 1:

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R}$$

Bei Vorliegen mehrerer Strahlungsarten oder -energien mit unterschiedlichen Werten von $w_R$ werden die einzelnen Beiträge addiert. Für die gesamte Organ-Äquivalentdosis $H_T$ gilt dann:

$$H_T = \sum_R H_{T,R} = \sum_R w_R D_{T,R}$$

Organ-Äquivalentdosiswerte werden für eine idealisierte Person (Referenzperson) errechnet und sind separat für die männliche und die weibliche Referenzperson ($H_T^M$ bzw. $H_T^F$) auf Grund deren unterschiedlicher Merkmale zu ermitteln.

Zur Berechnung der lokalen Hautdosis wird die gemittelte Energiedosis der Haut in 0,07 Millimeter Gewebetiefe herangezogen.

Bei einer inneren Exposition berücksichtigt die Organ-Äquivalentdosis auch die nach dem Bezugszeitpunkt auftretende Exposition auf Grund des Verbleibs der Radionuklide im Körper (Folge-Organ-Äquivalentdosis).

Die Folge-Organ-Äquivalentdosis $H_T(\tau)$ ist das Zeitintegral der Organ-Äquivalentdosisleistung im Gewebe oder Organ T, die eine Person infolge einer Inkorporation radioaktiver Stoffe zum Zeitpunkt $t_0$ erhält:

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{H}_T(t)\,dt$$

$_T(t)$ bezeichnet die mittlere Organ-Äquivalentdosisleistung im Gewebe oder Organ T zum Zeitpunkt t.

Hierbei bezeichnet t den Zeitraum, über den die Integration erfolgt. Für Erwachsene ist ein Zeitraum von 50 Jahren und für Kinder der Zeitraum vom jeweiligen Alter bis zum Alter von 70 Jahren zugrunde zu legen, sofern kein anderer Wert angegeben wird.

2. Berechnung der effektiven Dosis E:

Die effektive Dosis nach § 5 Absatz 11 des Strahlenschutzgesetzes ist das zur Berücksichtigung der Strahlenwirkung auf verschiedene Organe oder Gewebe gewichtete Mittel von Organ-Äquivalentdosen; die Strahlenempfindlichkeiten der verschiedenen Organe oder Gewebe werden durch die Wichtungsfaktoren $w_T$ nach

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Teil C Nummer 2 berücksichtigt. Dabei ist über alle in Teil C Nummer 2 aufgeführten Organe und Gewebe zu summieren und über die Organ-Äquivalentdosiswerte für die männliche und weibliche Referenzperson zu mitteln:

$$E = \sum_T \frac{w_T}{2} (H_T^M + H_T^F)$$

Bei einer inneren Exposition berücksichtigt die effektive Dosis auch die nach dem Bezugszeitpunkt auftretende Exposition auf Grund des Verbleibs der Radionuklide im Körper (effektive Folgedosis).

Die effektive Folgedosis $E(\tau)$ ist die Summe der Folge-Organ-Äquivalentdosen $H_T(\tau)$ nach Nummer 1, jeweils multipliziert mit dem zugehörigen Gewebe-Wichtungsfaktor $w_T$ nach Teil C Nummer 2. Dabei ist über alle in Teil C Nummer 2 aufgeführten Organe und Gewebe zu summieren:

$$E(\tau) = \sum_T \frac{w_T}{2} \cdot \left( H_T^M(\tau) + H_T^F(\tau) \right)$$

Hierbei bezeichnet t den Zeitraum, über den die Integration erfolgt. Für Erwachsene ist ein Zeitraum von 50 Jahren und für Kinder der Zeitraum vom jeweiligen Alter bis zum Alter von 70 Jahren zugrunde zu legen, sofern kein anderer Wert angegeben wird.

Bei der Berechnung der effektiven Dosis ist die Energiedosis der Haut in 0,07 Millimeter Gewebetiefe über die ganze Haut zu mitteln.

3. Berechnung der effektiven Dosis durch Inhalation von Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen:

Es ist davon auszugehen, dass eine effektive Dosis von 1 Millisievert verursacht wird durch

a) eine Radon-222-Exposition von 0,32 Megabecquerel je Kubikmeter mal Stunde; dabei wird ein Wert des Gleichgewichtsfaktors zwischen Radon-222 und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten von 0,4 zugrunde gelegt, oder

b) eine potenzielle Alphaenergie-Exposition von 0,71 Millijoule durch Kubikmeter mal Stunde.

Die zuständige Behörde kann auf Grund der Expositionsbedingungen von Satz 1 Buchstabe a abweichende Umrechnungsfaktoren festlegen.

4. Berechnung der effektiven Dosis bei Inkorporation, Submersion oder Bodenkontamination:

Für die Berechnung der Exposition sind jeweils die Dosiskoeffizienten und Vorgaben aus den Zusammenstellungen im Bundesanzeiger Nummer 160 a und b vom 28. August 2001 Teil I und Teil II sowie im Bundesanzeiger vom 10. Mai 2023 (Bekanntmachung des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 17. April 2023, BAnz AT 10. Mai 2023 B7) heranzuziehen. Für die Ermittlung der Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung sind die Dosiskoeffizienten und Vorgaben aus der Zusammenstellung im Bundesanzeiger Nummer 160 a und b vom 28. August 2001 Teil I und Teil II heranzuziehen. Für Personen, die einer beruflichen Exposition ausgesetzt sind, oder für beruflich tätige Personen sind die Dosiskoeffizienten und Vorgaben aus den Zusammenstellungen im Bundesanzeiger Nummer 160 a und b vom 28. August 2001 Teil I und im Bundesanzeiger vom 10. Mai 2023 (Bekanntmachung des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 17. April 2023, BAnz AT 10. Mai 2023 B7) heranzuziehen. Die zuständige Behörde kann unter Berücksichtigung der Expositionsbedingungen andere Dosiskoeffizienten und Vorgaben nach dem Stand von Wissenschaft und Technik festlegen.

5. Berechnung der effektiven Dosis des ungeborenen Kindes:

a) Berechnung des Beitrags für das ungeborene Kind bei äußerer Exposition der schwangeren Person:

Für die Berechnung der Exposition sind jeweils die Dosisleistungskoeffizienten und Vorgaben aus

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

der Zusammenstellung im Bundesanzeiger (Bekanntmachung des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 17. April 2023, BAnz AT 10. Mai 2023 B6) heranzuziehen. Die zuständige Behörde kann unter Berücksichtigung der Expositionsbedingungen andere Dosisleistungskoeffizienten und Vorgaben nach dem Stand von Wissenschaft und Technik festlegen.

b) Berechnung des Beitrags für das ungeborene Kind aus einer inneren Exposition des ungeborenen Kindes auf Grund der Inkorporation von Radionukliden einer schwangeren Person:

Für die Berechnung der Exposition sind jeweils die Dosiskoeffizienten und Vorgaben aus der Zusammenstellung im Bundesanzeiger (Bekanntmachung des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 27. Juni 2022, BAnz AT 4. Juli 2022 B13) heranzuziehen. Die zuständige Behörde kann unter Berücksichtigung der Expositionsbedingungen andere Dosiskoeffizienten und Vorgaben nach dem Stand von Wissenschaft und Technik festlegen.

**Teil C: Werte des Strahlungs-Wichtungsfaktors und des Gewebe-Wichtungsfaktors**

1. Strahlungs-Wichtungsfaktor $w_R$:

Die Werte des Strahlungs-Wichtungsfaktors $w_R$ richten sich nach Art und Qualität des äußeren Strahlungsfeldes oder nach Art und Qualität der von einem inkorporierten Radionuklid emittierten Strahlung.

| Strahlungsart | Strahlungs-Wichtungsfaktor wR |
|---|---|
| Photonen | 1 |
| Elektronen und Myonen | 1 |
| Protonen und geladene Pionen | 2 |
| Alphateilchen, Spaltfragmente, Schwerionen | 20 |
| Neutronen, Energie *E*n < 1 | $2{,}5 + 18{,}2\, e^{-[\ln(E_n)]^2/6}$ |
| Neutronen, 1 ≤ Energie *E*n ≤ 50 | $5{,}0 + 17{,}0\, e^{-[\ln(2\, E_n)]^2/6}$ |
| Neutronen, Energie *E*n > 50 | $2{,}5 + 3{,}25\, e^{-[\ln(0{,}04\, E_n)]^2/6}$ |

$E_n$ ist der Zahlenwert der Neutronenenergie in MeV.

2. Gewebe-Wichtungsfaktor $w_T$

| Gewebe oder Organe | | Gewebe-Wichtungsfaktor wT |
|---|---|---|
| 1. | Knochenmark (rot) | 0,12 |
| 2. | Dickdarm | 0,12 |
| 3. | Lunge | 0,12 |
| 4. | Magen | 0,12 |

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

| Gewebe oder Organe | | Gewebe-Wichtungsfaktor wT |
|---|---|---|
| 5. | Brust | 0,12 |
| 6. | Keimdrüsen | 0,08 |
| 7. | Blase | 0,04 |
| 8. | Speiseröhre | 0,04 |
| 9. | Leber | 0,04 |
| 10. | Schilddrüse | 0,04 |
| 11. | Haut | 0,01 |
| 12. | Knochenoberfläche | 0,01 |
| 13. | Gehirn | 0,01 |
| 14. | Speicheldrüsen | 0,01 |
| 15. | Andere Organe oder Gewebe [1] | 0,12 |

**Teil D: Qualitätsfaktor Q**

Die Werte des Qualitätsfaktors Q der ICRU in Abhängigkeit von dem unbeschränkten linearen Energieübertragungsvermögen L in Wasser bestimmen sich nach den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) von 2007: ICRP-Veröffentlichung 103, die im digitalen Online Repositorium und Informations-System (DORIS) des Bundesamtes für Strahlenschutz unter der Kennung urn:nbn:de:0221-2009082154 veröffentlicht sind, wie folgt:

| L | Q(L) |
|---|---|
| < 10 | 1 |
| 10 ≤ L ≤ 100 | 0,32*L - 2,2 |
| L > 100 | $300/\sqrt{L}$ |

L ist der Zahlenwert des linearen Energieübertragungsvermögens in Wasser in keV/µm.

Fußnoten

[1] Der Gewebe-Wichtungsfaktor für andere Organe oder Gewebe bezieht sich auf das arithmetische Mittel der Dosen der 13 Organe und Gewebe für jedes Geschlecht, die nachfolgend aufgelistet sind. Restliche Gewebe: Nebennieren, obere Atemwege, Gallenblase, Herz, Nieren, Lymphknoten, Muskelgewebe, Mundschleimhaut, Bauchspeicheldrüse, Prostata (Männer), Dünndarm, Milz, Thymus, Gebärmutter/ Gebärmutterhals (Frauen).

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH