

HANSER

Inhaltsverzeichnis

Hans-Gerrit Vogt, Heinrich Schultz

Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes

ISBN: 978-3-446-42593-4

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42593-4>

sowie im Buchhandel.

Inhalt

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Aufbau der Materie | 3 |
| 3 | Strahlungsarten | 7 |
| 3.1 | Materiestrahlung | 7 |
| 3.2 | Wellenstrahlung | 7 |
| 3.3 | Eigenschaften der Strahlung | 8 |
| 4 | Strahlungsquellen | 11 |
| 4.1 | Radioaktive Stoffe | 11 |
| 4.1.1 | Aktivität | 11 |
| 4.1.2 | Kernprozesse | 11 |
| 4.1.3 | Halbwertszeit | 16 |
| 4.1.4 | Natürliche und künstliche Radioaktivität | 17 |
| 4.1.5 | Aktivitäten bei Umwandlungsreihen | 19 |
| 4.1.6 | Kenngößen radioaktiver Stoffe | 22 |
| 4.1.7 | Radioaktive Quellen | 24 |
| 4.2 | Strahlungsgeneratoren | 25 |
| 4.2.1 | Röntgenröhre | 25 |
| 4.2.2 | Teilchenbeschleuniger | 27 |
| 4.2.2.1 | Gleichspannungsfeld-Beschleuniger | 28 |
| 4.2.2.2 | Wechselspannungsfeld-Linearbeschleuniger | 29 |
| 4.2.2.3 | Ringbeschleuniger mit konstantem Magnetfeld | 31 |
| 4.2.2.4 | Ringbeschleuniger mit veränderlichem Magnetfeld | 33 |
| 4.2.2.5 | Strahlungsfelder an Beschleunigern | 34 |
| 4.2.3 | Kernreaktor | 36 |
| 4.2.4 | Störstrahler | 37 |
| 5 | Ausbreitung von Strahlung in Materie | 41 |
| 5.1 | Strahlungsfelder und Wechselwirkungen | 41 |
| 5.2 | Direkt ionisierende Strahlung | 44 |
| 5.2.1 | Alphastrahlung | 46 |
| 5.2.2 | Beta- und Elektronenstrahlung | 47 |
| 5.3 | Indirekt ionisierende Strahlung | 47 |
| 5.3.1 | Photonenstrahlung | 47 |
| 5.3.2 | Neutronenstrahlung | 49 |
| 5.4 | Kernreaktionen | 50 |
| 5.5 | Kernspaltungskettenreaktionen | 52 |
| 5.6 | Teilchenkaskaden | 55 |
| 5.7 | Änderung von Materialeigenschaften | 56 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 6 | Strahlungswirkungsgrößen | 59 |
| 6.1 | Dosis | 59 |
| 6.1.1 | Energiedosis | 59 |
| 6.1.2 | Ionendosis | 59 |
| 6.1.3 | Kerma | 60 |
| 6.2 | Dosisbegriffe im Strahlenschutz | 62 |
| 6.2.1 | Operative Größen | 62 |
| 6.2.1.1 | Äquivalentdosis | 62 |
| 6.2.1.2 | Ortsdosis | 64 |
| 6.2.1.3 | Personendosis | 68 |
| 6.2.1.4 | Bisher gebräuchliche Messgrößen | 69 |
| 6.2.2 | Schutzgrößen | 70 |
| 6.2.2.1 | Organdosis | 70 |
| 6.2.2.2 | Effektive Dosis | 72 |
| 6.3 | Dosisleistung | 74 |
| 6.4 | Potenzielle Alphaenergie-Exposition | 75 |
| 7 | Biologische Wirkung ionisierender Strahlung | 79 |
| 7.1 | Grundlagen | 79 |
| 7.2 | Deterministische Strahlenschäden | 82 |
| 7.3 | Stochastische somatische Strahlenschäden | 85 |
| 7.4 | Genetische Strahlenschäden | 89 |
| 7.5 | Natürliche und zivilisatorische Strahlungsquellen | 91 |
| 7.6 | Arbeiten in natürlichen Strahlungsfeldern | 100 |
| 8 | Strahlungsmessung | 107 |
| 8.1 | Messaufgaben | 107 |
| 8.2 | Strahlungsdetektoren | 107 |
| 8.2.1 | Ionisationskammer | 107 |
| 8.2.2 | Proportionalzählrohr | 109 |
| 8.2.3 | Auslösezählrohr | 112 |
| 8.2.4 | Szintillator | 115 |
| 8.2.5 | Photoemulsion | 120 |
| 8.2.6 | Lumineszenzdetektor | 120 |
| 8.2.7 | Halbleiterdetektor | 121 |
| 8.2.8 | Festkörper-Kernspurdetektor | 129 |
| 8.2.9 | Sonstige Detektoren | 130 |
| 8.3 | Strahlenschutzmessgeräte | 131 |
| 8.3.1 | Einsatzweise von Messgeräten | 131 |
| 8.3.2 | Personendosismessgeräte | 132 |
| 8.3.2.1 | Photonenstrahlung | 132 |
| 8.3.2.2 | Neutronenstrahlung | 140 |
| 8.3.2.3 | Beta- und Photonenstrahlung | 143 |
| 8.3.2.4 | Alphastrahlung | 146 |
| 8.3.2.5 | Anwendungshinweise | 148 |

| | |
|--|-----|
| 8.3.3 Ortsdosis- und Ortsdosisleistungsmessgeräte | 148 |
| 8.3.3.1 Photonenstrahlung | 149 |
| 8.3.3.2 Neutronenstrahlung | 156 |
| 8.3.3.3 Beta- und Photonenstrahlung | 159 |
| 8.3.3.4 Anwendungshinweise | 160 |
| 8.3.4 Oberflächenkontaminations-Messgeräte | 162 |
| 8.3.4.1 Mobile Geräte | 162 |
| 8.3.4.2 Stationäre Geräte | 167 |
| 8.3.4.3 Anwendungshinweise | 168 |
| 8.3.5 Aktivitätsmessgeräte | 169 |
| 8.3.5.1 Messung an Festsubstanzproben | 169 |
| 8.3.5.2 Messung an Flüssigkeiten | 172 |
| 8.3.5.3 Messung an Luft | 174 |
| 8.3.5.4 Messung inkorporierter radioaktiver Stoffe | 177 |
| 8.3.5.5 Anwendungshinweise | 180 |
| 8.3.6 Messsystem der Spektrometrie | 182 |
| 8.3.6.1 Aufbau von Impulshöhenanalysatoren | 182 |
| 8.3.6.2 Messungen mit Vielkanalanalysatoren | 187 |
| 8.3.6.3 Messungen mit Bonnerkugeln | 194 |
| 8.3.6.4 Anwendungshinweise | 195 |
| 8.4 Berechnung von Aktivitäten aus Impulsraten | 197 |
| 8.5 Statistische Messunsicherheit bei Impulzzählungen | 202 |
| 8.5.1 Messungen bei Vernachlässigung des Nulleffekts | 202 |
| 8.5.2 Messungen bei Berücksichtigung des Nulleffekts | 206 |
| 8.6 Erkennungsgrenze und Nachweisgrenze | 207 |
| | |
| 9 Schutzmaßnahmen gegen Strahlungsfelder | 211 |
| 9.1 Grundregeln für den Schutz gegen Strahlungsfelder | 211 |
| 9.2 Begrenzung der Quellstärke | 212 |
| 9.3 Beschränkung der Aufenthaltsdauer | 212 |
| 9.4 Einhaltung großer Abstände zur Quelle | 212 |
| 9.4.1 Alphastrahlung | 216 |
| 9.4.2 Beta- und Elektronenstrahlung | 216 |
| 9.4.3 Gammastrahlung und monoenergetische Photonen- strahlung | 217 |
| 9.4.4 Röntgen- und Bremsstrahlung | 219 |
| 9.4.5 Neutronenstrahlung | 220 |
| 9.5 Abschirmung von Strahlungsfeldern | 222 |
| 9.5.1 Alphastrahlung und schnell bewegte Atomkerne | 223 |
| 9.5.2 Beta- und Elektronenstrahlung | 223 |
| 9.5.3 Gammastrahlung und monoenergetische Photonen- strahlung | 224 |
| 9.5.4 Röntgen- und Bremsstrahlung | 229 |
| 9.5.5 Neutronenstrahlung | 230 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 9.6 | Schutz gegen Oberflächenstreustrahlung | 232 |
| 9.6.1 | Photonenstrahlung | 233 |
| 9.6.2 | Neutronenstrahlung | 234 |
| 10 | Schutzmaßnahmen gegen Kontaminationen | 237 |
| 10.1 | Gefährdung durch Kontaminationen | 237 |
| 10.2 | Grundregeln für den Schutz gegen Kontaminationen | 243 |
| 10.2.1 | Kontamination der Luft | 243 |
| 10.2.2 | Kontamination des Wassers | 244 |
| 10.2.3 | Kontamination von Oberflächen | 245 |
| 10.2.4 | Kontamination von Nahrungsmitteln | 246 |
| 10.3 | Abschätzung der Folgedosis | 246 |
| 10.3.1 | Inhalation | 247 |
| 10.3.2 | Ingestion | 248 |
| 10.3.3 | Permeation | 248 |
| 10.4 | Abschätzung der zugeführten Aktivität | 249 |
| 10.4.1 | Messung von Aktivitätskonzentration und spezifischer Aktivität | 250 |
| 10.4.2 | Ganzkörper- und Teilkörpermessung | 250 |
| 10.4.3 | Ausscheidungsmessung | 251 |
| 10.5 | Strahlenexposition bei kontaminierter Umgebung | 253 |
| 10.5.1 | Submersion und Immersion | 253 |
| 10.5.2 | Bodenkontamination. | 253 |
| 10.6 | Strahlenexposition nach Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung | 254 |
| 10.6.1 | Kurzzeitige Ausbreitung in der Atmosphäre | 255 |
| 10.6.1.1 | Aktivitätsverteilung in der Luft | 255 |
| 10.6.1.2 | Wirkungen von Aktivitätskonzentrationen | 257 |
| 10.6.2 | Langzeitige Ausbreitung in der Atmosphäre | 260 |
| 10.6.3 | Ausbreitung über die Nahrungskette | 260 |
| 10.6.4 | Ausbreitung durch Verschleppen bei Ortsveränderungen | 261 |
| 11 | Rechtsvorschriften im Strahlenschutz | 263 |
| 11.1 | Grundlagen. | 263 |
| 11.2 | Rechtsvorschriften in Deutschland | 265 |
| 11.3 | Anwendungsbereich von Strahlenschutz- und Röntgenverordnung | 266 |
| 11.3.1 | Strahlenschutzverordnung | 266 |
| 11.3.2 | Röntgenverordnung | 269 |
| 11.4 | Personengruppen | 270 |
| 11.5 | Grenzwerte beruflicher Strahlenexposition | 272 |
| 11.5.1 | Tätigkeiten | 272 |
| 11.5.2 | Arbeiten | 274 |
| 11.6 | Strahlenschutzbereiche | 274 |
| 11.7 | Personenüberwachung | 279 |
| 11.8 | Schutz der Bevölkerung | 279 |
| 11.9 | Organisatorische Schutzmaßnahmen | 282 |

| | | |
|------------------|--|-----|
| 11.10 | Beförderung radioaktiver Stoffe | 283 |
| 11.11 | Eichung von Strahlenschutzmessgeräten. | 288 |
| 12 | Strahlenschutz in speziellen Tätigkeitsbereichen | 291 |
| 12.1 | Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen. | 292 |
| 12.1.1 | Allgemeine Gesichtspunkte | 292 |
| 12.1.2 | Mess- und Regeltechnik | 296 |
| 12.1.3 | Zerstörungsfreie Prüfung | 299 |
| 12.2 | Strahlungsgeneratoren | 304 |
| 12.2.1 | Röntgeneinrichtungen. | 304 |
| 12.2.1.1 | Allgemeine Gesichtspunkte | 304 |
| 12.2.1.2 | Mess- und Regeltechnik | 305 |
| 12.2.1.3 | Zerstörungsfreie Prüfung | 310 |
| 12.2.1.4 | Prüfung, Erprobung, Wartung und Instandsetzung | 314 |
| 12.2.2 | Teilchenbeschleuniger | 315 |
| 12.2.3 | Störstrahler | 322 |
| 12.3 | Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen. | 324 |
| 12.3.1 | Allgemeine Gesichtspunkte | 324 |
| 12.3.2 | Arbeitsplanung und Handlungsweisen | 328 |
| 12.3.3 | Verhaltens- und Arbeitsregeln | 331 |
| 12.3.4 | Überwachungsmessungen | 335 |
| 12.3.5 | Abfallbehandlung | 341 |
| 12.4 | Kerntechnische Anlagen | 342 |
| 12.5 | Beförderung radioaktiver Stoffe | 346 |
| 12.6 | Maßnahmen bei Stör- und Unfällen sowie außergewöhnlichen Ereignisabläufen | 348 |
| 13 | Pflichten nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung | 351 |
| Anhang | | 367 |
| 14 | Anwendungsbeispiele | 369 |
| 15 | Tabellen und Diagramme | 409 |
| 16 | Fachverzeichnisse | 521 |
| 16.1 | Bezugsquellen für Literatur, Formblätter und Dienstleistungen | 521 |
| 16.2 | Online-Nukleardaten/Programm-Service | 530 |
| 16.3 | Computer-Programme | 532 |
| 16.4 | Literaturverzeichnis | 535 |
| 17 | Sachwortverzeichnis | 577 |