

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	Kenngrößen 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 Photonenstrahlung	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 Photonenstrahlung	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