

Inhalt

Vorwort	V
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	17
4.1.4 Natürliche und künstliche Radioaktivität	18
4.1.5 Aktivitäten bei Umwandlungsreihen	21
4.1.6 Kenngrößen radioaktiver Stoffe	23
4.1.7 Radioaktive Quellen	25
4.2 Strahlungsgeneratoren	27
4.2.1 Röntgenröhre	27
4.2.2 Teilchenbeschleuniger	29
4.2.2.1 Gleichspannungsfeld-Beschleuniger	30
4.2.2.2 Wechselfeldspannungsfeld-Linearbeschleuniger	31
4.2.2.3 Ringbeschleuniger mit konstantem Magnetfeld	34
4.2.2.4 Ringbeschleuniger mit veränderlichem Magnetfeld ..	36
4.2.2.5 Strahlungsfelder an Beschleunigern	38
4.2.3 Kernreaktor	40
4.2.4 Störstrahler	42

5	Ausbreitung von Strahlung in Materie	45
5.1	Strahlungsfelder und Wechselwirkungen	45
5.2	Direkt ionisierende Strahlung	49
5.2.1	Alphastrahlung	52
5.2.2	Beta- und Elektronenstrahlung	52
5.3	Indirekt ionisierende Strahlung	53
5.3.1	Photonenstrahlung	53
5.3.2	Neutronenstrahlung	55
5.4	Kernreaktionen	57
5.5	Kernspaltungskettenreaktionen	60
5.6	Teilchenkaskaden	63
5.7	Änderung von Materialeigenschaften	64
6	Strahlungswirkung	67
6.1	Allgemeine Dosisbegriffe	67
6.1.1	Energiedosis	67
6.1.2	Ionendosis	68
6.1.3	Kerma	69
6.2	Dosisbegriffe im Strahlenschutz	71
6.2.1	Schutzgrößen	71
6.2.1.1	Organ-Äquivalentdosis	72
6.2.1.2	Effektive Dosis	74
6.2.2	Messgrößen	77
6.2.2.1	Mess-Äquivalentdosis	77
6.2.2.2	Ortsdosis	79
6.2.2.3	Personendosis	86
6.2.2.4	Luftkerma	88
6.3	Dosisleistung	90
6.4	Potenzielle Alphaenergie-Exposition	91
6.5	Biologische Wirkung ionisierender Strahlung	93
6.5.1	Grundlagen	93
6.5.2	Deterministische Strahlenschäden	98
6.5.3	Stochastische somatische Strahlenschäden	100
6.5.4	Genetische Strahlenschäden	106
7	Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition	109

8	Strahlungsmessung	123
8.1	Messaufgaben	123
8.2	Strahlungsdetektoren	124
8.2.1	Ionisationskammer	124
8.2.2	Proportionalzählrohr	126
8.2.3	Auslösezählrohr	129
8.2.4	Szintillator	132
8.2.5	Photoemulsion	137
8.2.6	Lumineszenzdetektor	138
8.2.7	Halbleiterdetektor	139
8.2.8	Festkörper-Kernspurdetektor	148
8.2.9	Sonstige Detektoren	149
8.3	Strahlenschutzmessgeräte	150
8.3.1	Einsatzweise von Messgeräten	150
8.3.2	Personendosismessgeräte	152
8.3.2.1	Photonenstrahlung	152
8.3.2.2	Beta- und Photonenstrahlung	159
8.3.2.3	Neutronenstrahlung	161
8.3.2.4	Alphastrahlung	166
8.3.2.5	Anwendungshinweise	168
8.3.3	Ortsdosis- und Ortsdosisleistungsmessgeräte	168
8.3.3.1	Beta- und Photonenstrahlung	169
8.3.3.2	Neutronenstrahlung	177
8.3.3.3	Anwendungshinweise	181
8.3.4	Oberflächenkontaminations-Messgeräte	183
8.3.4.1	Mobile Geräte	184
8.3.4.2	Stationäre Geräte	189
8.3.4.3	Anwendungshinweise	190
8.3.5	Aktivitätsmessgeräte	191
8.3.5.1	Messung an Festsubstanzproben	191
8.3.5.2	Messung an Flüssigkeiten	193
8.3.5.3	Messung an Luft	196
8.3.5.4	Messung inkorporierter radioaktiver Stoffe	200
8.3.5.5	Anwendungshinweise	203
8.3.6	Messsysteme der Spektrometrie	205
8.3.6.1	Messungen mit Impulshöhenanalysatoren	205
8.3.6.2	Messungen mit Bonnerkugeln	218
8.3.6.3	Anwendungshinweise	219
8.4	Berechnung von Aktivitäten aus Impulsraten	222

8.5	Statistische Messunsicherheit bei Impulszählungen	228
8.5.1	Grundlegendes	229
8.5.2	Primäres Ergebnis und Standardunsicherheit	231
8.5.3	Vertrauensgrenzen	234
8.5.4	Erkennungs- und Nachweisgrenze	237
8.5.5	Messungen mit Impulszähler	240
8.5.6	Messung mit Ratemeter	245
8.5.7	Prüfung auf statistische Reinheit	247
9	Schutzmaßnahmen gegen Strahlungsfelder	251
9.1	Grundregeln für den Schutz gegen Strahlungsfelder	251
9.2	Begrenzung der Quellstärke	252
9.3	Beschränkung der Aufenthaltsdauer	253
9.4	Einhalten großer Abstände zur Quelle	253
9.4.1	Alphastrahlung	257
9.4.2	Beta- und Elektronenstrahlung	258
9.4.3	Gammastrahlung und monoenergetische Photonenstrahlung ..	259
9.4.4	Röntgen- und Bremsstrahlung	262
9.4.5	Neutronenstrahlung	263
9.5	Abschirmung von Strahlungsfeldern	265
9.5.1	Alphastrahlung und schnell bewegte Atomkerne	265
9.5.2	Beta- und Elektronenstrahlung	266
9.5.3	Gammastrahlung und monoenergetische Photonenstrahlung ..	267
9.5.4	Röntgen- und Bremsstrahlung	272
9.5.5	Neutronenstrahlung	273
9.6	Schutz gegen Oberflächenstreustrahlung	275
9.6.1	Photonenstrahlung	277
9.6.2	Neutronenstrahlung	278
10	Schutzmaßnahmen gegen Kontaminationen	281
10.1	Gefährdung durch Kontaminationen	281
10.2	Grundregeln für den Schutz gegen Kontaminationen	290
10.2.1	Kontamination der Luft	290
10.2.2	Kontamination des Wassers	291
10.2.3	Kontamination von Oberflächen	292
10.2.4	Kontamination von Nahrungsmitteln	293
10.3	Abschätzung der Folgedosis	294
10.3.1	Inhalation	294
10.3.2	Ingestion	296
10.3.3	Permeation	296

10.4	Abschätzung der zugeführten Aktivität	297
10.4.1	Messung von Aktivitätskonzentration und spezifischer Aktivität	297
10.4.2	Ganzkörper- und Teilkörpermessung	298
10.4.3	Ausscheidungsmessung	299
10.5	Strahlenexposition bei kontaminierter Umgebung	301
10.5.1	Submersion und Immersion	301
10.5.2	Bodenkontamination	303
10.6	Strahlenexposition nach Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung	303
10.6.1	Kurzzeitige Ausbreitung in der Atmosphäre	304
10.6.1.1	Aktivitätsverteilung in der Luft	304
10.6.1.2	Wirkungen von Aktivitätskonzentrationen	308
10.6.2	Langzeitige Ausbreitung in der Atmosphäre	311
10.6.3	Ausbreitung über die Nahrungskette	311
10.6.4	Ausbreitung durch Verschleppen bei Ortsveränderungen	312
11	Rechtsvorschriften im Strahlenschutz	313
11.1	Grundlagen	313
11.2	Strahlenschutzrecht in der Europäischen Gemeinschaft	317
11.3	Rechtsvorschriften in Deutschland	319
11.3.1	Strahlenschutzgesetz (StrlSchG)	320
11.3.2	Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)	325
11.3.3	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung (AtEV)	326
11.4	Strahlenschutz nach StrlSchG und StrlSchV	327
11.4.1	Strahlenschutz bei geplanten Expositionssituationen	327
11.4.1.1	Organisation des Strahlenschutzes	327
11.4.1.2	Grenzwerte beruflicher Exposition	330
11.4.1.3	Strahlenschutzbereiche	331
11.4.1.4	Personenüberwachung	337
11.4.1.5	Schutz der Bevölkerung	338
11.4.1.6	Organisatorische Schutzmaßnahmen	340
11.4.2	Strahlenschutz bei Notfallexpositionssituationen	341
11.4.3	Strahlenschutz bei bestehenden Expositionssituationen	342
11.5	Mess- und Eichwesen im Strahlenschutz	344
11.6	Beförderung radioaktiver Stoffe	347
12	Strahlenschutz in speziellen Tätigkeitsbereichen	353
12.1	Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen	354
12.1.1	Allgemeine Gesichtspunkte	354

12.1.2	Mess- und Regeltechnik	361
12.1.3	Zerstörungsfreie Prüfung	363
12.1.4	Bestrahlungsanlagen	369
12.2	Strahlungsgeneratoren	372
12.2.1	Röntgeneinrichtungen	372
12.2.1.1	Allgemeine Gesichtspunkte	372
12.2.1.2	Mess- und Regeltechnik	374
12.2.1.3	Zerstörungsfreie Prüfung	379
12.2.1.4	Prüfung, Erprobung, Wartung und Instandsetzung ..	384
12.2.2	Teilchenbeschleuniger	385
12.2.3	Störstrahler	393
12.3	Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen	396
12.3.1	Allgemeine Gesichtspunkte	396
12.3.2	Arbeitsplanung und Handlungsweisen	402
12.3.3	Verhaltens- und Arbeitsregeln	405
12.3.4	Überwachungsmessungen	409
12.3.5	Abfallbehandlung	418
12.4	Tätigkeiten in natürlichen Strahlungsfeldern	421
12.4.1	Exposition durch kosmische Strahlung	422
12.4.2	Strahlenexposition durch uran- und thoriumhaltige Stoffe	425
12.4.3	Exposition durch Radon	430
12.4.4	Exposition durch Baustoffe und Altlasten	433
12.5	Kerntechnische Anlagen	434
12.6	Beförderung radioaktiver Stoffe	440
12.7	Maßnahmen bei außergewöhnlichen Ereignissen	443
13	Aufgaben und Pflichten nach StrlSchG, StrlSchV und AtEV im nicht medizinischen Bereich	447
14	Anwendungsbeispiele	469
15	Anhang: Tabellen und Diagramme	523
16	Fachverzeichnisse	657
16.1	Bezugsquellen für Literatur, Formblätter und Dienstleistungen	657
16.2	Online-Nukleardaten/Programm-Service	665
16.3	Computerprogramme	667
16.4	Literaturverzeichnis	671
16.4.1	Allgemeine Literatur	671

16.4.2	Wissenschaftliche Berichte und Empfehlungen	685
16.4.3	Veröffentlichungen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)	702
16.4.4	Regeln der Technik	702
16.4.5	Bekanntmachungen und Verwaltungsvorschriften	708
16.4.6	Rechtsvorschriften	712
Stichwortverzeichnis		715