

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	13
SUMMARY	17
RÉSUMÉ	21

TEIL A

ALLGEMEINE ANGABEN (GENERAL INFORMATION)

I	NATÜRLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT (NATURAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY)	
	Historische und gesetzliche Grundlagen der Überwachung (<i>Historical and legal basis of surveillance</i>)	26
1.	Natürliche Umweltradioaktivität (<i>Natural environmental radioactivity</i>)	28
2.	Zivilisatorisch veränderte natürliche Umweltradioaktivität (<i>Technologically enhanced natural environmental radioactivity</i>)	30
2.1	Hinterlassenschaften und Rückstände aus Bergbau und Industrie (<i>Relics and residues of mining and industry</i>)	30
2.2	Radon in Gebäuden (<i>Radon in buildings</i>)	33
2.3	Radioaktive Stoffe in Baumaterialien und Industrieprodukten (<i>Radioactive substances in building materials and industrial products</i>)	34
II	KÜNSTLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT (ARTIFICIAL RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT)	
1.	Quellen künstlicher Radioaktivität (<i>Sources of artificial radioactivity</i>)	40
1.1	Kernwaffenversuche (<i>Nuclear weapons tests</i>)	40
1.2	Tschernobyl - Strahlenexposition durch den Reaktorunfall (<i>Chernobyl - radiation exposure from the accident</i>)	42
1.3	Kerntechnischen Anlagen - Allgemeine Angaben (<i>Nuclear facilities - general data</i>)	43
2.	Aktivitätsmessungen und Messnetze (<i>Activity measurements and monitoring networks</i>)	44
2.1	Luft und Niederschlag, Gamma-Ortsdosisleistung (<i>Air and precipitation, ambient gamma dose rate</i>)	46
2.2	Meerwasser und Binnengewässer (<i>Seawater and inland water</i>)	48
2.3	Böden (<i>Soils</i>)	50
2.4	Lebensmittel, Grund- und Trinkwasser (<i>Foodstuffs, groundwater, and drinking water</i>)	50
2.5	Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe (<i>Consumer goods, pharmaceutical products and their constituent materials</i>)	52
2.6	Abwasser und Klärschlamm (<i>Waste water and sewage sludge</i>)	53
2.7	Abfälle (<i>Waste</i>)	54
2.8	Inkorporationsüberwachung der Bevölkerung (<i>Monitoring of incorporation among the population</i>)	54

III	BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITION (OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE)	
1.	Personendosisüberwachung mit Dosimetern (Monitoring with personal dosimeters)	56
2.	Überwachung des fliegenden Personals (Aircraft crew monitoring)	56
3.	Überwachung von Arbeitsplätzen mit erhöhter Radonexposition (Monitoring of radon enhanced workplaces)	57
4.	Inkorporationsüberwachung beruflich strahlenexponierter Personen (Incorporation monitoring of occupationally exposed persons)	57
IV	STRAHLENEXPOSITION DURCH MEDIZINISCHE MASSNAHMEN (RADIATION EXPOSURES FROM MEDICAL APPLICATIONS)	
1.	Diagnostische Strahlenanwendungen (Diagnostic applications of radiation)	60
1.1	Röntgendiagnostik (X-ray diagnostics)	60
1.2	Nuklearmedizin, Diagnostik (Nuclear medicine, diagnostics)	62
1.3	Strahlenhygienische Bewertung der Strahlenexposition durch diagnostische Maßnahmen (Evaluation of exposures resulting from radio-diagnostic procedures)	62
1.4	Alternative Untersuchungsverfahren (Alternative examination procedures)	63
1.5	Qualitätssicherung (Quality assurance)	63
2.	Therapeutische Strahlenanwendungen (Therapeutic applications of radiation)	64
2.1	Strahlentherapie (Radiotherapy)	64
2.2	Nuklearmedizinische Therapie (Therapy with radiopharmaceuticals)	65
3.	Medizinische Forschung (Medical research)	65
4.	Herzschrittmacher (Pacemakers)	65
V	UMGANG MIT RADIOAKTIVEN STOFFEN UND IONISIERENDER STRAHLUNG (THE HANDLING OF RADIOACTIVE MATERIALS AND SOURCES OF IONISING RADIATION)	
1.	Grenzüberschreitende Verbringung radioaktiver Stoffe (Border-crossing transport of radioactive material)	68
2.	Beförderung radioaktiver Stoffe (Transport of radioactive material)	71
3.	Umgang mit radioaktiven Stoffen, Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, Röntgeneinrichtungen und Störstrahler (Handling of radioactive material, operation of devices for the production of ionising radiation and X-ray devices)	71
3.1	Anwender radioaktiver Stoffe (Users of radioactive sources)	71
3.2	Bestand radioaktiver Abfälle (Stock of radioactive waste)	71
3.3	Hochradioaktive Quellen (HRQ) (High-activity sealed sources (HASS))	72

3.4	Radioaktive Stoffe in Konsumgütern, Industrieerzeugnissen und technischen Strahlenquellen	72
	<i>(Radioactive substances in consumer goods, industrial products and radioactive sources)</i>	
3.5	Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, Röntgeneinrichtungen und Störstrahler	73
	<i>(Operation of devices for the production of ionising radiation and X-ray devices)</i>	
4.	Meldepflichtige besondere Vorkommnisse	73
	<i>(Exceptional events subject to reporting)</i>	
VI	NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG	
	<i>(NON-IONISING RADIATION)</i>	
1.	Physikalische Eigenschaften und Wirkungen nichtionisierender Strahlung	76
	<i>(Physical characteristics and effects of non-ionising radiation)</i>	
1.1	Statische Felder	76
	<i>(Static fields)</i>	
1.2	Niederfrequente Felder	77
	<i>(Low frequency fields)</i>	
1.3	Hochfrequente Felder	78
	<i>(High frequency fields)</i>	
1.4	Optische Strahlung	80
	<i>(Optical radiation)</i>	
1.4.1	UV-Strahlung	80
	<i>(UV-radiation)</i>	
1.4.2	Infrarotstrahlung	82
	<i>(Infrared Radiation)</i>	
1.5	Grenzwerte	84
	<i>(Limit values)</i>	

TEIL B

AKTUELLE DATEN UND DEREN BEWERTUNG ***(CURRENT DATA AND THEIR EVALUATION)***

I NATÜRLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT ***(NATURAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY)***

1.	Natürliche Umweltradioaktivität	86
	<i>(Natural environmental radioactivity)</i>	
2.	Zivilisatorisch veränderte natürliche Umweltradioaktivität	86
	<i>(Technologically enhanced natural environmental radioactivity)</i>	
2.1	Hinterlassenschaften und Rückstände aus Bergbau und Industrie	86
	<i>(Relics and residues of mining and industry)</i>	
2.1.1	Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser infolge der Tätigkeit der Wismut GmbH (Emissionen)	86
	<i>(Discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water as a result of the activities of the Wismut GmbH)</i>	
2.1.2	Überwachung der Konzentrationen radioaktiver Stoffe in den Umweltmedien in der Umgebung der Sanierungsbetriebe (Immissionen)	88
	<i>(Monitoring of the concentrations of radioactive substances in environmental media from areas in the vicinity of remediation facilities)</i>	
2.2	Radon in Gebäuden	91
	<i>(Radon in buildings)</i>	
2.3	Radioaktive Stoffe in Baumaterialien und Industrieprodukten	93
	<i>(Radioactive substances in building material and industrial products)</i>	

II KÜNSTLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT

(ARTIFICIAL RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT)

1.	Quellen künstlicher Radioaktivität 96 (Sources of artificial radioactivity)
1.1	Kernwaffenversuche 96 (Nuclear weapons tests)
1.2	Tschernobyl - Strahlenexposition durch den Reaktorunfall 97 (Chernobyl - radiation exposure from the accident)
1.3	Kerntechnische Anlagen 98 (Nuclear facilities)
1.3.1	Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen 102 (Radiation exposure from nuclear facilities)
2.	Aktivitätsmessungen und Messnetze 107 (Activity measurements and monitoring networks)
2.1	Luft und Niederschlag, Gamma-Ortsdosisleistung / Spurenanalyse 107 (Air and precipitation, ambient gamma dose rate / trace analysis)
2.1.1	Radionuklide in der bodennahen Luft 107 (Radionuclides in ground-level air)
2.1.2	Radioaktive Stoffe im Niederschlag (Gesamtdeposition) 116 (Total deposition of radionuclides)
2.1.3	Gamma-Ortsdosisleistung 120 (Ambient gamma dose rate)
2.1.4	Radioaktivität in Luft und Niederschlag in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 122 (Radioactivity in air and deposition in the surroundings of nuclear facilities)
2.1.5	Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus kerntechnischen Anlagen 125 (Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear facilities)
2.2	Meerwasser und Binnengewässer 133 (Seawater and inland water)
2.2.1	Meerwasser, Schwebstoff, Sediment 133 (Seawater, suspended matter, sediment)
2.2.2	Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment der Binnengewässer 145 (Surface water, suspended matter, and sediment in inland water)
2.2.3	Oberflächenwasser und Sediment der Binnengewässer in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 158 (Surface water and sediment from inland water in the surroundings of nuclear facilities)
2.2.4	Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen 165 (Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear facilities)
2.3	Böden 167 (Soil)
2.3.1	Boden, Pflanzen und Futtermittel 167 (Soil, plants, and animal feeding stuff)
2.3.2	Boden und Bewuchs in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 174 (Soil and vegetation from the surroundings of nuclear facilities)
2.4	Lebensmittel, Grund- und Trinkwasser 181 (Foodstuff, groundwater, and drinking water)
2.4.1	Grundwasser und Trinkwasser 181 (Groundwater and drinking water)
2.4.2	Grundwasser und Trinkwasser in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 182 (Groundwater and drinking water from the surroundings of nuclear facilities)
2.4.3	Milch und Milchprodukte 184 (Milk and milk products)
2.4.4	Milch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 186 (Milk from the surroundings of nuclear facilities)
2.4.5	Fische und Produkte des Meeres und der Binnengewässer 189 (Fish and seafood and fish from inland water)

2.4.6	Fische und Wasserpflanzen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen <i>(Fish and aquatic plants from the surroundings of nuclear facilities)</i>	194
2.4.7	Einzel Lebensmittel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung <i>(Individual foodstuffs, whole diet, baby and infant foods)</i>	196
2.4.8	Pflanzliche Nahrungsmittel in der Umgebung kerntechnischer Anlagen <i>(Foodstuffs of vegetable origin from the surroundings of nuclear facilities)</i>	209
2.5	Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe <i>(Consumer goods, pharmaceutical products and their raw materials)</i>	218
2.6	Abwasser und Klärschlamm <i>(Waste water and sewage sludge)</i>	219
2.7	Abfälle <i>(Waste)</i>	226
2.8	Inkorporationsüberwachung der Bevölkerung <i>(Monitoring of incorporation among the population)</i>	228
III	BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITIONEN <i>(OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURES)</i>	
1.	Personendosisüberwachung <i>(Monitoring of personal dose)</i>	236
1.1	Dosimeterüberwachte Personen <i>(Monitoring with personal dosimeters)</i>	236
1.2	Übersicht über beruflich strahlenexponierte Personen in kerntechnischen Anlagen <i>(Overview of data for occupationally exposed persons employed in nuclear facilities)</i>	240
2.	Überwachung des fliegenden Personals <i>(Aircraft crew monitoring)</i>	241
3.	Überwachung von Arbeitsplätzen mit erhöhter Radonexposition <i>(Monitoring of radon enhanced workplaces)</i>	242
4.	Inkorporationsüberwachung beruflich strahlenexponierter Personen <i>(Incorporation monitoring of occupationally exposed persons)</i>	242
IV	STRAHLENEXPOSITION DURCH MEDIZINISCHE MASSNAHMEN <i>(RADIATION EXPOSURES FROM MEDICAL APPLICATIONS)</i>	
1.	Diagnostische Strahlenanwendungen <i>(Diagnostic applications of radiation)</i>	244
1.1	Röntgendiagnostik <i>(X-ray diagnostics)</i>	244
1.2	Nuklearmedizin, Diagnostik <i>(Nuclear medicine diagnostics)</i>	247
1.3	Strahlenhygienische Bewertung der Strahlenexposition durch diagnostische Maßnahmen <i>(Evaluation of radiation exposures resulting from diagnostic procedures)</i>	248
1.4	Alternative Untersuchungsverfahren <i>(Alternative examination procedures)</i>	250
2.	Therapeutische Strahlenanwendungen <i>(Therapeutic applications of radiation)</i>	251
3.	Medizinische Forschung <i>(Medical research)</i>	251
4.	Herzschrittmacher <i>(Pacemakers)</i>	251
V	UMGANG MIT RADIOAKTIVEN STOFFEN UND IONISIERENDER STRAHLUNG <i>(THE HANDLING OF RADIOACTIVE MATERIALS AND SOURCES OF IONISING RADIATION)</i>	
1.	Grenzüberschreitende Verbringung radioaktiver Stoffe <i>(Border-crossing transport of radioactive material)</i>	254

1.1	Übersicht über die Ein- und Ausfuhrstatistik radioaktiver Stoffe (<i>Overview of statistics on the import and export of radioactive material</i>)	254
1.2	Einfuhrstatistik (<i>Import statistics</i>)	255
1.3	Ausfuhrstatistik (<i>Export statistics</i>)	257
1.4	Genehmigungen und Anzeigen (<i>Licenses and notifications</i>)	261
2.	Beförderung radioaktiver Stoffe (<i>Transport of radioactive material</i>)	262
2.1	Übersicht über Beförderungsgenehmigungen und Transporte radioaktiver Stoffe (<i>Overview of shipment approvals and transport of radioactive material</i>)	263
2.2	Beförderung radioaktiver Stoffe im Schienen- und Schiffsverkehr der Eisenbahnen (<i>Transport of radioactive material by the rail- and shipping traffic</i>)	264
3.	Umgang mit radioaktiven Stoffen, Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, Röntgeneinrichtungen und Störstrahler (<i>Handling of radioactive materials, operation of devices for the production of ionising radiation and X-ray devices</i>)	267
3.1	Anwender radioaktiver Stoffe (<i>Users of radioactive sources</i>)	267
3.2	Bestand radioaktiver Abfälle (<i>Stock of radioactive waste</i>)	272
3.3	Hochradioaktive Quellen (HRQ) (<i>High-activity sealed sources (HASS)</i>)	274
4.	Meldepflichtige besondere Vorkommnisse (<i>Unusual incidents subject to reporting</i>)	274
VI	NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG (NON-IONISING RADIATION)	
1.	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder - Forschung und aktuelle Themen (<i>Electric, magnetic and electromagnetic fields - research activities and current topics</i>)	282
1.1	Niederfrequente elektrische und magnetische Felder (<i>Low-frequency electric and magnetic fields</i>)	282
1.2	Hochfrequente elektromagnetische Felder (<i>High-frequency electromagnetic fields</i>)	283
2.	Optische Strahlung (<i>Optical radiation</i>)	286
2.1	Solares UV-Monitoring (<i>Solar UV-Monitoring</i>)	286
2.2	Forschung (<i>Research</i>)	287
2.3	Zertifizierung von Solarienbetrieben (<i>Certification of solaria</i>)	288

ANHANG (ANNEX)

1.	Erläuterung zu den verwendeten Begriffen (<i>Explanation of terms</i>)	292
1.1	Strahlendosis und ihre Einheiten (<i>Radiation dose and related units</i>)	292
1.2	Die Messung der Strahlendosen (<i>Measurement of radiation dose</i>)	293
1.3	Äußere und innere Bestrahlung (<i>External and internal radiation exposure</i>)	294

1.4	Stochastische und deterministische Strahlenwirkung ¹ (<i>Stochastic and deterministic radiation effects</i>)	295
1.5	Genetische Strahlenwirkungen (<i>Genetic radiation effects</i>)	296
1.6	Induktion bösartiger Neubildungen (<i>Induction of malignant neoplasms</i>)	296
1.7	Risikoabschätzung (<i>Risk assessment</i>)	297
1.8	Strahlenschutzmaßnahmen (<i>Radiation protection measures</i>)	298
2.	Physikalische Einheiten (<i>Physical units</i>)	299
3.	Glossar (<i>Glossary</i>)	301
4.	Liste der verwendeten Abkürzungen (<i>List of abbreviations</i>)	306
5.	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Empfehlungen, Erläuterungen und sonstige Regelungen zum Strahlenschutz - Auswahl (<i>Laws, ordinances, guidelines, recommendations, explanatory text and other regulations concerning radiation protection - assortment</i>)	310
6.	Liste ausgewählter Radionuklide (<i>List of selected radionuclides</i>)	313