

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 aus Bergbau und Industrie (<i>Residues of mining and industry</i>)	30
2.2	Radon in Gebäuden (<i>Radon in buildings</i>)	32
2.3	Radioaktive Stoffe in Baumaterialien und Industrieprodukten (<i>Radioactive substances in building materials and industrial products</i>)	33
II	KÜNSTLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT (ARTIFICIAL RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT)	
1.	Quellen künstlicher Radioaktivität (<i>Sources of artificial radioactivity</i>)	38
1.1	Kernwaffenversuche (<i>Nuclear weapons tests</i>)	38
1.2	Tschernobyl - Strahlenexposition durch den Reaktorunfall (<i>Tschernobyl - radiation exposure from the accident</i>)	40
1.3	Kerntechnischen Anlagen - Allgemeine Angaben (<i>Nuclear facilities - general data</i>)	41
2.	Aktivitätsmessungen und Messnetze (<i>Activity measurements and monitoring networks</i>)	42
2.1	Luft und Niederschlag, Gamma-Ortsdosisleistung (<i>Air and precipitation, ambient gamma dose rate</i>)	44
2.2	Meerwasser und Binnengewässer (<i>Seawater and inland water</i>)	45
2.3	Böden (<i>Soils</i>)	48
2.4	Lebensmittel, Gund- und Trinkwasser (<i>Foodstuffs, groundwater, and drinking water</i>)	48
2.5	Tabakerzeugnisse, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe (<i>Tobacco products, consumer goods, medical preparations and their constituent materials</i>)	50
2.6	Abwasser und Klärschlamm (<i>Waste water and sludge</i>)	50
2.7	Reststoffe und Abfälle (<i>Residues and wastes</i>)	51
2.8	Inkorporationsüberwachung der Bevölkerung (<i>Monitoring of incorporation among the population</i>)	52

III	BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITIONEN (OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURES)	
1.	Personendosisüberwachung (Monitoring of body dose)	54
2.	Überwachung des fliegenden Personals (Air crew monitoring)	54
3.	Überwachung von Arbeitsplätzen mit erhöhter Radonexposition (Monitoring of radon enhanced workplaces)	55
4.	Inkorporationsüberwachung beruflich strahlenexponierter Personen (Incorporation monitoring of occupationally exposed persons)	55
IV	STRAHLENEXPOSITION DURCH MEDIZINISCHE MASSNAHMEN (RADIATION EXPOSURES FROM MEDICAL APPLICATIONS)	
1.	Diagnostische Strahlenanwendungen (Diagnostic applications of radiation)	58
1.1	Röntgendiagnostik (X-ray diagnostics)	58
1.2	Nuklearmedizin, Diagnostik (Nuclear medicine, diagnostics)	60
1.3	Strahlenhygienische Bewertung der Strahlenexposition durch diagnostische Maßnahmen (Evaluation of exposures resulting from radio-diagnostic procedures)	60
1.4	Alternative Untersuchungsverfahren (Alternative examination procedures)	60
1.5	Qualitätssicherung (Quality assurance)	61
2.	Therapeutische Strahlenanwendungen (Therapeutic applications of radiation)	62
2.1	Strahlentherapie (Radiotherapie)	62
2.2	Nuklearmedizinische Therapie (Therapy with radiopharmaceuticals)	62
3.	Herzschrittmacher (Pacemakers)	63
4.	Medizinische Forschung (Medical research)	63
4.1	Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung gemäß § 23 StrlSchV an gesunden Probanden in der medizinischen Forschung (Application of radioactive substances or ionising radiation on healthy subjects in medical research)	63
4.2	Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung gemäß § 23 StrlSchV an Patienten in der medizinischen Forschung (Application of radioactive substances or ionising radiation on patients in medical research)	64
4.3	Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen in der medizinischen Forschung (Application of x-rays on humans in medical research)	64
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)	66
2.	Beförderung radioaktiver Stoffe (Transport of radioactive material)	68

3.	Umgang mit radioaktiven Stoffen, Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, Röntgeneinrichtungen und Störstrahler	68
	<i>(Handling of radioactive materials, operation of devices for the production of ionising radiation and X-ray devices)</i>	
3.1	Anwender radioaktiver Stoffe	69
	<i>(Users of radioactive sources)</i>	
3.2	Bestand radioaktiver Abfälle	69
	<i>(Stock of radioactive waste)</i>	
3.3	Radioaktive Stoffe in Konsumgütern, Industrieerzeugnissen und technischen Strahlenquellen	69
	<i>(Radioactive substances in consumer goods, industrial products and radioactive sources)</i>	
4.	Meldepflichtige besondere Vorkommnisse	70
	<i>(Exceptional events subject to reporting)</i>	

VI NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG (NON-IONISING RADIATION)

1.	Physikalische Eigenschaften und Wirkungen nichtionisierender Strahlung	72
	<i>(Physical characteristics and effects of non-ionising radiation)</i>	
1.1	Statische Felder	72
	<i>(Static fields)</i>	
1.2	Niederfrequente Felder	73
	<i>(Low frequency fields)</i>	
1.3	Hochfrequente Felder	74
	<i>(High frequency fields)</i>	
1.4	Optische Strahlung	76
	<i>(Optical radiation)</i>	
1.5	Grenzwerte	78
	<i>(Limit values)</i>	

TEIL B AKTUELLE DATEN UND DEREN BEWERTUNG (CURRENT DATA AND EVALUATION)

I NATÜRLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT (NATURAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY)

1.	Natürliche Umweltradioaktivität	80
	<i>(Natural environmental radioactivity)</i>	
2.	Zivilisatorisch veränderte natürliche Umweltradioaktivität	80
	<i>(Technologically enhanced natural environmental radioactivity)</i>	
2.1	Hinterlassenschaften aus Bergbau und Industrie	80
	<i>(Residues of mining and industry)</i>	
2.1.1	Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser infolge der Tätigkeit der Wismut GmbH (Emissionen)	80
	<i>(Discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water as a result of the activities of the Wismut GmbH - Emissions)</i>	
2.1.2	Überwachung der Konzentrationen radioaktiver Stoffe in den Umweltmedien in der Umgebung der Sanierungsbetriebe (Immissionen)	82
	<i>(Monitoring of the concentrations of radioactive substances in environmental media from areas in the vicinity of remediation facilities - Immissions)</i>	
2.2	Radon in Gebäuden	85
	<i>(Radon in buildings)</i>	
2.3	Radioaktive Stoffe in Baumaterialien und Industrieprodukten	87
	<i>(Radioactive substances in building materials and industrial products)</i>	

II KÜNSTLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT

(ARTIFICIAL RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT)

1.	Quellen künstlicher Radioaktivität 90 (Sources of artificial radioactivity)
1.1	Kernwaffenversuche 90 (Nuclear weapons tests)
1.2	Tschernobyl - Strahlenexposition durch den Reaktorunfall 91 (Tschernobyl - radiation exposure from the accident)
1.3	Kerntechnische Anlagen 92 (Nuclear facilities)
1.3.1	Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen 95 (Radiation exposure from nuclear facilities)
2.	Aktivitätsmessungen und Messnetze 100 (Activity measurements and monitoring networks)
2.1	Luft und Niederschlag, Gamma Ortsdosisleistung / Spurenanalyse 100 (Air and precipitation, ambient gamma dose rate / trace analysis)
2.1.1	Radionuklide in der bodennahen Luft 100 (Radionuclides in ground-level air)
2.1.2	Radioaktive Stoffe im Niederschlag (Gesamtdeposition) 107 (Total deposition of radionuclides)
2.1.3	Gamma-Ortsdosisleistung 112 (Ambient gamma dose rate)
2.1.4	Luft und Niederschlag in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 114 (Air and precipitation from the surroundings of nuclear facilities)
2.1.5	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft kerntechnischer Anlagen 117 (Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear facilities)
2.2	Meerwasser und Binnengewässer 126 (Seawater and inland water)
2.2.1	Meerwasser, Schwebstoff, Sediment 126 (Seawater, suspended matter, and sediment)
2.2.2	Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment der Binnengewässer 136 (Surface water, suspended matter, and sediment in inland water)
2.2.3	Oberflächenwasser und Sediment der Binnengewässer in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 149 (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 156 (Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear facilities)
2.3	Böden 158 (Soil)
2.3.1	Boden, Pflanzen und Futtermittel 158 (Soil, plants, and animal feedstuffs)
2.3.2	Boden und Bewuchs in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 164 (Soil and vegetation from the surroundings of nuclear facilities)
2.4	Lebensmittel, Grund- und Trinkwasser 173 (Foodstuffs, groundwater, and drinking water)
2.4.1	Grundwasser und Trinkwasser 173 (Groundwater and drinking water)
2.4.2	Grundwasser und Trinkwasser in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 174 (Groundwater and drinking water from the surroundings of nuclear facilities)
2.4.3	Milch und Milchprodukte 175 (Milk and milk products)
2.4.4	Milch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 178 (Milk from the surroundings of nuclear facilities)
2.4.5	Fische und Produkte des Meeres und der Binnengewässer 180 (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>	186
2.4.7	Einzel Lebensmittel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung <i>(Individual foodstuffs, whole diet, baby and infant foods)</i>	188
2.4.8	Pflanzliche Nahrungsmittel in der Umgebung kerntechnischer Anlagen <i>(Foodstuffs of vegetable origin from the surroundings of nuclear facilities)</i>	202
2.5	Tabakerzeugnisse, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe <i>(Tobacco products, consumer goods, medical preparations and the constituent materials)</i>	211
2.6	Abwasser und Klärschlamm <i>(Waste water and sludge)</i>	211
2.7	Reststoffe und Abfälle <i>(Residues and waste)</i>	219
2.8	Inkorporationsüberwachung der Bevölkerung <i>(Monitoring of incorporation among the population)</i>	221
III	BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITIONEN <i>(OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURES)</i>	
1.	Überwachung der beruflichen Strahlenexposition <i>(Monitoring of occupational radiation exposure)</i>	228
1.1	Personendosismessungen <i>(Personal dose measurements)</i>	228
1.1.1	Dosimeterüberwachte Personen <i>(Monitoring with personal dosimeters)</i>	228
1.1.2	Übersicht über beruflich strahlenexponierte Personen in kerntechnischen Anlagen <i>(Overview of data for occupationally exposed persons employed in nuclear facilities)</i>	232
1.2	Berufliche Strahlenexposition durch natürlich erhöhte Radonkonzentrationen <i>(Occupational radiation exposures from natural enhanced concentrations of radon)</i>	233
1.3	Überwachung von Flugpersonal <i>(Air crew monitoring)</i>	234
1.4	Inkorporationsüberwachung beruflich strahlenexponierter Personen <i>(Incorporation monitoring of occupationally exposed persons)</i>	234
IV	STRAHLENEXPOSITION DURCH MEDIZINISCHE MASSNAHMEN <i>(RADIATION EXPOSURES FROM MEDICAL APPLICATIONS)</i>	
1.	Diagnostische Strahlenanwendungen <i>(Diagnostic applications of radiation)</i>	236
1.1	Röntgendiagnostik <i>(X-ray diagnostics)</i>	236
1.2	Nuklearmedizin, Diagnostik <i>(Nuclear medicine diagnostics)</i>	238
1.3	Strahlenhygienische Bewertung der Strahlenexposition durch diagnostische Maßnahmen <i>(Evaluation of exposures resulting from radio-diagnostic procedures)</i>	239
1.4	Alternative Untersuchungsverfahren <i>(Alternative examination procedures)</i>	241
2.	Therapeutische Strahlenanwendungen <i>(Therapeutic applications of radiation)</i>	243
3.	Herzschrittmacher <i>(Pacemakers)</i>	243
4.	Medizinische Forschung <i>(Medical research)</i>	244

V	UMGANG MIT RADIOAKTIVEN STOFFEN UND IONISIERENDER STRAHLUNG (THE HANDLING OF RADIOACTIVE MATERIALS AND SOURCES OF IONISING RADIATION)	
1.	Grenzüberschreitende Verbringung radioaktiver Stoffe 246 (<i>Border-crossing transport of radioactive material</i>)	246
1.1	Übersicht über die Ein- und Ausfuhrstatistik radioaktiver Stoffe 246 (<i>Overview of statistics on the import and export of radioactive material</i>)	246
1.2	Einfuhrstatistik 247 (<i>Import statistics</i>)	247
1.3	Ausfuhrstatistik 249 (<i>Export statistics</i>)	249
1.4	Genehmigungen und Anzeigen 252 (<i>Licenses and reports</i>)	252
2.	Beförderung radioaktiver Stoffe 253 (<i>Transportation of radioactive material</i>)	253
2.1	Übersicht über Beförderungsgenehmigungen und Transporte radioaktiver Stoffe 253 (<i>Overview of transport licenses and the transportation of radioactive material</i>)	253
2.2	Beförderung radioaktiver Stoffe im Schienen- und Schiffsverkehr der Eisenbahnen 254 (<i>Transport of radioactive material in the rail- and shipping traffic</i>)	254
3.	Umgang mit radioaktiven Stoffen, Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, Röntgeneinrichtungen und Störstrahler 256 (<i>Handling of radioactive materials operation of devices for the production of ionising radiation and X-ray devices</i>)	256
3.1	Anwender radioaktiver Stoffe 256 (<i>Users of radioactive sources</i>)	256
3.2	Bestand radioaktiver Abfälle 261 (<i>Stock of radioactive waste</i>)	261
4.	Meldepflichtige besondere Vorkommnisse 263 (<i>Exceptional events subject to reporting</i>)	263
VI	NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG (NON-IONISING RADIATION)	
1.	Optische Strahlung - Forschung und aktuelle Themen 270 (<i>Optical radiation - research and current topics</i>)	270
1.1	Solares UV-Monitoring 270 (<i>Terrestrial UV-Monitoring</i>)	270
1.2	Forschung bei optischer Strahlung 271 (<i>Research on optical radiation</i>)	271
1.3	Internationaler Workshop „UV und Vitamin D“ 272 (<i>International workshop on UV Exposure guidance</i>)	272
1.4	Zertifizierung von Solarienbetrieben 272 (<i>Certification of solaria</i>)	272
2.	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder - Forschung und aktuelle Themen 273 (<i>Electric, magnetic and electromagnetic fields - research and current topics</i>)	273
2.1	Niederfrequente elektrische und magnetische Felder 273 (<i>Low-frequency electric and magnetic fields</i>)	273
2.2	Hochfrequente elektromagnetische Felder 274 (<i>High-frequency electromagnetic fields</i>)	274

ANHANG (ANNEX)

1.	Erläuterung zu den verwendeten Begriffen 280 (<i>Explanation of terms</i>)	280
----	---	-----

1.1	Strahlendosis und ihre Einheiten (<i>Radiation dose and related units</i>)	280
1.2	Die Messung der Strahlendosen (<i>Measurement of radiation dose</i>)	281
1.3	Äußere und innere Bestrahlung (<i>External and internal radiation exposure</i>)	282
1.4	Stochastische und deterministische Strahlenwirkung (<i>Stochastic and deterministic radiation effects</i>)	283
1.5	Induktion bösartiger Neubildungen (<i>Induction of malignant neoplasms</i>)	284
1.6	Risikoabschätzung (<i>Risk assessment</i>)	285
1.7	Strahlenschutzmaßnahmen (<i>Radiation protection measures</i>)	286
2.	Physikalische Einheiten (<i>Physical units</i>)	287
3.	Glossar (<i>Glossary</i>)	288
4.	Liste der verwendeten Abkürzungen (<i>List of abbreviations</i>)	293
5.	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Empfehlungen, Erläuterungen und sonstige Regelungen zum Strahlenschutz - Auswahl (<i>Laws, ordinances, guidelines, recommendations, explanatory texts and other regulations concerning radiation protection - selection</i>)	296
6.	Nuklidliste der im Text erwähnten Radionuklide (<i>List of radionuclides referred to in the text</i>)	300