

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>(Chernobyl - 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, Günd- und Trinkwasser <i>(Foodstuffs, groundwater, and drinking water)</i>	48
2.5	Tabakerzeugnisse, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe <i>(Tobacco products, consumer goods, pharmaceutical products and their constituent materials)</i>	50
2.6	Abwasser und Klärschlamm <i>(Waste water and sludge)</i>	50
2.7	Abfälle <i>(waste)</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 (Aircraft 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	75
	<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 THEIR 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 (<i>Sources of artificial radioactivity</i>)
1.1	Kernwaffenversuche 90 (<i>Nuclear weapons tests</i>)
1.2	Tschernobyl - Strahlenexposition durch den Reaktorunfall 91 (<i>Chernobyl - radiation exposure from the accident</i>)
1.3	Kerntechnische Anlagen 92 (<i>Nuclear facilities</i>)
1.3.1	Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen 95 (<i>Radiation exposure from nuclear facilities</i>)
2.	Aktivitätsmessungen und Messnetze 100 (<i>Activity measurements and monitoring networks</i>)
2.1	Luft und Niederschlag, Gamma-Ortsdosisleistung / Spurenanalyse 100 (<i>Air and precipitation, ambient gamma dose rate / trace analysis</i>)
2.1.1	Radionuklide in der bodennahen Luft 100 (<i>Radionuclides in ground-level air</i>)
2.1.2	Radioaktive Stoffe im Niederschlag (Gesamtdeposition) 109 (<i>Total deposition of radionuclides</i>)
2.1.3	Gamma-Ortsdosisleistung 113 (<i>Ambient gamma dose rate</i>)
2.1.4	Luft und Niederschlag in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 115 (<i>Air and precipitation from the surroundings of nuclear facilities</i>)
2.1.5	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft kerntechnischer Anlagen 118 (<i>Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear facilities</i>)
2.2	Meerwasser und Binnengewässer 125 (<i>Seawater and inland water</i>)
2.2.1	Meerwasser, Schwebstoff, Sediment 125 (<i>Seawater, suspended matter, sediment</i>)
2.2.2	Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment der Binnengewässer 136 (<i>Surface water, suspended matter, and sediment in inland water</i>)
2.2.3	Oberflächenwasser und Sediment der Binnengewässer in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 149 (<i>Surface water and sediment from inland water in the surroundings of nuclear facilities</i>)
2.2.4	Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen 156 (<i>Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear facilities</i>)
2.3	Böden 159 (<i>Soil</i>)
2.3.1	Boden, Pflanzen und Futtermittel 159 (<i>Soil, plants, and animal feedstuffs</i>)
2.3.2	Boden und Bewuchs in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 166 (<i>Soil and vegetation from the surroundings of nuclear facilities</i>)
2.4	Lebensmittel, Grund- und Trinkwasser 173 (<i>Foodstuff, groundwater, and drinking water</i>)
2.4.1	Grundwasser und Trinkwasser 173 (<i>Groundwater and drinking water</i>)
2.4.2	Grundwasser und Trinkwasser in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 174 (<i>Groundwater and drinking water from the surroundings of nuclear facilities</i>)
2.4.3	Milch und Milchprodukte 176 (<i>Milk and milk products</i>)
2.4.4	Milch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen 178 (<i>Milk from the surroundings of nuclear facilities</i>)
2.4.5	Fische und Produkte des Meeres und der Binnengewässer 181 (<i>Fish and seafood and fish from inland water</i>)

2.4.6	Fische und Wasserpflanzen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen <i>(Fish and aquatic plants from the surroundings of nuclear facilities)</i>	188
2.4.7	Einzelnahrungsmittel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung <i>(Individual foodstuffs, whole diet, baby and infant foods)</i>	189
2.4.8	Pflanzliche Nahrungsmittel in der Umgebung kerntechnischer Anlagen <i>(Foodstuffs of vegetable origin from the surroundings of nuclear facilities)</i>	203
2.5	Tabakerzeugnisse, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe <i>(Tobacco products, consumer goods, pharmaceutical products and their raw materials)</i>	212
2.6	Abwasser und Klärschlamm <i>(Waste water and sewage sludge)</i>	212
2.7	Abfälle <i>(waste)</i>	220
2.8	Inkorporationsüberwachung der Bevölkerung <i>(Monitoring of incorporation among the population)</i>	222
III	BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITIONEN <i>(OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURES)</i>	
1.	Personendosisüberwachung <i>(Monitoring of personal dose)</i>	230
1.1	Dosimeterüberwachte Personen <i>(Monitoring with personal dosimeters)</i>	230
1.2	Übersicht über beruflich strahlenexponierte Personen in kerntechnischen Anlagen <i>(Overview of data for occupationally exposed persons employed in nuclear facilities)</i>	234
2.	Überwachung des fliegenden Personals <i>(Aircraft crew monitoring)</i>	235
3.	Überwachung von Arbeitsplätzen mit erhöhter Radonexposition <i>(Monitoring of radon enhanced workplaces)</i>	236
4.	„Inkorporationsüberwachung beruflich strahlenexponierter Personen <i>(Incorporation monitoring of occupationally exposed persons)</i>	236
IV	STRAHLENEXPOSITION DURCH MEDIZINISCHE MASSNAHMEN <i>(RADIATION EXPOSURES FROM MEDICAL APPLICATIONS)</i>	
1.	Diagnostische Strahlenanwendungen <i>(Diagnostic applications of radiation)</i>	238
1.1	Röntgendiagnostik <i>(X-ray diagnostics)</i>	238
1.2	Nuklearmedizin, Diagnostik <i>(Nuclear medicine diagnostics)</i>	241
1.3	Strahlenhygienische Bewertung der Strahlenexposition durch diagnostische Maßnahmen <i>(Evaluation of exposures resulting from radio-diagnostic procedures)</i>	242
1.4	Alternative Untersuchungsverfahren <i>(Alternative examination procedures)</i>	244
2.	Therapeutische Strahlenanwendungen <i>(Therapeutic applications of radiation)</i>	245
3.	Herzschrittmacher <i>(Pacemakers)</i>	246
4.	Medizinische Forschung <i>(Medical research)</i>	246
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>	248

1.1	Übersicht über die Ein- und Ausfuhrstatistik radioaktiver Stoffe 248 (<i>Overview of statistics on the import and export of radioactive material</i>)	248
1.2	Einfuhrstatistik 249 (<i>Import statistics</i>)	249
1.3	Ausfuhrstatistik 251 (<i>Export statistics</i>)	251
1.4	Genehmigungen und Anzeigen 255 (<i>Licenses and notifications</i>)	255
2.	Beförderung radioaktiver Stoffe 256 (<i>Transport of radioactive material</i>)	256
2.1	Übersicht über Beförderungsgenehmigungen und Transporte radioaktiver Stoffe 257 (<i>Overview of transport licenses and the transportation of radioactive material</i>)	257
2.2	Beförderung radioaktiver Stoffe im Schienen- und Schiffsverkehr der Eisenbahnen 257 (<i>Transport of radioactive material in the rail- and shipping traffic</i>)	257
3.	Umgang mit radioaktiven Stoffen, Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, Röntgeneinrichtungen und Störstrahler 260 (<i>Handling of radioactive substances, operation of devices for the production of ionising radiation, X-ray devices and interfering radiation sources</i>)	260
3.1	Anwender radioaktiver Stoffe 260 (<i>Users of radioactive substances</i>)	260
3.2	Bestand radioaktiver Abfälle 265 (<i>Stock of radioactive waste</i>)	265
3.3	Hochradioaktive Quellen (HRQ) 267 (<i>High-activity sealed sources (HASS)</i>)	267
4.	Meldepflichtige besondere Vorkommnisse 267 (<i>Unusual incidents subject to reporting</i>)	267
VI	NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG (NON-IONISING RADIATION)	
1.	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder - Forschung und aktuelle Themen 274 (<i>Electric, magnetic and electromagnetic fields - research and current topics</i>)	274
1.1	Niederfrequente elektrische und magnetische Felder 274 (<i>Low-frequency electric and magnetic fields</i>)	274
1.2	Hochfrequente elektromagnetische Felder 275 (<i>High-frequency electromagnetic fields</i>)	275
2.	Optische Strahlung 282 (<i>Optical radiation</i>)	282
2.1	Solares UV-Monitoring 282 (<i>Terrestrial UV-Monitoring</i>)	282
2.2	Forschung 283 (<i>Research</i>)	283
2.3	Zertifizierung von Solarienbetrieben 284 (<i>Certification of solaria</i>)	284

ANHANG (ANNEX)

1.	Erläuterung zu den verwendeten Begriffen 286 (<i>Explanation of terms</i>)	286
1.1	Strahlendosis und ihre Einheiten 286 (<i>Radiation dose and related units</i>)	286
1.2	Die Messung der Strahlendosen 287 (<i>Measurement of radiation dose</i>)	287
1.3	Äußere und innere Bestrahlung 288 (<i>External and internal radiation exposure</i>)	288

1.4	Stochastische und deterministische Strahlenwirkung <i>(Stochastic and deterministic radiation effects)</i>	289
1.5	Induktion bösartiger Neubildungen <i>(Induction of malignant neoplasms)</i>	290
1.6	Risikoabschätzung <i>(Risk assessment)</i>	291
1.7	Strahlenschutzmaßnahmen <i>(Radiation protection measures)</i>	292
2.	Physikalische Einheiten <i>(Physical units)</i>	293
3.	Glossar <i>(Glossary)</i>	294
4.	Liste der verwendeten Abkürzungen <i>(List of abbreviations)</i>	299
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>	303
6.	Nuklidliste der im Text erwähnten Radionuklide <i>(List of radionuclides referred to in the text)</i>	306