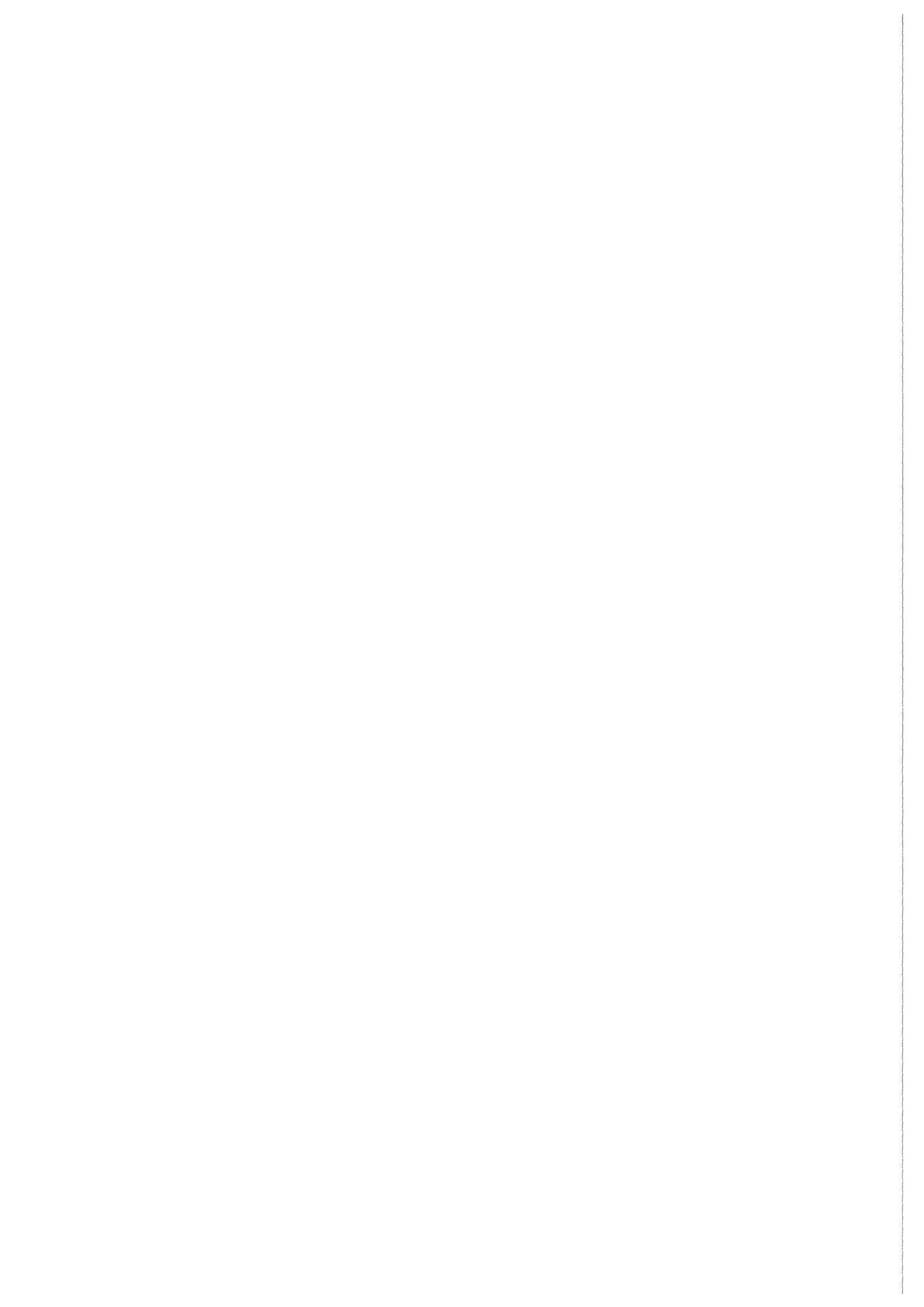


**KfK 3663
April 1984**

Jahresbericht 1983 der Hauptabteilung Sicherheit

**Redaktion:
H. Kiefer, W. Koelzer, L. A. König
Hauptabteilung Sicherheit**

Kernforschungszentrum Karlsruhe



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Hauptabteilung Sicherheit

KfK 3663

Jahresbericht 1983
der Hauptabteilung Sicherheit

Redaktion: H. Kiefer, W. Koelzer, L.A. König

An der Erarbeitung dieses Berichtes waren
alle Mitarbeiter der Hauptabteilung beteiligt

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

Zusammenfassung

Der Sicherheitsbeauftragte und der Sicherungsbeauftragte sind für die Gewährleistung des Strahlenschutzes und der technischen Sicherheit auf konventionellem und nuklearem Gebiet, für die Objektsicherung und die Überwachung der Kernmaterialien und radioaktiven Stoffe innerhalb der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH zuständig. Zur Durchführung dieser Aufgaben bedienen sie sich der Hauptabteilung Sicherheit.

Die Aufgabenstellung der Hauptabteilung Sicherheit umfaßt sowohl alle Strahlenschutz-, Sicherheits- und Sicherungsaufgaben für die einzelnen Institute und Abteilungen der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH und die Abwasser- und Umgebungsüberwachung für das gesamte Kernforschungszentrum Karlsruhe als auch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die im Rahmen der Arbeitsschwerpunkte Nukleare Sicherheit und Klimaforschung oder als von Stellen außerhalb der KfK GmbH geförderte Forschungsvorhaben durchgeführt werden. Schwerpunkte der F+E-Arbeiten sind: Untersuchung der radiologischen Folgen von Reaktorunfällen unter probabilistischen Gesichtspunkten, experimentelle Unterstützung der Entwicklung numerischer Modelle der Ausbreitung und des Austausches in der Atmosphäre im Bereich bis zu 1 000 km Entfernung, Untersuchungen des physikalischen und chemischen Verhaltens biologisch besonders wirksamer Radionuklide in der Umwelt, mikrobiologische Einflüsse auf die Mobilität und Bioverfügbarkeit von Radionukliden in Böden und Sedimenten, Verbesserungen in der Strahlenschutzmeßtechnik.

Der vorliegende Bericht informiert über die einzelnen Aufgabengebiete, gibt die Ergebnisse der Routineaufgaben im Jahre 1983 wieder und berichtet über Untersuchungsergebnisse und Entwicklungen der verschiedenen Arbeitsgruppen der Hauptabteilung.

Central Safety Department, Annual Report 1983

Summary

The Safety Officer and the Security Officer are responsible for radiation protection and technical safety, both conventional and nuclear, for the physical protection as well as the safeguards of nuclear materials and radioactive substances within the Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (KfK). To fulfill these functions they rely on the assistance of the Central Safety Department.

The Central Safety Department is responsible for handling all problems of radiation protection, safety and security of the institutes and departments of the Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, for waste water activity measurements and environmental monitoring of the whole Center. The research and development work mainly focusing on nuclear safety and radiation protection measures concentrates on the following aspects: studies of the diffusion of nuclear pollutants over distances up to 1,000 km, assessment of the consequences of major reactor accidents under probabilistic aspects, studies of the physical and chemical behavior of biologically particularly active radionuclides, improvement in radiation protection measurement and personnel dosimetry.

This report gives details of the different duties, indicates the results of 1983 routine tasks and reports about results of investigations and developments of the working groups of the Department.

The reader is referred to the English translation of the Table of Contents and of Chapter 1 describing the duties and organization of the Central Safety Department.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Aufgabengebiete und Organisation der Hauptabteilung Sicherheit	1
2. Technisches Sicherheitsbüro	12
2.1 Strahlenschutz	13
2.1.1 Betriebsüberwachung	13
2.1.2 Unterstützung der Strahlenschutzbeauftragten	13
2.1.3 Analyse administrativer Strahlenschutzaufgaben	15
2.1.4 Personenüberwachung	18
2.1.5 EDV-Einsatz für administrative Strahlenschutzaufgaben	19
2.1.6 Ergebnisse der Personendosisüberwachung	21
2.1.7 Durchführung der Bestimmungen des § 20 a der Strahlenschutzverordnung	26
2.1.8 Durchführung der Röntgenverordnung	27
2.1.9 Die Transportordnung des KfK für den internen Transport radioaktiver Stoffe	28
2.1.10 Überprüfung und Nachrüstung von Notstromversorgungsanlagen	31
2.2 Arbeitsschutz	32
2.2.1 Betriebsüberwachung	32
2.2.2 Sicherheitsinformationen und Sicherheitsausbildung	34
2.2.3 Unfallgeschehen	35
2.2.4 Arbeitsplatzüberwachung	38
2.2.5 Arbeitsschutzausschuß	40
2.2.6 Betrieblicher Normendienst	41
2.2.7 EDV-Einsatz zur Terminüberwachung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeunter- suchungen	42
2.2.8 Erfassung askarehaltiger Betriebsmittel	47
2.2.9 Schwerpunktüberprüfung umweltgefährdender und gefährlicher Stoffe	48
2.3 Kernmaterialüberwachung	49
2.3.1 Gesetzliche Grundlagen und Struktur der Kernmaterialüberwachung der KfK	49
2.3.2 Inspektionen durch EURATOM und IAEO	50
2.3.3 Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung von Kernmaterial	51
2.3.4 Einführung eines rechnergestützten Buchführungssystems	52
2.3.5 Erfassung und Überwachung von Kernmaterialtransporten	53
2.3.6 Erfassung und Meldung sonstiger radioaktiver Stoffe	53
2.4 Einsatzplanung für Störfälle und Unfälle und Einsatzleitung	54
2.4.1 Der Einsatzleiter vom Dienst	54
2.4.2 Statistik der EvD-Einsätze	56
2.4.3 Einsatzunterlagen und Einsatzhilfsmittel	59
2.4.4 Ausbildung und Weiterbildung der EvD	61
2.4.5 Alarmübungen	62
2.4.6 Meldepflichtige Ereignisse	63
2.5 Abfallwirtschaft	65
2.5.1 Entsorgung von inaktiven Sonderabfällen	65
2.5.2 Sammelstelle für inaktive Abfallstoffe	65
2.5.3 Nachweisführung und internes Abgabeverfahren	66
3. Sicherung	67
3.1 Objektsicherungsdienst	67
3.1.1 Hundestaffel	68
3.1.2 Alarmzentrale	68
3.2 Ausbildung	70
3.3 Ermittlungsdienst	71
3.4 Zentrale KfK-Güterkontrolle	72
3.5 Personenüberprüfung und Kontrolldienste	72
3.5.1 Personenüberprüfung	72

	Seite	
3.5.2	Ausweisbüro	73
3.5.3	Ausländerbetreuung	73
3.5.4	Empfangsdienst, Buskontrollen	73
3.6	Verkehrsdienst	74
3.7	Schließwesen	74
3.8	Technische Sicherungssysteme	83
3.8.1	Rechnergestützte Ausweisverwaltung und Ausweisbeschriftung	83
3.8.2	Alarmzentrale	83
3.8.3	Technische Objektsicherung	85
4.	Strahlenschutzüberwachung	86
4.1	Arbeitsplatzüberwachung im KfK	87
4.1.1	Personendosimetrie mit Taschenionisationskammer	88
4.1.2	Oberflächenkontaminationen	88
4.1.3	Raumluftaktivitäten	88
4.1.4	Personenkontaminationen	90
4.2	Kollektivdosen	90
4.3	Arbeitsplatzüberwachung in der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe	90
4.4	Strahlenschutzmeßlabor	95
4.5	Transporte radioaktiver Stoffe unter Verantwortung der KfK GmbH	98
4.6	Nachweisempfindlichkeit von Kontaminationsmonitoren für Fe-55	99
5.	Radioökologie	100
5.1	Berichte über Routineüberwachung	101
5.1.1	Abluft	101
5.1.2	Umgebung	107
5.1.2.1	Auflagenbedingte Routineüberwachung	107
5.1.2.2	Ergänzende Überwachungsmaßnahmen	133
5.1.3	Abwasser	141
5.1.4	Spektrometrische Untersuchungen	141
5.1.5	Radiochemie	141
5.2	Ergebnisse radioökologischer Forschungsarbeiten	145
5.2.1	Arbeiten der Gruppe Biologie	145
5.2.1.1	Tritiumkonzentrationen in pflanzlichen Nahrungsmitteln aus den Hauptausbreitungssektoren	145
5.2.1.2	Radioökologische Untersuchungen in der Umgebung des Rheinniederungskanaals	147
5.1.2.3	Radioökologische Langzeituntersuchungen über Tritium in Bäumen	149
5.2.2	Mikrobiologische Einflüsse auf die Mobilität und Bioverfügbarkeit von Radioukliden in Böden und Sedimenten	150
5.2.3	Tritium in Bodenproben aus der weiteren Umgebung des Kernforschungszentrums	153
5.2.4	Messung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Aerosole durch Gamma-Spektrometrie	154
5.2.5	Die Radioökologie von Transuranen, Technetium, Blei und Aktivierungsprodukten	155
5.2.5.1	Eine schnelle und empfindliche Analysenmethode für Pu-241	156
5.2.5.2	Eine Methode zur schnellen Herstellung des Ausbeutetracers Np-239	158
5.2.5.3	Ein radiochemisches Verfahren zur Bestimmung von Np, Pu, Am und Cm in Umweltproben	161
5.2.5.4	Die Bestimmung von Elementen in Pflanzen- und Bodenproben mittels Atomemissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP(AES) und Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	163
5.2.5.5	Die Bestimmung von stabilem Iod in Wein	165
5.2.5.6	Eine schnelle radiochemische Analyse zur Bestimmung von Technetium in Abluft und Abwasser kerntechnischer Anlagen	166

	Seite	
5.2.5.7	Die Aktiniden- und Sr-90-Emissionen mit der Abluft wichtiger Emittenten des KfK und der WAK sowie mit dem Abwasser des KfK	168
5.2.5.8	Experimentelle Untersuchungen zur Aufnahme von Aktiniden aus Böden in Pflanzen	172
5.2.5.9	Aufnahme von Cobalt, Blei und Chrom in Gras in Abhängigkeit von der Topfgröße und der Schwermetallkonzentration im Boden	173
5.2.5.10	Anlage eines Versuches zur Beobachtung der Verteilung von Schadstoffen im Boden durch Regenwürmer	174
5.2.5.11	pH- und Redoxpotentialmessung in Böden	177
6.	Dosimetrie	180
6.1	Dosismessung zur Orts- und Personenüberwachung	180
6.1.1	Personendosimetrie	181
6.1.2	Ortsdosimetrie	182
6.2	Photonendosimetrie	182
6.2.1	Neue Energiekompensationsfilter für Flachglasdosimeter	182
6.2.2	Photonen-Energieabhängigkeit des universellen Beta-, Gamma-, Neutronendosimeters	184
6.2.3	Unterschiede im Fadingverhalten von LiF und $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ in Abhängigkeit vom Bestrahlungszeitpunkt	185
6.2.4	Statistische Meßunsicherheit beim Einsatz von Festkörperdosimetern zur Umgebungsüberwachung	187
6.2.5	Bestimmung der Ortsdosisleistung an Bildschirmarbeitsplätzen	189
6.3	Neutronendosimetrie	192
6.3.1	Neutronen-Energieabhängigkeit des Karlsruher Albedodosimeters	192
6.3.2	Universelles Beta-, Gamma-, Neutronendosimeter mit TLD- und Kernspurdetektoren	193
6.3.3	Fading von Kernspurätzdetektoren	196
6.3.4	Untersuchungen des Streustrahlungsfeldes an einer Cf-252-Neutronenquelle	196
6.4	Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide	198
6.4.1	Ansprechvermögen des Karlsruher Radondosimeters für Makrofol und verschiedene Ätzverfahren	198
6.4.2	Strahlenexposition der Bevölkerung durch Radon in Wohnhäusern	199
6.4.3	Radonbelastung in Häusern durch Aufhaldung von Bergbau- und Aufbereitungsrückständen	200
6.4.4	Analyse der Strahlenschutzdaten aus der Uranversuchsgrube "Krunkelbach"	200
6.4.5	Untersuchung bergmännischer Abraumhalden	201
6.5	Inkorporationsmessung	202
6.5.1	Routine- und Sondermessungen	202
6.5.2	Cs-137-Erhebungsmessungen	205
6.5.3	Optimierung der Meßgeometrie des Ganzkörperzählers	205
6.5.4	Rechenprogramm zur Bestimmung von Aktivitätszufuhren	207
6.5.5	Untersuchung einer Plutonium-Inkorporation	209
6.5.6	In-vivo-Messung von Pm-147 mit dem Lungenzähler	211
6.5.7	Aufbau eines Low-level-Meßplatzes zur Direktmessung von Nasen-Rachen-Abstrichen	213
6.6	Strahlenschutzmeßgeräte	216
6.6.1	Aufgaben	216
6.6.2	Wartung und Reparatur	216
6.6.3	Routinekalibrierung	217
6.6.4	Amtliche Eichabfertigungsstelle	218
6.6.5	Dichtheitsprüfungen	219
6.7	Entwicklungen zur Strahlenschutzmeßtechnik	219
6.7.1	Proportionalzähler mit Pulse-shape-Diskriminator	219

	Seite	
6.7.2	Einfluß von Konversionselektronen und Auger-Elektronen auf die Alpha-Beta-Diskriminierung bei Proportionalzählern	220
6.7.3	Proportionalzähler mit Stickstoff-Zählgas	222
6.7.4	Erweiterung des automatischen TLD-Auswertegerätes Studsvik 1313B zum HP Ib (IEEE 488)-kompatiblen Systemgerät	222
7.	Umweltmeteorologie	224
7.1	Auswertung meteorologischer Messungen	224
7.1.1	Ausbreitungsstatistik	224
7.1.2	Weitergabe meteorologischer Daten	226
7.2	Meßwerterfassung und -verarbeitung	226
7.2.1	Betrieb des <u>M</u> eteorologischen <u>I</u> nformations- <u>S</u> ystems (MIS)	226
7.2.2	Meßeinrichtung	227
7.2.3	Zeitintegral der bodennahen Aktivitätskonzentration	228
7.2.4	Datenfernübertragung	229
7.3	Doppler-SODAR	229
7.3.1	Allgemeines	229
7.3.2	Betrieb des SODAR-R	230
7.3.3	Betrieb des SODAR-B2	231
7.3.4	Vergleich der Meßwerte vom Mast und vom SODAR-R	231
7.4	Tetroonflüge	234
7.4.1	Meßkampagnen	234
7.4.1.1	Tetroonverfolgung und Tracerexperiment	234
7.4.1.2	Test des DWD-Radar mit Transpondern	235
7.4.1.3	Herbstkampagne	236
7.4.2	Auswertungen	236
7.4.2.1	Meßkampagnen im Oberrheingraben	236
7.4.2.2	Horizontaler Ausbreitungsparameter σ_y in Abhängigkeit der Zeitspanne Δt	236
7.5	Numerische Simulationsmodelle	238
7.5.1	Überlagerung von Kühlturm- und Abgasfahnen	238
7.5.2	Mesoskaliges massenkonsistentes Windfeld	239
7.5.3	Schadstoffpuffmodell SPALT	241
7.6	Unfallfolgenmodell der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke (DRS)	243
7.6.1	Arbeiten im Rahmen der Phase B	243
7.6.1.1	Nasse Ablagerung	243
7.6.1.2	Zur Anwendung von UFOMOD in großen Entfernungen	243
7.6.2	Methodologie der Unfallfolgernermittlung	245
7.7	Strahlenexposition in der Umgebung des KfK	246
7.7.1	Berechnungsgrundlagen	246
7.7.1.1	Meteorologische Parameter	246
7.7.1.2	Dosisfaktoren	246
7.7.1.3	Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide	247
7.7.1.4	Dosisberechnungsverfahren	249
7.7.2	Vorausgeschätzte Strahlenexposition auf Grund des Abluftplanes 1984	249
7.7.3	Strahlenexposition durch die im Jahre 1983 mit der Abluft abgeleitete Aktivität	260
7.7.4	Strahlenexposition durch die mit der Abluft der WAK im Jahre 1982 abgeleitete Aktivität	261
8.	Bibliographie, Beratertätigkeit	265
8.1	Veröffentlichungen 1983	265
8.2	Beratertätigkeit	273

Table of Contents	Page
1. Duties and Organization of the Central Safety Department	1
2. Technical Safety Bureau	12
2.1 Radiation Protection	13
2.1.1 Inspection of Facilities and Operations	13
2.1.2 Assistance to Radiological Protection Supervisors	13
2.1.3 Analysis of Administrative Work Associated with Radiation Protection	15
2.1.4 Personnel Monitoring	18
2.1.5 EDP in Administrative Work Associated with Radiation Protection	19
2.1.6 Results of Personnel Dose Monitoring	21
2.1.7 Implementation of the Provisions of Sec. 20 a of the Radiation Protection Ordinance	26
2.1.8 Implementation of the X-ray Ordinance	27
2.1.9 KfK Regulations Concerning the Transport of Radioactive Substances on Site	28
2.1.10 Inspecting and Refurbishing Emergency Power Generating Systems	31
2.2 Industrial Safety	32
2.2.1 Inspection of Facilities and Operations	32
2.2.2 Safety Information and Safety Instructions	34
2.2.3 Occupational Accidents	35
2.2.4 Work Place Monitoring	38
2.2.5 Industrial Safety Committee	40
2.2.6 Internal Standards Service	41
2.2.7 EDP in Monitoring Dates for Checkups Required in Industrial Medicine	42
2.2.8 Recording Ascarel Bearing Working Supplies	47
2.2.9 Inspection of Institutions Handling Environmentally Hazardous and Dangerous Substances	48
2.3 Nuclear Material Safeguards	49
2.3.1 Legal Basis and Organization of Nuclear Material Safeguards at KfK	49
2.3.2 Inspections by EURATOM and IAEA	50
2.3.3 Central Accountancy for Nuclear Material Recording and Reporting	51
2.3.4 Introduction of a Computer Aided Accounting System	52
2.3.5 Recording and Monitoring Nuclear Material Transports	53
2.3.6 Recording and Reporting of Radioactive Substances	53
2.4 Emergency Planning for Incidents and Accidents and Emergency Management	54
2.4.1 The Squad Leader in Charge	54
2.4.2 Statistics of Interventions by Squad Leader in Charge	56
2.4.3 Intervention Documents and Instruments	59
2.4.4 Training and In-career Training of Squad Leaders in Charge	61
2.4.5 Alarm Drills	62
2.4.6 Notifiable Events	63
2.5 Waste Management	65
2.5.1 Disposal of Non-radioactive Specific Waste	65
2.5.2 Collecting Station for Non-radioactive Wastes	65
2.5.3 Documentation and Internal Delivery Procedure	66
3. Security	67
3.1 Plant Security Police	67
3.1.1 Watch Dogs	68
3.1.2 Alarm Center	68
3.2 Instruction	70
3.3 Investigation Office	71
3.4 Goods Inspection	72
3.5 Personal Security Investigation, Supervision	72

	Page	
3.5.1	Personal Security Investigation	72
3.5.2	Identity Office	73
3.5.3	Foreign Bureau	73
3.5.4	Reception Office	73
3.6	Traffic Service	74
3.7	Procurement and Management of Locks	74
3.8	Technical Security Systems	83
3.8.1	Computer Aided Administration of Permits	83
3.8.2	Alarm Center	83
3.8.3	Technical Security Systems	85
4.	Radiation Protection	86
4.1	Radiation Protection at the Work Place	87
4.1.1	Personal Monitoring by Pocket Ionization Chamber	88
4.1.2	Surface Contaminations	88
4.1.3	Room Air Contaminations	88
4.1.4	Contaminations of Persons	90
4.2	Collective Dose	90
4.3	Radiation Protection at the Decontamination Plant	90
4.4	Measurements at the Radiation Protection Laboratory	95
4.5	Transport of Radioactive Materials	98
4.6	Detection Limit of Contamination Monitors for Fe-55	99
5.	Radioecology	100
5.1	Reports on Routine Monitoring	101
5.1.1	Exhaust Air	101
5.1.2	Environment	107
5.1.2.1	Routine Monitoring Required by Authorities	107
5.1.2.2	Supplementary Monitoring Measures	133
5.1.3	Liquid Effluents	137
5.1.4	Spectrometric Investigations	141
5.1.5	Radiochemical Investigations	141
5.2	Results of Radioecological Research Work	145
5.2.1	Activities of the Biology Group	145
5.2.1.1	Tritium Concentrations in Plant Food Grown in the Main Dispersion Sectors	145
5.2.1.2	Radioecological Studies in the Environment of the Rheinniederungskanal	147
5.2.1.3	Radioecological Long-term Studies Concerning Tritium in Trees	149
5.2.2	Microbiological Influences on the Mobility and Bioavailability of Radionuclides in Soils and Sediments	150
5.2.3	Tritium in Soil Samples from the Surroundings of the Nuclear Research Center	153
5.2.4	Gamma-spectrometric Measurement of Radioactive Aerosols Discharged with the Vent Air	154
5.2.5	The Radioecology of Transuranium Elements, Technetium, Lead, and Activation Products	155
5.2.5.1	A Fast and Sensitive Analytical Procedure for Pu-241	156
5.2.5.2	A Method for the Fast Preparation of Np-239 as a Tracer for Chemical Yield Correction	158
5.2.5.3	A Radiochemical Procedure for the Determination of Np, Pu, Am, and Cm in Environmental Samples	161
5.2.5.4	The Determination of Elements in Plant and Soil Samples by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry and Atomic Absorption Spectrometry	163
5.2.5.5	The Determination of Stable Iodine in Wine	165

VIII

	Page	
5.2.5.6	A Fast Radiochemical Analysis to Determine Technetium in Gaseous and Liquid Effluents of Nuclear Installations	166
5.2.5.7	The Actinides and Sr-90 Emissions with the Exhaust Air of Important Emittents of the KfK and the WAK and with the Liquid Effluents of KfK	168
5.2.5.8	Experimental Investigations of the Uptake of Actinides from Soil into Plants	172
5.2.5.9	Uptake of Cobalt, Lead, and Chromium in Grass in Relation to Pot Size and Heavy Metal Concentration in the Soil	173
5.2.5.10	Experimental Investigation of the Distribution of Pollutions in Soils Caused by Earth Worm Activity	174
5.2.5.11	pH- and Redox Potential Measurement in Soils	177
6.	Dosimetry	180
6.1	Dose Measurement for Personnel and Area Monitoring	180
6.1.1	Personal Dosimetry	181
6.1.2	Area Dosimetry	182
6.2	Photon Dosimetry	182
6.2.1	New Energy Compensation Filters for Flat Phosphate Glass Dosimeters	182
6.2.2	Photon Energy Response of the Universal Beta-Gamma-Neutron Dosimeter	184
6.2.3	Differences in the Fading Characteristic of LiF and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ Dependent on Irradiation Period	185
6.2.4	Random Errors for Solid State Dosimeters Applied for Environmental Monitoring	187
6.2.5	Estimation of Dose Rate on Different Screens	189
6.3	Neutron Dosimetry	192
6.3.1	Neutron Energy Response of the Karlsruhe Albedo Dosimeter	192
6.3.2	Universal Beta-Gamma-Neutron Dosimeter Using TLD and Track Etch Detectors	193
6.3.3	Fading of Track Etch Detectors	196
6.3.4	Investigation of Stray Radiation Fields Near a Cf-252 Neutron Source	196
6.4	Radiation Exposure from Natural Radionuclides	198
6.4.1	Response of the Karlsruhe Radon Dosimeter for Makrofol and Different Etching Techniques	198
6.4.2	Radiation Exposure of the Population by Radon in Residential Dwellings	199
6.4.3	Radon Burden in Dwellings by Mine Dumps and Tailing Ponds	200
6.4.4	Analysis of Radiation Protection Data from the "Krunkebach" Uranium Mine	200
6.4.5	Investigation on Mine Dumps	201
6.5	Incorporation Measurements	202
6.5.1	Routine and Special Measurements	202
6.5.2	Cs-137 Statistic Measurements	205
6.5.3	Optimization of the Measuring Geometry of the Whole Body Counter	205
6.5.4	Software for the Estimation of Activity Intake	207
6.5.5	Investigation of a Case of Plutonium Incorporation	209
6.5.6	In-vivo Measurement of Pm-147 with a Lung Counter	211
6.5.7	Setup of a Detector System for the Assessment of Nasal Smear Activity	213
6.6	Radiation Protection Measuring Equipment	216
6.6.1	Task	216
6.6.2	Maintenance and Repair	216
6.6.3	Routine Calibration	217
6.6.4	Official Calibration Service	218
6.6.5	Leak Tests	219
6.7	Development in the Radiation Protection Measuring Technique	219
6.7.1	Proportional Counter with Pulse Shape Discriminator	219
6.7.2	Effect of Conversion Electrons and Auger Electrons on the Alpha-Beta-Discrimination in Proportional Counters	220
6.7.3	Proportional Counters Using Nitrogen as Counting Gas	222

	Page	
6.7.4	Extension of the Automatic TLD Reader Studsvik 1313B to HP Ib (IEEE 48)- compatible System	222
7.	Meteorology of the Environment	224
7.1	Evaluation of Meteorological Measurements	224
7.1.1	Diffusion Statistics	224
7.1.2	Call for Meteorological Data by other Institutes	226
7.2	Recording and Evaluation of Measured Data	226
7.2.1	Operation of the Meteorological Information System (MIS)	226
7.2.2	Measuring Equipment	227
7.2.3	Time Integral of the Near Ground Activity Concentration	228
7.2.4	Data Transfer to Remote Terminals	229
7.3	Doppler SODAR	229
7.3.1	General	229
7.3.2	Operation of SODAR-R	230
7.3.3	Operation of SODAR-B2	231
7.3.4	Comparison of Tower Data and SODAR-R Data	231
7.4	Tetron Flights	234
7.4.1	Measuring Campaigns	234
7.4.1.1	Tetron Tracking and Tracer Experiment	234
7.4.1.2	Test of the DWD Radar Tracking Transponders	235
7.4.1.3	Fall Campaign	236
7.4.2	Evaluation	236
7.4.2.1	Measuring Campaigns in the Upper Rhine Valley	236
7.4.2.2	Horizontal Dispersion Parameter σ_y as a Function of Δt	236
7.5	Numerical Simulation Models	238
7.5.1	Superposition of Cooling Tower and Off-gas Plumes	238
7.5.2	Mesoscale Mass Consistent Windfield	239
7.5.3	Puff Model SPALT	241
7.6	Accident Consequence Model of the German Risk Study on Nuclear Power Plants (DRS)	243
7.6.1	Work in Phase B	243
7.6.1.1	Wet Deposition	243
7.6.1.2	Use of UFOMOD at Long Distances	243
7.6.2	Methodology of Accident Consequence Assessment	245
7.7	Radiation Dose in the Environment of the Karlsruhe Nuclear Research Center	246
7.7.1	Base of Calculation	246
7.7.1.1	Meteorological Parameters	246
7.7.1.2	Dose Factors	246
7.7.1.3	Subdivision of Discharged Radioactivity into Nuclides and Nuclide Groups	247
7.7.1.4	Procedure of Dose Calculation	249
7.7.2	Radiation Dose Estimated on the Basis of the 1984 Exhaust Air Plan	249
7.7.3	Radiation Dose as a Result of Activity Discharged with the Exhaust Air in 1983	260
7.7.4	Radiation Dose as a Result of Activity Discharged with the WAK Exhaust Air in 1982	261
8.	Bibliography, Advisory Board	265
8.1	Publications 1983	265
8.2	Advisory Board	273

Verzeichnis der Abkürzungen

AbfG	Abfallbeseitigungsgesetz
AbfNachwV	Abfallnachweisverordnung
AKD	Arbeitskreis "Dosismessung externer Strahlung" des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.
ANS	American Nuclear Society
AtG	Atomgesetz
AZ	Alarmzentrale
BAU	Hauptabteilung Bauwesen
BAW	Bundesamt für gewerbliche Wirtschaft
BFE	Bundesforschungsanstalt für Ernährung
BG	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGB1	Bundesgesetzblatt
BKA	Bundeskriminalamt
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMI	Bundesministerium des Innern
CAMAC	Computer Application Measurement and Control
DIN	Deutsches Institut für Normung
DRS	Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke
DWD	Deutscher Wetterdienst
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EKM	Hauptabteilung Einkauf und Materialwirtschaft
EKM/FK	Hauptabteilung Einkauf und Materialwirtschaft/Fertigungskontrolle
EKM/MW	Hauptabteilung Einkauf und Materialwirtschaft/Materialwirtschaft
EKS	Entwicklungsgruppe Kernmaterialsicherung
EM	Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg, Stuttgart
ENS	European Nuclear Society
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
EvD	Einsatzleiter vom Dienst
FR2	Forschungsreaktor 2
FIZ/4	Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik GmbH
GAA	Gewerbeaufsichtsamt
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
GMB1	Gemeinsames Ministerialblatt
GKN	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar GmbH, Neckarwestheim
GRS	Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, Köln
GSF	Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, Neuherberg
GSI	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt
GZ	Ganzkörperzähler
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe
HDI	Hauptabteilung Datenverarbeitung und Instrumentierung
HFK	Hand-Fuß-Kleider-Monitor
HPRP	Health Physics Research Reactor
HS	Hauptabteilung Sicherheit
HS/D	Hauptabteilung Sicherheit/Dosimetrie
HS/M	Hauptabteilung Sicherheit/Umweltmeteorologie
HS/R	Hauptabteilung Sicherheit/Radioökologie
HS/S	Hauptabteilung Sicherheit/Sicherung
HS/TSB	Hauptabteilung Sicherheit/Technisches Sicherheitsbüro
HS/Ü	Hauptabteilung Sicherheit/Strahlenschutzüberwachung
HTR	Hochtemperaturreaktor

IAEA	International Atomic Energy Agency
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation (amtliche deutsche Übersetzung für IAEA)
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IAK	Institut für angewandte Kernphysik
IDT	Institut für Datenverarbeitung in der Technik
IGT	Institut für Genetik und Toxikologie von Spaltstoffen
IHCh	Institut für Heiße Chemie
IK	Institut für Kernphysik
IK/RTM	Institut für Kernphysik/Radionuklidtechnik in Maschinen
IKVT	Institut für Kernverfahrenstechnik
IMF	Institut für Material- und Festkörperforschung
INE	Institut für Nukleare Entsorgungstechnik
INFP	Institut für Nukleare Festkörperphysik
INR	Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
IRB	Institut für Reaktorbauelemente
IRCh	Institut für Radiochemie
IRE	Institut für Reaktorentwicklung
IT	Hauptabteilung Ingenieurtechnik
ITP	Institut für technische Physik
KAZ	Karlsruhe Kompaktzyklotron
KBG	Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH, Leopoldshafen
KFA	Kernforschungsanlage Jülich GmbH, Jülich
KfK	Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst GmbH
KIZ	Karlsruhe Isochronzyklotron
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg, Philippsburg
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KTB	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe
KTB/BI	Kerntechnische Betriebe/Betriebsinstandhaltung
KTB/EA	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe/Experimentieranlage
KTB/FR2	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe/Forschungsreaktor 2
KTB/HZ	Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe/Heiße Zellen
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim GmbH, Obrigheim
LA	Literaturabteilung
LAF	Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik
LAW	Low Activity Waste
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe
LIT	Laboratorium für Isotopentechnik
LKA	Landeskriminalamt
LLL	Lawrence Livermore Laboratory
LZ	Lungenzähler
MARIA	Methods for Assessing the Radiological Impact of Accidents
MAW	Medium Activity Waste
MBVR-120	Mobiles Ballon-Verfolgungs-Radar-120
MBZ	Materialbilanzzone
Med	Medizinische Abteilung
Med/Tox	Medizinische Abteilung/Toxikologisches Labor
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
MIS	Meteorologisches Informations-System
MPI	Max-Planck-Institut
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor
NRPB	National Radiological Protection Board, U. K.
NSA	Notstromaggregat
NV-Vertrag	Nichtverbreitungsvertrag
NWG	Nachweisgrenze

OBT	Organisch gebundenes Tritium
OMW	Oberrheinische Mineralölwerke
ORNL	Oak Ridge National Laboratory
OSD	Objektsicherungsdienst
P/AV	Hauptabteilung Personalwesen und Allgemeine Verwaltung
P/AV/FD	Hauptabteilung Personalwesen und Allgemeine Verwaltung/Fahrdienst
PHDR	Projektbereich Heißdampfreaktor-Sicherheitsprogramm
PNS	Projekt Nukleare Sicherheit
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
PUKK	Projekt zur Untersuchung des Küsten-Klimas
PWR	Pressurized Water Reactor
RöV	Röntgenverordnung
RPL	Radiophotolumineszenz
RVO	Reichsversicherungsordnung
SKT	Schule für Kerntechnik
SM	Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg, Stuttgart
SNEAK	Schnelle Null-Energie-Anordnung Karlsruhe
SODAR	Sonic Detection and Ranging
SSB	Strahlenschutzbeauftragter
STEAG	Steinkohlen-Elektrizität AG
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
StVfS/RöV	Stellvertretender Verantwortlicher für den Strahlenschutz nach Röntgenverordnung
SUA	Siemens-Unterrichts-Anordnung
SUR	Siemens-Unterrichts-Reaktor
TEKO	Technikumshalle zur Komponentenerprobung
TIK	Taschenionisationskammer
TL	Thermolumineszenz
TLD	Thermolumineszenzdosimeter
TU	Europäisches Institut für Transurane
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
UVV	Unfallverhütungsvorschriften
US-DOE	US-Department of Energy
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl
VBG	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
VBW	Hauptabteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten
VBW/BM	Hauptabteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten/Betriebswerkstätten und Montage
VBW/E	Hauptabteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten/Stromversorgung, Elektro- und Fernmeldeanlagen
VBW/HW	Hauptabteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten/Hauptwerkstatt
VBW/VB	Hauptabteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten/Versorgungs- und Hilfsbetriebe
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VfS/RöV	Verantwortlicher für den Strahlenschutz nach Röntgenverordnung
VGB	Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e. V., Essen
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Betriebsgesellschaft mbH
WF 100-4	Wind-Finding-Radar 100-4
WL	Working Level
WWA	Wasserwirtschaftsamt

1. Aufgabengebiete und Organisation der Hauptabteilung Sicherheit

H. Kiefer, W. Koelzer

Die Hauptabteilung Sicherheit unter der gemeinsamen Leitung von Prof. Dr. Hans Kiefer und Dipl.-Phys. Winfried Koelzer ist für die Gewährleistung des Strahlenschutzes und der technischen Sicherheit auf konventionellem und nuklearem Gebiet, für die Objektsicherung und die Überwachung der Kernmaterialien und radioaktiven Stoffe zuständig. Prof. Dr. H. Kiefer ist gleichzeitig als Sicherheitsbeauftragter, Dipl.-Phys. W. Koelzer als Sicherungsbeauftragter der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH bestellt.

Die Aufgabenstellung der Hauptabteilung Sicherheit umfaßt sowohl alle Strahlenschutz-, Sicherheits- und Sicherungsaufgaben für die einzelnen Institute und Abteilungen der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH und die Abwasser- und Umgebungsüberwachung für das gesamte Kernforschungszentrum Karlsruhe als auch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die im Rahmen der Arbeitsschwerpunkte Nukleare Sicherheit und Klimaforschung oder als von Stellen außerhalb der KfK GmbH geförderte Forschungsvorhaben durchgeführt werden. Schwerpunkte der F+E-Arbeiten sind: Untersuchung der radiologischen Folgen von Reaktorunfällen unter probabilistischen Gesichtspunkten, experimentelle Unterstützung der Entwicklung numerischer Modelle der Ausbreitung und des Austausches in der Atmosphäre im Bereich bis zu 1 000 km Entfernung, Untersuchungen des physikalischen und chemischen Verhaltens biologisch besonders wirksamer Radionuklide (Np, Pu, Am und Cm) in der Umwelt, mikrobiologische Einflüsse auf die Mobilität und Bioverfügbarkeit von Radionukliden in Böden und Sedimenten, Verbesserungen in der Strahlenschutzmeßtechnik.

Am 31.12.1983 waren in der Hauptabteilung Sicherheit 40 Akademiker, 38,5 Ingenieure, 254,5 sonstige Mitarbeiter, 4 ausländische Gastwissenschaftler, 1 Doktorand und 19 Mitarbeiter zur Ausbildung als Strahlenschutzingenieur bzw. Strahlenschutzassistent beschäftigt.

"Radioökologie"

Die Abteilung Radioökologie ist zuständig für die Messung bzw. Erfassung der radioaktiven Emissionen des Kernforschungszentrums Karlsruhe, für die Überwachung der Umgebungsexposition und die experimentelle Untersuchung radioökologischer Auswirkungen dieser Emissionen. Im Auftrag werden solche Messungen auch für andere kerntechnische Anlagen durchgeführt. Als radioökologische Forschungsarbeit wird das Verhalten von Tritium und Transuranen in der Umwelt untersucht.

Die Gruppe "Emissionsüberwachung" führt die Abwasserüberwachung durch und ist federführend bei der Abluftüberwachung der verschiedenen Emittenten des Kernforschungszentrums. Sie arbeitet hierbei je nach Meßproblem mit den Gruppen "Radiochemie" und "Spektrometrie" zusammen. Die Abwasserüberwachung umfaßt die Kontrolle der Abwässer aus den Abwassersammelstationen zur Entscheidung, ob diese dekontaminiert werden müssen oder direkt der Kläranlage zugeführt werden dürfen, sowie die Kontrolle der aus der Kläranlage zum Vorfluter abgeleiteten Abwässer. Die Abluftüberwachung erfaßt die Ableitungen pro Woche und Jahr der verschiedenen Emittenten des Kernforschungszentrums.

Die Gruppe "Umgebungsüberwachung" ist federführend bei der Durchführung der Immissionsüberwachung in der Umgebung des KfK. Die Direktstrahlung wird mit Hilfe von Zählrohrstationen und Festkörperdosimetern auf dem Betriebsgelände und in der Umgebung überwacht. Zur Bestimmung des Radioaktivitätsgehaltes in Luft, Wasser, Boden, Schlamm und landwirtschaftlichen Produkten werden in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe regelmäßig Proben genommen.

Die Gruppe "Radiochemie" führt alle radiochemischen Arbeiten an Abwasser-, Abluft- und Umgebungsproben durch. Ferner bearbeitet sie folgende Forschungsvorhaben: "Untersuchungen des physikalischen und chemischen Verhaltens biologisch besonders wirksamer Radionuklide in der Umwelt - Pu, Am, Cm" und "Untersuchung der Freisetzung von Tc-99 aus kerntechnischen und anderen Anlagen".

Die Gruppe "Spektrometrie" ist zuständig für praktisch alle bei HS/R anfallenden quantitativen spektrometrischen Messungen. Insbesondere mißt sie alle in die Zuständigkeit von HS/R fallenden Filter zur Abluftüberwachung, viele im Rahmen der Forschungsarbeiten anfallenden Proben und einen Teil der Abwasserproben.

Die Gruppe "Biologie" bearbeitet innerhalb der Routineüberwachung aufgeworfene Fragen mit biologischem und mikrobiologischem Charakter zum Radionuklidtransfer in Ökosystemen. Zur Zeit führt sie den biologischen Teil des vom BMI geförderten Forschungsvorhabens "Radioökologische Studien der Auswirkungen von H-3-Emissionen am Beispiel des KfK - befristete Einzeluntersuchungen in Erweiterung und Ergänzung eines seit Jahren laufenden Meßprogramms" durch. Die Ausbreitungsuntersuchungen im Rahmen dieses Programms werden von den Gruppen "Emissionsüberwachung" und "Umgebungsüberwachung" übernommen.

"Dosimetrie"

Die Abteilung Dosimetrie ist zuständig für die Auswahl und Anwendung dosimetrischer Meßverfahren und für die Durchführung von Inkorporations-Direktmessungen. Weitere Aufgaben sind die Betreuung und routinemäßige Wartung aller bei der KfK GmbH eingesetzten Strahlenschutzmeßgeräte sowie deren Kalibrierung. Ein Schwerpunkt der Abteilung Dosimetrie ist die Entwicklung und Erprobung von Strahlenschutzmeßverfahren mit dem besonderen Gewicht auf der Neutronendosimetrie, der Messung geringer Dosen sowie der Messung geringer Nukliddepositionen im Körper.

Die Gruppe "Dosismessung" betreibt eine Auswertestelle für Thermolumineszenz- und Phosphatglasdosimeter und ist für die in freiwilliger Eigenüberwachung erfolgende Ermittlung der Personendosis von Mitarbeitern im Kernforschungszentrum Karlsruhe zuständig. Eingeschlossen sind Dosismessungen mit Festkörperdosimetern in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. Besondere Schwerpunkte sind Entwicklungsarbeiten in der Neutronendosimetrie, insbesondere die Anwendung von Albedo-Meßmethoden zur Ausmessung von Neutronen-Streustrahlungsfeldern, die Anwendung und Weiterentwicklung von Kernspurätzmethoden und die Messung kleiner Dosen im Bereich des natürlichen Strahlungspegels. In dem vom BMI geförderten Forschungsvorhaben "Erhebungsmessungen in Wohnhäusern" wird die zivilisatorische Strahlenexposition des Menschen durch Radon-Folgeprodukte ermittelt. Ziel eines Technologie-Transfer-Vorhabens ist die Entwicklung und Fertigstellung eines kommerziellen automatischen Auswertegerätes für Phosphatglasdosimeter.

Die Gruppe "Inkorporationsüberwachung" betreibt den Ganzkörperzähler sowie zwei spezielle Lungenzähler zur routinemäßigen Inkorporationskontrolle aller Mitarbeiter des Kernforschungszentrums, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen. Darüber hinaus führt die Gruppe sofortige Inkorporationsmessungen nach allen Zwischenfällen mit Inkorporationsverdacht durch. Weiterhin beschäftigt sich die Gruppe mit der Weiterentwicklung von Methoden zur Inkorporationsmessung. Im Vordergrund steht dabei die Messung von Radionukliden, die mit herkömmlichen Ganzkörperzählern nur schwer oder gar nicht nachgewiesen werden können, z. B. der Elemente Radium, Uran, Plutonium und verschiedener Transplutone.

Die Gruppe "Strahlenschutzmeßgeräte" betreut alle bei der KfK eingesetzten Strahlenschutzmeßgeräte durch regelmäßige elektronische Wartung, Reparatur und Kalibrierung der tragbaren Dosisleistungsmeßgeräte, aller Hand- und Fußkontaminationsmonitoren sowie der ortsfesten Meßstellen zur Pegel- und Abluftüberwachung. Weitere Aufgaben sind die Dichtigkeitsprüfung um-

schlossener radioaktiver Stoffe, die Eingangskontrolle neu angeschaffter Geräte, der Test von neu auf dem Markt angebotenen Meßgeräten sowie die Entwicklung kommerziell nicht erhältlicher Geräte für den Eigenbedarf. In einem Technologie-Transfer-Vorhaben wurde ein mit Stickstoffzählgas arbeitendes Großflächen-Proportionalzählrohr entwickelt.

Die Gruppe "Kalibrierung" betreibt Kalibrieranlagen zur routinemäßigen Kalibrierung von Festkörperdosimetersystemen und allen Arten von Dosis- und Dosisleistungsmeßgeräten für den Strahlenschutz. Die Anlagen werden von der amtlichen Eichabfertigungsstelle des Landes Baden-Württemberg auch zur Eichung von Personen- und Ortsdosimetern eingesetzt. Die Einhaltung der Meßgenauigkeit wird durch regelmäßige Teilnahme an verschiedenen nationalen und internationalen Kontrollbestrahlungen gewährleistet.

"Umweltmeteorologie"

In der Abteilung Umweltmeteorologie bearbeitet ein Team von Meteorologen, Physikern und Ingenieuren neben meteorologischen Routineaufgaben für den Umgebungsschutz die Probleme der Ausbreitung nuklearer Schadstoffe in der Atmosphäre. Die Gruppe "Meteorologie" führt die Messung meteorologischer Parameter durch. Dazu dient vor allem ein 200 m hoher Meßmast, der auf zehn Meßböden mit zahlreichen Meßinstrumenten ausgerüstet ist. Die Meßwerte werden elektronisch gespeichert und liefern nicht nur Daten, die zu statistischen Zwecken aufbereitet werden, sondern sie dienen auch der Erarbeitung von Modelltheorien, welche die atmosphärische Ausbreitung beschreiben. Außerdem werden die Meßwerte als Referenzwerte für die Qualität von SODAR-Geräten genutzt.

Die Gruppe "Atmosphärische Ausbreitung" führt u. a. Ausbreitungsversuche durch. Dem Studium der atmosphärischen Ausbreitung über größere Entfernungen dienen Ballone konstanten Volumens, sogenannte "Tetroons". Diese werden aufgelassen, fliegen in wenigen hundert Metern Höhe und werden mit Radar verfolgt. Die Flugbahn liefert Informationen über die Strömungs- und Turbulenzverhältnisse in dieser Luftschicht. Auf der Basis der meteorologischen Messungen und der Ergebnisse der Ausbreitungsexperimente wurde ein meteorologisches Informationssystem entwickelt, welches an Sichtgeräten jederzeit die Ausbreitungsverhältnisse in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe darzustellen gestattet.

In der Gruppe "Risikoanalysen" werden die Strahlendosen durch in die Atmosphäre abgeleitete nukleare Schadstoffe ermittelt. Diese werden über die Expositionspfade "äußere Bestrahlung aus der Luft und vom Boden", "Inhalation" und "Ingestion" wirksam. In Risikoanalysen wird der Einfluß meteorologischer Parameter auf die Strahlenexposition bei angenommenen kerntechnischen Unfällen untersucht.

"Technisches Sicherheitsbüro"

Die Abteilung Technisches Sicherheitsbüro befaßt sich mit zentraler Planung und Administration auf allen Gebieten des Strahlenschutzes und des Arbeitsschutzes. Sie trifft Regelungen und überprüft angeordnete Maßnahmen zur Erfüllung gesetzlicher Pflichten, Auflagen und Vorschriften zur technischen Sicherheit im Kernforschungszentrum Karlsruhe. Zu ihren Aufgaben gehören Koordinierung und Dokumentation sicherheitsrelevanter Vorgänge und die durch sie ausgelöste Korrespondenz mit Aufsichtsbehörden.

Die Gruppe "Strahlenschutz" unterstützt die Tätigkeit der Strahlenschutzbeauftragten und den praktischen Strahlenschutz durch Beratung und Behördenkontakte. Sie formuliert atomrechtliche Genehmigungsanträge, sorgt für die Einhaltung behördlicher Auflagen, führt zentrale Dateien aller Strahlenexponierten mit deren persönlichen Meßdaten und verfolgt Termine.

Die Gruppe "Arbeitsschutz" wird auf allen Gebieten der konventionellen Sicherheit am Arbeitsplatz kontrollierend, beratend und aufklärend tätig und fördert so das Sicherheitsbewußtsein. Sie erledigt Meldung, Berichterstattung und Registrierung von Arbeitsunfällen, ordnet vorsorgliche Maßnahmen an und bestellt sicherheitsbeauftragte Personen. Sie berät in allen Fragen der ordnungsgemäßen Beseitigung inaktiver Abfälle.

Der Gruppe "Kernmaterialüberwachung" obliegt die zentrale Buchhaltung für die KfK GmbH zur Erfassung, Überwachung und Meldung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen und die Vorbereitung und Betreuung der Inspektionen durch internationale Behörden.

Die Gruppe "Einsatzplanung und Einsatzleitung" stellt den Einsatzleiter vom Dienst (EvD) für die Sicherheitsorganisation der KfK GmbH, sie aktualisiert und erarbeitet Einsatzunterlagen, organisiert Alarmübungen der Einsatztrupps, erstattet Einsatzberichte bei Störfällen und Unfällen und meldet sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse den Aufsichtsbehörden.

"Sicherung"

Der Abteilung Sicherung obliegt mit ihren Gruppen "Objektsicherungsdienst", "Technische Objektsicherung und Ermittlungsdienst", "Personelle und administrative Sicherungsfragen" sowie "Verschlußsachen" die Gewährleistung der Basissicherung für das gesamte Kernforschungszentrum.

Der "Objektsicherungsdienst" ist für die Sicherung des Kernforschungszentrums Karlsruhe verantwortlich. Zu den Aufgaben gehört die Sicherung des Gesamtareals durch Streifen- und Überwachungsdienst und die Zugangskontrolle an den Haupttoren. Er wirkt bei den Sicherungsmaßnahmen für einzelne Anlagen in Abstimmung mit dem Betreiber mit und sorgt für die Einhaltung spezieller Zutrittsregelungen. Der Objektsicherungsdienst übt die Kontrolle aller zur Ein- oder Ausfuhr bestimmten Güter aus, er plant und kontrolliert das Schließwesen und ist für den ordnungsgemäßen Ablauf des Straßenverkehrs im Bereich des Kernforschungszentrums Karlsruhe zuständig.

Die Gruppe "Technische Objektsicherung und Ermittlungsdienst" ist mitverantwortlich für Auswahl, Einsatz und Funktionssicherheit der technischen Sicherungssysteme. Das Hinwirken auf einheitliche Standards in dieser Technik und ihre Anschlußsicherheit hinsichtlich der Aufschaltung auf die Alarmzentrale sind weitere Aufgaben. Mit Hilfe des Ermittlungsdienstes werden die Einhaltung der Ordnungs- und Kontrollbestimmungen des Kernforschungszentrums, die Aufklärung von Schadensfällen mannigfaltiger Art sowie die Sicherung von Regreßansprüchen betrieben.

Die Gruppe "Personelle und administrative Sicherungsfragen" ist für die Ausstellung von Zutrittsberechtigungen nach aufsichtsbehördlichen Auflagen verantwortlich. Dieser Gruppe untersteht auch der Betrieb des Ausweissbüros.

"Strahlenschutzüberwachung"

Die Abteilung Strahlenschutzüberwachung ist vor allem für den Schutz der mit radioaktiven Stoffen umgehenden oder ionisierender Strahlung ausgesetzten Personen der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH zuständig. Aus dieser Aufgabenstellung heraus sind die Mitarbeiter dezentral in den einzelnen Organisationseinheiten des Kernforschungszentrums tätig. Die Mitarbeiter der Strahlenschutzüberwachung unterstützen die Strahlenschutzbeauftragten in der Wahrnehmung ihrer Aufgaben nach der Strahlenschutzverordnung. Sie sind die Ansprechpartner für die jeweiligen Instituts- oder Abteilungsangehörigen und achten auf strahlenschutzgerechtes Verhalten.

Die Abteilung Strahlenschutzüberwachung übernimmt die tägliche Auswertung der Stabdosisimeter und die Registrierung der erhaltenen Personendosis. Monatlich werden die amtlichen Filmdosisimeter, die internen Thermolumineszenzdosisimeter sowie nach Bedarf Teilkörper- oder Neutronendosisimeter ausgegeben. In den Gebäuden und Anlagen werden nach vorgegebenem Plan routinemäßige Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen durchgeführt und die Aktivitätskonzentration in der Raumluft der Arbeitsräume überwacht. Bei erhöhten Raumluftaktivitäten werden zu ergreifende Schutzmaßnahmen empfohlen. Die Strahlenschutzmitarbeiter veranlassen bei Personenkontaminationen die Durchführung der Dekontamination.

Die Mitarbeiter der "Strahlenschutzüberwachung" überwachen den Materialtransport aus den Kontrollbereichen in den betrieblichen Überwachungsbereich des Kernforschungszentrums und aus dem Gelände des Kernforschungszentrums hinaus. Sie ermitteln, ob die von der Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Grenzwerte für die Oberflächenkontamination oder Aktivität von Gegenständen eingehalten sind, und erteilen gegebenenfalls die Freigabe.

1. Duties and Organization of the Central Safety Department

H. Kiefer, W. Koelzer

The Central Safety Department headed by Prof. Dr. Hans Kiefer and Dipl.-Phys. Winfried Koelzer is responsible for ensuring radiation protection and nuclear safety, both in the conventional and the nuclear fields, for security and surveillance of nuclear materials and radioactive substances. Prof. Dr. H. Kiefer at the same time is the Safety Officer, Dipl.-Phys. W. Koelzer the Security Officer of the Karlsruhe Nuclear Research Center.

The Central Safety Department is responsible for handling all problems of radiation protection, safety and security of the institutes and departments of the Karlsruhe Nuclear Research Center, for waste water activity measurements and environmental monitoring of the whole area of the Center, and for research and development work mainly focusing on nuclear safety and radiation protection measures. The r+d work concentrates on the following aspects: studies of the diffusion of nuclear pollutants over distances up to 1,000 km, assessment of the consequences of major reactor accidents under probabilistic aspects, studies of the physical and chemical behavior of biologically particularly active radionuclides, improvement in radiation protection measurement and personnel dosimetry.

On December 31, 1983, the Central Safety Department employed 40 graduate staff members, 38.5 engineers and 254.5 other staff members, 4 foreign guest scientists and 19 staff members undergoing training as radiation protection engineers.

"Radioecology"

The Radioecology Department is responsible for measuring and recording, respectively, the radioactive emissions from the Karlsruhe Nuclear Research Center and for monitoring environmental burdens and experimentally investigating the radiological impacts of such emissions. Measurements of this type are also carried out on behalf of other nuclear facilities. Radioecological research work is devoted to investigating the environmental behavior of tritium and transuranium elements.

The Emission Monitoring Group monitors liquid effluents and coordinates the gaseous effluent monitoring. Depending on the measuring problem at hand, it cooperates with the Radiochemistry and Spectrometry Groups. Liquid effluent monitoring comprises control of the liquid effluent from the liquid effluent collecting stations, to decide whether they must be decontaminated or can directly be passed on to the treatment plant, and control of the liquid effluent discharged from that treatment plant into the main canal. Gaseous effluent monitoring is devoted to assessing the releases per week and year of various emission sources of the Nuclear Research Center.

The Spectrometry Group carries out practically all quantitative spectrometric measurements to be performed at HS/R. In particular, it measures all filters for gaseous effluent monitoring under the responsibility of HS/R, many of the samples collected within research projects, and some of the liquid effluent samples.

The Radiochemistry Group carries out all radiochemical work on samples of liquid effluent, aerosols and environmental samples. Moreover, it works on the following research projects: "Studies of the physical and chemical environmental behavior of radionuclides with particularly high biological effectiveness," "Studies of Tc-99-release from nuclear and other plants."

The Environmental Monitoring Group is responsible for performing pollution monitoring services in the environment of the Karlsruhe Nuclear Research Center. Direct radiation is monitored on the plant site and in its environment by means of counter tube stations and solid state dosimeters. Samples are taken regularly in the environment of the Karlsruhe Nuclear Research Center to determine the radioactivity contents of air, water, soil, sludge and agricultural products.

The Biology Group handles biological and microbiological problems of radionuclide transfer in eco-systems arising in routine monitoring. At present, it devotes most of its attention to the research project funded by the German Federal Ministry of the Interior on "Radioecological studies of the impacts of H-3-emissions as determined by the example of KfK - limited individual studies adding to and amending a measuring program going on for many years already."

"Dosimetry"

The Dosimetry Department is responsible for selecting and applying dosimetry techniques for measurement and also for carrying out incorporation direct measurements. Other activities relate to the operation and routine maintenance of all radiation protection measuring equipment used at KfK and the calibration of these systems. A major activity of the Dosimetry Department is the development and testing of radiation protection measuring techniques, special attention being paid to neutron dosimetry, low dose measurements, and measurements of minor nuclide deposits in the body.

The Dose Measurement Group runs an Evaluation Center for thermoluminescence and phosphate glass dosimeters and is responsible for determining the personnel doses of all staff members of the Karlsruhe Nuclear Research Center. These measurements are done on a voluntary basis in addition to the demands of the Radiation Protection Ordinance. This includes dose measurements conducted by means of solid state dosimeters in the environments of nuclear facilities. Special attention is devoted to development activities in neutron dosimetry, especially the application of albedo measuring techniques in measuring scattered neutron fields, the application and advancement of track etching techniques, and the measurement of low doses in the region of the natural background radiation level. Additional work is done to estimate the mean radiation hazard of the population in Germany due to radon daughters in dwellings. This

research project is funded by the Federal Ministry of the Interior. Within the Technology-Transfer-Project the group is involved in the development of an automatic glass dosimeter reader.

The Incorporation Measurement Group runs a whole body counter and two lung counters for routine incorporation checks of all staff members handling radioactive substances. The Group is also involved in the further development of methods of incorporation measurement. This work focuses on measurements of radioactive materials difficult or impossible to detect by conventional body counters, such as radium, uranium, plutonium, and various transplutonium elements.

The Radiation Protection Measurement Group is responsible for managing all radiation protection measuring instruments installed at KfK, which includes regular electronic maintenance, repair and calibration of portable dose rate meters, all contamination monitors, and stationary measuring installations for level and emission control. Other duties of this Group include the leak tests of sealed radioactive emitters, acceptance tests of equipment newly purchased, tests of measuring equipment new in the market, and the development for in-house needs of equipment not available commercially.

The Calibration Group runs calibration systems for routine calibration of solid state dosimeter systems and all kinds of dosimeters and dose rate meters for radiation protection. The facilities are used by the official Calibration Center of the State of Baden-Württemberg also for calibrating personnel and local dosimeters. The preservation of measuring accuracy is ensured by regular participation in various national and international control exposures.

"Environmental Meteorology"

In the Environmental Meteorology Department a team of meteorologists, physicists and engineers, in addition to working on routine meteorological problems of environmental protection, are involved in studying the problems of the atmospheric diffusion of nuclear pollutants. The Meteorology Group measures meteorological parameters. For this purpose, a measuring tower 200 m high has been built whose ten measuring platforms carry numerous measuring instruments. Two SODAR instruments have been installed and a measurement campaign has been started in 1981 for comparison purposes. The readings are stored electronically and supply not only data processed for statistical purposes, but also those data which serve for model theories to be developed to describe atmospheric diffusion.

The Atmospheric Diffusion Group, among other activities, carries out diffusion tests. Studies of atmospheric diffusion over greater distances are conducted by means of constant-volume balloons, the so-called tetroons. These are flown at altitudes of several hundred meters and tracked by means of radar systems. The trajectories furnish information about flow and turbulence conditions in the respective strata of air. On the basis of meteorological measurements and the results of diffusion experiments, a meteorological information system has been developed which, by means of a video display unit, allows diffusion conditions in the environment of the Karlsruhe Nuclear Research Center to be displayed at any time.

In the Risk Analysis Group, the radiation doses caused by nuclear pollutants discharged into the atmosphere are determined. These exposures act through the "external airborne and ground-borne exposures," "inhalation," and "ingestion" exposure pathways. The influence of meteorological parameters on radiation exposure under assumed nuclear accident conditions is determined in risk analyses.

"Technical Safety Bureau"

The Technical Safety Bureau Department is responsible for central planning and administration in all areas of radiation protection and industrial safety. It sets up rules and verifies measures prescribed in discharging legal obligations, meeting requirements and regulations within the framework of technical safety in the Karlsruhe Nuclear Research Center. The Technical Safety Bureau is also responsible for the coordination and documentation of safety relevant events and for the resulting correspondence with supervisory authorities.

The Radiation Protection Group supports the activities of the Radiation Protection Officers as well as practical radiation protection through consultancy work and maintaining contacts with public authorities. It formulates applications for permits under the Atomic Energy Act, ensures that any conditions imposed by the authorities are met, keeps central files of all persons exposed to radiation and their personnel readings recorded, and controls the necessary deadlines.

The Industrial Safety Group is active in all matters pertaining to conventional safety at work as a controlling, consulting and training group and thus promotes the safety consciousness. It is responsible for accepting reports, for reporting and registration about accidents at work, for ordering precautionary measures to be taken and for nominating persons responsible for safety. It gives advice in all matters related to the proper disposal of inactive wastes.

The Nuclear Material Safeguards Group is responsible for central accountancy for KfK GmbH, in order to record, monitor and report nuclear material and other radioactive substances, and for preparatory and administrative work in the context of inspections by international agencies.

The Emergency Planning and Management Group provides the squad leader in charge for the organization of safety at the Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH. The group prepares and updates intervention documents, organizes alarm exercises for the task forces, writes reports about interventions in incidents and accidents, and reports events which are relevant in terms of safety to the supervisory authorities.

"Security"

The Security Department with its groups responsible for Security Service, Technical Security and Detection Services, Personnel and Administrative Security and Management of Confidential and Secret Documents, ensures basic security throughout the Nuclear Research Center.

The Security Service is responsible for security within the Nuclear Research Center. Its activities include the protection of the whole site by patrol and surveillance services and guards protecting access at the main gates. The Service also cooperates in devising security measures for individual facilities together with the operators and ensures that special access rules are observed.

The Technical Security and Detection Services are also responsible for selecting, using and ensuring the functional reliability of technical security systems. Also the generation of uniform standards in this technology and the safe installation and connection to the Alarm Center of those systems are responsibilities of these services. The Detection Service ensures observation of the regulations and control provisions of the Karlsruhe Nuclear Research Center, investigates many kinds of damage, and protects legal claims.

The Personnel and Administrative Security Problems Group is responsible for granting access permits in the light of conditions imposed by the supervisory authorities. It is also charged with clarifying all questions connected with potential hazards to the Nuclear Research Center arising from persons. The same group runs the bureau issuing permits.

"Radiation Protection Monitoring"

The Radiation Protection Monitoring Department is mainly responsible for protection of the personnel of the Karlsruhe Nuclear Research Center handling radioactive substances or exposed to ionizing radiation. As a result of these duties, the members of this Department work in a decentralized system in the different administrative units of the Nuclear Research Center. The staff members of Radiation Protection Monitoring support the Radiation Protection Officers in each subunit in discharging their duties under the Radiation Protection Ordinance. They are the persons to be contacted by members of the respective institutes or departments, ensuring behavior in conformity with radiation protection criteria.

The Radiation Protection Monitoring Department carries out the daily evaluation of pen dosimeters and records the personnel doses received. The official film dosimeters and thermoluminescence dosimeters are issued monthly just as partial body dosimeters or neutron dosimeters if required. Routine contamination and dose rate measurements are performed in accordance with a plan in buildings and facilities. Staff members in radiation protection organize decontamination procedures in cases of contamination of persons. Moreover, radioactivity concentrations in the air of working rooms are monitored. If these airborne radioactivity levels in rooms are too high, protective measures are recommended. Materials transports from controlled areas into the plant monitoring area of the Nuclear Research Center and out of the Nuclear Research Center are monitored.

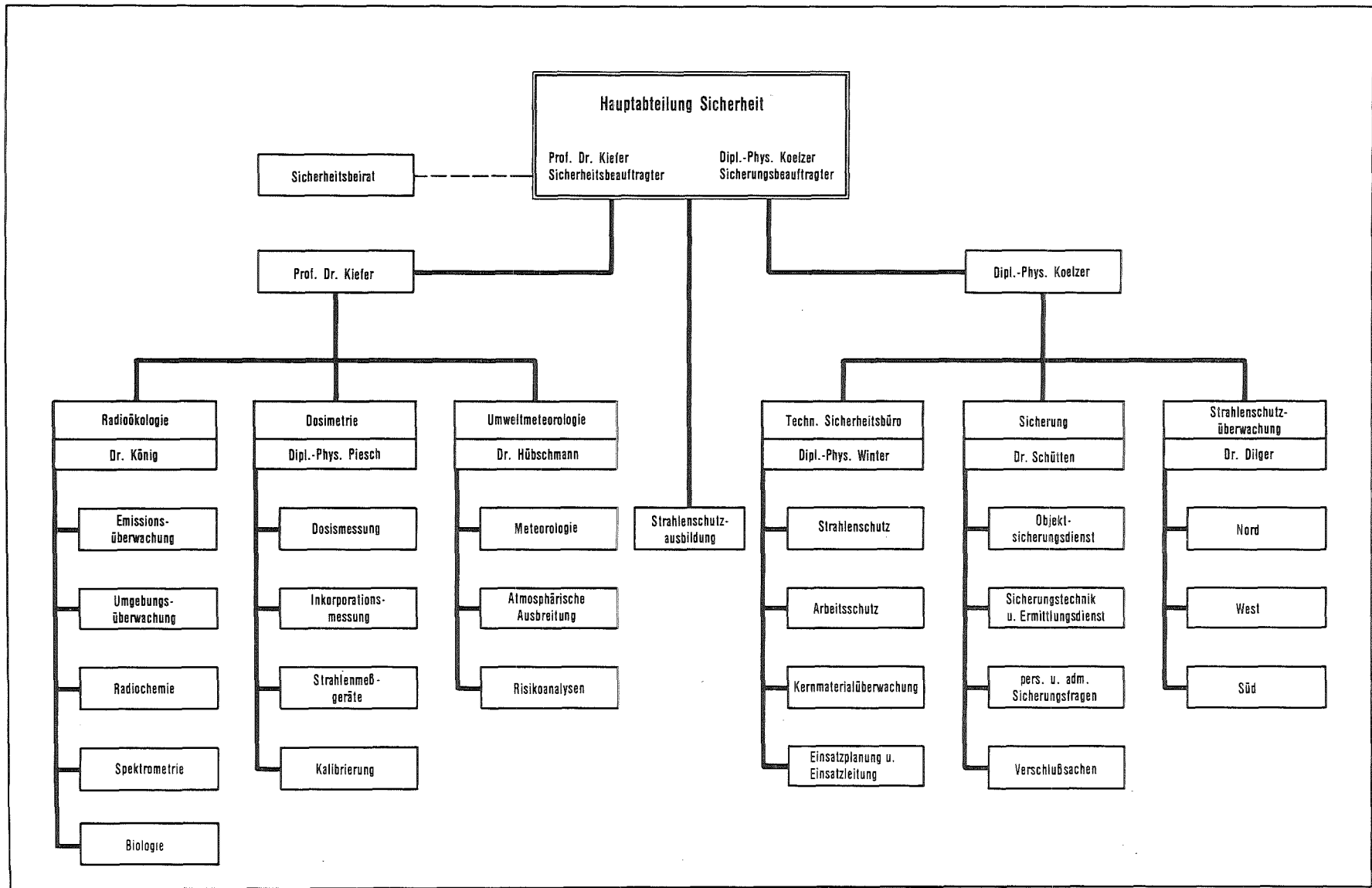


Abb. 1/1: Organisationsplan der Hauptabteilung Sicherheit

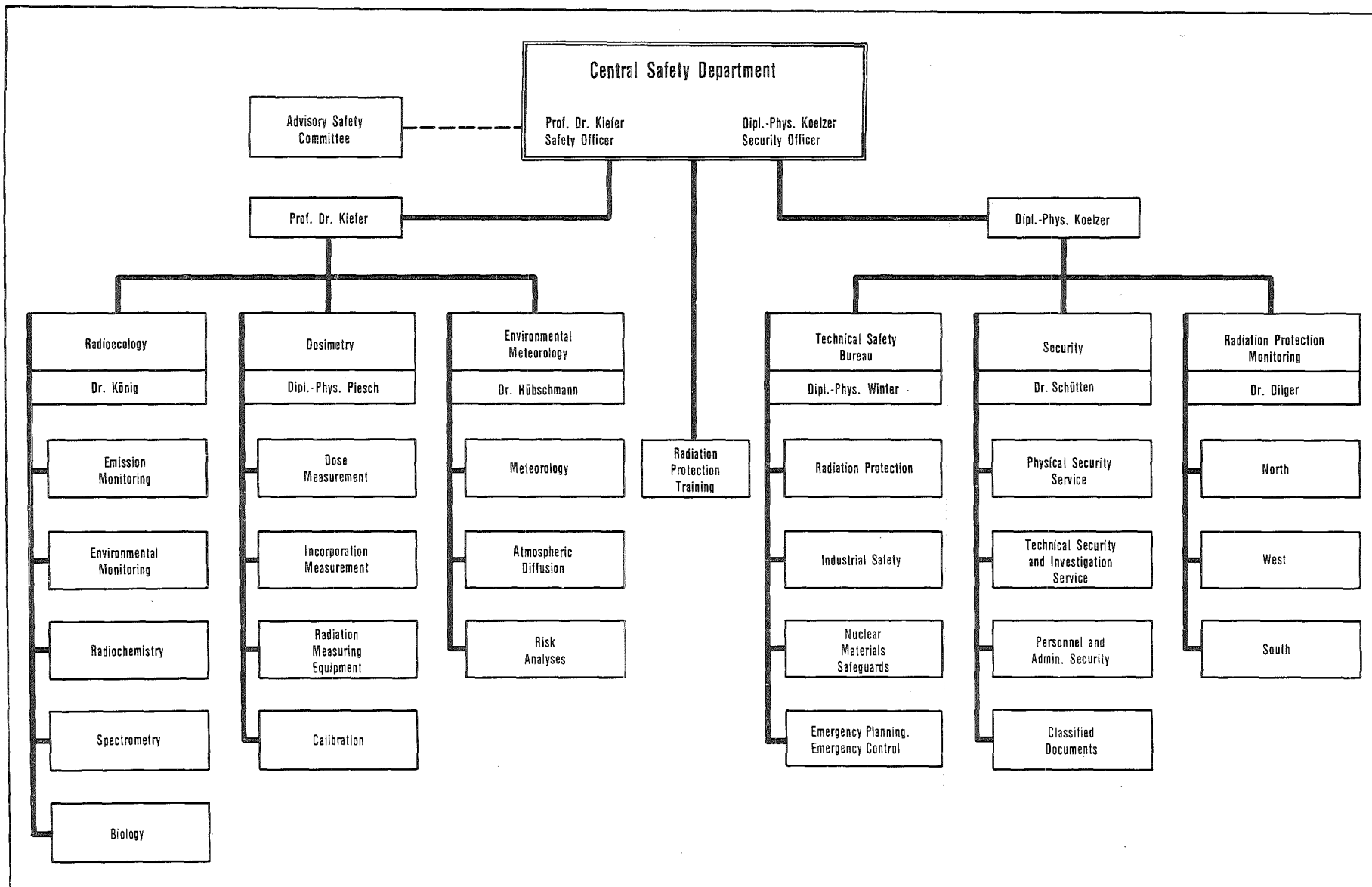


Fig. 1/1: Organization scheme of the Central Safety Department

2. Technisches Sicherheitsbüro

M. Winter

Die Abteilung "Technisches Sicherheitsbüro" befaßt sich mit zentraler Planung und Administration auf allen Gebieten des Strahlenschutzes und des Arbeitsschutzes. Sie trifft Regelungen und überprüft angeordnete Maßnahmen zur Erfüllung gesetzlicher Pflichten, Auflagen und Vorschriften zur technischen Sicherheit im Kernforschungszentrum Karlsruhe. Zu ihren Aufgaben gehören Koordinierung und Dokumentation sicherheitsrelevanter Vorgänge und die durch sie ausgelöste Korrespondenz mit Aufsichtsbehörden.

Die Gruppe "Strahlenschutz" unterstützt die Tätigkeit der Strahlenschutzbeauftragten und den praktischen Strahlenschutz durch Beratung und Behördenkontakte. Sie formuliert atomrechtliche Genehmigungsanträge, sorgt für die Einhaltung behördlicher Auflagen, führt zentrale Dateien aller Strahlenexponierten und deren persönlicher Meßdaten und verfolgt Termine.

Die Gruppe "Arbeitsschutz" wird auf allen Gebieten der konventionellen Sicherheit am Arbeitsplatz kontrollierend, beratend und ausbildend tätig und fördert so das Sicherheitsbewußtsein. Sie erledigt Meldung, Registrierung und Berichterstattung von Arbeitsunfällen, ordnet vorsorgliche Maßnahmen an und bestellt sicherheitsbeauftragte Personen. Sie berät in allen Fragen der ordnungsgemäßen Beseitigung inaktiver Abfälle.

Der Gruppe "Kernmaterialüberwachung" obliegt die zentrale Buchhaltung für die KfK GmbH zur Erfassung, Überwachung und Meldung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen und die Vorbereitung und Betreuung der Inspektionen durch internationale Behörden.

Die Gruppe "Einsatzplanung und Einsatzleitung" stellt den Einsatzleiter vom Dienst (EvD) für die Sicherheitsorganisation der KfK GmbH, sie aktualisiert und erarbeitet Einsatzunterlagen, organisiert Alarmübungen der Einsatztrupps, erstattet Einsatzberichte bei Störfällen und Unfällen und meldet sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse den Aufsichtsbehörden.

Technisches Sicherheitsbüro	<ul style="list-style-type: none">- Leitung und Koordinierung- Behördenkontakte- Dokumentation und Planung- Korrespondenz
Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none">- Genehmigungen, Auflagen, Bestellungen- Personendosiskartei und EDV- Sicherheitstechnische Unterlagen und Beratung- Durchführung der Röntgenverordnung
Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none">- Betriebs- und Arbeitsplatzüberwachung- Sicherheitsinformationen, Beratung und Ausbildung- Sekretariat des Arbeitsschutzausschusses- Unfallanalysen
Kernmaterialüberwachung	<ul style="list-style-type: none">- Erfassung und Meldung von Kernmaterial- Begleitung der Inspektionen durch EURATOM und IAEO- Erfassung und Meldung sonstiger radioaktiver Stoffe- Transportüberwachung
Einsatzplanung und Einsatzleitung	<ul style="list-style-type: none">- Sicherheitsorganisation und Sicherheitsregeln- Einsatzunterlagen und Einsatzberichte- Ausbildung, Alarmübungen der Einsatztrupps- Einsatzleitung bei Störfällen und Unfällen
Abfallwirtschaft	<ul style="list-style-type: none">- Regelungen zur Beseitigung inaktiver Abfälle- Überwachung der Abfallwege und der Art der Beseitigung- Einwirkung auf Reduzierung und Verwertung- Informationen und Berichterstattung

2.1 Strahlenschutz

2.1.1 Betriebsüberwachung

H. Roock

Zur Überprüfung der vor Ort getroffenen Strahlenschutzmaßnahmen, der Einhaltung von Verordnungen, Genehmigungsaufgaben und Vorschriften sowie aufgrund von Zwischenfällen und bei behördlichen Aufsichtsbesuchen wurden im Berichtsjahr 45 Begehungen in den Instituten und Abteilungen des Kernforschungszentrums Karlsruhe durchgeführt, in denen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Routinebegehungen, die nach Terminabsprache im Beisein eines Strahlenschutzbeauftragten und des örtlichen Strahlenschutzes erfolgten und zu denen der Betriebsrat und die Medizinische Abteilung eingeladen wurden, sowie die Begehungen im Rahmen der behördlichen Aufsichtsbesuche und aufgrund besonderer Anlässe führten im wesentlichen zu folgenden Beanstandungen: Unzureichende oder fehlende Kennzeichnungen gemäß § 35 StrlSchV, Nichteinhaltung der Kleiderordnung, Mitnahme von Privatutensilien in Kontrollbereiche, Mängel bei der Aufbewahrung von Atemschutzgeräten, verbesserungsbedürftige Abschirmungen von Einzelkomponenten sowie Mängel bei der Handschuhbefestigung an Gloveboxen. Es wurden jedoch keine schwerwiegenden sicherheitsrelevanten Mängel festgestellt.

Personen, die Tätigkeiten ausüben, die eine Belehrung gemäß § 39 StrlSchV erfordern, und bei denen erhebliche Überschreitungen der Belehrungstermine vorlagen, wurden bis zum Nachvollzug der Belehrung für Tätigkeiten in Kontrollbereichen und für den Umgang mit radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenzen gesperrt.

Die 1983 dem Technischen Sicherheitsbüro gemeldeten personen-, raum- und sachbezogenen Vorkommnisse mit radioaktiven Stoffen zeigt Tab. 2/1. Die Aufgliederung nach Ursachen der insgesamt 39 erfaßten Vorkommnisse erfolgte nach dem jeweils überwiegender Merkmal (Grenzwertüberschreitungen bei Radioaktivitätsableitungen mit Abwasser oder Abluft sind hier nicht miterfaßt).

Ursache	Betroffenes Objekt	Betroffene Körperteile
Technische Mängel 13 %	Personen 87 %	Kopf 47 %
Organisatorische Mängel 15 %	Gegenstände 8 %	Hände 35 %
Verhaltensmängel 72 %	Raumluft 5 %	Ganzkörper 18 %

Tab. 2/1: Vorkommnisse im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen

2.1.2 Unterstützung der Strahlenschutzbeauftragten

H. Roock

Der in 223 Exemplaren an alle Strahlenschutzverantwortung tragende Personen ausgegebene Strahlenschutzordner mußte auch 1983 ergänzt und aktualisiert werden. Hier sind 4 neue Merkblätter zu nennen, die im folgenden kurz vorgestellt werden.

1. "Bedingungen für die Beschäftigung von Fremdfirmenangehörigen, deren Arbeitgeber nicht im Besitz einer Genehmigung gemäß § 20 a StrlSchV sind."

Hier wird unterschieden in:

- Beruflich strahlenexponierte Personen, die gelegentlich tätig sind.

Bei der vorgesehenen Tätigkeit dürfen die Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B (siehe StrlSchV Anlage X und die §§ 49, 50, 51 und 52) nicht überschritten werden.

Die Tätigkeit darf nur gelegentlich stattfinden. Die Interpretation des Begriffs "gelegentlich" ist bislang offiziell noch nicht geklärt. Jedoch kann festgestellt werden, daß eine Beschäftigung im Sinne von § 20 a, die über 10 % der jährlichen Gesamtarbeitszeit hinausgeht, nicht mehr als "gelegentlich" einzuordnen ist.

- Nicht beruflich strahlenexponierte Personen.

Es muß sichergestellt sein, daß die betreffende Person nicht mehr als 1/10 der Grenzwerte der Anlage X, Spalte 2 der StrlSchV erreichen kann. Dies gilt unter Berücksichtigung aller Strahlenbelastungen im Beruf. Vor Aufnahme der Arbeit muß am Arbeitsort unter den üblichen Betriebsbedingungen die Ortsdosis bestimmt werden.

2. "Beschäftigung von Universitätsangehörigen in Strahlenschutzbereichen der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH."

Hier wird unterschieden in:

- Universität Karlsruhe

a) Angehörige der Universität Karlsruhe, die als beruflich strahlenexponierte Personen

- ihren ständigen Arbeitsplatz auf dem Gelände der KfK haben,
- vom Strahlenschutz der KfK ständig betreut werden und sich den Anweisungen der Strahlenschutzbeauftragten der KfK unterwerfen und
- deren Strahlenschutzkartei im Kernforschungszentrum geführt wird,

sind bezüglich der Strahlenschutzüberwachung wie Mitarbeiter der KfK GmbH einzustufen. Sie unterliegen bei ihrer Tätigkeit im Kernforschungszentrum nicht dem § 20 a StrlSchV, so daß diese Tätigkeit das Führen von Strahlenpässen nicht erfordert.

b) Alle übrigen beruflich strahlenexponierten Personen der Universität Karlsruhe werden vom Strahlenschutz der Universität betreut, so daß auf sie der § 20 a StrlSchV bei einer Tätigkeit auf dem Gelände des Kernforschungszentrums anzuwenden ist.

- Deutsche Universitäten, außer Uni Karlsruhe

Auf Angehörige deutscher Universitäten, die als beruflich strahlenexponierte Personen bei der KfK GmbH tätig werden, ist § 20 a StrlSchV in vollem Umfang anzuwenden.

- Ausländische Universitäten

Beruflich strahlenexponierte Personen ausländischer Universitäten fallen unter die Bestimmungen des § 20 a StrlSchV. Für die Erteilung der erforderlichen Genehmigung ist die Behörde zuständig, in deren Bezirk sich die Anlage befindet, in der die betroffenen Personen zum erstenmal in der Bundesrepublik Deutschland tätig werden.

3. "Richtlinie über die Kontrolle der Ein- und Ausfuhr von Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen."

4. "Transportordnung des Kernforschungszentrums Karlsruhe für den internen Transport radioaktiver Stoffe" (siehe Kapitel 2.1.9).

1983 wurden bei den zuständigen Behörden 22 Anträge auf Genehmigungsänderung oder auf Erteilung einer neuen Genehmigung nach § 9 AtG oder §§ 3, 15 und 16 StrlSchV gestellt. In 6 Fällen wurde den Behörden der Umgang mit radioaktiven Stoffen unterhalb der 10-fachen Freigrenze gem. § 4, Abs. 1 und 3 der StrlSchV angezeigt.

Aufgrund von Umorganisationen wurden 4 Neubestellungen und 11 Änderungen der Zuständigkeiten (ohne Entlastungen und ohne Änderungen von Raumzuständigkeiten in der gleichen Organisationseinheit) von Strahlenschutzbeauftragten bzw. deren Stellvertretern erforderlich. Ende 1983 gab es bei der KfK GmbH 54 Strahlenschutzbeauftragte und 165 Stellvertreterfunktionen. Bei den

Neubestellungen waren jeweils Strahlenschutzfachkunde und persönliche Zuverlässigkeit nachzuweisen.

Die Beantwortung telefonischer Anfragen über allgemeine Strahlenschutzfragen, Beratung bei der Neueinrichtung von Kontrollbereichen und Sperrbereichen sowie bei der Erfüllung von Behördenauflagen, die Durchsicht von Sicherheitsbetrachtungen und Sicherheitsberichten und die Teilnahme an den Sitzungen des Arbeitsschutzausschusses und des Sicherheitsausschusses der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe bildeten auch 1983 einen wesentlichen Teil der Routineaufgaben.

2.1.3 Analyse administrativer Strahlenschutzaufgaben

A. Antoni, P. Meyer, H. Roock

Der Aufgabenbereich der "Personendosiskartei" war im Laufe der letzten Jahre mehrfach neuen Anforderungen anzupassen. Die Bezeichnung "Strahlenschutzkartei" wäre treffender, da die hier zu erfassenden Daten, Belege und Informationen nicht nur aus den Dosismesswerten bestehen. Im Zuge des schrittweisen Überganges von handgeführten Karteien auf EDV und als Grundlage für Rationalisierungsentscheidungen wurde der Status quo der administrativen Praxis der Dokumentation und Weitergabe von personenbezogenen Strahlenschutzdaten umfassend analysiert.

In 13 detaillierten Flußdiagrammen wurde der Daten- und Informationsfluß zwischen der zentralen Strahlenschutzkartei bei HS/TSB und KfK-internen und -externen Stellen für die folgenden Aufgaben dargestellt:

- Erfassung von strahlenexponierten Personen mittels Erhebungsbogen,
- Erfassung von Fremdfirmenangehörigen mittels Einlegeblatt zum Strahlenpaß,
- Erfassung der Meßwerte und Expositionszeiten von
 - amtlichen Filmdosimetern,
 - Thermolumineszenzdosimetern,
 - Stabdosimetern,
 - Albedodosimetern,
 - Teilkörperdosimetern
 - Glasdosimetern,
- Erfassung von Ergebnissen der Inkorporationsüberwachung,
- Terminüberwachung für
 - ärztliche Untersuchungen gemäß § 67 StrlSchV,
 - Belehrungen gemäß § 39 StrlSchV,
- Ausfertigung von Strahlenpässen,
- Administrative Maßnahmen bei Beendigung des Beschäftigungsverhältnisses von strahlenexponierten Mitarbeitern.

Zwei Beispiele sollen die Darstellungsform der administrativen Abläufe veranschaulichen.

Der im Zusammenhang mit der Eingruppierung strahlenexponierter Personen auszufüllende Erhebungsbogen muß zur Beschreibung der Expositionsbedingungen, zur Festlegung der Überwachungskategorie und zur Festsetzung der Inkorporationsüberwachung verschiedene Institutionen durchlaufen. Abb. 2/1 stellt diesen Zusammenhang schematisch dar und beschreibt die durchzuführenden Teilaufgaben der einzelnen Stationen.

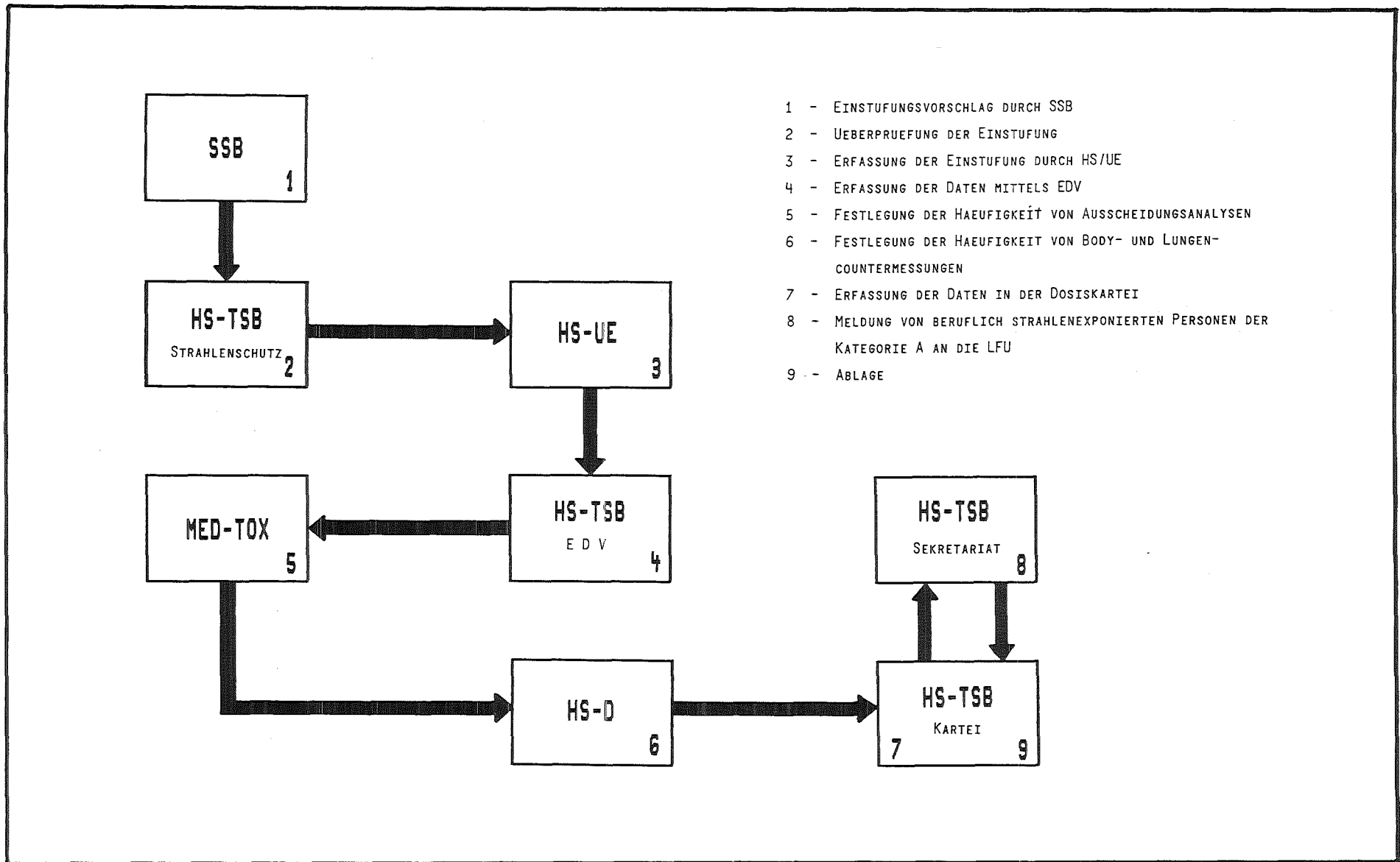


Abb. 2/1: Einstufung einer strahlenexponierten Person mittels Erhebungsbogen

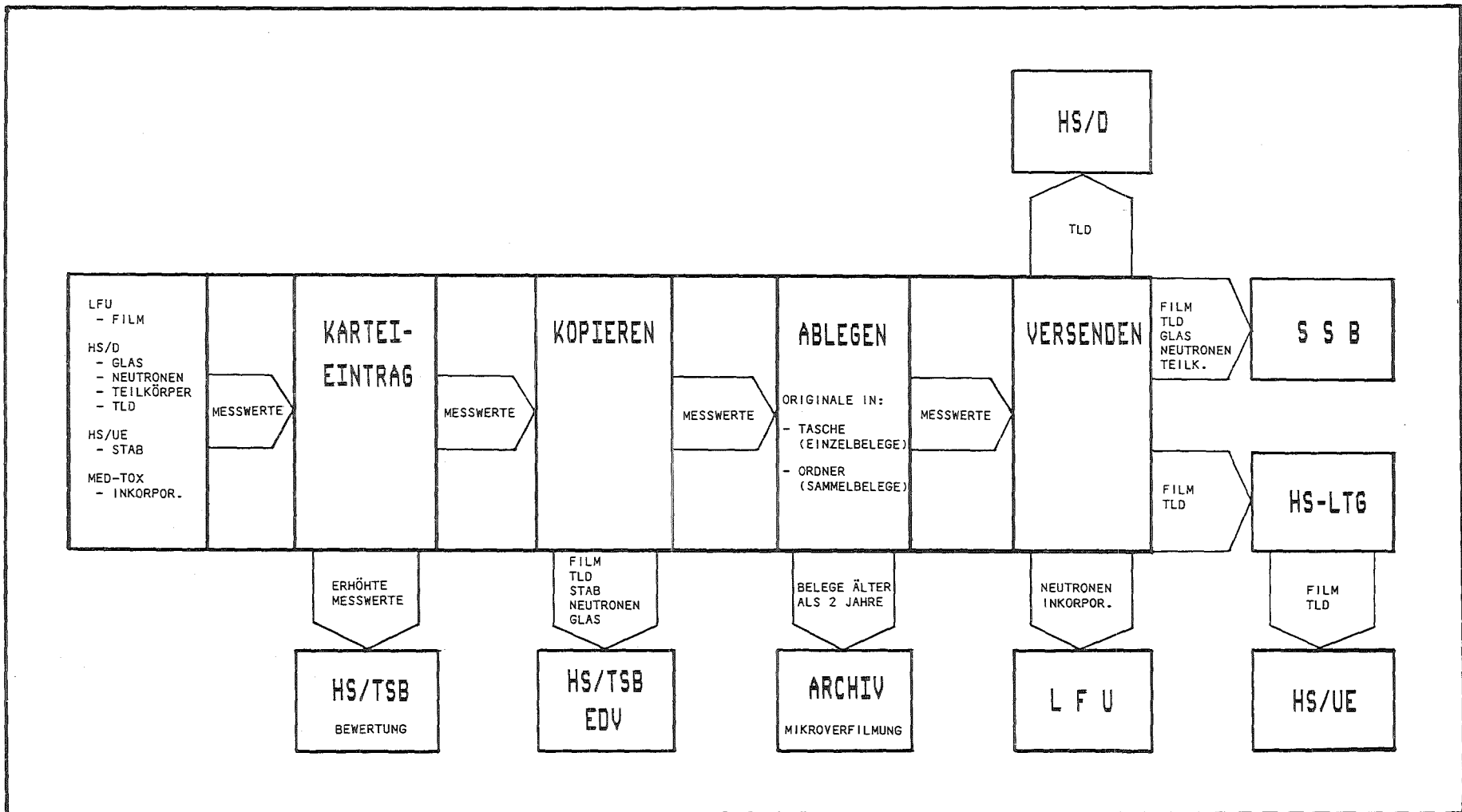


Abb. 2/2: Aufgaben der Dosiskartei im Zusammenhang mit der Erfassung, Auswertung und Weitergabe von Meßwerten

Eine vereinfachte schematische Darstellung der im Zusammenhang mit der Erfassung, Auswertung und Weitergabe von Meßergebnissen anfallenden Tätigkeiten der Dosiskartei zeigt Abb. 2/2. Bisher werden - für jede Dosimeterart getrennt - Kopien der Meßwertlisten entsprechend der Darstellung in Abb. 2/2 monatlich verteilt. Ab 1984 werden die SSB, die LfU und HS/Ü monatlich nur noch eine Liste in Form eines Computerausdruckes erhalten, die alle Dosismerte enthält, die mit den verschiedenen Dosimetersystemen ermittelt wurden. Der Ausdruck erfolgt getrennt nach Organisationseinheiten. Die beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter jeder Organisationseinheit werden in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet.

2.1.4 Personenüberwachung

H. Roock

In der Personendosiskartei (hierunter wird die Handkartei und die EDV-Anlage verstanden) werden sowohl die von der amtlichen Meßstelle als auch alle in Eigenüberwachung ermittelten Personendosen und Inkorporationsmeßergebnisse registriert und 30 Jahre lang aufbewahrt. Bei festgestellten Grenzwertüberschreitungen erfolgen Meldungen, damit die jeweils erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können. Ferner werden Belehrungs- und Untersuchungstermine registriert und ihre Einhaltung überwacht.

Zu den Aufgaben der Personendosiskartei gehören auch Ausgabe und Rücknahme der amtlichen Personendosimeter sowie deren Versand an die amtliche Meßstelle (Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe). Als Begleitpapier für die amtlichen Dosimeter dient der "Überwachungsbogen zur Personendosis-Feststellung". Diese für den jeweiligen Überwachungszeitraum zusammen mit den amtlichen Dosimetern verteilten Formulare sind am Ende der Dosimetertragezeit ausgefüllt (Name, Vorname, Dosimeter-Nr., Befestigungsort, Strahlungsart) an die Personendosiskartei zurückzugeben. Die interne Dosimetrie (Eigenüberwachung) wird von HS/D und HS/Ü abgewickelt.

Für alle Institute und Abteilungen werden deren in Kategorie A eingestufte Mitarbeiter von HS/TSB in festgelegten regelmäßigen Abständen zur ärztlichen Untersuchung gemeldet. Ergeben sich bei der Untersuchung Einschränkungen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen, so wird dies in der Kartei vermerkt. Der zuständige Strahlenschutzbeauftragte sowie der Betriebsrat werden hierüber umgehend unterrichtet. Die Ergebnisse von Inkorporationsmessungen gehen den Strahlenschutzbeauftragten direkt zu. Sie werden ebenfalls in der Personendosiskartei verbucht.

Aufgrund der Genehmigung nach § 20 a StrlSchV werden für KfK-Mitarbeiter, die in fremden kern-technischen Anlagen tätig werden müssen, Strahlenpässe ausgestellt und die Eintragungen im Bedarfsfall auf den neuesten Stand gebracht. Zur Zeit sind 154 KfK-Angehörige im Besitz eines gültigen Strahlenpasses.

Für beruflich strahlenexponierte Personen, die erstmals tätig werden, oder deren Umgang mit radioaktiven Stoffen sich wesentlich verändert, sind vom zuständigen Strahlenschutzbeauftragten (SSB) Erhebungsbogen (siehe Abb. 2/2) zur Einstufung in Überwachungskategorien auszufüllen. Die Einzelangaben und die von den SSB vorgeschlagenen Einstufungen werden im Technischen Sicherheitsbüro geprüft, bevor hier die endgültige Einstufung vorgenommen wird. Sofern Korrekturen oder Ergänzungen notwendig sind, erfolgen diese in Abstimmung mit dem SSB. Ende 1983 waren von den Mitarbeitern der KfK GmbH und von den Angehörigen der Universität Karlsruhe, die ihren ständigen Arbeitsplatz in der KfK haben, insgesamt 533 Personen in Kategorie A und 1 560 Personen in Kategorie B als beruflich strahlenexponierte Personen eingestuft.

Bereits seit dem 01.01.1983 wurden alle Dosismerte, ärztliche Untersuchungstermine und Belehrungstermine von der EDV erfaßt und ausgewertet. Die Handkartei wurde zur Redundanz 1983 noch parallel weitergeführt. Ab Januar 1984 werden nur noch die mittels EDV z. Zt. noch nicht erfaßbaren Daten, wie Teilkörperdosen und Inkorporationsmeßwerte, in handgeführte Karteien aufgenommen.

2.1.5 EDV-Einsatz für administrative Strahlenschutzaufgaben

A. Antoni, P. Meyer

Seit Jahresbeginn 1983 wird zur Durchführung von Teilaufgaben der Strahlenschutzüberwachung elektronische Datenverarbeitung in wesentlich erweitertem Umfang eingesetzt. Dazu stehen zwei voneinander unabhängige EDV-Anlagen zur Verfügung:

- Zentraleinheit mit einem Arbeitsspeicher von 16 Kilobytes und kompaktem Kleinplattensystem,
- Zentraleinheit mit einem Arbeitsspeicher von 124 Kilobytes, externem Betriebssystem, Plattenstation, Diskettenstation mit drei Laufwerken und einem Mehrplatzsystem mit zwei Bildschirmen.

Durch den Kauf eines Plattenspeichers mit einer Speicherkapazität von 80 Megabytes konnten Programmabläufe vereinfacht und durch den schnelleren Zugriff auch erheblich verkürzt werden. Der Ausbau auf ein Mehrplatzsystem mit gegenwärtig zwei angeschlossenen Terminals bietet die Möglichkeit, zwei verschiedene Programme parallel zu verarbeiten. Es können maximal fünf Bildschirme an das System angeschlossen werden. Außerdem wird seit November 1983 zusätzlich zu den bereits vorhandenen zwei Matrixdruckern ein Typenraddrucker für die Anwendungsfälle eingesetzt, die eine hohe Schriftqualität erfordern. Eine dazugehörige Plot-Option erlaubt die Verarbeitung von Plotprogrammen.

Zur Zeit werden folgende Hauptprogramme verfügbar gehalten und ständig aktualisiert:

AU	Erfassung des Unfallgeschehens in der KfK
ADRESS	Erfassung von Anschriften externer Kontaktpersonen von HS/TSB
AVU	Terminüberwachung für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
DATASCH	Erfassung von Anschriften externer Kontaktpersonen der Hauptabteilung Sicherheit
DIN	Erfassung aller in der LA vorhandenen DIN-Normen
DON	Dosiserfassung für alle Organisationseinheiten der KfK und von Fremdfirmenangehörigen
EVD	Erfassung von Daten der EvD-Einsätze
ETRU	Erfassung der Mitglieder aller Einsatztrupps
GEN	Erfassung der atomrechtlichen Genehmigungen der Organisationseinheiten der KfK
MAUS	Meßwertaustausch mit HS/Ü
PLOTBAR	Plotten von Balkendiagrammen
UEBO	Erfassung der strahlenexponierten Mitarbeiter der Kategorie A, geordnet nach HS/Ü-Bereichen
UKW	Erfassung der Inhaber von Personenrufempfängern
VIP	Erfassung von wichtigen internen Kontaktpersonen für HS/TSB
ZAG	Erfassung der Firmen mit einer Genehmigung nach § 20 a StrlSchV

Für alle Hauptprogramme gibt es mindestens folgende Unterprogramme: Ergänzung von Daten, Korrektur von Daten, Sortierverfahren, Statistik und Listenausdruck.

Zur Berichterstattung von Dosismesswerten, zur Terminverfolgung für ärztliche Untersuchungen oder Strahlenschutzbelehrungen, zur Bekanntmachung wichtiger Informationen oder administrativer Maßnahmen und zur Abwicklung der internen und externen Korrespondenz müssen unterschiedliche Personenkreise und Institutionen angeschrieben werden. Zur Rationalisierung des umfangreichen Schriftverkehrs können Formblätter, Listen und Verzeichnisse, die unterschiedlichen Ordnungskriterien unterliegen, maschinell erstellt werden. Die hierzu verwendeten Ausgaberroutinen für die Hauptprogramme sind in Tab. 2/2 zusammengestellt.

Programmkurzbezeichnung	Leistung	Nutzungsfrequenz
AU	Unfallstatistik	nach Bedarf
ADRESS	Alphabetisches Verzeichnis der Anschriften Adressenaufkleber	nach Bedarf "
AVU	Meldungen von fälligen Untersuchungsterminen Einbestellung zur Untersuchung Kontrollausdruck nach Organisationseinheiten	monatlich " "
DATASCH	Alphabetisches Verzeichnis der Anschriften Adressenaufkleber Telefonnummernverzeichnis	nach Bedarf " "
DIN	Liste der in der Literaturabteilung vorhandenen Normen Liste der ungültig gewordenen Normen Aufkleber zur Durchführung des Änderungsdienstes	nach Bedarf monatlich "
DON	Auflistung von Strahlenschutzdaten der Mitarbeiter aller Organisationseinheiten der KfK und von Fremdfirmenangehörigen Meldungen von fälligen Untersuchungsterminen Meldungen von fälligen Belehrungsterminen Alphabetische Liste der Fremdfirmenangehörigen Nach Fremdfirmen sortierte Namensliste Liste der Stabdosisimeterwerte von Fremdfirmenangehörigen, alphabetisch geordnet Mitteilung der Stabdosisimeterwerte an Fremdfirmen mit einer Genehmigung nach § 20 a StrlSchV Strahlenschutzdaten von ausgeschiedenen Fremdfirmenangehörigen, alphabetisch geordnet Namenslisten für Strahlenschutzbelehrungen Dosisstatistik (Häufigkeitsverteilungen, Summen- und Mittelwertbildungen von Personendosiswertwerten für unterschiedliche Überwachungszeiträume)	monatlich " " " " " " " jährlich nach Bedarf "
EVD	Statistik der EvD-Einsätze	vierteljährlich
ETRU	Liste der Truppmitglieder aller Einsatztrupps mit Privatadressen	halbjährlich
GEN	Auflistung aller atomrechtlichen Genehmigungen - chronologisch nach Jahren - geordnet nach Organisationseinheiten	nach Bedarf "

Tab. 2/2: Ausgaberoutinen der Hauptprogramme

Programmkurz- bezeichnung	Leistung	Nutzungs- frequenz
MAUS	Wechselseitige Übertragung und Ergänzung von Dosis- meßwerten der beruflich strahlenexponierten Personen in der HDB auf Datenträger von HS/TSB und HS/Ü	monatlich
PLOTBAR	Plotten von Balkendiagrammen	nach Bedarf
UEBO	Überwachungsbogen, geordnet nach HS/Ü-Bereichen - für Filmdosimeter - für Thermolumineszenzdosimeter	monatlich "
UKW	Liste der Personenrufempfänger - geordnet nach steigender Rufnummer - geordnet nach Organisationseinheiten	nach Bedarf "
VIP	Alphabetische Gesamtliste wichtiger interner Kontaktpersonen für HS/TSB Listen bestimmter Personengruppen, abrufbar nach 16 verschiedenen Auswahlmerkmalen - alphabetisch geordnet - nach Organisationseinheiten geordnet Adressenaufkleber zu allen Listen	nach Bedarf " " "
ZAG	Anschriftenverzeichnis der Firmen mit einer Genehmigung nach § 20 a StrlSchV Adressenaufkleber	nach Bedarf "

Tab. 2/2: Ausgaberroutinen der Hauptprogramme (Fortsetzung)

2.1.6 Ergebnisse der Personendosisüberwachung

A. Antoni, P. Meyer

Die vielfältigen Aufgaben bei der Dosiserfassung und Dosisauswertung werden mit Hilfe des EDV-Hauptprogrammes mit der Kurzbezeichnung "DON" durchgeführt. Dazu stehen die in Tab. 2/3 aufgeführten Unterprogramme zur Verfügung.

UNTERPROGRAMME :

/01/ = EINGABE VON DATEN	/02/ = KORREKTUR - SSB
/03/ = ERGAENZUNG VON NAMEN	/04/ = MONATSMITTEILUNG FA. . . .
/05/ = GESAMTLISTE	/06/ = TIK LISTE (NAMEN)
/07/ = UNTERSUCHUNGSTERMINE	/08/ = BELEHRUNGSTERMINE
/09/ = NAMENSLISTE	/10/ = TIK-LISTE (MESSWERTE)
/11/ = KORREKTUREN	/12/ = ALPHABETISCH SORTIEREN
/16/ = KONTROLLE DES DATEIINHALTES	/17/ = AUTOMATISCHE TIK-EINGABE
/18/ = MELDUNG AN MED. ABT.	/19/ = NEUERSTELLUNG DES NAMENSINDEXES
/20/ = KORREKTUR - LFU-NUMMER	/21/ = STATISTIK
/23/ = MONATSMITTEILUNG (FREMDFIRMEN)	/25/ = JAHRESUEBERTRAG/DATEIEN
/26/ = UNTERSCHRIFTENLISTE - BELEHRUNG	/27/ = MESSWERTAUSTAUSCH HS/UE-HS/TSB

Tab. 2/3: Unterprogramme im Hauptprogramm "DON"

Zur Auswertung der gespeicherten Meßdaten stehen im Unterprogramm "Statistik" drei unterschiedliche Programmversionen zur Verfügung:

- Häufigkeitsverteilung der monatlichen Strahlenexposition,
- Häufigkeitsverteilung von Dosissummen,
- Jahres-Dosissummen und -Mittelwerte.

Es können Statistiken für einzelne Organisationseinheiten, für alle Organisationseinheiten zusammen und für bestimmte Gruppen von Organisationseinheiten nach unterschiedlichen Überwachungskategorien und Dosimeterarten abgerufen werden.

Die überwachten Organisationseinheiten und Anlagen der KfK wurden zu folgenden Gruppen zusammengefaßt:

- Reaktoren und Beschleuniger (IK/III, INR, KTB/SNEAK),
- Institutionen mit hohem Aktivitätsinventar (IHCh, IMF/III, INE, IRCH, KTB/FR 2, KTB/HZ),
- Institutionen mit niedrigem Aktivitätsinventar (IMF/I und II, IT, LAF II, LIT),
- Dekontamination und Abfallbehandlung (HDB),
- sonstige Institutionen.

Die Tabellen 2/4 und 2/5 zeigen die Häufigkeitsverteilungen der monatlichen Dosiswerte beruflich strahlenexponierter Personen der Kategorien A und B für die vorgegebene Intervallschichtung zwischen 0 mSv und 50 mSv. Durch Ausscheiden von Mitarbeitern oder durch Umstufungen von Mitarbeitern in eine andere Überwachungskategorie aufgrund geänderter Arbeitsbedingungen variiert die Zahl der überwachten Personen in den einzelnen Monaten.

In Tab. 2/6 wurden für die hier definierten Gruppen verschiedener Organisationseinheiten und Anlagen der KfK die prozentualen Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte dargestellt. Die Darstellung erfolgte wiederum für die beruflich strahlenexponierten Personen beider Kategorien

und für dieselbe Dosisintervallschachtelung. Bei der Summation wurden auch alle die Mitarbeiter mitgezählt, die nur während eines Teils des Jahres beruflich strahlenexponiert waren oder der betrachteten Gruppierung von Organisationseinheiten angehört haben. Dies bedeutet, daß z. B. die Vierteljahresdosis eines Mitarbeiters in der Kategorie B als Jahresdosis in die Statistik einging, da seine Dosisexposition während der restlichen 9 Monate des Jahres mit 0 mSv bewertet wurde. Aufgrund dieses Sachverhaltes weichen die in Tab. 2/6 genannten Zahlen für die erfaßten

Dosisintervall in mSv	Häufigkeitsverteilungen der monatlichen Filmdosiswerte in %											
	JAN	FEB	MÄRZ	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
H = 0.0	65.5	71.6	63.6	68.1	72.7	73.3	69.7	67.0	69.4	66.4	69.2	73.0
0 < H ≤ 0.2	18.8	12.5	26.6	17.7	16.6	12.6	13.1	16.9	12.1	17.5	15.8	17.0
0.2 < H ≤ 0.4	6.0	7.7	4.8	7.4	3.9	6.6	7.1	4.2	8.1	6.3	5.5	5.2
0.4 < H ≤ 1.0	8.1	6.7	3.6	5.3	5.0	4.6	6.9	8.0	6.0	6.5	6.8	3.9
1.0 < H ≤ 2.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	2.1	2.5	2.9	3.3	2.2	2.1	1.0
2.0 < H ≤ 5.0	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	0.8	0.4	0.8	1.2	1.2	0.6	0.0
5.0 < H ≤ 10.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0 < H ≤ 15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0 < H ≤ 20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0 < H ≤ 25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 < H ≤ 30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 < H ≤ 35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0 < H ≤ 40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0 < H ≤ 45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45.0 < H ≤ 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H > 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Überw. Personenzahl:	521	521	522	514	517	517	518	522	520	509	513	519

Tab. 2/4: Ergebnisse der amtlichen Filmdosimetrie des Jahres 1983 für beruflich strahlenexponierte Personen der KfK in der Kategorie A bei monatlicher Dosimeterauswertung

Dosisintervall in mSv	Häufigkeitsverteilungen der monatlichen Stabdosiswerte in %											
	JAN	FEB	MÄRZ	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
H = 0.0	97.4	98.3	98.0	98.3	97.3	98.1	97.8	96.6	97.2	96.3	97.1	97.3
0 < H ≤ 0.2	0.7	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1.3	1.5	1.0
0.2 < H ≤ 0.4	1.0	0.9	0.8	0.7	1.7	1.0	1.1	1.8	1.1	1.4	1.1	1.4
0.4 < H ≤ 1.0	0.7	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.6	0.5	0.7	0.2	0.3
1.0 < H ≤ 2.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1
2.0 < H ≤ 5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0 < H ≤ 10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0 < H ≤ 15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0 < H ≤ 20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0 < H ≤ 25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 < H ≤ 30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 < H ≤ 35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0 < H ≤ 40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0 < H ≤ 45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45.0 < H ≤ 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H > 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Überw. Personenzahl:	1534	1560	1562	1574	1574	1568	1583	1576	1580	1571	1570	1567

Tab. 2/5: Ergebnisse der internen Dosimetrie des Jahres 1983 mittels Stabdosimetern für beruflich strahlenexponierte Personen der KfK in Kategorie B bei monatlicher Dosimeterauswertung

Dosisintervall in mSv	Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte 1983 in %					
	A	B	A	B	A	B
H = 0.0	21.1	77.2	26.4	71.5	71.1	87.5
0.0 < H ≤ 0.2	12.3	4.9	7.3	4.4	10.5	4.4
0.2 < H ≤ 0.4	7.0	5.6	9.1	7.7	2.6	4.4
0.4 < H ≤ 1.0	10.5	7.4	8.2	10.4	7.9	1.7
1.0 < H ≤ 2.0	15.8	3.7	13.6	3.4	5.3	1.7
2.0 < H ≤ 5.0	19.3	0.0	13.6	2.3	2.6	0.3
5.0 < H ≤ 10.0	12.3	0.6	14.5	0.3	0.0	0.0
10.0 < H ≤ 15.0	1.8	0.6	6.4	0.0	0.0	0.0
15.0 < H ≤ 20.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
20.0 < H ≤ 25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 < H ≤ 30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 < H ≤ 35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0 < H ≤ 40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0 < H ≤ 45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45.0 < H ≤ 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H > 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anzahl erfaßter Jahresdosiswerte	57	162	110	298	38	295
Mittlere überwachte Personenzahl	47	150	103	275	36	273
Gruppe	Reaktoren und Beschleuniger		Institutionen mit hohem Aktivitätsinventar		Institutionen mit niedrigem Aktivitätsinventar	

Dosisintervall in mSv	Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte 1983 in %					
	A	B	A	B	A	B
H = 0.0	14.9	77.4	56.8	90.6	40.9	85.2
0.0 < H ≤ 0.2	15.8	3.2	10.2	2.9	10.8	3.6
0.2 < H ≤ 0.4	4.0	0.0	6.0	4.2	6.1	4.9
0.4 < H ≤ 1.0	6.9	6.5	8.3	1.8	8.2	3.9
1.0 < H ≤ 2.0	10.9	6.5	7.5	0.4	10.0	1.6
2.0 < H ≤ 5.0	19.8	3.2	9.8	0.1	12.8	0.6
5.0 < H ≤ 10.0	25.7	3.2	1.5	0.0	9.3	0.2
10.0 < H ≤ 15.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.1
15.0 < H ≤ 20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
20.0 < H ≤ 25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0 < H ≤ 30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0 < H ≤ 35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0 < H ≤ 40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0 < H ≤ 45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45.0 < H ≤ 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H > 50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anzahl erfaßter Jahresdosiswerte	101	31	266	908	572	1694
Mittlere überwachte Personenzahl	95	28	237	842	518	1568
Gruppe	Dekontamination und Abfallbehandlung		sonstige Institutionen		KfK gesamt	

Tab. 2/6: Ergebnisse der amtlichen Dosimetrie (Filmdosimeter) für Personen der Kategorie A und der internen Dosimetrie (Stabdosisimeter) für Personen der Kategorie B. Die Darstellung erfolgte getrennt für die verschiedenen Gruppen von Organisationseinheiten der KfK und für die KfK insgesamt.

Jahresdosiswerte (= Gesamtzahl aller Personen, die jemals - wenn auch nur für einen Monat - in der Datei erfaßt waren) und die Zahlenwerte für die mittlere überwachte Personenzahl voneinander ab. Die mittlere überwachte Personenzahl ist immer kleiner als die Anzahl der erfaßten Jahresdosiswerte. Die mittlere Personenzahl des Jahres 1983 wurde durch arithmetische Mittelbildung aus den monatlichen Zahlen gebildet. Zur Angabe der Jahresdosismittelwerte in Abb. 2/3 wurde von diesen Mittelwerten ausgegangen.

Beim Vergleich der Jahresdosiswerte 1983 mit denen des Jahres 1982 zeigt sich, daß sich außer bei der Gruppe der Institutionen mit niedrigem Aktivitätsinventar die Werte der beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie A bei allen anderen Gruppen von Organisationseinheiten erhöht haben. Ein Grund hierfür liegt darin, daß Ende 1982 fast alle jene Mitarbeiter, die eine Jahressumme von 0 mSv hatten, für 1983 aus der Kategorie A herausgenommen wurden. Dies führte 1983 bei nahezu gleicher Jahresdosissumme, aber um rund 24 % verringerter Anzahl der überwachten Personen, zu der beobachteten Erhöhung der Jahresdosismittelwerte.

Für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B bietet sich dagegen ein uneinheitliches Bild. Für den Bereich der KfK insgesamt verringerte sich der Jahresdosismittelwert in dieser Kategorie geringfügig.

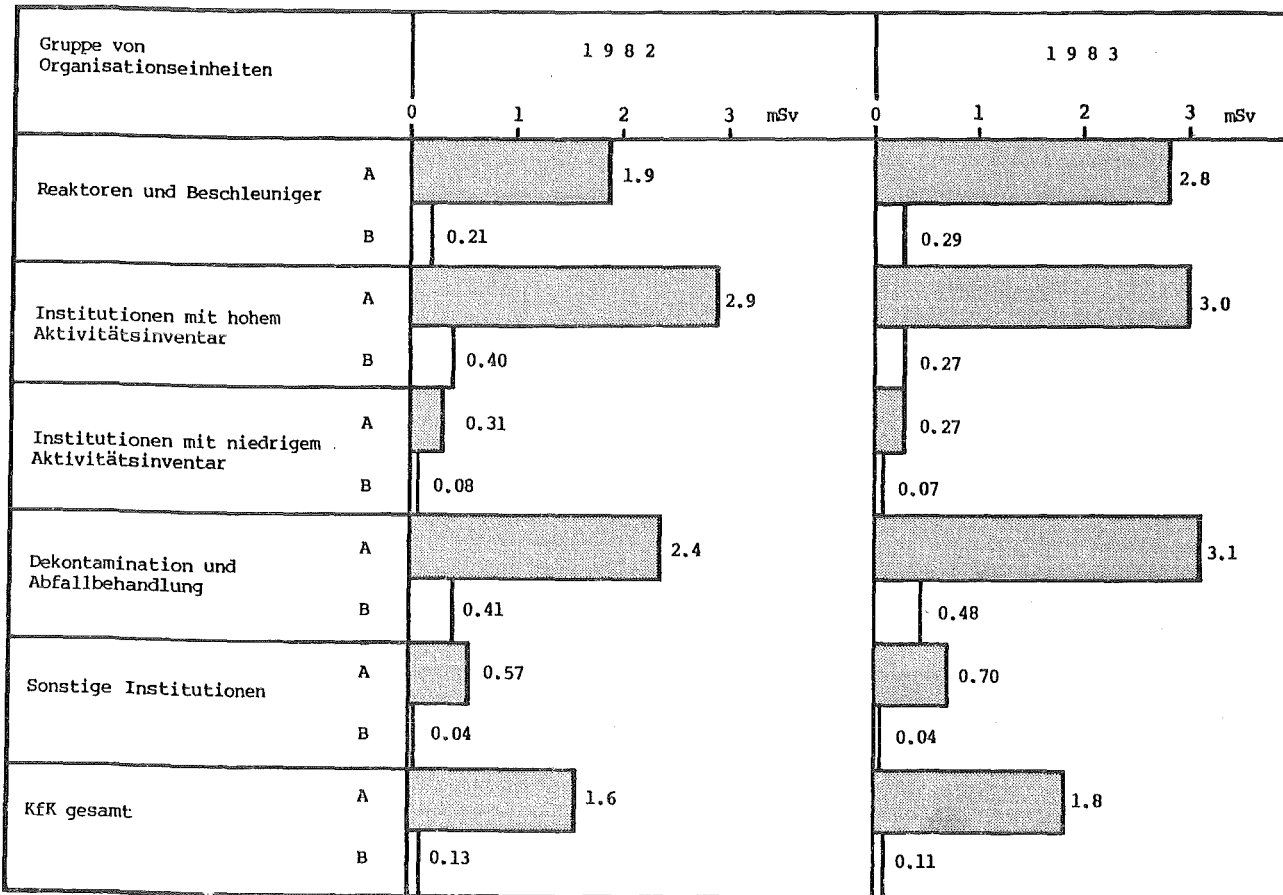


Abb. 2/3: Vergleich der Jahresdosismittelwerte von 1982 und 1983 für Personen der Kategorie A (amtliches Filmdosimeter) und der Kategorie B (internes Stabdosimeter). Die Darstellung erfolgte getrennt für die verschiedenen Gruppen von Organisationseinheiten der KfK und für die KfK insgesamt.

2.1.7 Durchführung der Bestimmungen des § 20 a der Strahlenschutzverordnung

H. Brächt, A. Antoni, H. Roock

Die Strahlenschutzverordnung verlangt von Firmen, die unter ihrer Aufsicht stehende Personen in fremden kerntechnischen Anlagen tätig werden lassen, eine eigene atomrechtliche Genehmigung und eine Reihe administrativer Leistungen zum Strahlenschutz. Ausnahmen hiervon sind statthaft, wenn Fremdfirmenangehörige in Strahlenschutzbereichen nur gelegentlich oder als nicht beruflich strahlenexponierte Personen tätig werden.

Fremdfirmen, die Aufträge zur Durchführung von Arbeiten in Strahlenschutzbereichen der KfK GmbH erhalten haben, wünschen häufig fernmündliche Beratung, die sich insbesondere auf die Entscheidung erstreckt, ob eine Genehmigung nach § 20 a erforderlich ist, oder ob es sich um eine gelegentliche Tätigkeit handelt. Von der weiteren Möglichkeit des Einsatzes als nicht beruflich strahlenexponierte Personen wird von den Fremdfirmen wenig Gebrauch gemacht. Hierbei muß allerdings sichergestellt sein, daß die betreffende Person nicht mehr als 1/10 der Dosisgrenzwerte der Anlage X, Spalte 2 der StrlSchV erreichen kann. Dies gilt unter Berücksichtigung aller beruflichen Strahlenbelastungen im Kalenderjahr. Weiterhin sind Fragen aufgetreten bezüglich des Genehmigungsverfahrens, des Abgrenzungsvertrages, des Strahlenpasses und der zu erbringenden Vorleistungen.

Kann von den Ausnahmen kein Gebrauch gemacht werden, so wird im Rahmen des Dienstleistungsvertrages ein Vertrag über die Abgrenzung der Aufgaben von Strahlenschutzbeauftragten (Abgrenzungsvertrag) abgeschlossen. Die KfK GmbH hat hierzu einen einheitlichen Vertragstext ausgearbeitet, der den Fremdfirmen zur Unterzeichnung übersandt wird. Voraussetzung für einen Vertragsabschluß ist das Vorliegen der § 20 a-Genehmigung der betreffenden Fremdfirma.

Die sich aus dem Abgrenzungsvertrag ergebenden Aufgaben und Zuständigkeiten für Auftraggeber (Betreiber) und Auftragnehmer (§ 20 a-Firma) sind in Tabelle 2/7 dargestellt.

Aufgaben nach Abgrenzungsvertrag	
für § 20 a-Firmen	für den Betreiber
Beschaffen der Genehmigung und Beachten der darin enthaltenen Auflagen	Benennen der Kontaktstelle (HS/TSB)
Beschaffen und Führen von Strahlenpässen	Stellung von Schutzkleidung
Benennen einer Kontaktperson	Kontrolle Dosisgrenzwerte
Bilanz aller Strahlenexpositionen	Kontrolle Inkorporationswerte
amtliche Langzeitdosimetrie	Kurzzeitdosimetrie und Übermittlung der Daten
Kenntnisvermittlung und Strahlenschutzbelehrung	anlagenbezogene Belehrung
ärztliche Untersuchung	
Beachten der Tätigkeitsverbote	
Meldung an die Behörde (Bilanz)	Meldung an die Behörde (Einzelereignis)

Tab. 2/7: Zuständigkeiten nach § 20 a Strahlenschutzverordnung gemäß Abgrenzungsvertrag

Die Erfassung der Fremdfirmen und der Kenndaten des Vertragspartners sowie erforderliche Aktualisierungen erfolgen über EDV-Programme.

Die im Abgrenzungsvertrag zugesagte Übermittlung der vom Strahlenschutz der KfK gemessenen Stabdosiswerte erfolgte monatlich für alle im laufenden Kalenderjahr bei der KfK GmbH nicht nur gelegentlich tätig gewordenen Fremdfirmenangehörigen. Dies waren 1983 insgesamt 491 Personen von 54 Fremdfirmen. Ferner wurden über ein EDV-Programm postfertige Auszüge der Personendosisdatei monatlich erstellt und diesen Firmen übersandt.

135 Fremdfirmen sind im Besitz eines Abgrenzungsvertrages, der 1983 von 58 Firmen tatsächlich genutzt wurde. 50 Fremdfirmen ließen im Berichtsjahr ihre Mitarbeiter nur gelegentlich in der KfK GmbH tätig werden. Insgesamt wurden 1983 bei HS/TSB 635 Fremdfirmenangehörige erfaßt.

Auch die Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH ist ihrerseits Inhaber einer Genehmigung nach § 20 a StrlSchV für Mitarbeiter, die im Auftrag der KfK auswärts möglicherweise strahlenexponiert arbeiten. Im Bedarfsfall wird solchen Mitarbeitern der vorgeschriebene Strahlenpaß ausgestellt und zur Dokumentation von Strahlenschutzdaten mitgegeben.

2.1.8 Durchführung der Röntgenverordnung

W. Reuble

Die Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (RÖV) vom März 1973 legt fest, welche Röntgeneinrichtungen und Störstrahler dieser Verordnung unterliegen. Aus der RÖV ergeben sich auch alle Maßnahmen, die vor Inbetriebnahme und während des Betriebes zu beachten sind. Für den Bereich der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH wird die Einhaltung der RÖV durch das Technische Sicherheitsbüro der Hauptabteilung Sicherheit (HS/TSB) kontrolliert. So sind Neubeschaffungen, Veränderungen sowie Außerbetriebsetzungen der hier angesprochenen Einrichtungen bzw. Geräte an HS/TSB zu melden. Hier werden die Röntgeneinrichtungen und Störstrahler erfaßt, die Benennung der Verantwortlichen für den Strahlenschutz veranlaßt, die Geräte der Behörde angezeigt und, wenn erforderlich, für sie eine Betriebsgenehmigung beantragt. Anlässlich eigener Betriebsbegehungen, aber auch in Begleitung der behördlich bestellten Sachverständigen bei Abnahmen i. S. der RÖV finden Kontrollen vor Ort statt über die Richtigkeit der gemachten Angaben in den Meldeformularen, über die Einhaltung des Strahlenschutzes sowie über die Erfüllung erteilter Auflagen.

Im Berichtsjahr fanden mit Bezug auf die Röntgenverordnung 13 Behördeninspektionen unter Beteiligung von HS/TSB statt. 9 Prüfungen i. S. § 4 RÖV durch behördlich bestellte Sachverständige wurden in den Institutsbereichen IK III, IMF I, INE, INFP, INR, IRCh und LIT durchgeführt. Von den 22 Ende 1983 gültigen Genehmigungen gemäß § 3 RÖV (siehe Tab. 2/8) sind 6 im Laufe des Berichtsjahres neu erteilt worden.

Bei HS/TSB waren Ende 1983 insgesamt 53 Röntgeneinrichtungen und 18 Störstrahler (i. S. § 1 RÖV) registriert, die bei 23 verschiedenen Organisationseinheiten der KfK betrieben werden.

Für Röntgeneinrichtungen und Störstrahler, die der Röntgenverordnung unterliegen, waren in der KfK Ende 1983 unabhängig von Bestellungen nach der Strahlenschutzverordnung insgesamt 64 Personen, und zwar 37 Personen als Verantwortliche für den Strahlenschutz (VfS/RÖV) und 27 Personen als stellvertretende Verantwortliche (StVfS/RÖV) gem. § 11, Abs. 1, Nr. 2 der RÖV, bestellt. Bestellt kann nur werden, wer die jeweils erforderliche Fachkunde belegen kann, wem ein festgelegter Zuständigkeits- bzw. Entscheidungsbereich übertragen ist und wem die für die Erfüllung der Aufgaben erforderlichen Befugnisse eingeräumt sind. Nicht nur durch Zugang neuer Geräte, sondern auch durch Umbesetzungen oder anderweitig erforderlich gewordene Entlastungen

von der Strahlenschutzverantwortung werden Neubestellungen sowie Änderungen von Zuständigkeiten erforderlich. Der Vollzug der damit verbundenen administrativen Aufgaben obliegt ebenfalls HS/TSB.

NR.	ERTEILT AM	GENEHMIGUNGS- NR.	ORGANISATIONS- EINHEIT	GERAETEART
1	22.03.82	ROE/307/82	EKM/FK	ROENTGENEINRICHTUNG
2	22.03.82	ROE/308/82	EKM/FK	ROENTGENEINRICHTUNG
3	18.06.82	ROE/316/82	IK III	STOERSTRAHLER
4	11.08.81	ROE/320/81	IHCH	ROENTGENEINRICHTUNG
5	01.07.82	ROE/320/82	IHCH	ROENTGENEINRICHTUNG
6	27.07.83	ROE/319/83	IK II	STOERSTRAHLER
7	04.10.76	ROE/158/76	IKVT	STOERSTRAHLER
8	25.05.76	ROE/57/76	IKVT	STOERSTRAHLER
9	05.01.83	ROE/302/83	IMF I	STOERSTRAHLER
10	05.06.79	ROE/310/79	IMF I	ROENTGENEINRICHTUNG
11	30.06.82	ROE/317/82	IMF I	ROENTGENEINRICHTUNG
12	23.10.79	ROE/333/79	IMF I	STOERSTRAHLER
13	14.03.80	ROE/308/80	IMF III	ROENTGENEINRICHTUNG
14	02.08.83	ROE/320/83	INFP	ROENTGENEINRICHTUNG
15	01.08.79	ROE/321/79	INFP	STOERSTRAHLER
16	05.11.82	ROE/324/82	INFP	STOERSTRAHLER
17	07.04.83	ROE/310/83	INR	ROENTGENEINRICHTUNG
18	03.10.75	ROE/121/75	IRB	ROENTGENEINRICHTUNG
19	28.02.83	ROE/306/83	IRCH	ROENTGENEINRICHTUNG
20	24.11.81	ROE/323/81	IRCH	ROENTGENEINRICHTUNG
21	25.10.83	ROE/330/83	LIT	ROENTGENEINRICHTUNG
22	30.10.79	ROE/335/79	VBW/HW	STOERSTRAHLER

Tab. 2/8: Bestehende Genehmigungen nach RÖV

2.1.9 Die Transportordnung des Kernforschungszentrums Karlsruhe für den internen Transport radioaktiver Stoffe

M. W. Egler

Durch die KfK GmbH wurde im Juli 1983 nach Genehmigung durch das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg, eine interne Transportordnung in Kraft gesetzt. Sie gliedert sich in Geltungsbereich, Transportkategorien, Verantwortlichkeiten, Transportmittel, technische Einzelheiten der Transportdurchführung und Anforderungen an Verpackungsmittel und Stoffpräparationen.

Die Transportordnung gilt für den Transport radioaktiver Stoffe außerhalb von Gebäudekomplexen und innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereiches der KfK GmbH, unabhängig davon, ob der Transport von einer Fremdfirma oder einer KfK-Organisationseinheit durchgeführt wird. Transporte mit einer Aktivität unterhalb des 100-fachen der Freigrenzen nach Anlage IV, Tab. IV 1, Spalte 4 der StrlSchV unterliegen, sofern einige zusätzliche Bedingungen eingehalten werden, der Transportordnung nicht.

Der Transport radioaktiver Stoffe erfolgt nach drei Transportkategorien. Transporte, deren Verpackung den Forderungen einer Definitionstabelle der Transportordnung entspricht, werden als R1-Transporte deklariert. Genügen die Transporte nur einer speziellen Anforderung dieser Definitionstabelle, und sind Aktivitätsgrenzwerte durch eine Tabelle der Transportordnung (A_1 - bzw. A_2 -Werte) gegeben, werden diese Transporte als R2-Transporte durchgeführt. R3-Transporte sind Sondertransporte, die weder unter R1-Transporte noch unter R2-Transporte fallen. Die Transportplanung und Durchführung von R2- und R3-Transporten sind nur im Einvernehmen mit der Hauptabteilung Sicherheit gestattet.

Verantwortlich für die sachgemäße Verpackung der radioaktiven Stoffe, Festlegung der zutreffenden Transportkategorie und Auswahl eines geeigneten Transportbehälters ist der berechtigte Absender, d. h. der zuständige SSB der abgebenden Organisationseinheit. Verantwortlich für die Annahme der radioaktiven Stoffe ist der berechtigte Empfänger, d. h. der zuständige SSB der annehmenden Organisationseinheit. Er prüft insbesondere, ob die Annahme der radioaktiven Stoffe bezüglich Art und Menge durch die bestehenden Lager- und/oder Umgangsgenehmigungen für die Organisationseinheit gedeckt ist.

Der Transport von Versandstücken mit radioaktivem Inhalt kann durch verschiedene Transportmittel erfolgen. Die technischen Einzelheiten der Transportdurchführung richten sich u. a. nach der Dosisleistung am oder in 1 m Abstand vom Transportbehälter.

A-Behältern ähnliche Verpackungen sind als Verpackungen für radioaktive Stoffe geeignet, deren Aktivität den A_2 -Wert nicht überschreitet. B-Behältern ähnliche Verpackungen sind für Transporte radioaktiver Stoffe, deren Aktivität den A_2 -Wert überschreitet, zu benutzen. Liegt ein Transportgut als "Radioaktiver Stoff in besonderer Form" vor, können Transporterleichterungen in Anspruch genommen werden, über die der abgebende SSB unter Berücksichtigung gefahrenmindernder Transportbedingungen zu entscheiden hat.

Für alle internen Transporte radioaktiver Stoffe müssen Transportbegleitpapiere ausgestellt werden. Sie sind bei HS/TSB oder HDB als durchschreibefähige Formular-Trennsätze erhältlich. Für den Transport radioaktiver Stoffe ist das "Begleitpapier für radioaktive Stoffe" auszufüllen (s. Abb. 2/4). Für Transporte zur HDB ist entweder der "Begleitschein für kontaminierte Anlageteile" oder der "Begleitschein für radioaktive Reststoffe" auszufüllen. Für den internen Transport von Kernmaterial ist in jedem Fall der "Lieferschein für Kernmaterial" auszufüllen. Er dient der Kernmaterialbilanzierung und ist ggf. zusätzlich zu anderen Begleitpapieren auszustellen.

Zur Erfassung aller in der KfK GmbH verfügbaren Transportbehälter für radioaktive Stoffe wird bei HS/TSB eine Liste geführt. Diese Liste wird durch Transportbehälter-Datenblätter und Farbfotos für jeden registrierten Behälter ergänzt. Die in den Datenblättern enthaltenen Informationen sollen bei Bedarf das Auffinden und die Auswahl geeigneter Transportbehälter und gegebenenfalls ihre Wartung und Überprüfung erleichtern.

Bei Erwerb neuer Transportbehälter für radioaktive Stoffe ist von der verantwortlichen Organisationseinheit das Transportbehälter-Datenblatt auszufüllen und zur Registrierung und Zuordnung einer Behälter-Nummer an HS/TSB zu senden.

**Kernforschungszentrum
Karlsruhe GmbH**

Begleitpapier für radioaktive Stoffe

— nur für interne Transporte —

Absender: _____ Empfänger: _____
 Org.-Einheit: _____ Org.-Einheit: _____
 Gebäude: _____ Gebäude: _____

H i n w e i s ! Ansprechpartner bei Transportunfällen oder sonstigen außergewöhnlichen Ereignissen
 Strahlenschutzbeauftragter Name: _____ Telefon: _____

Transportgut: Beschaffenheit des Gutes und der Verpackung entsprechen den Vorschriften der internen Transportordnung der KfK GmbH

Transportkategorie: R 1 R 2 R 3

Nuklid	Aktivität (Bq)	offen	umschl.	spez. Aktivität (Bq/g)	max. Kontamination d. Inhalts (Bq/cm ²)

Physikalischer Zustand: fest flüssig gasförmig

Aktivität liegt unter A₂: ja nein

Stoff in besonderer Form: ja nein

falls Stoff in besonderer Form: Aktivität liegt unter A₁: ja nein

Dosisleistung an der Oberfläche der Verpackung: \dot{D}_1 _____ $\mu\text{Sv/h}$; in 1 m Abstand: \dot{D}_2 _____ $\mu\text{Sv/h}$

Verpackung:

(nur wenn Aktivität > 0,01 A₂) Lfd. Bh.-Nr.: _____

Sonderauflagen für Transport (mit HS/Ü festlegen, entfällt bei R 1 - Transporten mit $\dot{D}_1 \leq 2000 \mu\text{Sv/h}$, $\dot{D}_2 \leq 100 \mu\text{Sv/h}$):

Beschreibung des Inhalts:

Bemerkungen:

Der Empfänger bestätigt durch seine Unterschrift seine Verantwortlichkeit und Meldepflicht.

Name: _____ (berecht. Absender) _____ (berecht. Transportleiter) _____ (berecht. Empfänger)

Unterschrift: _____

Datum: _____

(KfK / Firma)

- ⊙ „Stoffe in besonderer Form“ sind so präpariert, das ein Eindringen in die Nahrungskette auch ohne Verpackung extrem unwahrscheinlich ist. Diese Eigenschaft muß i. a. durch ein behördliches Zeugnis bestätigt sein, das ein „Zulassungskennzeichen“ hat. Bei „Stoff in besonderer Form“ ist bei allen Verpackungsbegrenzungen A₂ durch A₁ zu ersetzen.
- ⊙ Angaben hierzu sind nicht zwingend vorgeschrieben. Hier können kurze Inhaltsbeschreibungen, wie „Kontaminierte Glovebox“ oder „Aktivierte Spektrometerwelle“ oder dergl. eingetragen werden.

Verteiler: Blatt 1: HS/TSB Blatt 2: Empfänger Blatt 3: Absender Blatt 4: Transporteur

Abb. 2/4: Beispiel eines Transportbegleitpapiers

2.1.10 Überprüfung und Nachrüstung von Notstromversorgungsanlagen

H.-A. Ammermann

Das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg hat im Mai 1982 den Technischen Überwachungsverein Baden e. V. mit der Prüfung und Begutachtung von Notstromanlagen im Kernforschungszentrum Karlsruhe beauftragt. Danach wurden die Notstromsysteme derjenigen Institute und Abteilungen der KfK, in denen Tätigkeiten nach § 9 AtG ausgeübt werden, daraufhin begutachtet, ob sie im Anforderungsfall die Energieversorgung sicherheitstechnisch bedeutsamer Einrichtungen in der erforderlichen Zeit und im erforderlichen Maße sicherstellen können.

Sicherheitstechnische Einrichtungen sind Einrichtungen, die dem sicheren Einschluß, der Rückhaltung und der kontrollierten Ableitung radioaktiver Stoffe dienen, einschließlich der zugehörigen Überwachungseinrichtungen. Hierzu zählen auch Einrichtungen zur Begrenzung und zur Verhütung von Störfallfolgen und Objektsicherungseinrichtungen. Die gutachterliche Stellungnahme, die im Mai 1983 vorlag, sollte es der Aufsichtsbehörde ermöglichen, zu beurteilen, ob die Voraussetzungen nach § 9 Abs. 2, Nr. 3 AtG noch vorliegen. HS/TSB und KTB/BI haben an den umfangreichen Überprüfungen mitgewirkt, die sich auf 17 Institute und Abteilungen in insgesamt 51 Gebäuden erstreckten.

Das Prüfprogramm umfaßte:

1. Überprüfung der Notstromaggregate (NSA)

- Leistungsdimensionierung
- Treibstoffversorgung
- Leistungsreserve im Anforderungsfall, z. B. wenn ein NSA für zwei Institute/Abteilungen vorgesehen ist
- Lastschalterdimensionierung
- Funktionsprüfung
 - a) Überwachungseinrichtungen für Netzausfall
 - Ort der Überwachung
 - Prüfung des Unterspannungsrelais
 - b) Prüfung der Zuschaltprogramme für einzelne Verbraucher
 - c) Anschluß eines Mehrkanalschreibers für einzelne wichtige Abgänge
 - d) Simulation des Netzausfalles
 - e) Überprüfung, ob alle sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher über das NSA versorgt werden
 - f) Begehung der einzelnen Institute und Abteilungen
 - g) Zuschalten des Netzes (nach 30 ... 45 Minuten)
 - h) Lastlauf des NSA parallel zum Netz (100 %), ca. 10 Minuten lang mit Überlast (110 %)
 - i) Überprüfung der Geber und Schutzeinrichtungen an Motor und Generator
 - j) Einsicht in Prüfbescheinigungen, Wartungsbücher und Reparaturdokumentationen.

2. Überprüfung

- der Vollständigkeit und Funktion der sicherheitstechnisch bedeutsamen Einrichtungen,
- der Netzersatzverteilung,
- der Schaltpläne auf aktuellen Stand,
- der Bedienungsanweisungen für administrative Maßnahmen,
- der Prüfhandbücher für wiederkehrende Prüfungen,
- der Dokumentation für Wartungen, Reparaturen und Probeläufe der NSA.

Bei der Beurteilung der Notstromversorgungsanlagen wurden die Bestimmungen des VDE 0108/12.79 (Abschnitt 6 sinngemäß) zugrundegelegt.

Die Forderungen und Empfehlungen des Gutachters wurden an die zuständigen Betreiber oder an die mit der Nachrüstung betrauten Abteilungen der KfK GmbH weitergeleitet. Bis zum 1. halbjährlichen Zwischenbericht an das Sozialministerium am 01.12.1983 konnten von insgesamt 71 Forderungen 10 erfüllt werden. In 15 Fällen befanden sich zu diesem Zeitpunkt die erforderlichen Ertüchtigungsmaßnahmen in der Ausführungsphase und in 46 Fällen in der Planungsphase. Die Mängelbeseitigung wird voraussichtlich Ende 1984 abgeschlossen sein. Die Gesamtkosten für die Erfüllung der Forderungen der Aufsichtsbehörde belaufen sich auf ca. 400 000 DM. Die Erfassung der NSA-Unterlagen und die Koordinierung der Überprüfungen und der Mängelbeseitigung wurde von HS/TSB übernommen.

2.2 Arbeitsschutz

2.2.1 Betriebsüberwachung

F. Merschroth, H. Wilker, E. Windbühl, W. Winkelmann

Im Berichtszeitraum wurden 187 protokollierte Begehungen und Kontrollgänge in den baulichen Objekten, Außen- und Versuchsanlagen sowie in Einrichtungen der Infrastruktur durchgeführt. An 36 Betriebsbegehungen haben die Sicherheitsbeauftragten nach § 719 RVO der jeweils betroffenen Organisationseinheiten teilgenommen. Vertreter des Betriebsrates nahmen an 10 Begehungen teil. 14 Revisionen erfolgten gemeinsam mit Vertretern der Aufsichtsbehörden. Unabhängig hiervon fanden 6 Begehungen gemeinsam mit Betriebsarzt, Sicherheitsfachkraft und Betriebsrat gemäß den Verpflichtungen des Arbeitssicherheitsgesetzes statt. Hierbei wurden überwiegend die Arbeitsplätze von solchen Mitarbeitern überprüft, die sich aufgrund von Schutzbestimmungen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zu unterziehen haben. Eine Übersicht der häufigsten Beanstandungen bezogen auf die Anzahl der Betriebsbegehungen gibt Tab. 2/9.

Ursachen für die häufigen Beanstandungen der Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz waren geänderte Kennzeichnungsvorschriften für elektrische Schalteinrichtungen. Die häufigen Beanstandungen im Zusammenhang mit Notausgängen bezogen sich im wesentlichen auf die noch vorhandenen Schlüsselkästen, die nach aktueller Rechtsprechung nicht mehr zulässig sind. Unter den Mängeln an elektrischen Betriebseinrichtungen wurden defekte Isolierungen an Kabeln, defekte oder unsachgemäße Anschlüsse sowie fehlender Berührungsschutz zusammengefaßt. Mit einer Häufigkeit von ca. 20 % waren Mängel an Arbeitsmaschinen und die Verwendung bzw. Lagerung gefährlicher Arbeitsstoffe zu nennen. Mängel an Arbeitsmaschinen betrafen vor allem abgenutzte Schleifscheiben, fehlenden Augenschutz und unsichere Aufstellung. Mängel bei der Verwendung gefährlicher Arbeitsstoffe bezogen sich auf nicht in Auffanggefäßen gelagerte, wassergefährdende Flüssigkeiten, den Tagesbedarf überschreitende Mengen brennbarer Flüssigkeiten im Labor und die Handhabung gefährlicher oder toxischer Arbeitsstoffe. Beanstandungen der Rettungs- und Verkehrswege ergaben sich z. T. durch ihre Nutzung als Lager- und Abstellplatz oder durch Stolpergefahren bzw. mangelnde Trittsicherheit auf Fluren und Treppen. Bei 10 % aller Betriebsbegehungen mußte das Vorhandensein von Druckgasflaschen in den Arbeitsräumen beanstandet werden, obwohl in den meisten Fällen Lagerräume außerhalb des Gebäudes vorhanden waren. Sicherheitskennzeichnung an Kränen, fehlende Tragfähigkeitsplaketten oder gebrochene Litzen an Anschlagmitteln gaben im gleichen Maße Anlaß zu Beanstandungen. Mängel an der persönlichen Schutzausrüstung betrafen z. B. Atemschutzfilter, die geöffnet waren oder deren Lagerfristen überschritten waren. Z. T. fehlten Schutzbrillen und Gebotszeichen für das Tragen von Schutzausrüstungen.

Art und Häufigkeit der Beanstandungen	
30 %	Sicherheitskennzeichnungen am Arbeitsplatz Mängel an Notausgängen und deren Kennzeichnung Mängel an elektrischen Betriebseinrichtungen
20 %	Mängel an Arbeitsmaschinen Verwendung oder Lagerung gefährlicher Arbeitsstoffe Zweckentfremdete Nutzung von Rettungs- und Verkehrswegen
10 %	Lagerung von Druckgasflaschen Unbefestigte Feuerlöscher und Kennzeichnung von Wandhydranten Erhöhte Brandlasten Mängel an Kränen Mängel bei der Verwendung von Hebezeugen und Anschlagmitteln Persönliche Schutzausrüstung Notbeleuchtung, Beleuchtung des Arbeitsplatzes fehlende oder mangelhafte Absturzsicherung Ausstattung von Arbeitsräumen
5 %	Erste-Hilfe-Kästen Vorschriftswidrige Rollenstühle Verwendung von Asbest Zugerscheinungen oder ungenügender Luftwechsel Lärmemittierende Anlagen thermische Isolierungen

Tab. 2/9: Übersicht über die häufigsten Beanstandungen bei Betriebsbegehungen 1983 (Anzahl der Betriebsbegehungen = 100 %)

Eine weitere Aufgabe der Betriebsüberwachung stellte die Abnahme von Baustelleneinrichtungen dar. Dabei wurden auf 16 Baustellen 23 Baustelleneinrichtungen sicherheitstechnisch überprüft. An 85 Baubaracken, Bauwagen und Containern, die als Büros, Lager und Dauerunterkünfte dienten, konnten im wesentlichen folgende Mängel festgestellt werden:

- bei 68 % fehlten Feuerlöscher oder deren Prüffristen waren überschritten,
- bei 14 % wurden Öle und Treibstoffe sowie sonstige wassergefährdende Betriebsstoffe ohne Auffangwannen gelagert,
- bei 12 % waren die zugeteilten Baustellennummern oder Firmenschilder nicht angebracht,
- bei 10 % waren die elektrischen Einrichtungen mangelhaft,
- bei 8 % war die Anbringung von thermischen Isolierungen an Wasser- und Abwasserleitungen sowie an Heizkörpern erforderlich,
- bei 8 % mußten die vorhandenen, aber unzulässigen Heizkörper ausgetauscht werden.

Lediglich 5 % der überprüften Baustelleneinrichtungen wiesen keine Mängel auf.

2.2.2 Sicherheitsinformationen und Sicherheitsausbildung

F. Merschroth, H. Wilker, E. Windbühl

Die beste Gewähr für Arbeitssicherheit bieten der sicherheitstechnisch einwandfreie Zustand von Betriebseinrichtungen, Maschinen, Apparaten, Geräten und sonstigen Einrichtungen und sicherheitsbewußtes Verhalten der Mitarbeiter. Der Sicherheit am Arbeitsplatz dienen unter anderem die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) der Unfallversicherungsträger. Besondere Beachtung wird den innerbetrieblichen Transportsystemen ("Krane" und "Flurförderzeuge") zugemessen, weil erfahrungsgemäß bei der Bedienung dieser Geräte die Unfallgefahren besonders groß sind.

Leider wird im allgemeinen unterschätzt, welche wichtige Funktionen Kranführer, Anschläger und Führer von Flurförderzeugen in einem Betrieb innehaben. Sie tragen ein hohes Maß an Verantwortung für die in ihrem Tätigkeitsbereich beschäftigten Mitarbeiter, für die Geräte, die sie bedienen und für das Material, das sie transportieren. Bei der KfK werden die Tätigkeiten von Kranführern und Anschlägern meistens in Personalunion ausgeübt. Da eine große Anzahl der sogenannten "Kranunfälle" in Wirklichkeit auf schadhafte oder nicht geeignete Lastaufnehmeeinrichtungen wie Anschlag- und Tragmittel zurückgeführt werden können, wird in der Kranführer- und Anschlägerausbildung die Unfallverhütungsvorschrift "Lastaufnehmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb" (VBG 9 a) besonders ausführlich behandelt.

Die erforderliche Ausbildung wird von HS/TSB durchgeführt und schließt mit einer Qualifikationsprüfung ab.

Im Jahr 1983 wurden 37 Mitarbeiter als Kranführer und Anschläger sowie 15 Mitarbeiter als Flurförderzeugfahrer ausgebildet (siehe Tab. 2/10).

Institut/ Abteilung	Kranführer und Anschläger	Flurförder- zeugfahrer
EKM	4	-
HDB	3	3
INFP	5	-
IHCh	-	3
IKVT	1	-
IMF	1	-
IRCh	3	-
ITP	2	-
KTB	9	-
LAF	1	-
VBW	-	5
sonstige Einrichtungen	8	4
Summe	37	15

Tab. 2/10: Ausbildung von Kranführern, Anschlägern und Flurförderzeugfahrern 1983

Um den Erfordernissen der VDE-Vorschriften 0104 und 0105 im experimentellen Versuchsbetrieb gerecht zu werden, wurde im Rahmen der innerbetrieblichen Fortbildung ein neuer Kurs zur Erlangung der Qualifikation "Unterwiesene Person" für jene Mitarbeiter eingerichtet, die bereits über Grundkenntnisse in der Elektrotechnik verfügen, aber keine Fachleute i. S. der VDE-Vorschriften sind.

Zur Motivierung der Mitarbeiter zu sicherheitsbewußtem Verhalten bedarf es gezielter, auf den Arbeitsplatz abgestimmter Informationen, um Gefährdungen mangels Unterrichtung auszuschalten. In Erfüllung der Unfallverhütungsvorschrift "Allgemeine Vorschriften" wurde den Sicherheitsbeauftragten/RVO, dem Betriebsrat und den Instituten und Abteilungen eine Auswahl der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zur Verfügung gestellt, in die von jedem Mitarbeiter Einsicht genommen werden kann. Weitere Informationsschriften, Technische Regeln, Sicherheitsnormen, Betriebsanweisungen und Betriebsregelungen, Merkblätter und sonstige Schriften zum Arbeitsschutz enthält eine weitere Sammlung, die beim gleichen Adressatenkreis ausliegt. Hinzu kommt eine 4-bändige Merkblattsammlung "Gefährliche Arbeitsstoffe" mit z. Zt. ca. 800 Merkblättern. Die ausgegebenen Sammlungen werden in kurzen Abständen aktualisiert.

Zur allgemeinen Information dienen neben den Hausmitteilungen (Werkszeitschrift), die jeder Mitarbeiter enthält, Rundschreiben und Tonfilme sowie Tonbildschauen. Besondere Beachtung wurde im Berichtszeitraum der Lärmbekämpfung am Arbeitsplatz, dem sicheren Arbeiten im Labor, der sicheren Handhabung von brennbaren Flüssigkeiten und der ordnungsgemäßen Beseitigung von inaktivem Müll geschenkt.

Mit Sicherheitsaufgaben betraute Mitarbeiter und die Sicherheitsbeauftragten/RVO hatten Gelegenheit, an externen Veranstaltungen teilzunehmen, die folgende Themen behandelten:

- Gestaltung von Büroarbeitsplätzen,
- praxisorientierte Geräuschminderung und
- elektrische Ausrüstung von Be- und Verarbeitungsmaschinen (VDE 0113).

2.2.3 Unfallgeschehen

P. Meyer, E. Windbühl

1983 wurden dem Badischen Gemeindeunfallversicherungsverband Karlsruhe als zuständigem Unfallversicherungsträger 68 meldepflichtige Arbeitsunfälle und 9 Berufskrankheiten angezeigt. Meldepflichtig sind alle Arbeitsunfälle, die zu einer Arbeitsunfähigkeit von mehr als 3 Tagen oder zum Tod des Beschäftigten geführt haben (§§ 1552 bis 1558 RVO). Abb. 2/5 zeigt in einem Kreisdiagramm die meldepflichtigen Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten, wobei die Arbeitsunfälle nach Unfallarten unterteilt sind. Dabei stehen die Arbeitsunfälle im engeren Sinne (Ausübung betrieblicher Tätigkeit) an der Spitze der angezeigten Unfälle. Mit großem Abstand folgen die Wegeunfälle (Unfälle auf dem Weg von und zur Arbeitsstätte), die sonstigen Unfälle (z. B. während des Betriebsausfluges), die Unfälle bei der Teilnahme am innerbetrieblichen Verkehr und die Sportunfälle. Bei den angezeigten Berufskrankheiten handelt es sich um Fälle von Lärmschwerhörigkeit.

Tab. 2/11 schlüsselt die Arbeitsunfälle (ohne Wegeunfälle) 1983 nach aufgetretenen Gefährdungsarten und betroffenen Körperteilen auf. Bei der Mehrzahl der Unfälle waren scharfe oder kantige Gegenstände, lösende, fallende, rollende Teile oder ungenügende Trittsicherheit auslösendes Moment für den Arbeitsunfall. Am häufigsten betroffene Körperteile waren Hände und Füße.

In Abb. 2/6 ist die Verteilung aller meldepflichtigen Arbeitsunfälle auf die einzelnen Monate des Jahres 1983 dargestellt. Die Verteilung der meldepflichtigen Arbeitsunfälle (ohne Wegeunfälle) über die Tageszeit in Abb. 2/7 bestätigt die Aussage der Unfallstatistiken aller Wirtschaftszweige, daß die Zeit zwischen 10 und 12 Uhr und zwischen 14 und 16 Uhr besonders unfallträchtig ist.

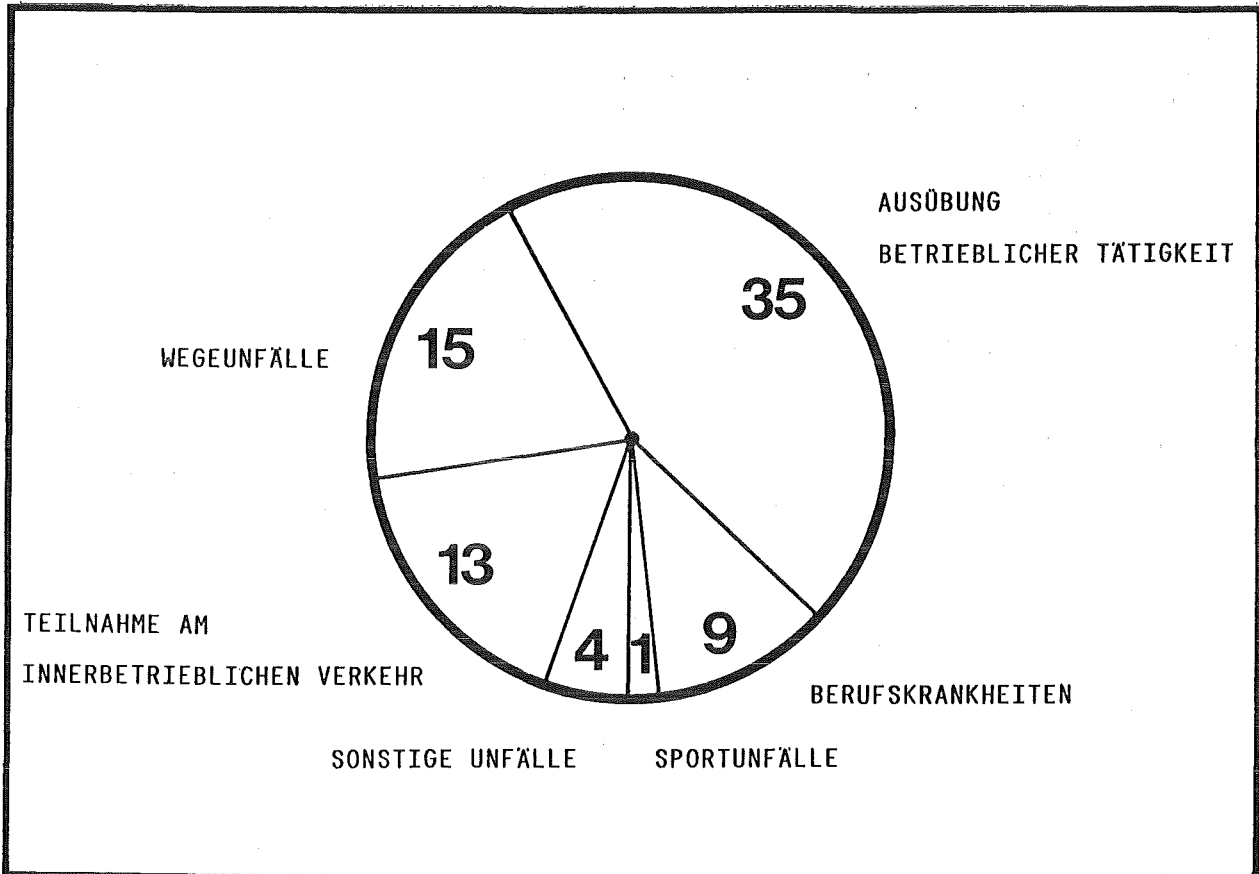


Abb. 2/5: Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten 1983

Gefährdungsart	Unfälle	Körperteil	Unfälle
Bewegte Teile an Maschinen und Anlagen	7	Kopf	4
Fahrbare Maschinen und Anlagen	1	Auge	1
Ecken, Kanten, Spitzen, Schneiden	18	Rumpf	2
Sich lösende, fallende, rollende Teile	12	Beine	4
Ungenügende Trittsicherheit	12	Füße	14
Elektrischer Strom	0	Arme	3
Extrem heiße oder kalte Stoffe	1	Hände	18
Ätzend wirkende Stoffe	1	Finger	7
Brennbare und explosive Stoffe	1	Innere Organe	0

Tab. 2/11: Verteilung der Arbeitsunfälle (ohne Wegeunfälle) 1983 auf Gefährdungsarten und betroffene Körperteile

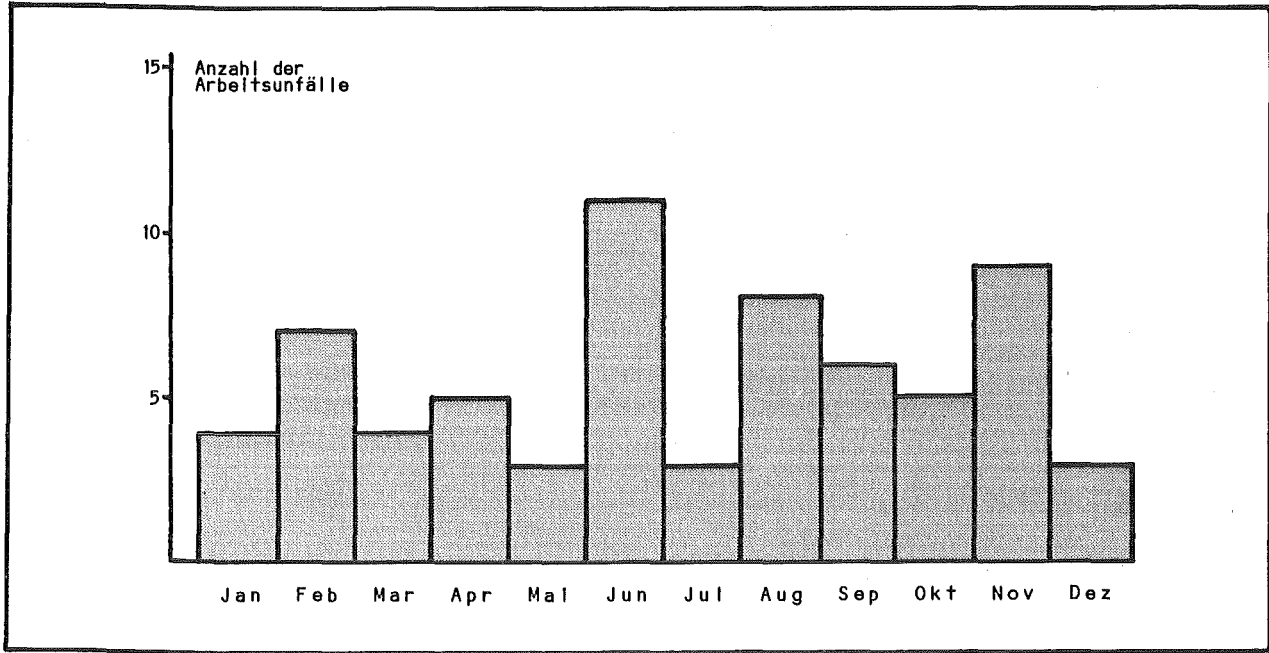


Abb. 2/6: Verteilung der meldepflichtigen Arbeitsunfälle auf die einzelnen Monate des Jahres 1983

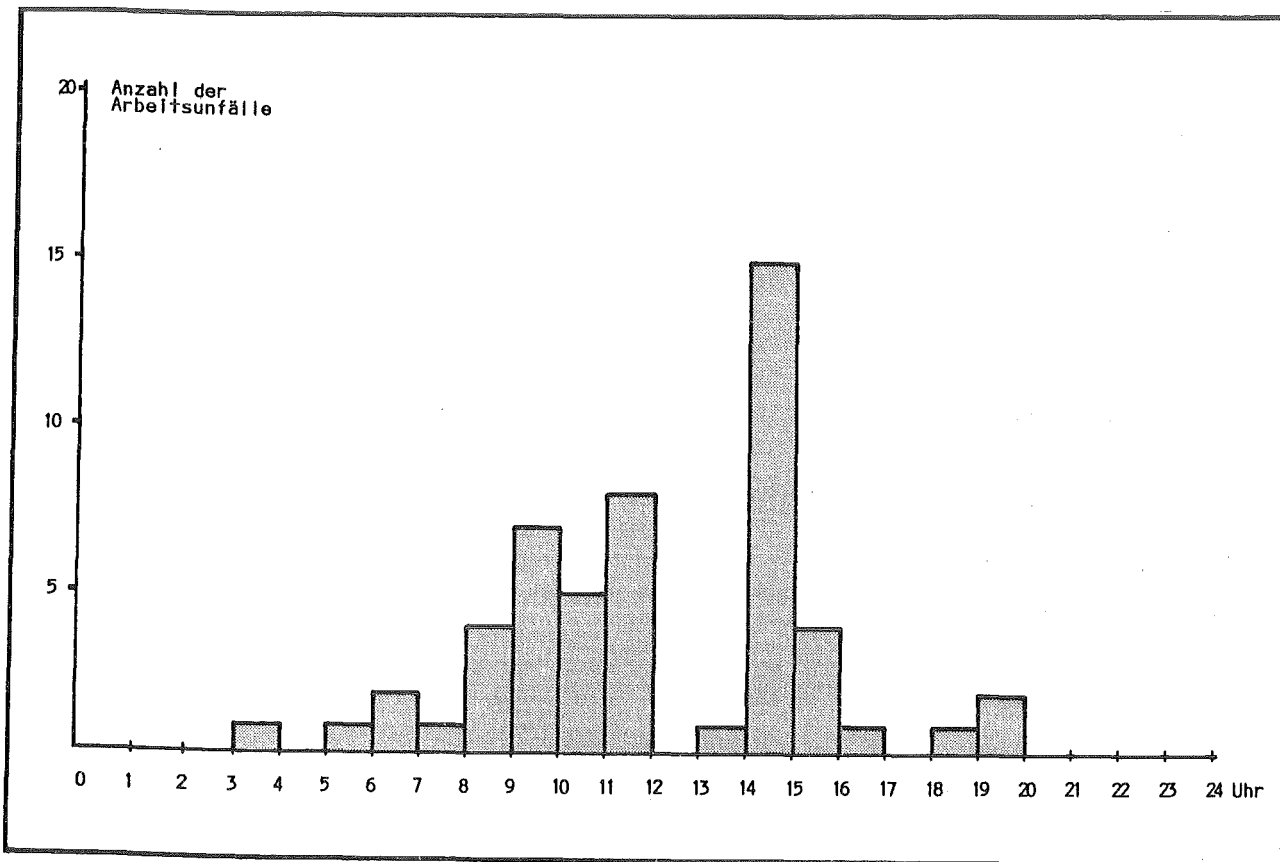


Abb. 2/7: Verteilung der meldepflichtigen Arbeitsunfälle (ohne Wegeunfälle) 1983 auf die tägliche Arbeitszeit

Absolute Unfallzahlen können aber noch keine Hinweise auf die Höhe der Gefährdung und die Schwere der Unfälle geben. Entscheidend ist das Verhältnis zwischen der Zahl der Unfallereignisse und der Zahl der Beschäftigten oder der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden. Erst anhand dieser Verhältniszahlen kann man das Unfallgeschehen bewerten. Um dies darzustellen, aber auch um Vergleiche mit anderen Personengruppen ziehen zu können, sind mehrere Meßziffern entwickelt worden. Diese gestatten, Vergleiche mehrerer Tätigkeitsgruppen einer Organisationseinheit untereinander, Vergleiche mit Unternehmen derselben Branche oder Vergleiche mit anderen Wirtschaftszweigen durchzuführen. Tausend-Mann-Quote und Unfallhäufigkeit sind neutrale Maßstäbe für die Wirksamkeit der Unfallverhütung in einem Betrieb. Diese allgemein gebräuchlichen Vergleichswerte werden nach den vom internationalen Arbeitsamt empfohlenen Regeln ermittelt. Diese statistischen Meßziffern sind einschließlich ihrer Definition für das Unfallgeschehen der KfK GmbH des Jahres 1983 in Tab. 2/12 wiedergegeben. Dabei wurden folgende Zahlen zugrundegelegt: Anzahl der Mitarbeiter der KfK GmbH 3 847, Anzahl der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden pro Mitarbeiter und Jahr 1 710. Zum Vergleich sind in dieser Tabelle auch die Unfallmeßziffern der gewerblichen Wirtschaft für das Jahr 1982 angegeben, die vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften veröffentlicht wurden.

statistischer Begriff	Definition	statistische Meßziffer	
		KfK GmbH 1983	gewerbliche Wirtschaft 1982
Tausend-Mann-Quote	Zahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle (ohne Berücksichtigung der Wege- und Sportunfälle) bezogen auf 1 000 Beschäftigte	13,5	62,4
Unfallhäufigkeit	Zahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle (ohne Berücksichtigung der Wege- und Sportunfälle) bezogen auf 1 Million tatsächlich geleistete Arbeitsstunden	7,9	35,0

Tab. 2/12: Statistische Meßziffern zum Unfallgeschehen der KfK GmbH 1983

2.2.4 Arbeitsplatzüberwachung

F. Merschroth, H. Wilker, W. Winkelmann

Die meßtechnische Arbeitsplatzüberwachung konnte auch im Jahr 1983 nicht systematisch, sondern nur schwerpunktbezogen durchgeführt werden. Hierbei wurden Konzentrationsbestimmungen gesundheitsgefährdender Gase und Dämpfe, Lärmemissions- und Lärmimmissionsbestimmungen sowie Raumklima- und Lüftungsmessungen durchgeführt. Organisationseinheiten, Räume, Geräte und Anlagen, die meßtechnisch überwacht wurden, sind aus Tab. 2/13 ersichtlich.

Zur Konzentrationsbestimmung organischer Gase und Dämpfe am Arbeitsplatz wurde 1983 ein tragbarer, hochempfindlicher Analysator eingesetzt. Da dieses Gerät nach dem Flammenionisationsprinzip arbeitet und zusätzlich mit einem Gaschromatographen ausgestattet ist, stellt es einen nahezu universellen Detektor für organische Verbindungen dar.

Organisationseinheit	Art der Überwachung	Überwachte Räume, Geräte und Anlagen
EKM/MW	Haltbarkeitsprüfung	Persönliche Schutzausrüstung
HDB	Lärmpegelmessung	Schlammwässerungsanlage, Geb. Nr. 514
HS	Schadstoffmessung Lärmpegelmessung Lärmpegelmessung Raumklimamessung	Labor Nr. 117, Geb. Nr. 123 Ausweisbüro, Geb. Nr. 122 Objektschutzzentrale, Geb. Nr. 536 Rechnerraum, Raum Nr. 126, Geb. Nr. 436
IGT	Schadstoffmessung	Labor Nr. 202, Geb. Nr. 321
IHCh	Lärmpegelmessung	Laborräume Nr. 303 und 304, Geb. Nr. 725
IKVT/STEAG	Lärmpegelmessung	Trennstufen SR 32/2 und SR 100/2, Räume Nr. 131, 135, 136, 138, 145, 220 und 222, Geb. Nr. 691
IMF	Lärmpegelmessung Lärmpegelmessung Raumbelüftung	Außenanlage zwischen Geb. Nr. 681 und 682 Zeitstandversuche, Raum Nr. 040, Geb. Nr. 681 Labor Nr. 232, Geb. Nr. 681
INE	Schadstoffmessung	Laborräume Nr. 101, 201 und 203, Geb. Nr. 547
INR	Lärmpegelmessung Abluftmengenmessung	Schlosserwerkstatt, Geb. Nr. 422 Bunker-Anbau, Geb. Nr. 423
IRB	Lärmpegelmessung Schadstoffmessung	Technikumshallen, Räume Nr. 272 und 274 Technikumshallen, Räume Nr. 272 und 274
IRCh	Schadstoffmessung Abluftmengenmessung	Glasbläserei, Geb. Nr. 321 Glasbläserei, Geb. Nr. 321
IT	Lärmpegelmessung Lärmpegelmessung Lärmpegelmessung	Rechnerraum, Raum Nr. 618, Geb. Nr. 601 Abluftzentrale, Geb. Nr. 601 BETA-Anlage, Geb. Nr. 660
KTB-HZ	Lärmpegelmessung Lärmpegelmessung Lärmpegelmessung	Lüftungsanlage, Geb. Nr. 701 Mechanische Werkstatt, Geb. Nr. 701 Führerkabine eines Transportfahrzeugs

Tab. 2/13: Lärmpegel-, Schadstoff- und Raumklimamessungen 1983

Seine Meßgenauigkeit liegt im Bereich von $1:10^6$ Volumenanteilen (vpm) in Luft, in Gegenwart von Feuchtigkeit, Stickoxiden, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. Dieser Analysator überdeckt daher einen weiten Anwendungsbereich und ist zusätzlich mit einem kontinuierlich arbeitenden und chemisch inerten Probenahmesystem ausgestattet.

Der Einsatz dieses Gerätes wurde erforderlich, da in den KfK-Laboratorien meistens mit mehreren Stoffen gleichzeitig gearbeitet wird und die Messungen mit Prüfröhrchen aufgrund deren Querempfindlichkeit gegenüber anderen Stoffen mit erheblichen Fehlern behaftet sind. Weitere Gründe, die gegen eine Prüfröhrchen-Meßmethode sprechen, sind

- die große Anzahl von Überwachungspflichtigen Stoffen, die in der KfK verwendet werden und die daraus resultierende Lagerhaltung an Prüfröhrchen,
- die relativ kurze Lebensdauer der unbenutzten Prüfröhrchen von maximal 2 Jahren,
- die Tatsache, daß mit Prüfröhrchen nur Momentan- und keine Langzeitmessungen durchgeführt werden können.

Auch der Einsatz von Schadstoffdosimetern ist durch die gleichzeitige Verwendung mehrerer Stoffe am Arbeitsplatz äußerst problematisch. Hier tritt bei den für jeweils einen Stoff konzipierten Dosimetern ebenfalls eine hohe Querempfindlichkeit auf. Die auf dem Markt befindlichen Mehrstoff-Dosimeter erfordern zur Auswertung sowohl zeitlich als auch finanziell große Aufwendungen.

Diese Dosimeter bestehen aus einer mit Aktivkohle gefüllten Glasröhre, durch die über einen festgelegten Zeitraum eine definierte Luftmenge angesaugt wird. Zur Auswertung müssen die Schadstoffe mit geeigneten Chemikalien aus der Aktivkohle gelöst und anschließend gaschromatographisch untersucht und bestimmt werden.

Der von HS/TSB eingesetzte tragbare Analysator für organische Dämpfe ermöglicht vor Ort eine sofortige Konzentrationsbestimmung der Gesamt-Kohlenwasserstoffe mit einer sehr hohen Meßempfindlichkeit (0,2 ppm CH₄) und eine genaue Anzeige der Konzentration in den Meßbereichen 0-10 ppm, 0-100 ppm und 0-1000 ppm. Die Analyse des Gasgemisches erfolgt über den eingebauten Gaschromatograph-Zusatz und kann ebenfalls am jeweilig überwachten Arbeitsplatz vorgenommen werden. Abb. 2/8 zeigt ein aufgezeichnetes Gaschromatogramm aus einem Gasgemisch von Methan, Ethan und Propan.

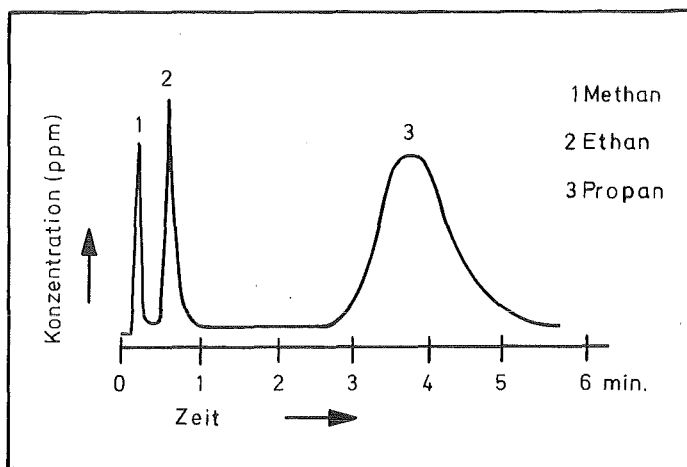


Abb. 2/8: Beispiel eines Gaschromatogramms, aufgenommen mit dem tragbaren Analysator

Die Peakhöhe ist ein Maß für die Menge einer Verbindung, die von der Trennkolonne eluiert wird. Der zeitliche Abstand von der Injektion bis zur Anzeige eines Peaks erlaubt die Identifizierung des vorhandenen Stoffes.

Die Konzentrationsbestimmungen der einzelnen Komponenten eines gemessenen Gasgemisches erfolgen nach Abschluß der eigentlichen Messung im TSB-Labor. Hierzu mußten - falls noch nicht vorhanden - Eichkurven für die gemessenen Einzelkomponenten erstellt werden. Da bei Messungen dieser Art mehrfach Überschreitungen des MAK-Werts festgestellt wurden, hat HS/TSB auch in diesem Jahr Vorschläge zur Schadstoffminderung erarbeitet und den unmittelbar betroffenen sowie tangierten Organisationseinheiten zur Verfügung gestellt.

2.2.5 Arbeitsschutzausschuß

E. Windbühl

Der Arbeitsschutzausschuß hat gemäß § 11 des Arbeitssicherheitsgesetzes Anliegen des Arbeitsschutzes zu beraten und Entscheidungshilfen zu geben, die von allgemeinem betrieblichen Interesse sind.

Im Berichtszeitraum behandelte der Ausschuß wieder zahlreiche Probleme des Arbeitsschutzes

sowie des Arbeitsmedizinischen Dienstes.

Themenschwerpunkte waren:

- Fragen zur Deckungsvorsorge,
- Richtlinien über die Fachkunde im Strahlenschutz,
- Ordnungswidrigkeiten,
- Unfallgeschehen,
- Entwurf der UVV "Arbeitsmedizinische Vorsorge",
- Verfahren zur Terminüberwachung der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen,
- Erfassung und Überwachung der prüfpflichtigen Anlagen und Betriebsmittel,
- Probleme der innerbetrieblichen Verkehrssicherheit.

2.2.6 Betrieblicher Normendienst

P. Meyer

DIN-Normen dienen der Rationalisierung, der Qualitätssicherung, der Sicherheit und der Verständigung in Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Öffentlichkeitsarbeit. Zur Zeit gibt es in der Bundesrepublik Deutschland ca. 24 500 DIN-Normen und Norm-Entwürfe. In der Literaturabteilung der KfK werden davon ca. 6 300 bereitgehalten. Die Mitgliedschaft der KfK im DIN - Deutsches Institut für Normung e. V. - hat den Vorteil der Rabattgewährung beim Bezug von DIN-Normen und räumt ihr ein gebührenfreies innerbetriebliches Vervielfältigungsrecht ein. Kopien können von allen KfK-Mitarbeitern bezogen werden.

Die Beratung der Literaturabteilung in Normungsfragen und die monatliche Aktualisierung der dort vorhandenen Normensammlung wird von HS/TSB durchgeführt. Die Aktualisierung wird anhand des monatlich erscheinenden DIN-Anzeigers für technische Regeln vorgenommen.

Alle Besitzer von Kopien der in der Literaturabteilung vorhandenen Normen sind in einer Datei erfaßt und werden über erfolgte Änderungen von der Literaturabteilung benachrichtigt. Bei HS/TSB sind alle vorhandenen DIN-Normen erfaßt. Ein EDV-Programm bietet die Möglichkeit, Listen der vorhandenen Normen auszudrucken, neue DIN-Normen einzugeben und die monatliche Aktualisierung durchzuführen. 1983 waren im Durchschnitt pro Monat ca. 40 DIN-Normen der KfK-eigenen Sammlung von Änderungen betroffen.

KfK-Sicherheitsnormen dienen der einheitlichen Regelung von sicherheitstechnischen Erfordernissen zur Abwendung von Gefahren und berücksichtigen spezielle Gegebenheiten der KfK. Sie werden von HS/TSB herausgegeben und sind Bestandteil des Ordners "Arbeitsschutz-Merkblätter", Band 1. 1983 wurden drei KfK-Sicherheitsnormen neu gefaßt (s. Tab. 2/14).

KfK-Norm Nr.	Thema	Ausgabe
8	Hinweisschild, Hauptabsperroorgane für Rohrleitungen	04/83
11	Brandbekämpfungsplan	11/83
13	Kennzeichnung von Schaltstellen der E-Versorgung für Teilbereiche	10/83

Tab. 2/14: Neufassung von KfK-Sicherheitsnormen

2.2.7 EDV-Einsatz zur Terminüberwachung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen

P. Meyer

Der Arbeitsschutzausschuß hatte 1982 vorgeschlagen, die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zentral zu erfassen und die Termine zu überwachen. Im Februar 1983 wurde dazu ein Konzept vorgelegt, das vorsah, die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen in der EDV-Anlage bei HS/TSB zu erfassen und die Terminüberwachung durchzuführen. Dabei sollte das Verfahren zugrundegelegt werden, das bereits seit Januar 1982 zur Terminüberwachung von Untersuchungen der beruflich strahlenexponierten Personen bei HS/TSB erfolgreich eingesetzt wird. Die Termine für Untersuchungen gem. § 67 StrlSchV werden monatlich im voraus von HS/TSB an die Medizinische Abteilung per Computerausdruck gemeldet. Außerdem sollte erreicht werden, daß für Mitarbeiter, bei denen sowohl eine Untersuchung nach StrlSchV als auch andere arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen notwendig sind, möglichst viele Untersuchungen zu einem Termin zusammengelegt werden. Deshalb war das neu zu erstellende EDV-Programm mit dem bereits bestehenden für Untersuchungen nach StrlSchV zu kombinieren.

Im April 1983 wurde bei HS/TSB mit der Programmerstellung begonnen. Ab Juni 1983 wurde anhand der bei der Med. Abt. vorliegenden Bescheinigungen über durchgeführte arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen die Dateneingabe für ca. 1 500 Mitarbeiter durchgeführt. Im September 1983 lief das Verfahren der zentralen Erfassung und Überwachung der Termine für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen mit Hilfe der EDV bei HS/TSB an.

Das für diese Aufgabe erstellte EDV-Programm mit der Kurzbezeichnung "AVU" besteht zur Durchführung verschiedener Teilaufgaben aus folgenden Unterprogrammen:

- 01 Listenausdruck
- 02 Mitteilungen an die Medizinische Abteilung
- 03 Sortieren
- 04 Ergänzung der Namen
- 05 Korrektur
- 06 Statistik

In der zugehörigen Datei werden pro Mitarbeiter folgende Daten gespeichert:

- Name, Vorname, Geburtsdatum,
- Organisationseinheit,
- Art der Tätigkeit,
- Gefährdungsarten (maximal 7),
- letzter Untersuchungstermin,
- nächster Untersuchungstermin.

Aufgabenverteilung und Informationsfluß bei der Durchführung des neuen Verfahrens sind in Abb. 2/9 dargestellt.

Monatlich im voraus werden von HS/TSB die zu untersuchenden Mitarbeiter anhand eines Computerausdruckes an die Medizinische Abteilung gemeldet. Abb. 2/10 zeigt am Beispiel eines Mitarbeiters, bei dem eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung fällig wird und der zugleich eine beruflich strahlenexponierte Person der Kategorie A ist, den Umfang der übermittelten Informationen.

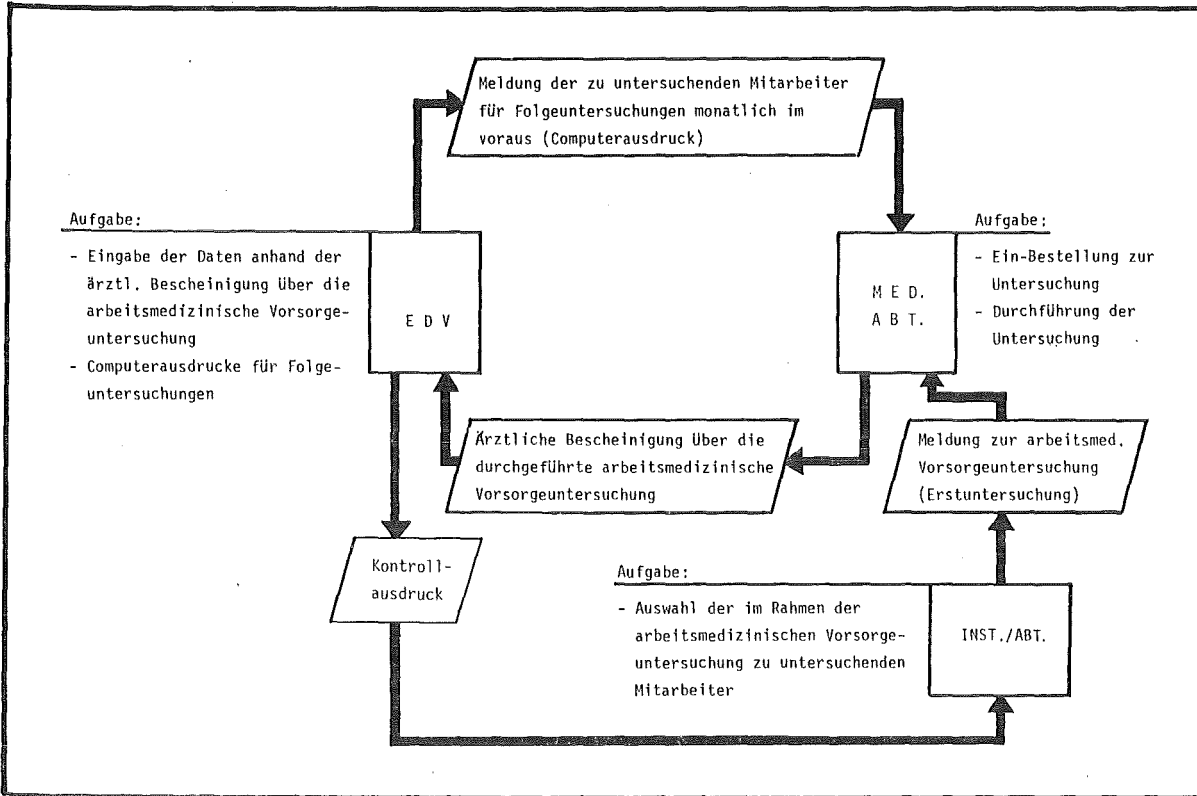


Abb. 2/9: Aufgabenverteilung und Informationsfluß bei der Überwachung arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen

HS/TECHNISCHES SICHERHEITSBUERO 28.11.83

ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGEUNTERSUCHUNG - FAELLIG: 01.84

NAME HDB GEB.

ART DER TÄTIGKEIT: SCHLOSSER

GEFAHRDUNGSART	LETZE UNTERS.	NÄCHSTE UNTERS.
1.11 TRÄGER VON ATEMSCUTZGERÄTEN	01.81	01.84
1.04 FAHR-, STEUER- UND UEBERWACHUNGS-TÄTIGKEIT	01.81	01.84
1.09 LAERH	05.82	05.84
4.01 ACETON, AETHANOL, WASCHBENZIN	02.83	02.84

LETZTE STRAHLENSCHUTZUNTERSUCHUNG: FEB 83 Kategorie A

Monatswerte in mSv:

	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	V1	V2	V3	V4	J83
TIK	0	0	0.34	0	0	0	0	1.39	0	-	-	- =>	0.34	0	1.89	0	1.73
FIG	0.20	0.40	0.20	0.40	0	0	0	2.00	0.20	-	-	- =>	0.80	0.40	2.20	0	3.40
FIB	0	0	0	0	0	0	0	0.60	0	-	-	- =>	0	0	0.60	0	0.60
TLD (O)	0.30	0.35	0.30	0.75	0.20	0	0.25	1.60	0.35	0.85	-	- =>	0.95	0.95	2.20	0.85	4.95
TLD (T)	0.30	0.35	0.30	0.75	0.20	0	0.30	1.65	0.35	0.75	-	- =>	0.95	0.95	2.30	0.75	4.95
GLS (I)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- =>	0	0	0	0	0
ALB (N)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- =>	0	0	0	0	0

ERFASSTE DOSISUMME: 144.20 mSv

Abb. 2/10: Meldung eines zu untersuchenden Mitarbeiters an die Med. Abt.

Gleichzeitig mit diesem Computerausdruck werden mit Hilfe eines zweiten Druckers bereits adressierte Einbestellungen zur Untersuchung der Med. Abt. übersandt. Diese hat dann nur noch die geplanten Untersuchungstermine einzutragen. Außerdem wird ein Kontrollausdruck an die betreffende Organisationseinheit geschickt, mit der Bitte, die Daten (Personalien, Gefährdungsarten) der Mitarbeiter auf Aktualität zu überprüfen und Änderungen zu melden. Nach erfolgter Untersuchung wird eine Kopie der Bescheinigung über die arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung von der Med. Abt. an HS/TSB geschickt zwecks Eingabe der neuen Untersuchungstermine. Die Anmeldung zur Erstuntersuchung von Mitarbeitern wird auf dem Formblatt "Meldung zur arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung" (siehe Abb. 2/11) von den Organisationseinheiten veranlaßt, und die Mitarbeiter werden von der Med. Abt. zur Erstuntersuchung einbestellt.

Die Terminüberwachung für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach dem hier beschriebenen Verfahren umfaßte am 31.12.1983 1 580 Mitarbeiter. Eine Aufschlüsselung dieser Personenzahl nach den verschiedenen Untersuchungsgrundlagen und der Häufigkeit von verschiedenen Gefährdungsarten bietet Tab. 2/15.

Untersuchungsgrundlage	Anzahl erforderlicher gefährdungsspezifischer Einzeluntersuchungen
Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für Tätigkeiten oder Einwirkungen bei - Bildschirmarbeiten 550 - Fahr-, Steuer-, und Überwachungstätigkeiten 590 - Lärm 312 - Trägern von Atemschutzgeräten 411 - anderen Belastungen 83 - gefährlichen Arbeitsstoffen 258 (z. B. Toluol, Xylol, Methanol)	
Summe	2 204
Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe beim Umgang mit - nachweislich krebserzeugenden Stoffen 61 (z. B. Benzol, Hydrazin) - vermutlich krebserzeugenden Stoffen 67 (z. B. Dioxan, Trichlorethylen)	
Summe	128
Sonstige Gefährdungen 91 (z. B. Aceton, Waschbenzin)	
Summe	91
Gesamtzahl erforderlicher Einzeluntersuchungen 2 423	
Insgesamt erfaßte Mitarbeiter 1 580	

Tab. 2/15: Anzahl der erforderlichen gefährdungsspezifischen Einzeluntersuchungen, geordnet nach Untersuchungsgrundlagen

**Kernforschungszentrum
Karlsruhe**

Meldung zur arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung

Name: Vorname:

Geb.-Datum: Organisations-Einheit:

Art der Tätigkeit:
insbesondere bei G 25

Zutreffende Gefährdungsart ist anzukreuzen!

1. Tätigkeiten bzw. Einwirkungen, die gemäß „Berufsgenossenschaftlicher Grundsätze“ eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung erfordern:

- | | | | | | |
|--|------|--------------------------|---|------|--------------------------|
| 1.01 Absturzgefahr | G 41 | <input type="checkbox"/> | 1.06 Hitzarbeiten | G 30 | <input type="checkbox"/> |
| 1.02 Arbeitsaufenthalt im Ausland unter besonderen klimatischen und gesundheitlichen Belastungen | G 35 | <input type="checkbox"/> | 1.07 Infektionsgefahr | | <input type="checkbox"/> |
| 1.03 Bildschirmarbeitsplätze | G 37 | <input type="checkbox"/> | 1.08 Kältarbeiten | G 21 | <input type="checkbox"/> |
| 1.04 Fahr-, Steuer- und Überwachungs-tätigkeiten | G 25 | <input type="checkbox"/> | 1.09 Lärm | G 20 | <input type="checkbox"/> |
| 1.05 Gefährdung durch Inhalation von Schweißrauch | G 39 | <input type="checkbox"/> | 1.10 Laserstrahlung | G 19 | <input type="checkbox"/> |
| | | | 1.11 Träger von Atemschutzgeräten für Arbeit und Rettung | G 26 | <input type="checkbox"/> |
| | | | Gruppe 1 <input type="checkbox"/> Gruppe 2 <input type="checkbox"/> Gruppe 3 <input type="checkbox"/> | | |
| | | | 1.12 Überdruck | G 31 | <input type="checkbox"/> |

2. Gefährliche Arbeitsstoffe, bei deren Umgang nach den „Technischen Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe“ (TRGA 900) arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen erforderlich werden:

- | | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| 2.1.01 Acrylnitril | <input type="checkbox"/> | 2.1.27 1,2-Dimethylhydrazin | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.02 o-Aminoazotoluol | <input type="checkbox"/> | 2.1.28 N,N-Dimethylnitrosamin | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.03 4-Aminodiphenil | <input type="checkbox"/> | 2.1.29 Dimethylsulfat | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.04 Arsen trioxid u. Arsenpentoxid, arsenige Säure, Arsensäure und ihre Salze | <input type="checkbox"/> | 2.1.30 Ethylcarbamat | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.05 Asbest | <input type="checkbox"/> | 2.1.31 Ethylenimin | <input type="checkbox"/> |
| (Chrysotil, Krokydolith, Amosit, Anthophyllit, Aktinolith, Tremolit) | | 2.1.32 Hexamethylphosphorsäuretriamid | <input type="checkbox"/> |
| als Feinstaub und asbesthaltiger Feinstaub | | 2.1.33 Hydrazin | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.06 Benzidin und seine Salze | <input type="checkbox"/> | 2.1.34 Iodmethan (Methyljodid) | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.07 Benzol | <input type="checkbox"/> | 2.1.35 4,4'-Methylen-bis (2-chloranilin) | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.08 Beryllium und seine Verbindungen | <input type="checkbox"/> | 2.1.36 Monochlordimethylether | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.09 Bis (chlormethyl) ether (Dichlordimethylether) | <input type="checkbox"/> | 2.1.37 2-Naphthylamin | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.10 Braunkohlenteer | <input type="checkbox"/> | 2.1.38 Nickel | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.11 Cadmiumchlorid | <input type="checkbox"/> | (in Form atembarer Stäube/Aerosole von Nickelmetall, Nikelsulfid und sulfidischen Erzen, Nickeloxyd und Nickelcarbonat, wie sie bei der Herstellung und Weiterverarbeitung auftreten können) | |
| (in Form atembarer Säure/Aerosole) | | 2.1.39 Nickeltriacarbonyl | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.12 Calciumchromat | <input type="checkbox"/> | 2.1.40 5-Nitroacenaphthen | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.13 1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin) | <input type="checkbox"/> | 2.1.41 2-Nitronaphthalin | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.14 N-Chlorformyl-morpholin | <input type="checkbox"/> | 2.1.42 2-Nitropropan | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.15 Chrom-III-chromate (Chromic-chromate) | <input type="checkbox"/> | 2.1.43 1,3-Propansulfolon | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.16 Chrysen | <input type="checkbox"/> | 2.1.44 β-Propiolacton | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.17 Cobalt | <input type="checkbox"/> | 2.1.44 Propylenimin | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.18 Diazomethan | <input type="checkbox"/> | 2.1.46 Steinkohlenteerpech und Steinkohlenteeröle sowie Gemische damit | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.19 1,2-Dibrom-3-chlorpropan | <input type="checkbox"/> | 2.1.47 Strontiumchromat | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.20 1,2-Dibromethan | <input type="checkbox"/> | 2.1.48 2,3,4-Trichlorbuten-1 | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.21 Dichloracetylen | <input type="checkbox"/> | 2.1.49 Vinylchlorid | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.22 3,3-Dichlorbenzidin | <input type="checkbox"/> | 2.1.50 Zinkchromat | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.23 1,4-Dichlorbuten-2 | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.1.24 Diethylsulfat | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.1.25 Dimethylcarbamidsäurechlorid | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.1.26 1,1-Dimethylhydrazin | <input type="checkbox"/> | | |

Abb. 2/11: Meldung zur arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung
(Vorderseite)

2.2.8 Erfassung askarelhaltiger Betriebsmittel

H. Lindenthal, E. Linß, E. Windbühl, W. Winkelmann

Unter askarelhaltigen Betriebsmitteln versteht man synthetische Öle aus einer Mischung von meist mehrfach chlorierten Bi- bzw. Terphenylen (PCB bzw. PCT) unterschiedlichen Chlorierungsgrades. Ihr Einsatz erfolgte in offener Anwendung bis in die Mitte der 70er Jahre als

- Imprägnier- und Flammenschutzmittel,
- Papierbeschichtungsmittel,
- Schmiermittel,
- Trägersubstanz für Insektizide,
- Weichmacher für Harze, Kunststoffe und Lacke,
- Zusatz in Kitten.

Durch die hohe Toxizität der Pyrolyseprodukte und in geringerem Maße auch der PCB selber, die sich als Langzeitgift in der Umwelt und im menschlichen Körper einlagern, wurde mit der 10. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 26.07.1978 untersagt, Gemenge, Gemische oder Lösungen mit mehr als 0,1 Masse-% PCB oder PCT in den Verkehr zu bringen oder offen anzuwenden. Ausgenommen hiervon bleibt die Anwendung in geschlossenen Systemen wie Dielektrika in Kondensatoren, Hydraulikflüssigkeiten in Bergbaumaschinen, Kühl- und Isolierflüssigkeiten in Transformatoren und Gleichrichtern.

Bis zu einem Hochhausbrand in Binghamton, N. Y. (USA), bei dem ein Transformator mit PCB-haltigem Kühlmittel in Mitleidenschaft gezogen wurde und wobei Pyrolyseprodukte entstanden sind, die zur Gruppe der Dioxine und Furane gehören, wozu auch das bekanntgewordene Gift des Seveso-Unfalls zu rechnen ist, war man der Ansicht, gerade diese synthetischen Öle würden durch ihren hohen Flammpunkt den Sicherheits- und Brandschutzanforderungen am ehesten gerecht werden. Aufgrund dieser jüngsten Erfahrungen geht man nun dazu über, die Anwendung von PCB auch in geschlossenen Systemen und Anlagen einzuschränken und PCB durch die Verwendung von Gießharzen und Silikonölen als Dielektrika in Transformatoren zu ersetzen.

Zur Einschätzung des Gefahrenpotentials bei der KfK wurden im Mai 1983 alle Organisationseinheiten in einem Rundschreiben auf die latente Gefahr askarelhaltiger Betriebsmittel hingewiesen. Mit Hilfe vorgedruckter Fragebogen wurde eine Bestandsaufnahme durchgeführt. Anhand der eingegangenen Fragebogen konnte dann durch Betriebsbegehungen bei solchen Organisationseinheiten, die Askarele anwenden, geprüft werden, ob ein Austausch zweckmäßig erscheint. Auf dem Gelände der KfK wurden mehrere Transformatoren bis zum 01.12.1983 umgerüstet. In Anlagen, in denen ein Austausch aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht vorgenommen werden kann, sind die Anlagenteile mit einem Gefahrenzettel "Askarele" (schwarze Schrift auf gelbem Hintergrund) zu kennzeichnen.

Insgesamt befanden sich zum Zeitpunkt der Erfassung (Stand: August 1983) 26 280 kg askarelhaltige Betriebsmittel auf dem Gelände der KfK, und zwar in Transformatoren 10 318 kg, in Kondensatoren 15 542 kg und in Gleichrichtern 420 kg. Davon entfallen 5 980 kg auf fremde Einrichtungen (z. B. MZFR). Die Menge der durch Umrüstung der bereits o. g. Transformatoren entsorgten askarelhaltigen Betriebsmittel beträgt bis jetzt 3 850 kg.

2.2.9 Schwerpunktüberprüfung umweltgefährdender und gefährlicher Stoffe

H. Lindenthal, E. Linß, E. Windbühl

Folgenschwere Störfälle im In- und Ausland haben deutlich gemacht, welche Gefahren von Betrieben und Anlagen ausgehen können, in denen mit umweltgefährdenden und gefährlichen Stoffen umgegangen wird. Hierbei ergeben sich nicht nur Probleme bei Störungen des Produktions- oder Versuchsablaufs und unsachgemäßem Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen, sondern auch bei unsachgemäßer Behandlung, Lagerung und Beseitigung von Rest- und Abfallstoffen. Nicht zuletzt das weitflächige Waldsterben und die Verunreinigung von Grund- und Oberflächenwasser, Pflanzen und Erdreich, haben das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten (EM) sowie das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung (SM) zu weiterführenden Maßnahmen der Kontrolle und Überwachung veranlaßt.

So wurden zum 01.10.1981 die Gewerbeaufsichtsämter (GAA) in Baden-Württemberg durch Verwaltungsvorschrift des SM Stuttgart aufgefordert, "Schwerpunktüberprüfungen von Betrieben mit gefährlichen Stoffen" durchzuführen. Vom jeweils zuständigen GAA sind verstärkt die einzelnen Betriebsabläufe und Störquellen in solchen Betrieben, in denen mit gefährlichen Stoffen umgegangen wird oder in denen sie entstehen können, schwerpunktmäßig zu überprüfen und die sich daraus ergebenden notwendigen Abhilfe- oder Verbesserungsmaßnahmen zu veranlassen. Insbesondere sind die Stoffe zu berücksichtigen, die im Anhang II der Störfall-Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 27. Juni 1980 aufgelistet sind.

Die Wasserwirtschaftsämter (WWA) wurden zum 15.09.1982 durch Verwaltungsvorschrift des EM zu wasser- und abfallwirtschaftlichen Schwerpunktüberprüfungen von Betrieben mit umweltgefährdenden Stoffen und Abfällen verpflichtet. Diese Überprüfung erstreckt sich auf Vorgänge der Abwasser- und Abfallbeseitigung sowie auf den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Als Überprüfungskriterien sind hier der "Katalog wassergefährdender Stoffe" vom 29.09.1981 und der Katalog über die "Überwachung der Abfallbeseitigung" vom 18.03.1981 des EM zugrundegelegt.

Um Doppelarbeit für die KfK und die zuständigen Behörden zu vermeiden, konzipierte das Technische Sicherheitsbüro der HS in enger Zusammenarbeit mit dem Gewässerschutzbeauftragten, dem Gewerbeaufsichtsamt, dem Wasserwirtschaftsamt und dem Umweltschutzamt die Verfahrensweise, die Bewertungs- und Bemessungskriterien und die hierfür erforderlichen Fragebogen für die o. g. Schwerpunktüberprüfungen.

Die betroffenen Organisationseinheiten erhielten im Juli ein Rundschreiben mit den Bearbeitungsunterlagen. Bei einer Veranstaltung in der Schule für Kerntechnik am 08.08.1983 wurden die Organisationseinheiten und deren Mitarbeiter durch Behördenvertreter über Inhalt, Verfahrensweise und Ziel der Schwerpunktüberprüfung informiert. Anhand der rücklaufenden Fragebogen werden nun die Vorgehensweise und die zeitliche Reihenfolge der Ortsbesichtigungen festgelegt.

1983 haben 30 Organisationseinheiten umweltgefährdende Stoffe an HS/TSB gemeldet. Nach Registrierung der Eingänge wurden diese Unterlagen dem Wasserwirtschaftsamt Karlsruhe zugesandt. In der 50. Kalenderwoche sind die ersten Begehungen vor Ort zusammen mit dem Wasserwirtschaftsamt und dem Gewerbeaufsichtsamt bei vier Organisationseinheiten durchgeführt worden. Die Begehungen weiterer Organisationseinheiten werden im Kalenderjahr 1984 kontinuierlich fortgesetzt.

2.3. Kernmaterialüberwachung

2.3.1 Gesetzliche Grundlagen und Struktur der Kernmaterialüberwachung der KfK

W. Stock

Grundlagen der Kernmaterialüberwachung sind die nachfolgend aufgeführten Gesetze, Verordnungen und Anordnungen deutscher sowie internationaler Behörden:

- Artikel 72 des NV-Vertrages vom 4. Juni 1974 (BGBl. II, Nr. 33, S. 785),
- Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) vom 25. März 1957 (BGBl. II, S. 1014),
- Verordnung Nr. 3227/76 der EURATOM-Kommission vom 19. Oktober 1976 (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 19. Jahrgang, Nr. L 363, 31. Dezember 1976),
- Besondere Kontrollbestimmungen der Kommission der Europäischen Gemeinschaften für die einzelnen Materialbilanzzonen der KfK,
- § 78 der Strahlenschutzverordnung vom 13. Oktober 1976 (BGBl. I, Nr. 125, S. 2905),
- Umgangs-, Lager-, Betriebs- und Beförderungsgenehmigungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörden.

Die von EURATOM für die KfK festgelegten Materialbilanzzonen wurden in Tab. 2/16 zusammengestellt.

Anlage	MBZ (EURATOM-Code)	Anlage	MBZ (EURATOM-Code)
KTB/FR 2	WF2K	INR	WKVS
KTB/SNEAK	WSNK	IRCh	WRCH
KTB/HZ	WHZK	IMF III	WKKA
SUA	WSUA	IHCh	WKKB
IKVT	W1KV	Laboratorien	WKKE

Tab. 2/16: Materialbilanzzonen (MBZ) der KfK

In der Materialbilanzzone WKKE (Laboratorien) wurden 1983 die folgenden 12 Institute bzw. Teilinstitute zusammengefaßt: IMF I, IK III, SKT, INE, LAF I, HS, Zyklotron, IK II/RTM, IRB, EKS und LIT.

Aufgrund der Stilllegung des Forschungsreaktors FR-2 zum Jahresende 1981 werden zur Zeit sowohl für die Anlage KTB/FR 2 als auch für die Hauptabteilung Ingenieurtechnik (IT) die technischen Merkmale nach Artikel 1 und 3 der EURATOM-Verordnung Nr. 3227/76 für die EURATOM-Kommission neu beschrieben. Nach Erstellung der genannten Unterlagen wird die EURATOM-Kommission im Einvernehmen mit IAE0 die besonderen Kontrollbestimmungen (Facility Attachment) für KTB/FR 2 in einer Neufassung für IT erstmals erstellen. Beide Anlagen werden voraussichtlich 1984 als zwei voneinander unabhängige Materialbilanzzonen definiert.

2.3.2 Inspektionen durch EURATOM und IAE0

W. Stock

1983 haben die Internationale Atomenergie Organisation, Wien, in Anwendung von Artikel 72 des NV-Vertrages und die EURATOM-Kommission, Luxemburg, in Anwendung von Artikel 82, Abs. 2 des EURATOM-Vertrages in der KfK zahlreiche Routine-Inspektionen und Inventuren durchgeführt.

Zur Durchführung der insgesamt 269 Inspektionen wurden von der IAE0 68 und von der EURATOM-Kommission 75 Inspektoren eingesetzt. Die Verteilung dieser Inspektionen, die ebenso viele Inspektionstage erforderten, auf die einzelnen Anlagen der KfK ergibt sich aus Tab. 2/17.

inspizierte Anlagen	Anzahl der Inspektionen	inspizierte Anlagen	Anzahl der Inspektionen
KTB/FR 2	6	INR	1
KTB/SNEAK	251	IRCh	1
KTB/HZ	2	IMF III	1
SUA	1	IHCh	3
SUR 100	1	Laboratorien	1
IKVT	1		

Tab. 2/17: Anzahl der 1983 durchgeführten Inspektionen

Im Zusammenhang mit den in Tab. 2/17 aufgeführten Anlagen-Inspektionen kam es 1983 zu insgesamt 36 begleitenden Inspektionen beim Technischen Sicherheitsbüro der HS. Alle Anlagen-Inspektionen wurden von HS/TSB vorbereitet. Die Inspektoren der internationalen Behörden wurden - außer bei der Durchführung der Überwachungsmessungen in der SNEAK - bei allen Inspektionen vom zuständigen Sachbearbeiter von HS/TSB durch die kontrollierten Anlagen begleitet. Über alle Inspektionen wurden interne Berichte verfaßt.

In den 11 Materialbilanzzonen der KfK wurde 1983 die Aufnahme des realen Bestandes an Kernmaterial durch den jeweiligen Betreiber durchgeführt und durch IAE0 und EURATOM überprüft.

Der Arbeitsaufwand, der sich aus diesen Inventuren für die einzelnen Anlagen und die zentrale Buchhaltung bei HS/TSB ergab, war beträchtlich. Von HS/TSB bzw. von den der Inventur unterzogenen Anlagen der KfK waren hierzu im einzelnen zu liefern:

- Bestandsverzeichnisse mit dem von HS/TSB an EURATOM gemeldeten Buchbestand am Prüfungstichtag der einzelnen Anlagen,
- Aufstellungen des realen Bestandes an Kernmaterial, gegliedert nach den einzelnen Schlüsselmeßpunkten und Chargen,
- Inventurlisten der Schlüsselmeßpunkte mit Angabe der einzelnen Positionen,
- Materialbilanzberichte von HS/TSB mit den Angaben sämtlicher Bestandsänderungen von der vorangegangenen Inventur bis zum Prüfungstichtag,
- Bestandsänderungsberichte von HS/TSB mit Angabe und Berichtigungen der Differenzen zwischen dem Buchbestand und dem realen Bestand an Kernmaterial.

Festgestellte Mengen-Differenzen beruhten in allen Fällen auf Neu-Messungen (NM) in den einzelnen Anlagen und Rundungen (RA), die von HS/TSB vorgenommen wurden. Der Kernmaterialbestand 1983 der 11 kontrollierten Materialbilanzzonen wurde durch die IAE0 und EURATOM verifiziert.

2.3.3 Zentrale Buchhaltung der KfK zur Erfassung und Meldung von Kernmaterial

W. Stock

Die an der Erfassung des Kernmaterials beteiligten internen und externen Meldeinstanzen und die zugehörigen Meldewege wurden als Fließschema in Abb. 2/12 dargestellt.

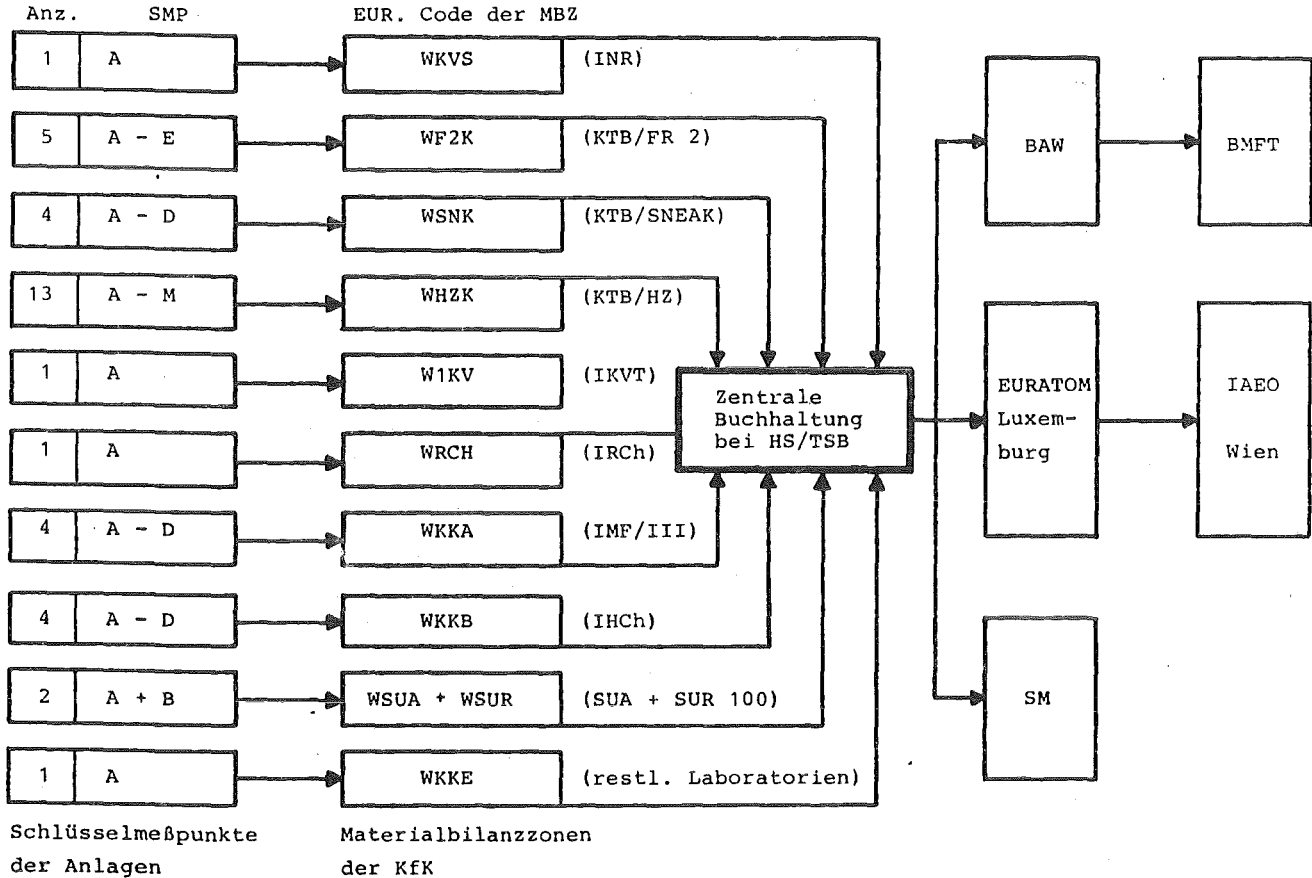


Abb. 2/12: Meldeinstanzen und Meldewege zur Kernmaterialerfassung

Entsprechend der Verordnung (EURATOM) Nr. 3227/76, Artikel 14, wurden von der zentralen Buchhaltung monatlich die Bestandsänderungen an Kernmaterial in computergerechter Form, getrennt nach Anlagen, Kategorie, Chargenbezeichnung und der jeweiligen Verpflichtung, erfaßt und den zuständigen Behörden gemeldet.

1983 wurden 170 Institutsmeldungen überprüft und 590 Belege (Lieferscheine) verbucht. Auf der Grundlage dieser Unterlagen wurden die externen Bestandsänderungsberichte an die Aufsichtsbehörden erstellt. 1983 waren dies 518 Einzelberichte an EURATOM, Luxemburg. Kopien dieser Berichte erhielten das Bundesamt für gewerbliche Wirtschaft (BAW), Eschborn, und das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung, Baden-Württemberg (SM), Stuttgart.

Zur Erstellung der monatlichen Bestandsänderungsberichte waren folgende Arbeitsvorgänge erforderlich:

- Überprüfung und Buchung aller KfK-internen und externen Bestandsänderungen entsprechend den Lieferscheinen,

- Übertragung der einzelnen Vorgänge vom Klartext in computergerechter Form unter Anwendung der Codierung nach der genannten EURATOM-Verordnung in das Bestandsänderungsbuch,
- Berichtigung der monatlichen Bestandsverzeichnisse der einzelnen Anlagen auf den jeweiligen neuesten Stand,
- Überprüfung und Abstimmung der KfK-internen Bestandsänderungsberichte der einzelnen Anlagen,
- Schriftverkehr mit KfK-internen Institutionen und mit EURATOM.

2.3.4 Einführung eines rechnergestützten Buchführungssystems

H.-J. Henkenhaf

Seit November 1983 wird zur Erfassung von Kernmaterial und zur Erstellung von Berichten an Aufsichtsbehörden bei HS/TSB neben der manuellen Buchführung auch elektronische Datenverarbeitung eingesetzt. Das hierzu benutzte rechnergestützte Kernmaterialüberwachungssystem, das vom Projekt Kernmaterialüberwachung entwickelt und auf einem Siemens-Rechner R 30 implementiert wurde, stand ab Mitte 1983 für Testläufe zur Verfügung.

Mit der Ersteingabe von Daten und dem Probetrieb bei HS/TSB wurde im September 1983 begonnen. Die Ersteingabe von Daten umfaßte im wesentlichen die dialoggerechte Übernahme der aktuellen Kernmaterialbestände vom Handbuchführungssystem in die EDV-Anlage. Bei der Durchführung des Probetriebs wurden zunächst KfK-interne Bestandsänderungsberichte und Bestandsaufstellungen, seit November 1983 auch EURATOM-Bestandsänderungsberichte erstellt. Nach einer Übergangszeit von einigen Monaten, in der die bisherige Handbuchführung parallel weitergeführt wird, soll die Kernmaterialerfassung und das Kernmaterial-Berichtswesen bei HS/TSB nur noch über EDV abgewickelt werden.

Das bei HS/TSB installierte EDV-System erlaubt einen Dialog zwischen Benutzer und Rechner. Alle für die Kernmaterial-Buchhaltung benötigten Daten werden über Bildschirmterminal eingegeben und stehen in einer Datenbank zur Verfügung. Zur Durchführung der vielfältigen Aufgaben im Zusammenhang mit der Kernmaterialbuchführung und der Erstellung von Berichten werden im Hauptprogramm mit der Bezeichnung "System" folgende 11 Unterprogramme bereitgestellt:

- Verbuchen von Bestandsänderungen,
- Korrektur von Daten,
- Ausgabe der verbuchten Bestandsänderungen,
- anlagenbezogene Bestandsaufstellung geordnet nach Chargen,
- anlagenbezogene Bestandsaufstellung geordnet nach Material-Kategorien,
- materialbilanzbezogene Bestandsaufstellung geordnet nach Material-Kategorien,
- Erstellen des EURATOM-Bestandsänderungsberichtes,
- Erstellen des EURATOM-Materialbilanzberichtes,
- Berichtigung bereits gemeldeter Buchungen,
- Aufsuchen spezieller Datensätze,
- Löschen von Datensätzen.

2.3.5 Erfassung und Überwachung von Kernmaterialtransporten

W. Stock

Zu den Aufgaben der zentralen Buchhaltung gehört auch die Überwachung von Kernmaterialtransporten. Alle KfK-externen Transporte werden bei Eingang von der Güterkontrolle und bei Ausgang vom jeweiligen Absender der zentralen Buchhaltung bei HS/TSB gemeldet. Für die KfK-internen Transporte und ihre Abwicklung gilt seit Juli 1983 die "Transportordnung der KfK für den internen Transport radioaktiver Stoffe" (s. Kap. 2.1.9). Die Anzahl der 1983 überwachten Kernmaterialtransporte und ihre Zuordnung zu den verschiedenen Kernmaterialkategorien zeigt Tab. 2/18.

Kategorie	KfK-intern	KfK-extern	Gesamt
Natururan	79	53	132
abgereichertes Uran	89	14	103
Thorium	8	4	12
angereichertes Uran	72	84	156
Plutonium	201	67	268
Gesamt	449	222	671

Tab. 2/18: Anzahl der Kernmaterialtransporte 1983, geordnet nach Materialkategorien

2.3.6 Erfassung und Meldung sonstiger radioaktiver Stoffe

W. Stock

Aufgrund der sich aus § 78 der StrlSchV und aus speziellen behördlichen Auflagen ergebenden Buchführungs- und Anzeigeverpflichtungen wurden von HS/TSB 1983 über "Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und den sonstigen Verbleib von radioaktiven Stoffen" insgesamt 246 Berichte bzw. Meldungen an die jeweils zuständigen Aufsichtsbehörden verfaßt. Der Umfang der erforderlichen Berichterstattung an deutsche Aufsichtsbehörden und über das Schwerwasser an die EURATOM wurde in Tab. 2/19, aufgeschlüsselt nach Berichtsempfänger, Anzahl und Art der Berichte, dargestellt.

Die sich aus der Strahlenschutzverordnung ergebenden Meldeverpflichtungen gegenüber den Aufsichtsbehörden werden für die KfK GmbH zentral von HS/TSB wahrgenommen. Zur Gewährleistung einer pünktlichen und vollständigen externen Meldung durch HS/TSB an die verschiedenen Aufsichtsbehörden sind von den Instituten und Abteilungen der KfK an HS/TSB zu melden:

- monatlich der Erwerb, die Erzeugung, die Gewinnung und die Abgabe offener und umschlossener radioaktiver Stoffe,
- halbjährlich eine Zusammenstellung der erzeugten radioaktiven Stoffe und der Bestand an umschlossenen radioaktiven Stoffen, deren Radioaktivität über der Freigrenze liegt und deren Halbwertszeit mehr als 100 Tage beträgt,
- halbjährlich der Zugang an radioaktivem Abfall im Abfallager der KfK GmbH,
- jährlich der Bestand an offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen,
- jährlich der Bestand an radioaktivem Abfall im Abfallager der KfK GmbH.

Art der Berichte	Anzahl der Berichte und Berichtsempfänger				
	EURATOM	SM	GAA	LfU	Gesamt
Monatsberichte					
- KfK-externe Bewegungen			24		24
Quartalsberichte					
- Schwerwasser	60				60
Halbjahresberichte					
- Erzeugung radioaktiver Stoffe		2	2		4
- umschlossene radioaktive Stoffe				74	74
- Zugang an radioaktivem Abfall		2			2
Jahresberichte					
- Bestand an radioaktiven Stoffen		40	40		80
- Bestand an radioaktiven Abfällen		1	1		2
Gesamt	60	45	67	74	246

Tab. 2/19: Umfang der Berichterstattung 1983

Verantwortlich für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Pünktlichkeit der KfK-internen Meldungen von radioaktiven Stoffen an HS/TSB ist der Strahlenschutzbeauftragte der jeweiligen Organisationseinheit der KfK GmbH. Die erforderlichen Formblätter zur Erstellung der einzelnen Meldungen werden jeweils termingerecht von HS/TSB allen Instituten/Abteilungen zugesandt.

2.4 Einsatzleitung für Störfälle und Unfälle und Einsatzleitung

2.4.1 Der Einsatzleiter vom Dienst

H.-A. Ammermann

Die Funktion des Einsatzleiters vom Dienst (EvD) wird von Sicherheitsingenieuren der Hauptabteilung Sicherheit/Technisches Sicherheitsbüro wahrgenommen. Der EvD bildet im Alarmfall bei Bedarf einen Einsatzstab, der ihn fachlich über die zu treffenden Einsatzmaßnahmen berät.

Nach den Bestimmungen des Alarmplanes ist der Einsatzleiter vom Dienst verantwortlich für die Durchführung aller Maßnahmen, die bei drohender Gefahr, Personenschäden, Brandunfällen, Strahlenunfällen oder sonstigen Schadensfällen zur Hilfeleistung und zur Wiederherstellung der technischen Sicherheit durch die Sicherheitsorganisation der KfK (s. Abb. 2/13) ergriffen werden müssen.

Weitere Aufgaben des Einsatzleiters vom Dienst sind:

- Koordination bei meldepflichtigen Ereignissen und Meldung an die atomrechtliche Aufsichtsbehörde (s. Kap. 2.4.6);
- Erstellung von Einsatzberichten,

- Durchführung von Alarmübungen, wobei die Alarmierung der Einsatztrupps, deren Verfügbarkeit, Ausrüstung, Belastbarkeit und Einsatzbereitschaft überprüft werden (aufgetretene technische und organisatorische Mängel werden in Schwachstellenanalysen aufgezeigt (s. Kap. 2.4.5)),
- Sammlung der Gebäudepläne und der Brandbekämpfungspläne für die Einsatzkräfte und die Aufsichtsbehörden,
- Beschaffung von Einsatzunterlagen über Funktion und Betriebsweise von Versuchsanlagen und technische Einrichtungen.

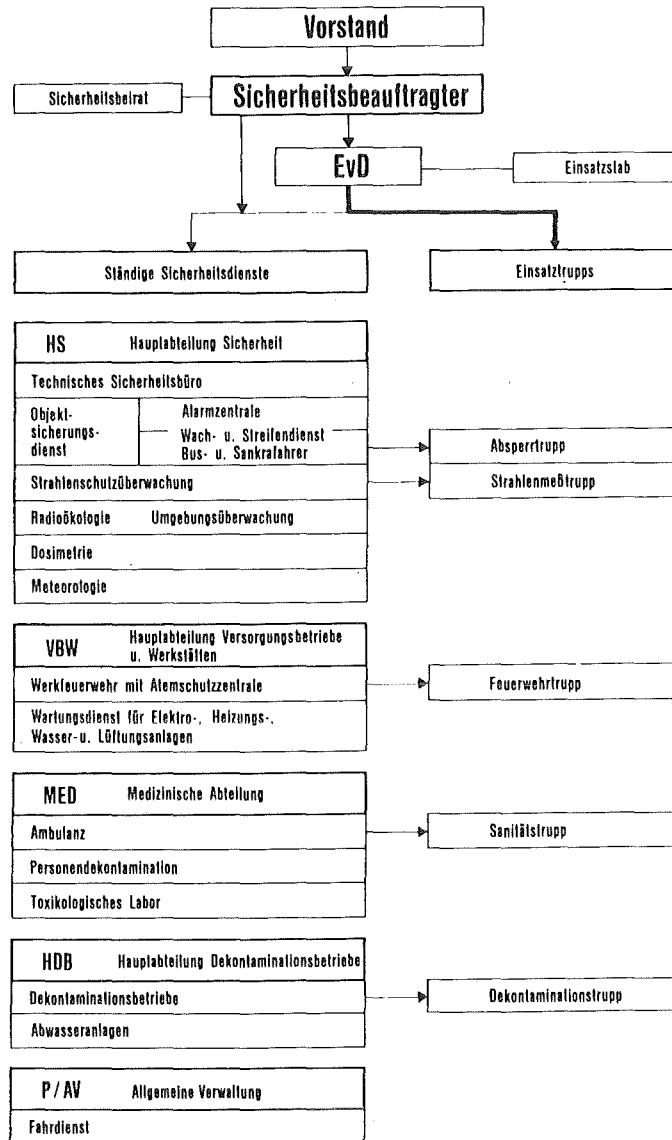


Abb. 2/13: Die Sicherheitsorganisation der KfK

Die Mitglieder der Einsatztrupps sind im Alarmfall dem EvD unterstellt. Sie setzen sich in der Regel aus dem Personal der ständigen Sicherheitsdienste zusammen. Die Leiter der jeweiligen Organisationseinheiten sind für die Ausbildung der Einsatztrupps verantwortlich.

Für die Einsatztrupps bestehen Pläne, in denen Aufgaben, personelle Zusammensetzung, Ausrüstung und Ausbildung festgelegt sind. Für die Erstellung und ggf. erforderliche Ergänzung dieser Pläne ist der Truppleiter in Zusammenarbeit mit dem EvD verantwortlich.

Schutzkleidung und für den Einsatz erforderliches Material und Gerät werden in besonderen, den einzelnen Trupps zugeordneten Räumen bereitgestellt und gewartet. Den einzelnen Trupps stehen - soweit erforderlich - spezielle Kraftfahrzeuge zur Verfügung.

Während der regulären Arbeitszeit liegen die normalen Truppstärken der verschiedenen Einsatztrupps fest. Außerhalb der regulären Arbeitszeit wird eine Mindest-Truppstärke sichergestellt, die durch Rufbereitschaftsdienste ergänzt wird.

Mit Wirkung vom 01.05.1983 trat ein neuer Alarmplan der KfK GmbH in Kraft, der von HS/TSB erstellt und von der Aufsichtsbehörde gebilligt wurde.

Der Alarmplan gliedert sich in:

1. Alarmierungsplan

Der Alarmierungsplan befaßt sich mit der ersten Reaktion auf einen eingetretenen Alarmfall. Darunter ist sowohl die Alarmierung der KfK-Sicherheitsorganisation, der internen und externen Einsatzkräfte als auch der zuständigen Behörden zu verstehen. Unterschieden wird zwischen internem und externem Alarm.

2. Einsatzplan

Der Einsatzplan legt die organisatorische Vorgehensweise zur Gefahrenabwehr im KfK fest.

3. Räumungsplan

Im Räumungsplan werden Anleitungen für das Verhalten sowohl der Einsatzkräfte als auch der Mitarbeiter des KfK insgesamt für den Fall der Notwendigkeit einer Räumung des KfK gegeben.

4. Aufbau der Sicherheitsorganisation

Es wird der Aufbau der für die Gefahrenabwehr im Alarmfall zuständigen Organisation beschrieben. Die Aufgaben der einzelnen Gruppen werden skizziert.

Zu dem Alarmplan werden als Ergänzung und zur detaillierten Information der an der Gefahrenabwehr beteiligten Personen oder Gruppen Anschlußpläne erstellt. Diese enthalten z. B. Anweisungen für den EvD, die Alarmzentrale und alle Einsatztrupps, Hilfsmittel zur Beurteilung von Alarmsituationen, Anschlußpläne zum Räumungsplan, Brandbekämpfungspläne.

2.4.2 Statistik der EvD-Einsätze

H.-A. Ammermann, M. Egler, P. Meyer

Im Berichtsjahr wurden von den Einsatzleitern bei 288 Einsätzen Maßnahmen zur Wiederherstellung der technischen Sicherheit durchgeführt oder angeordnet. Es kann festgestellt werden, daß die Einsatzkräfte der KfK ohne Ausnahme zur Beseitigung eingetretener Störungen und zur Beherrschung von Zwischenfällen und Schadensfällen fähig und dafür auch ausreichend ausgerüstet waren. Externe Hilfskräfte mußten in keinem Fall in Anspruch genommen werden.

Als EvD-Einsätze zählen alle Vorgänge, bei denen sich der EvD aufgrund einer Alarmierung ohne Ansehen des Alarmierungsgrundes zum Einsatzort begibt. Die Einsatzzeit ist die dabei am Einsatzort verbrachte Zeit zuzüglich Fahrzeit. Die Einsatzzeit enthält dagegen nicht den Zeitaufwand für Folgetätigkeiten nach dem Einsatz, der insbesondere nach Stör- und Schadensfällen erheblich sein kann.

Abb. 2/14 zeigt die Tagesstatistik der EvD-Einsätze. Sie läßt eine erhöhte Anzahl von Einsätzen in der Zeit zwischen 13.00 Uhr und 21.00 Uhr erkennen. Es waren außerhalb der normalen Arbeitszeit rund doppelt soviel Einsätze zu leisten wie während der normalen Arbeitszeit.

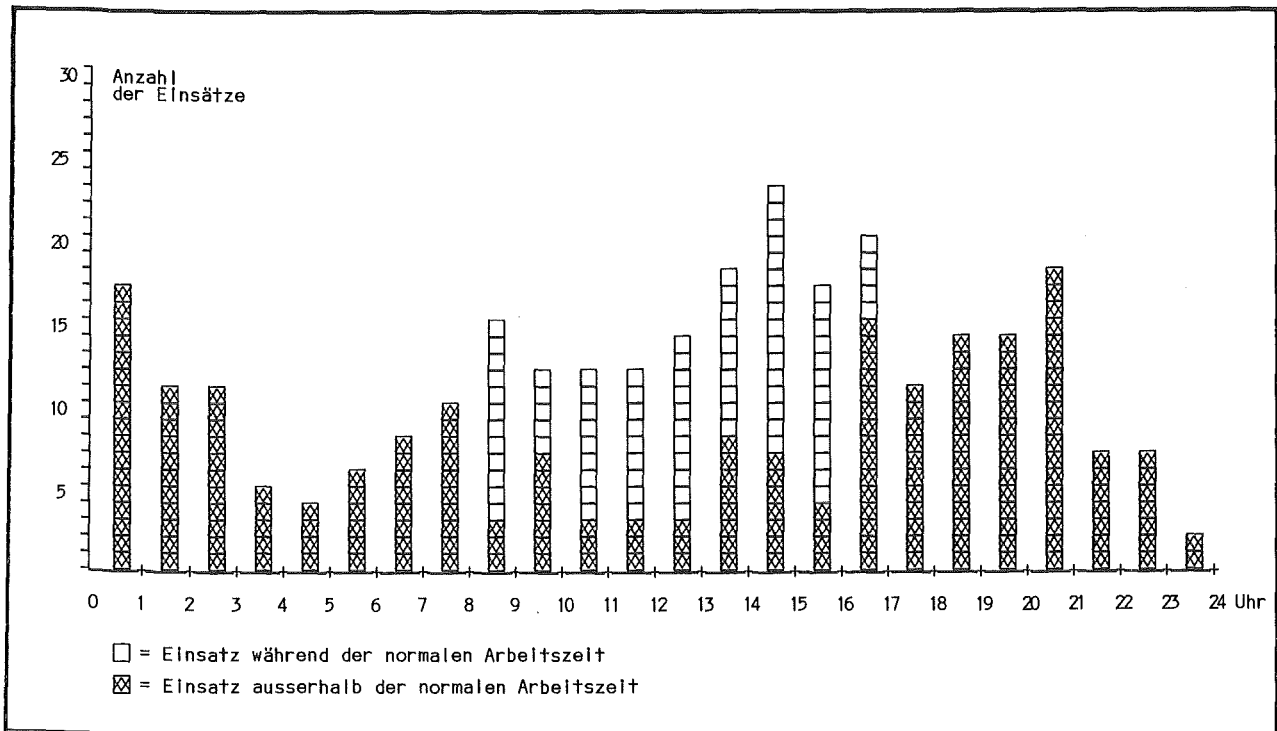


Abb. 2/14: EvD-Einsätze 1983, geordnet nach Tageszeiten

Eine detaillierte Darstellung der monatlichen EvD-Einsätze geben Tab. 2/20 und Abb. 2/15. Der obere Teil von Tab. 2/20 gibt die Verteilung der EvD-Einsätze insgesamt, während und außerhalb der normalen Arbeitszeit und die integrierten Einsatzzeiten für die Kalendermonate des Berichtsjahres wieder. In dieser Tabelle werden außerdem die Jahressummen von 1983 und 1982 miteinander verglichen. Im unteren Teil von Tab. 2/20 werden die EvD-Einsätze aufgeschlüsselt nach ihren Alarmierungsursachen angegeben. Hierbei werden neben den Bränden die Feuerfehlalarme in einer gesonderten Zeile aufgeführt. Bei den anderen Alarmierungsursachen sind Fehlalarme nicht separat aufgeführt. Ihr Anteil ist auch hier z. T. erheblich.

Die Tab. 2/21 und die Abb. 2/16 vergleichen die Daten der EvD-Einsätze der letzten 10 Jahre. Der ungewöhnliche Anstieg der EvD-Einsätze vom Jahr 1981 zu 1982 ergibt sich aus der Tatsache, daß die EvD-Funktion seit dem 01.10.1981 nicht mehr vom Schichtleiter des FR 2 wahrgenommen wird, der aufgrund seiner Anwesenheitspflicht in der Schaltwarte nur in sehr dringenden Fällen am Einsatzort erscheinen konnte. Das Aufgabengebiet der seitdem als EvD eingesetzten Sicherheitsingenieure von HS/TSB erlaubt es, auch bei solchen Alarmierungen am Einsatzort zu sein, bei denen die persönliche Anwesenheit vielleicht entbehrlich wäre. Dies hat entscheidend zum Ansteigen der Anzahl der Einsätze und der Einsatzzeiten beigetragen. Dank dieser erhöhten Präsenz des EvD am Ort des Geschehens erhält er stets Informationen aus erster Hand und verbessert zugleich seine Orts- und Anlagenkenntnisse.

EVD - Einsätze und ihre Ursachen	Kalendermonate 1983												Summe	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1983	1982
Anzahl der EVD-Einsätze	12	18	30	25	10	34	33	22	23	23	32	26	288	281
Anzahl der Einsätze während der normalen Arbeitszeit	3	2	7	9	3	11	10	7	4	8	17	9	90	71
Anzahl der Einsätze außerhalb der normalen Arbeitszeit	9	16	23	16	7	23	23	15	19	15	15	17	198	210
Gesamteinsatzzeit in Stunden	8	13	21	21	5	27	26	14	21	12	20	16	204	210
Brände	0	0	1	1	1	0	2	2	0	1	2	1	11	12
Feuer- Fehlalarme	3	2	2	4	2	5	5	0	10	4	5	7	49	70
Wasser- Störung	2	1	7	4	2	12	6	5	8	7	4	4	62	45
Aktivitätsalarme u. -fehlalarme	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	3	1	9	24
Technische Hilfeleistung	1	10	6	2	2	10	12	8	4	9	9	7	80	66
Sandfänge	6	4	11	14	3	6	8	7	1	1	9	6	76	56
Sicherungsalarme u. -fehlalarme	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Alarmübungen	0	1	3	0	0	2	0	0	3	2	2	0	13	15

Tab. 2/20: Häufigkeit, Dauer und Ursachen der EVD-Einsätze für die Monate des Jahres 1983 und Vergleich der Jahressummen von 1982 und 1983

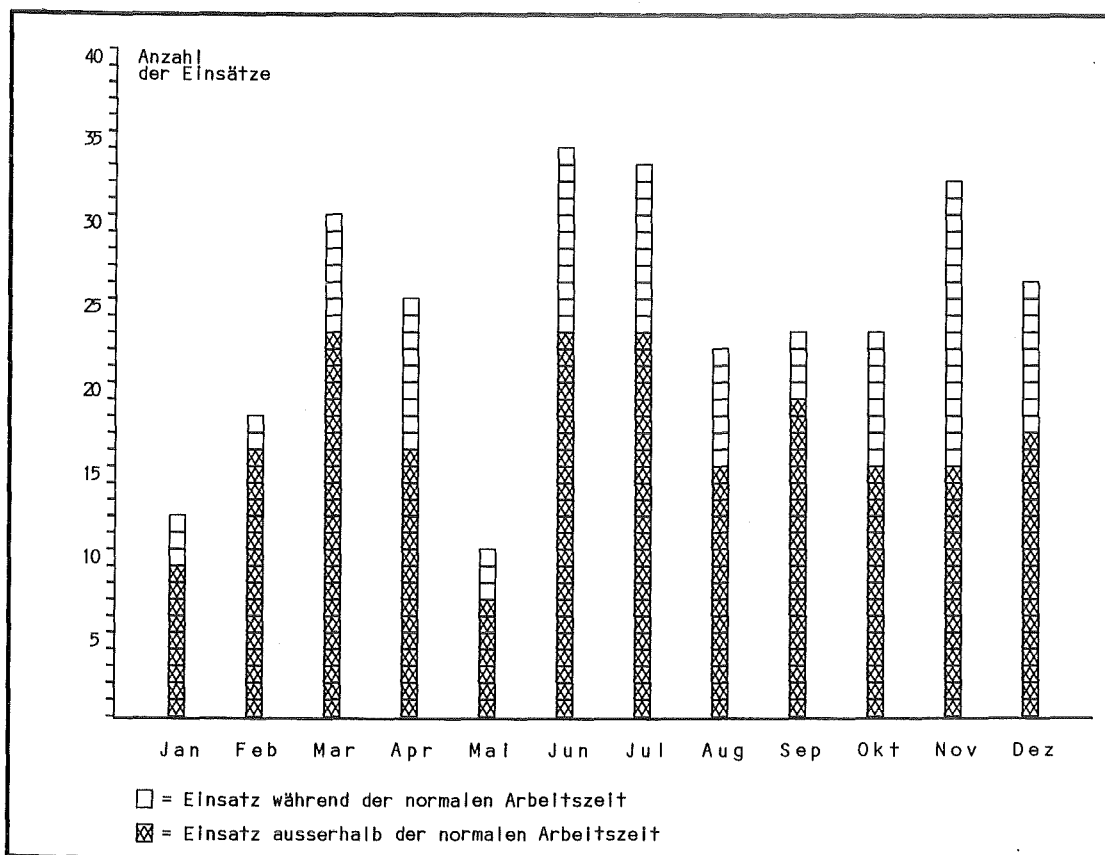


Abb. 2/15: Verteilung der monatlichen EVD-Einsätze auf die Monate des Jahres 1983

Jahr	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Anzahl der Einsätze	144	140	121	109	79	69	72	76	117	281	288
Gesamteinsatzzeit in Stunden	101	114	76	67	55	45	45	43	78	210	204
Mittlere Einsatzdauer in Stunden	0,70	0,81	0,62	0,62	0,69	0,60	0,62	0,56	0,67	0,75	0,70
Anzahl der Einsätze während der normalen Arbeitszeit	43	42	40	26	16	21	27	29	27	71	90
Anzahl der Einsätze außerhalb der normalen Arbeitszeit	101	98	81	83	63	48	45	47	90	210	198
Alarmübungen	-	1	2	5	1	1	2	7	6	15	13

Tab. 2/21: EvD-Einsätze 1973 bis 1983

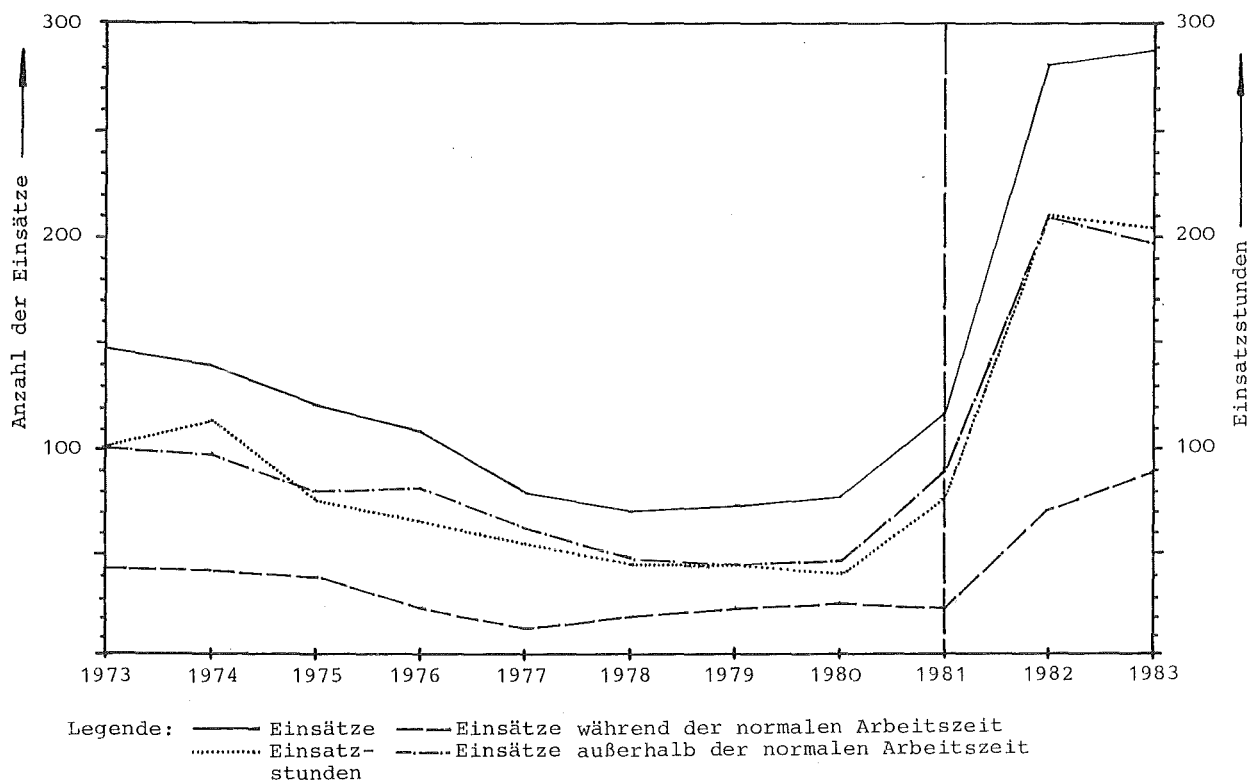


Abb. 2/16: Anzahl und Dauer der EvD-Einsätze 1973 bis 1983

2.4.3 Einsatzunterlagen und Einsatzhilfsmittel

P. Meyer, W. Reuble

Neben dem Alarmplan, der alle Maßnahmen enthält, welche bei drohender Gefahr, Personenschäden, Brandschäden, Strahlenunfällen oder sonstigen Schadensfällen zur Wiederherstellung der Sicherheit ergriffen werden müssen, stehen dem EvD als Ergänzung und zur detaillierten Information weitere Einsatzunterlagen und Einsatzhilfsmittel zur Verfügung.

Der Brandbekämpfungsplan wird von der zuständigen Organisationseinheit erstellt und bezieht sich - im Gegensatz zu dem für den Gesamtbereich des KfK gültigen Alarmplan - auf einzelne, sicherheitstechnisch relevante Gebäude und Anlagen der KfK GmbH. Jeder Brandbekämpfungsplan besteht aus einer Gebäudezeichnung und den einzelnen textlichen Angaben zur Brandbekämpfung. Er gibt somit leicht erfaßbare Informationen über Lage, Art und besondere Charakteristika einer Gebäudeanlage, über die Versorgungseinrichtungen, potentielle Gefahrenherde, Sicherungs- und Alarminrichtungen, über besondere Maßnahmen im Gefahrenfall und vorgesehene Rettungsmöglichkeiten. Als Anleitung zur einheitlichen Gestaltung des Brandbekämpfungsplans wurde von HS/TSB die KfK-Norm 11 herausgegeben. Neue, einheitlich zu verwendende Symbole und Kennzeichen wurden in der KfK-Norm 12 festgelegt. Die Brandbekämpfungspläne werden bei HS/TSB zentral erfaßt und Mehrfertigungen an interne Einsatzdienste weitergegeben.

Außerdem stehen im EvD-Einsatzraum folgende Unterlagen als Informationshilfe zur Verfügung:

- Generalbebauungsplan,
- Plan des Chemieabwassernetzes im KfK,
- Plan der Regenentwässerung im KfK,
- Abluftplan des KfK,
- Lageplan der Meß- und Probenahmestellen zur Umgebungsüberwachung,
- besonderer Katastropheneinsatzplan für die Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe,
- Alarmpläne von Fremdinstitutionen auf dem Gelände des KfK,
- Anschlußpläne zum Räumungsplan,
- Rufbereitschaftspläne für den Einsatz von fachkundigem Personal der einzelnen Organisationseinheiten außerhalb der normalen Arbeitszeiten.

Eine zusätzliche Informationsquelle bietet dem EvD der Anschluß an das Meteorologische Informationssystem (MIS). Im Rahmen der Umgebungsüberwachung dienen die auf einem Farbvideo-Display abzurufenden meteorologischen Daten der Entscheidungsfindung bei der Kontrolle der atmosphärischen Ausbreitung radioaktiver Emissionen des KfK. Über das Programm mit der Kurzbezeichnung ISOKON kann die Zeitsumme der Aktivitätsverteilung in Bq·h/m³ bis zu einem Radius von 10 km um das Kernforschungszentrum auf dem Bildschirm dargestellt werden.

Im EvD-Einsatzraum befindet sich eine erweiterte Telefonanlage, mit der durch Tastendruck eine Direktverbindung mit der Alarmzentrale hergestellt werden kann. Dieses sogenannte rote Telefon ist ein vom normalen Telefonnetz unabhängiges Kommunikationssystem zwischen der Alarmzentrale und 70 ausgewählten Teilnehmern, das der Alarmierung und Information im Alarmfall dient. Außerdem hat der EvD die Möglichkeit, über ein separates Telefon alle über den Notruf 3333 bei der Alarmzentrale eingehenden Meldungen mitzuhören und sich erforderlichenfalls direkt einzuschalten. Als ortsunabhängiges Kommunikationsmittel steht dem EvD ein Handfunksprechgerät mit den im KfK benutzten Frequenzbereichen (TESI und ALDI) zur Verfügung. Über dieses Handfunkgerät sind außer der AZ auch die Einsatzkräfte erreichbar. Im Regelfall erfolgt die Gesprächsabwicklung jedoch über die AZ als Feststation. Zur schnellen Erreichung des Einsatzortes steht ein für diesen Zweck bestimmtes und speziell ausgerüstetes Fahrzeug zur Verfügung.

2.4.4 Ausbildung und Weiterbildung der Einsatzleiter vom Dienst

P. Meyer, W. Winkelmann

Die Tätigkeit des Einsatzleiters erfordert im Ernstfall ein hohes Maß an Beurteilungs- und Entscheidungsvermögen, damit er seiner Verantwortung für die Sicherheit von Personen und Sachgütern im Kernforschungszentrum gerecht werden kann. Deshalb sollte sich sein Handeln stets an der logischen Abfolge von Erkundung, Beurteilung, Entschluß, Ausführung und Kontrolle orientieren.

Um dies zu trainieren und das dazu notwendige Wissen zu erwerben, ist es erforderlich, daß sich die EvD in einem permanenten Prozeß mit sicherheitstechnischen Problemen und Gegebenheiten aller Einrichtungen im KfK und dem fachgerechten Vorgehen bei Stör- und Unfällen vertraut machen. Deshalb wurde 1983 für die Tätigkeit als EvD und Fachkraft für Arbeitssicherheit ein Ausbildungsprogramm absolviert, das insgesamt 120 Manntage umfaßte (s. Tab. 2/22).

Besuchte Veranstaltungen	Veranstalter	Manntage
Ausbildung von Fachkräften für Arbeitssicherheit im öffentlichen Dienst	Bundesarbeitsgemeinschaft der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand, Köln	50
Abschlußseminar der Fachkräfte für Arbeitssicherheit	Bundesarbeitsgemeinschaft der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand, Köln	25
Fortbildungsseminar für Sicherheitsfachkräfte über gefährliche Arbeitsstoffe und die Druckbehälterverordnung	Badischer Gemeindeunfallversicherungsverband	8
Meßtechnik und Arbeitsschutz	Landesanstalt für Umweltschutz	3
Praktikum zur Sicherheit elektrischer Schaltanlagen	Technische Akademie Esslingen	3
Lärmschutz-Meßpraxis	Technische Akademie Esslingen	3
Kurs für Arbeitsschutz und Brandschutz	Schule für Kerntechnik	9
Ergänzungskurs zum Strahlenschutz	Schule für Kerntechnik	9
Kurs über Strahlenschutz an Röntgeneinrichtungen	Schule für Kerntechnik	4
Fachtagung "Radioaktive Stoffe und ionisierende Strahlung"	Deutsches Atomforum, Bonn	2
3. Sommerschule für Strahlenschutz	Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e. V.	4

Tab. 2/22: Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen der EvD 1983

Ein wesentlicher Teil der für Aus- und Weiterbildung aller 6 EvD aufgewendeten Zeit entfiel auf Ausarbeitungen im Rahmen des Lehrgangs "Ausbildung von Fachkräften für Arbeitssicherheit im öffentlichen Dienst." Der Lehrgang gliedert sich in 18 Lektionen, die monatlich zu bearbeiten

sind. Er besteht aus einem allgemeinen Teil, in dem grundlegende Fragen des Arbeitsschutzes behandelt werden, einem spezifischen Teil, der sich mit Arbeitsschutzproblemen ausgewählter Betriebsarten befaßt und aus einem Schlußteil, in dem ein Gesamtüberblick geboten wird. Zu jeder Lektion werden umfangreiche Prüfungsaufgaben gestellt, die zu lösen und zur Korrektur einzusenden sind. Von 5 EvD wurde der Lehrgang inzwischen mit einem einwöchigen Seminar erfolgreich abgeschlossen.

Bedingt durch die verstärkte Tätigkeit als Fachkräfte für Arbeitssicherheit wurden 1983 für die EvD aus bloßen Ortseinweisungen mehr und mehr selbständig durchgeführte Betriebsbegehungen. Dabei wurden einschließlich vereinzelter Ortseinweisungen in Anlagen mit erhöhtem Gefahrenpotential insgesamt 70 Gebäude des Kernforschungszentrums begangen.

Diese unter verschiedenen Aspekten durchgeführten Betriebsbegehungen, wie z. B. unter dem Aspekt der konventionellen Arbeitssicherheit, Strahlenschutz, Notstromversorgung, gefährliche Arbeitsstoffe und Brandverhütungsschauen, gestatten dem EvD spezifische Einblicke in Anlagen und Gebäude der KfK und vermitteln weitergehende Kenntnisse über potentielle Gefahrenherde, Sicherungs- und Alarmsysteme wie auch über Feuerlösch- und sonstige Hilfseinrichtungen.

2.4.5 Alarmübungen

H.-A. Ammermann, M. Egler, H. Wilker

Alarmübungen haben den Zweck, die Einsatzdienste auf den Ernstfall vorzubereiten. Erprobt werden die Alarmierungssysteme, die Alarmierung der Einsatzkräfte, deren Verfügbarkeit und Einsatzbereitschaft, Kommunikation, Funkdisziplin, Ausrüstung und die Zusammenarbeit innerhalb der KfK-Sicherheitsorganisation. Schwachstellenanalysen geben Aufschluß über technische und organisatorische Mängel, die zu beheben sind.

Im Berichtsjahr wurden zwei Alarmübungen der KfK GmbH von den Einsatzleitern in Zusammenarbeit mit den zuständigen Mitarbeitern der betroffenen Institute geplant und durchgeführt. Die Durchführung der Alarmübungen erfolgte mit den ständigen Einsatzdiensten und den verschiedenen Einsatztrupps nach der Neufassung des KfK-Alarmplanes vom Mai 1983.

Bei der WAK wurden sieben Alarmübungen und bei der KBG eine Alarmübung durchgeführt, bei denen der EvD die Verbindung zu den Einsatzkräften der KfK herstellte. Nach der schrittweisen Inbetriebnahme der neuen Alarmzentrale ab Frühjahr 1983 und nach Einweisung der Mitarbeiter in der Alarmzentrale vollzieht sich die Kommunikation reibungslos.

Die Alarmübung I/83 am 22.06.1983 im Institut für Kernverfahrenstechnik (IKVT):

Angenommenes Unfallszenarium: Durch eine gebrochene Zuleitung tritt an einer Dauerversuchsanlage Uranhexafluorid aus. Zwei Mitarbeiter erleiden Verätzungen durch Einatmen der Gase, ein weiterer Mitarbeiter liegt verletzt in der Technikumshalle. Kontamination der Personen und des Raumes.

Von den Einsatzkräften wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Menschenrettung durch die Werkfeuerwehr unter Vollschutzanzügen,
- medizinische Erstversorgung der Verletzten am Verbandsplatz,
- Abtransport der Verletzten zur medizinischen Abteilung,
- Räumung der Technikumshalle und einzelner Stockwerke des Institutes,

- Kontaminationskontrolle der Verletzten und der Halle,
- Kontaminationskontrolle in der äußeren Umgebung des Störfallortes,
- Absperrung der Hallenzugänge und der Straßen zum Störfallort,
- Einweisen der Einsatzkräfte,
- Bildung des Einsatzstabes,
- Alarmierung von Einsatztrupps zur personellen Verstärkung der Einsatzkräfte.

Aufgrund des Übungsablaufs und der Analyse der Übung kann gesagt werden, daß die Verfügbarkeit und die Einsatzbereitschaft aller Einsatzkräfte sehr gut war.

Die Alarmübung II/83 am 08.11.1983 im Europäischen Institut für Transurane (TU):

Angenommenes Unfallszenarium: Verpuffung mit anschließendem Laborbrand. Zwei Mitarbeiter sind verletzt und kontaminiert.

Ziel dieser gemeinsam von TU und KfK durchgeführten Übung war es, die Zusammenarbeit zwischen den beiden Sicherheitsorganisationen im Einsatzstab und das Zusammenspiel der Einsatzkräfte zu üben.

Von den Einsatzkräften wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Rettung eines unter Schock stehenden Mitarbeiters aus dem brennenden Labor unter schwerem Atemschutz,
- Notversorgung des Verletzten auf dem Flur und anschließender Transport zum Notausgang,
- Löschversuch der TU-Löschgruppe,
- Bergung und Erstversorgung eines zweiten verletzten Mitarbeiters,
- Kontaminationsmessungen durch TU-Meßgruppe,
- Einweisung der KfK-Einsatzkräfte (EvD, Feuerwehr, Sanitäter),
- Bildung eines Einsatzstabes,
- Versorgung und Abtransport der Verletzten zur medizinischen Abteilung,
- Löschen des Laborbrandes mittels Leichtschaum,
- Kontaminationskontrollen durch den Strahlenmeßtrupp der KfK.

Bei der Alarmübung konnten einige technische und organisatorische Schwachstellen aufgedeckt werden, deren Beseitigung inzwischen in die Wege geleitet wurde.

2.4.6 Meldepflichtige Ereignisse

H.-A. Ammermann, P. Meyer

Nach § 36 der StrlSchV ist der Eintritt eines Unfalles, eines Störfalles oder eines sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisses der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde unverzüglich anzuzeigen. In der Melderegelung für meldepflichtige Ereignisse in der Fassung vom 15. Mai 1982 werden die Meldekriterien und das Meldeverfahren für Meldungen an das Sozialministerium Baden-Württemberg und andere Aufsichtsbehörden festgelegt. Sie gilt für Genehmigungsinhaber nach dem Atomgesetz (AtG) und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV), für die das SM Aufsichtsbehörde ist. Die Melderegelung gilt nicht für Anlagen nach § 7 AtG. Die zusätzliche Melderegelung des Gewerbeaufsichtsamtes Karlsruhe in der Fassung vom 1. Oktober 1982 gilt in den Fällen, in denen das Gewerbeaufsichtsamtsamt Karlsruhe atomrechtliche Aufsichtsbehörde ist. Sie unterscheidet sich nur in sehr geringem Umfang von der Melderegelung des Sozialministeriums Baden-Württemberg.

Aus diesem Grunde werden von allen meldepflichtigen Ereignissen gleichlautende Meldungen an beide Aufsichtsbehörden abgeschickt. Auf der Grundlage der während einer einjährigen Probezeit in der Praxis gesammelten Erfahrungen wurde von HS/TSB ein neuer Entwurf der Melderegelung erarbeitet und dem SM im September 1983 vorgelegt.

Die Zuständigkeiten und Kommunikationswege bei meldepflichtigen Ereignissen in der KfK sind wie folgt festgelegt:

- Verantwortlich für die Meldung ist grundsätzlich der für die jeweilige Organisationseinheit zuständige Strahlenschutzbeauftragte (SSB),
- Vorkommnisse, die den Verantwortungsbereich des SSB überschreiten sowie Vorkommnisse, die keiner Organisationseinheit zugeordnet werden können, sind außer dem Einsatzleiter vom Dienst (EvD) umgehend der Leitung Hauptabteilung Sicherheit (HS) zu melden,
- die technische Durchführung der Meldung aufgrund der vom SSB gelieferten Fakten obliegt dem EvD.

Dem Sozialministerium sowie dem Gewerbeaufsichtsamt wurden im Berichtsjahr 12 meldepflichtige Ereignisse mitgeteilt (s. Tab. 2/23). Die meldepflichtigen Ereignisse sind nach steigender Dringlichkeit in die Meldestufen III, II und I eingeteilt.

Lfd. Nr.	Inst./Abt.	Gebäude-Nr.	Meldestufe	Meldeanlaß	Melde-datum
1	HDB	548	III	Ausfall einer Abluftmeßstelle	08.01.83
2	IRCh	321 a	III	Überschreitung des zulässigen Abluftwochenwertes	26.01.83
3	IGT	312	II	Kontamination eines Labortisches	16.03.83
4	KfK, WAK, TU	-	III	Spannungseinbruch 20 kV-Kabel	23.03.83
5	INR	423	III	Tritium-Kontamination eines Abluftventilgehäuses	19.04.83
6	KTB/HZ	701	III	Personen- und Raumkontamination und Inkorporation	16.06.83
7	HS	536	III	Abhandenkommen eines Prüfstrahlers	26.06.83
8	HDB	555	III	Inkorporation und Kontamination bei einem Fremdfirmenangehörigen	18.07.83
9	HDB	545	III	Inkorporation und Kontamination	10.08.83
10	HDB	536	III	Ausfall der Stromversorgung und der Notstromversorgung	18.10.83
11	HDB	536	III	Inkorporation und Kontamination bei einem Fremdfirmenangehörigen	06.12.83
12	IK III	351	III	Überschreitung des zulässigen Abluftwochenwertes	23.12.83

Tab. 2/23: Meldepflichtige Ereignisse 1983

2.5 Abfallwirtschaft

2.5.1 Entsorgung von inaktiven Sonderabfällen

H. Lindenthal, E. Linß, E. Windbühl

Um eine ordnungsgemäße Abfallbehandlung zu gewährleisten, wurde der Komplex der internen Abfallwirtschaft und der Abfallbeseitigung 1983 neu konzipiert. Ausschlaggebend hierfür waren die Erfahrungen, die bislang innerhalb des Problemkreises Abfall gewonnen wurden, die Anregungen und Forderungen der einzelnen Organisationseinheiten und Fälle unsachgemäßer Behandlung oder Lagerung von Abfallstoffen auf dem Gelände der KfK. Außerdem wurden die vorgegebenen Bestimmungen und Verordnungen durch Bund und Länder immer umfangreicher, so daß eine grundlegende Änderung über die bisher getroffenen Maßnahmen hinaus unumgänglich wurde. Als Beispiel sei hier der Vollzug der Verwaltungsvorschriften des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten vom 15.09.1982 und des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 01.10.1982 über die wasser- und abfallwirtschaftlichen Schwerpunktüberprüfungen von Betrieben mit umweltgefährdenden Stoffen und Abfällen bzw. gefährlichen Stoffen genannt.

Hauptaspekt für die Neukonzeption der internen Abfallbehandlung ist das von der Bundesregierung im Abfallbeseitigungsprogramm geforderte Verwertungsgebot. Das angestrebte Ziel ist es somit, von der bislang praktizierten Abfallbeseitigung zu einer ökonomischen und ökologischen Abfallbewirtschaftung innerhalb der KfK zu kommen.

So konnte bereits 1982 durch Verkauf von Reststoffen als Wirtschaftsgut und eine einmalig durchgeführte interne Abfallbörse ein Erlös von ca. 70 000 DM für die KfK GmbH erzielt werden. Es war deshalb erforderlich, eine zentrale Erfassung, Bearbeitung, Verwaltung und Nachweisführung aller anfallenden inaktiven Abfälle zu schaffen. Des weiteren wurde, unabhängig von den internen Regelungen zur Kostendämpfung der zahlreichen Einzelentsorgungen und zur Rationalisierung und wirtschaftlichen Bearbeitung der zu vergebenden Aufträge, ein Abrufrahmenvertrag mit einer autorisierten und leistungsfähigen Firma für die Entsorgung inaktiver Abfallstoffe ausgearbeitet.

Organisation, Koordination und Durchführung von Sammelaktionen auf dem Gelände der KfK, Beratung bei Abfallbehandlungs-, Entsorgungs- und Beseitigungsfragen sind ebenso Auftragsgegenstand wie das Bereitstellen der Abfälle, Erstellen von Transportpapieren und die hierfür erforderliche Korrespondenz.

2.5.2 Sammelstelle für inaktive Abfallstoffe

H. Lindenthal, E. Linß, E. Windbühl

Die bisher gewonnenen Erfahrungen bei Sammelaktionen, speziell von Kleinmengen, zeigten die Notwendigkeit einer zentralen Sammelstelle für inaktive Chemikalienreste. Diese Sammelstelle wurde bei EKM/MW-Chemikalienlager angesiedelt. Aus Gründen der begrenzten Lagerkapazität können jedoch nur Kleinmengen von solchen Organisationseinheiten angenommen werden, die selbst kein Chemikalienlager besitzen und somit keine gefahrlose Zwischenlagerung bis zur ordnungsgemäßen Entsorgung gewährleisten können.

Durch die Sammelstelle wird für alle Organisationseinheiten die Möglichkeit geschaffen, nicht benötigte Chemikalien in ungeöffneten Originalgebinden dem Chemikalienlager zurückzugeben, damit diese in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden können. Die Abgabe von explosionsgefährlichen Stoffen und Stoffen aus Kontrollbereichen sind von dieser Regelung ausgeschlossen. Größere Mengen, die die Lagerkapazität des Chemikalienlagers überschreiten, sind vor Ort bei den einzelnen Organisationseinheiten zunächst zwischenzulagern.

Für die Zwischenlagerung von Sonderabfällen und Wirtschaftsgütern in Containern, wie Ölverunreinigte Arbeitshilfsmittel, Leergebinde aus Metall, Leergebinde aus Glas, Rückstände aus dem Regenwassernetz, Elektrogeräteschrott usw., die bislang einzeln an verschiedenen Standorten auf dem Gelände der KfK GmbH bereitgestellt wurden, wird 1984 eine wasserdichte Bodenwanne, die im Bedarfsfalle auch überdacht werden kann, an zentraler Stelle errichtet werden. Als möglicher Standort wird das Freigelände südlich des Hauptlagers angesehen.

Neben der Möglichkeit, sich der Abfallstoffe zu entledigen, bewirkt eine solche Sammelstelle auch eine Reduzierung von Gefahrenquellen, die durch unsachgemäße Zwischenlagerung chemischer Abfallstoffe unbekanntes Gefährdungspotentials innerhalb baulicher Objekte und auf dem Freigelände Schadensfälle verursachen können.

2.5.3 Nachweisführung und internes Abgabeverfahren

H. Lindenthal, E. Linß, E. Windbühl

Die KfK-internen "Richtlinien zur Behandlung inaktiver Abfälle" vom Mai 1982 und der "Interne Abgabebeschein für inaktive Chemikalien und inaktive Abfallstoffe" haben sich bewährt. Sie sind jedoch aufgrund des inzwischen abgeschlossenen Rahmenvertrages und der erfolgten Einrichtung der zentralen Sammelstelle den dadurch vorgegebenen neuen Verhältnissen anzupassen. Darüber hinaus wird die Überwachung der Abfallwege von der Entstehung der Abfälle über ihre Lagerung bis hin zur Beseitigung oder Weiterverwendung entsprechend Abfallbeseitigungsgesetz § 11 b, Abs. 1.1 notwendig.

Als zentrale Melde- und Sammelstelle für die Durchschläge interner Abgabebescheine gilt deshalb zukünftig der Betriebsbeauftragte für Abfall bei HS/TSB. Hierdurch ist sowohl die Überwachung der Abfallwege als auch der Überblick über die gesamte inaktive Abfallwirtschaft gewährleistet.

Durch die vorgesehene und bereits begonnene Erfassung aller Daten aus den internen Abgabebescheinen mittels EDV wird es möglich, Listen nach verschiedenen Kriterien zu erstellen.

Beispiele hierfür sind

- die Zuordnung gleicher Stoffe,
- die Auflistung zu entsorgender Abfallstoffe,
- Listen wiederverwendbarer und weitergebbarer Produkte (Abfallbörse),
- die Sortierung und Auflistung der Abfälle nach verschiedenen Gefahrenklassen,
- die Auflistung bestehender Beseitigungsmöglichkeiten,
- die Erstellung von Kostenumlagen auf die einzelnen Organisationseinheiten.

Eine derartige Erfassung gewährleistet unter anderem auch eine schnelle und damit wirtschaftliche Entsorgung inaktiver Abfälle.

Nach AbfG § 11 besteht für alle extern entsorgten inaktiven Abfälle für die Begleitscheine (AbfNachwV § 2ff) eine Aufbewahrungspflicht von mindestens drei Jahren zur Nachweisführung der ordnungsgemäßen Beseitigung. Die Aufbewahrung dieser Begleitscheine zur Nachweisführung obliegt seit Juni 1983 ebenfalls HS/TSB. Diese Dokumentation erfolgte rückwirkend bis zum Jahr 1981.

3. Sicherung

R. Schütten

Die veränderte Sicherheitslage hat im Berichtszeitraum dazu geführt, daß die Behörden bei back fitting-Anlagen zunehmend von ihren Maximalforderungen abwichen und Kompromißbereitschaft zeigten, zumal die Anlagen, von denen das höchste sicherungsmäßige Gefährdungspotential ausgeht, zum größten Teil ertüchtigt worden sind. So konnte die Ertüchtigung der SNEAK-Anlage im Berichtszeitraum abgeschlossen werden.

Für die HDB konnte mit den Behörden ein Konsens über die Sicherungsmaßnahmen ausgehandelt werden, so daß die aufgrund der entsprechenden Regelwerke geforderten Sicherungsmaßnahmen bei dieser back fitting-Anlage durch ergänzende personell-administrative Maßnahmen ersetzt wurden. Zur Erfüllung entsprechender Auflagen wurde ein komplexes, computergestütztes Personenzugangssystem konzipiert.

Nach Stilllegung des FR 2 und Ertüchtigung der Lagerbeckenhalle konnte schon zum Jahresbeginn auf personelle Sicherungsmaßnahmen verzichtet werden; statt dessen wurden automatische Sicherungseinrichtungen mit Aufschaltung zur Alarmzentrale installiert.

Beim Sicherungskonzept HZ wurden einige Aspekte noch einmal hinsichtlich Sicherung und Kosten überdacht; dies führte zu dem Ergebnis, daß auf eine zusätzliche bauliche Maßnahme in diesem Bereich verzichtet werden kann. Daneben wurde das Sicherungssystem so konzipiert, daß die Bewegungsfreiheit der Mitarbeiter keinen Einschränkungen unterliegt.

Die Zunahme technischer Objektsicherungseinrichtungen in sensitiven Bereichen hat zu einer Erweiterung des Reparatur- und Wartungsaufwandes sowie zu einem vermehrten Einsatz der OSD-Rufbereitschaft geführt. In einigen besonders störungsanfälligen Bereichen soll in absehbarer Zeit die vorhandene Objektsicherungstechnik gegen weniger störanfällige Komponenten ausgetauscht werden.

Die Anzahl der Sicherungsanlagen der Kategorie III verringerte sich teils durch Reduzierung der Umgangsmengen, teils durch Abgabe der Kernbrennstoffe.

In der KfK-AZ wurde die Bearbeitung der Objektsicherungsalarme auf eine EDV-gestützte Abwicklung umgestellt.

Im Zusammenhang mit den neuen Auflagen der Behörden ist im Ausweisbüro eine EDV-gestützte Ausweisherstellung und -verwaltung eingerichtet worden.

3.1 Objektsicherungsdienst

F. Paltian

Die Personalstärke des Objektsicherungsdienstes in der Abteilung Sicherung bewegte sich auf dem Niveau, das für die Durchführung der Objektsicherungsaufgaben notwendig war. Im Berichtszeitraum sind 6 Mitarbeiter ausgeschieden, neue Mitarbeiter wurden nicht eingestellt. Der Fremdpersonalanteil an der Objektsicherungsmannschaft lag 1983 bei etwa 31 %.

Die aufgrund behördlicher Auflagen durchgeführte Streifentätigkeit stellt sich - bezogen auf eine Woche - wie folgt dar:

210	Streifen in Gebäuden und im Freigelände, einschließlich KHG
45	motorisierte Sonderstreifen im Gelände
32	Sonderstreifen mit Schutzhunden, vorwiegend im bewaldeten Bereich des KfK
224	Streifen in Pu-Lagerbereichen
252	Streifen in Versuchsbereichen

Tab. 3/1: Objektsicherungsstreifen

Außerdem wurden 5 Sicherungsbereiche permanent und ein Sicherungsbereich mehrmals stündlich bestreift.

Daneben wurden im Rahmen dieser Streifentätigkeiten 112 angemeldete Versuchsanordnungen vom OSD viermal innerhalb von 24 Stunden kontrolliert.

3.1.1 Hundestaffel

B. Ritz

Dem Objektsicherungsdienst standen wie zuvor 20 einsatzfähige Diensthunde zur Verfügung. Erstmals wurde die kontinuierliche Fortbildung durch schwerpunktmäßige Übungen in der Nacht erweitert.

Bei der 5. Schutzhundeprüfung im Kernforschungszentrum erreichten die 12 teilnehmenden Hundeführer ausgezeichnete Prüfungsergebnisse. Diese Prüfung erfolgte nach der Prüfungsverordnung des Verbandes für das Deutsche Hundewesen (VDH).

Die Diensthunde der Diensthundestaffel des KfK besitzen z. Zt. folgende Ausbildungskennzeichen:

- 12 Diensthunde Schutzhundeprüfung der Stufe III
- 2 Diensthunde Schutzhundeprüfung der Stufe II
- 4 Diensthunde Schutzhundeprüfung der Stufe I
- 2 Diensthunde ohne abgeschlossene Prüfung.

Die 25 378 Stunden Einsatz und Ausbildung der Diensthundeführer mit Schutzhunden gliederten sich folgendermaßen auf:

Objektsicherung sensitiver Anlagen	67,5 %
Gelände- und Streifendienst	20,9 %
Schutzhundelehrgänge	6,7 %
Ausbildung während der Dienstzeit	3,5 %
Ausbildung außerhalb der Dienstzeit	1,4 %

3.1.2 Alarmzentrale

G. Beck

Im Jahr 1983 sind in der Alarmzentrale (AZ) die in Tabelle 3/2 angegebenen Alarm- und Störmeldungen eingegangen und bearbeitet worden (Fehlalarme eingeschlossen).

Gruppe	Anzahl
Objektsicherung	235
Feuer	157
Störungen (Aufzüge, Stromausfall etc.)	842
allgemeine Störmeldungen	2 159

Tab. 3/2: Alarm- und Störmeldungen 1983

Gegenüber dem Vorjahr haben lediglich die Feueralarme um 6 % abgenommen, die Sicherungsalarme sind dagegen um 81 %, die Störungsalarme um 77 % und die Störmeldungen um 25 % stark angestiegen. Der enorme Anstieg der Alarmmeldungen einschließlich der Fehlalarme ist auf Umschaltmaßnahmen und auf die beim Anfahren neuer Anlagenteile hervorgerufenen Störungen zurückzuführen. 1983 wurden insgesamt 2 183 relevante Einsätze dokumentiert (siehe Tabelle 3/3).

Einsatzleiter vom Dienst	288 Einsätze
Feuerwehr	162 Einsätze
Wartungsdienst	1 057 Einsätze
Versuchsleiter	138 Einsätze
Rufbereitschaften	538 Einsätze

Tab. 3/3: Registrierte Einsätze 1983

Nach Aufschaltung der wichtigsten technischen Systeme konnte die neue Alarmzentrale (AZ) am 03. Januar 1983 erstmals besetzt werden. Die Umschaltung von der "alten AZ" auf die "neue AZ" erfolgte sukzessiv, so daß beide Alarmzentralen ständig besetzt sein mußten. Hierbei auftretende Schwierigkeiten, insbesondere bei Alarmverifizierungen und deren Bearbeitung, wurden von den Mitarbeitern gut bewältigt. Festgestellte Mängel an neuen Anlagenteilen konnten in der Regel sofort behoben werden.

Am 15. April 83 waren alle Systeme soweit umgeschaltet, daß die alte AZ aufgegeben und die neue AZ rund-um-die-Uhr mit zwei Mitarbeitern besetzt wurde.

Die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter der Alarmzentrale erfolgte hierbei praxisbezogen vor Ort. Es zeigte sich, daß zum perfekten Umgang mit den vorhandenen vielfältigen technischen Einrichtungen ständiges Training erforderlich ist.

4 Fachkräfte der Alarmzentrale nahmen darüber hinaus an einem eintägigen Seminar des Luftschutzwarnamtes teil.

In der neuen Alarmzentrale sind folgende technische, teilweise rechnergestützte Systeme aufgeschaltet:

- Fernsprech-Kommando-Anlage
- Lautsprecher-Anlage
- Funkanlage
- Gefahrenmeldeeinrichtung
- Dia-Wand
- Umgebungsüberwachungsterminal (Strahlenschutz)
- Lichtzeichen-Anlage Tor Süd
- Nachtvermittlung
- Personenruf-Anlage
- Personensprech-Anlage
- Richtfunk-Anlage

- Tonband-Dokumentations-Anlage
- Video-Dokumentations-Anlage mit Teleguard und Monitorwand

Zur besseren Durchführung der vielfältigen Aufgaben bei der Alarmbearbeitung und um einen direkten schnellen Zugriff auf die Alarmdatei zu erhalten, wurde im zweiten Halbjahr 1983 ein 32 kBytes Kleinrechner mit zwei Laufwerken in Betrieb genommen. Zur Zeit stehen folgende Programme zur Verfügung:

R B S = Anschriftenverzeichnis für KfK-Rufbereitschaften
GEBÄUDE = Gebäudeverzeichnis mit Instituts- und Abteilungsverantwortlichen

Darüber hinaus wird zu diesen Programmen als Redundanz eine Handkartei geführt, die bei Ausfall technischer Systeme eine zügige Alarm- oder Störfallbearbeitung gewährleistet.

3.2 Ausbildung

F. Paltian, G. Beck

Die praktische Waffenausbildung (Übungsschießen) der Objektsicherungsdienst-Mitarbeiter wurde planmäßig, in Anlehnung an die Polizeidienstvorschrift 211, weitergeführt. In den Monaten Januar, Februar und November 1983 führten alle Dienstschichten erstmals ein sogenanntes Dämmerungsschießen durch. Das Ergebnis war zufriedenstellend.

Zusätzlich nahmen 15 Waffenwarte an einem 2tägigen Lehrgang bei der Fa. Heckler & Koch in Oberndorf/N. und 15 OSD-Mitarbeiter an einem Kurzlehrgang auf dem Schießstand in Offenburg teil.

6 Mitarbeiter bestanden bei der Industrie- und Handelskammer mit Erfolg die Prüfung zur "Werk-schutzfachkraft".

Im zweiten Halbjahr 1983 wurde die Ausbildung der OSD-Mitarbeiter anhand von Fallbeispielen aus der Praxis in 10 einwöchigen Lehrgängen mit je 8 bis 10 Teilnehmern intensiviert. Diese praxisbezogene Ausbildung wurde teilweise mit Videokamera und Videorecorder aufgezeichnet und im Anschluß daran ausgewertet.

Die im Berichtszeitraum zusätzlich eingeführten Ausbildungsrichtlinien sind darauf ausgerichtet, die Mitarbeiter der Abteilung Sicherung, speziell die Objektsicherungsdienst-Angehörigen, mehr auf KfK-spezifische Sicherungsaufgaben und auf praxisbezogene Dienstausbildung hinzuzuführen.

Im ersten Halbjahr 1983 nahmen 34 Mitarbeiter an einem Erste-Hilfe-Lehrgang teil und 36 Mitarbeiter an einem 3tägigen Ausbildungslehrgang in Herz-Lungen-Wiederbelebung nach den gesetzlichen Bestimmungen der Berufsgenossenschaften (VBG 109) für das Fahren von Krankenwagen. 13 Mitarbeiter nahmen an einem 5tägigen Verkehrsunfallaufnahmelehrgang teil.

3.3 Ermittlungsdienst

A. Baumgärtner

Im Jahre 1983 wurden 135 Verstöße gegen die im KfK geltenden Ordnungs- und Kontrollbestimmungen registriert und bearbeitet (s. Abb. 3/1). Diese Zahl ist erfreulicherweise in den letzten Jahren ständig gesunken.

Es kam zu 38 vorläufigen Sicherstellungen von Materialien und Werkzeugen, weil die Ausführenden zum Zeitpunkt der Ausfuhr keinen Eigentumsnachweis erbringen konnten. Nach Prüfung der Eigentumsverhältnisse wurde das sichergestellte Gut wieder ausgehändigt.

Die dem Ermittlungsdienst gemeldeten und bekannt gewordenen Sachbeschädigungen lagen mit 46 genau auf dem Niveau des Vorjahres (Abb. 3/2). Bis auf zwei Fälle konnten alle Verursacher der Beschädigungen festgestellt und dem KfK-Versicherungsreferat mitgeteilt werden. Der bei den Sachbeschädigungen geschätzte Gesamtschaden beläuft sich auf 92 000 DM (Tab. 3/4).

Im Berichtszeitraum wurden 66 Diebstähle gemeldet, von denen bisher 28 aufgeklärt werden konnten. Die Zahl der bekannt gewordenen Diebstähle hat sich wiederum leicht erhöht. Die Aufklärungsquote ist verhältnismäßig niedrig, da in den letzten drei Monaten des Jahres eine Serie von Gelddiebstählen gemeldet wurde, die bisher noch nicht aufgeklärt werden konnten (s. Abb. 3/3). Außerdem wurden noch einige andere strafbare Handlungen vom Ermittlungsdienst bearbeitet und an die hierfür zuständigen Behörden weitergeleitet.

Gemeinsam mit anderen Abteilungen wurden im vergangenen Jahr 215 Betriebsunfälle und sonstige Unfälle untersucht. Diese Zahl ist leicht zurückgegangen und bezieht z. T. auch auf dem KfK-Gelände tätige Fremdfirmen mit ein.

beschädigte Gegenstände	Jahr	bekannt gewordene Fälle	aufgeklärte Fälle	geschätzter Schaden in DM
Kabelschäden	81	9	9	15 000
	82	7	7	17 000
	83	7	7	20 000
Lichtmasten	81	6	6	6 000
	82	4	4	6 500
	83	3	3	5 000
Tore, Einzäunungen	81	6	5	18 000
	82	6	6	5 900
	83	5	5	10 000
Gebäude	81	14	14	72 000
	82	10	10	21 000
	83	10	9	25 000
Dienst - Kfz.	81	25	25	54 450
	82	7	7	13 600
	83	11	11	17 000
Verschiedenes, Fenster, Türen, Bedachungen, Transport-Schäden	81	12	12	130 000
	82	12	12	34 000
	83	10	9	15 000
Summe	81	72	71	295 450
	82	46	46	98 000
	83	46	44	92 000

Tab. 3/4 Sachbeschädigungen: Einsatz des Ermittlungsdienstes

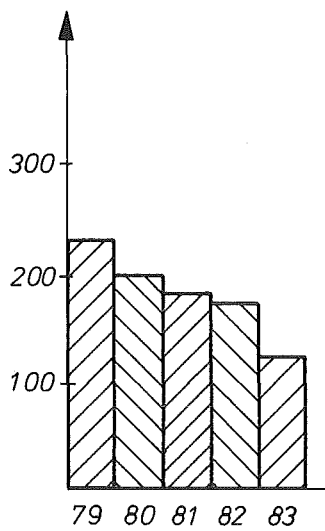


Abb. 3/1
Verstöße gegen
die Ordnungs- und
Kontrollbestimmungen

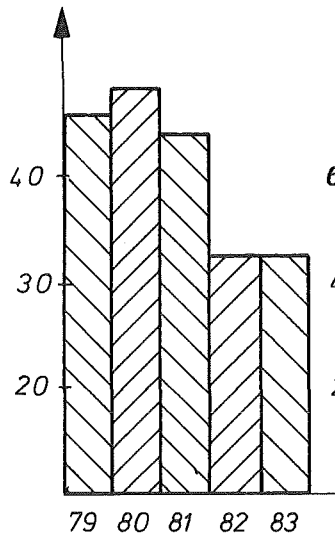


Abb. 3/2
Sachbeschädigungen

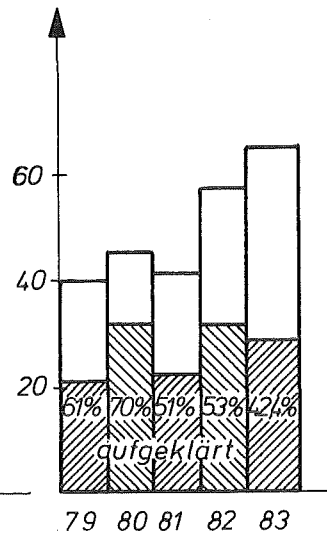


Abb. 3/3
Diebstähle

3.4 Zentrale KfK-Güterkontrolle

G. Hanuschka

Die KfK-Güterkontrolle, an der Süd-Ost-Ecke des KfK gelegen, hat in nunmehr zweijährigem Betrieb wesentlich zu der Verkehrsberuhigung der Zugänge an Nord- und Südtor beigetragen. Die Güterkontrolle stellte im Berichtszeitraum für Fremdfirmen und Anlieferer insgesamt 30 401 Warendurchlaßscheine aus. Für Anlieferer bzw. Abholer von Kernbrennstoffen oder sonstigen radioaktiven Stoffen wurden im Berichtsjahr 1 821 Durchlaßpassierscheine ausgestellt.

Bei den Ein- und Ausfuhrkontrollen hielten sich die im Zentrum eingesetzten Fremdfirmen - von Einzelfällen abgesehen - an die im KfK gültigen Ordnungs- und Kontrollbestimmungen. Bei Ein- und Ausfuhrkontrollen wurden nur 7 vorläufige Sicherstellungen von Materialien erforderlich. In 6 Fällen konnte das Material nach Vorlage des Eigentumsnachweises wieder ausgehändigt werden, in einem Falle wurde Anzeige wegen Diebstahls erstattet.

3.5 Personenüberprüfung und Kontrolldienste

3.5.1 Personenüberprüfung

G. Körner

Für alle Personen, die in sensitiven Bereichen eingesetzt werden, wurde gemäß den Forderungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde eine behördliche Prüfung nötig. Im einzelnen waren 1 361 Anträge zur Durchführung von Personensicherheitsüberprüfungen zu bearbeiten und an die zuständige Landesbehörde weiterzuleiten. Daneben wurden für Schlüsselpersonal oder Führungspersonal die nach Abstimmung mit dem Betriebsrat und dem Sozialministerium gültigen Fragebogen an den entsprechenden Personenkreis geschickt und der entsprechenden Behörde zur Einleitung

einer Sicherheitsüberprüfung übersandt. In einigen Fällen wurden Bedenken gegen den Einsatz von Personen in Sicherheitsbereichen geäußert. In diesen Fällen, die sich nur auf Fremdfirmenmitarbeiter beschränkten, sah die betroffene Firma von einem Einsatz der Personen in sensiblen Bereichen ab.

Darüber hinaus wurden 4 224 Zutrittsersuchen von Fremdfirmen außerhalb der regulären Dienstzeit im Rahmen des Hausrechtes bearbeitet.

3.5.2 Ausweisbüro

E. Schleicher, E. Wischuf

Das Ausweisbüro verwaltete zum Jahresende 1983 insgesamt 106 000 Ausweiskarteikarten. Insgesamt wurden im Berichtszeitraum 5 099 neue KfK-Ausweise ausgegeben, und zwar Ausweise für den sogenannten überwachten Bereich des KfK und Lichtbildausweise für Personen, die sensitive Anlagen betreten oder dort tätig wurden. Im Rahmen des Ausweismahnverfahrens wurden den betreffenden Firmen insgesamt DM 4 770,-- für nicht mehr zurückgegebene Ausweise in Rechnung gestellt.

Die Mitarbeiter im Ausweisbüro wurden in die Bedienung des im Kapitel 3.8.1 beschriebenen rechnergestützten Ausweisverwaltungs- und Ausweisbeschriftungscomputers eingewiesen.

3.5.3 Ausländerbetreuung

F. Gergele

Im Jahre 1983 wurden insgesamt 449 ausländische Gäste, die als Mitarbeiter im Kernforschungszentrum tätig wurden oder als Besucher im Kernforschungszentrum anwesend waren, betreut. Die Zahl der ausländischen Gäste ist gegenüber den Vorjahren geringfügig angestiegen. Die Betreuung erstreckte sich im wesentlichen auf die Abwicklung administrativer Tätigkeiten (z. B. Vorsprache bei den Ämtern und Behörden im Stadt- und Landkreis Karlsruhe wegen der Aufenthaltsgenehmigungen). Im Rahmen von IAEO-Kursen, die im September und Oktober 1983 in der Schule für Kerntechnik stattfanden und an denen insgesamt 54 Personen aus 18 Staaten teilnahmen, wurden die Reisen und die Reisebegleitung zu in- und ausländischen Reaktorstationen organisiert und durchgeführt.

3.5.4 Empfangsdienst, Buskontrollen

E. Wischuf, F. Gergele, M. Schwall

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 43 071 Besucher vom KfK-Empfangsdienst und der Güterkontrolle registriert, darunter rund 3 600 ausländische Gäste. Die Besucherzahl lag damit deutlich unter der der Vorjahre. Von den insgesamt ausgegebenen Besucherscheinen und den befristeten Ausweisen wurden lediglich 195 beim Verlassen des Zentrums nicht zurückgegeben. Beim Empfangsdienst wurden insgesamt 98 Fundgegenstände abgegeben, 58 davon konnten den rechtmäßigen Besitzern ausgehändigt werden.

Für Zubringer-Busverkehr wurden insgesamt 6 455 Monats- und Wochenfahrkarten verkauft. Bei den Buskontrollen wurden 283 Personen ohne gültigen Fahrausweis angetroffen, dabei mußte von 43 Personen eine Bearbeitungspauschale von je DM 10,-- erhoben werden.

3.6 Verkehrsdienst

W. Hauth

Mit 81 Verkehrsunfällen - davon 71 auf dem Gelände des Kernforschungszentrums - lag die Zahl der vom Verkehrsdienst aufgenommenen Verkehrsunfälle um 6 % unter der des Vorjahres.

Bei 45 Unfällen entstand nur leichter Sachschaden, bei 29 Unfällen lag der Schaden über DM 1 000,--.

Darüber hinaus waren 7 Unfälle mit Personenschaden, davon 1 tödlicher Unfall, zu bearbeiten (Tab. 3/5).

Die häufigsten Unfallursachen waren auch in diesem Berichtsjahr:

- Nichtbeachten der Vorfahrt
- zu geringer Sicherheitsabstand
- Unachtsamkeit beim Rückwärtsfahren sowie
- das nicht witterungsgerechte Fahrverhalten in der Winterzeit.

Innerhalb des KfK wurden 1983 insgesamt 440 Personen im Sinne der Straßenverkehrsordnung belehrt (1982: 480, 1981: 365).

Bei den Verkehrszählungen am 23.06.1983 und 18.10.1983 wurden die in den Tab. 3/6 - 3/8 und Abb. 3/4 - 3/8 aufgelisteten Verkehrsströme ermittelt.

Monat	Anzahl der Verkehrs- unfälle (einschl. Wegeunfälle)			davon			betroffene				
	1981	1982	1983	leichter Sach- schaden	Sach- schaden >1 000 DM	Personen- schaden	Mit- arbeiter	sonst. Pers.	Pkw	Lkw	sonst. Fahrz
Januar	12	8	4	2	2	-	4	2	5	-	1
Februar	7	9	6	4	2	-	6	2	7	1	1
März	4	9	7	5	2	-	9	2	10	-	1
April	4	2	8	6	2	-	9	2	9	-	4
Mai	8	12	5	4	1	-	5	3	6	1	2
Juni	6	8	5	-	2	3	1 tödl. 3	6	3	1	5
Juli	5	8	7	3	4	-	5	8	8	1	5
August	3	8	5	2	2	1	6	1	5	-	3
Sept.	7	4	5	3	1	1	5	3	6	1	2
Oktober	4	4	11	9	1	1	11	6	16	1	6
Nov.	6	3	9	4	5	-	7	7	11	1	5
Dez.	13	11	9	3	5	1	7	8	9	4	4
Summe	79	86	81	45	29	7	78	50	95	11	39

Tab. 3/5: Verkehrsunfälle

3.7 Schließwesen

M. Schwall

Die Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH mit ihrer Vielzahl von Forschungseinrichtungen ist hinsichtlich der Schließebenen in General-, Haupt-, Obergruppen- und Einzelschließungen unterteilt, wobei der Generalschlüssel alle Schließzylinder der betreffenden Gesamtanlage be-

Uhrzeit	Pkw		Lkw, Kombi, Busse		Kräder, Moped		Fahrräder	
	Ein- fahrt	Aus- fahrt	Ein- fahrt	Aus- fahrt	Ein- fahrt	Aus- fahrt	Ein- fahrt	Aus- fahrt
0.00 - 5.00	8	10	-	-	-	-	-	-
5.00 - 6.00	55	8	4	3	5	-	4	-
6.00 - 7.00	138	48	29	8	12	1	32	1
7.00 - 8.00	649	23	33	15	20	1	268	5
8.00 - 9.00	766	71	27	22	23	13	296	30
9.00 - 10.00	217	74	10	11	2	3	38	19
10.00 - 11.00	142	108	13	13	3	5	42	43
11.00 - 12.00	81	280	9	10	3	5	31	91
12.00 - 13.00	263	308	6	12	4	12	103	112
13.00 - 14.00	352	100	2	12	11	3	101	28
14.00 - 15.00	92	141	11	14	5	8	13	22
15.00 - 16.00	75	202	10	14	3	6	22	51
16.00 - 17.00	44	1084	26	41	-	27	11	410
17.00 - 18.00	23	300	1	10	-	5	1	67
18.00 - 19.00	15	95	5	3	-	-	2	35
19.00 - 20.00	10	51	4	7	-	1	2	14
20.00 - 21.00	7	19	-	3	-	-	-	1
21.00 - 24.00	64	71	6	3	-	-	-	9
insgesamt	3001	2993	196	201	91	90	966	938

Tab. 3/6: Verkehrszählung am 23.06.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr, Ein- und Ausfahrt Tor 1

Uhrzeit	Pkw		Lkw, Kombi, Busse		Kräder, Moped		Fahrräder	
	Ein-fahrt	Aus-fahrt	Ein-fahrt	Aus-fahrt	Ein-fahrt	Aus-fahrt	Ein-fahrt	Aus-fahrt
0.00 - 5.00	2	3	2	2	-	-	-	-
5.00 - 6.00	47	9	2	2	3	-	7	2
6.00 - 7.00	101	28	4	4	2	1	14	4
7.00 - 8.00	378	4	17	5	28	-	104	-
8.00 - 9.00	297	21	6	4	5	-	41	3
9.00 - 10.00	34	16	3	2	-	-	4	-
10.00 - 11.00	28	16	5	4	-	-	1	1
11.00 - 12.00	11	76	2	6	-	5	1	5
12.00 - 13.00	42	142	3	2	2	2	8	10
13.00 - 14.00	136	27	5	3	8	1	15	-
14.00 - 15.00	24	73	1	5	1	2	-	8
15.00 - 16.00	18	80	3	-	-	6	2	22
16.00 - 17.00	10	530	3	16	-	27	-	137
17.00 - 18.00	8	96	3	5	-	-	-	15
18.00 - 19.00	3	28	-	1	-	-	-	2
19.00 - 20.00	2	21	3	5	-	1	-	2
20.00 - 21.00	-	3	-	2	1	-	-	-
21.00 - 24.00	92	51	2	2	3	7	5	8
insgesamt	1233	1224	64	70	53	52	202	219

Tab. 3/7: Verkehrszählung am 23.06.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr, Ein- und Ausfahrt Tor 7

Uhrzeit	Pkw		Lkw, Kombi, Busse		Kräder, Moped		Fahrräder	
	Ein- fahrt	Aus- fahrt	Ein- fahrt	Aus- fahrt	Ein- fahrt	Aus- fahrt	Ein- fahrt	Aus- fahrt
7.00 - 8.00	15	3	36	1	-	-	-	-
8.00 - 9.00	14	4	28	16	-	-	-	-
9.00 - 10.00	7	5	11	13	-	-	-	-
10.00 - 11.00	13	10	21	21	-	-	-	-
11.00 - 12.00	12	16	13	25	-	-	-	-
12.00 - 13.00	7	12	6	12	-	-	-	-
13.00 - 14.00	12	5	22	11	-	-	-	-
14.00 - 15.00	8	22	16	24	-	-	-	-
15.00 - 16.00	7	12	8	18	-	-	-	-
16.00 - 17.00	2	10	4	10	-	-	-	-
insgesamt	97	99	165	151	-	-	-	-

Tab. 3/8: Verkehrszählung am 23.06.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr, Ein- und Ausfahrt Tor 10

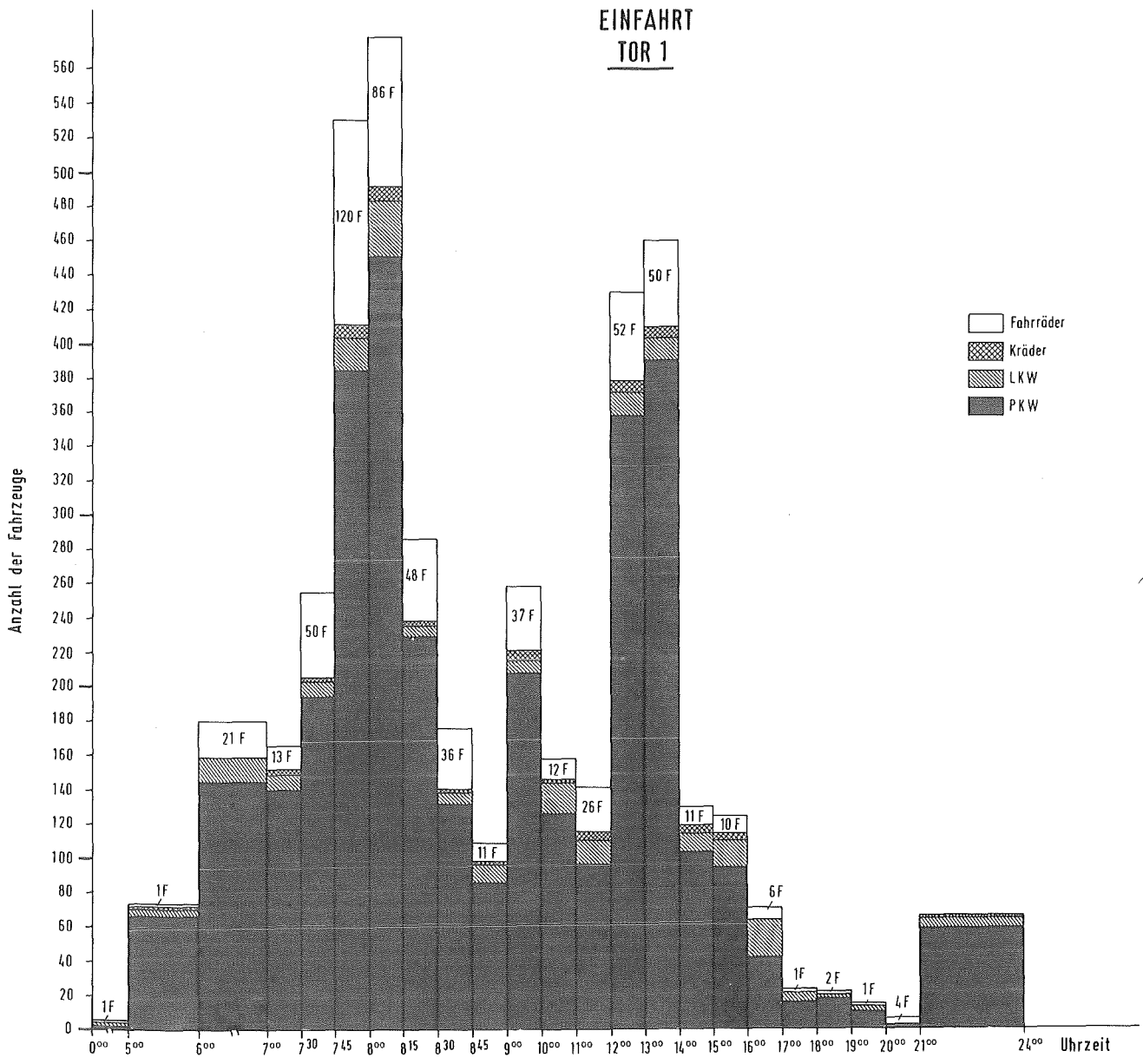


Abb. 3/4 Verkehrsählung am 18.10.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr Einfahrt Tor 1

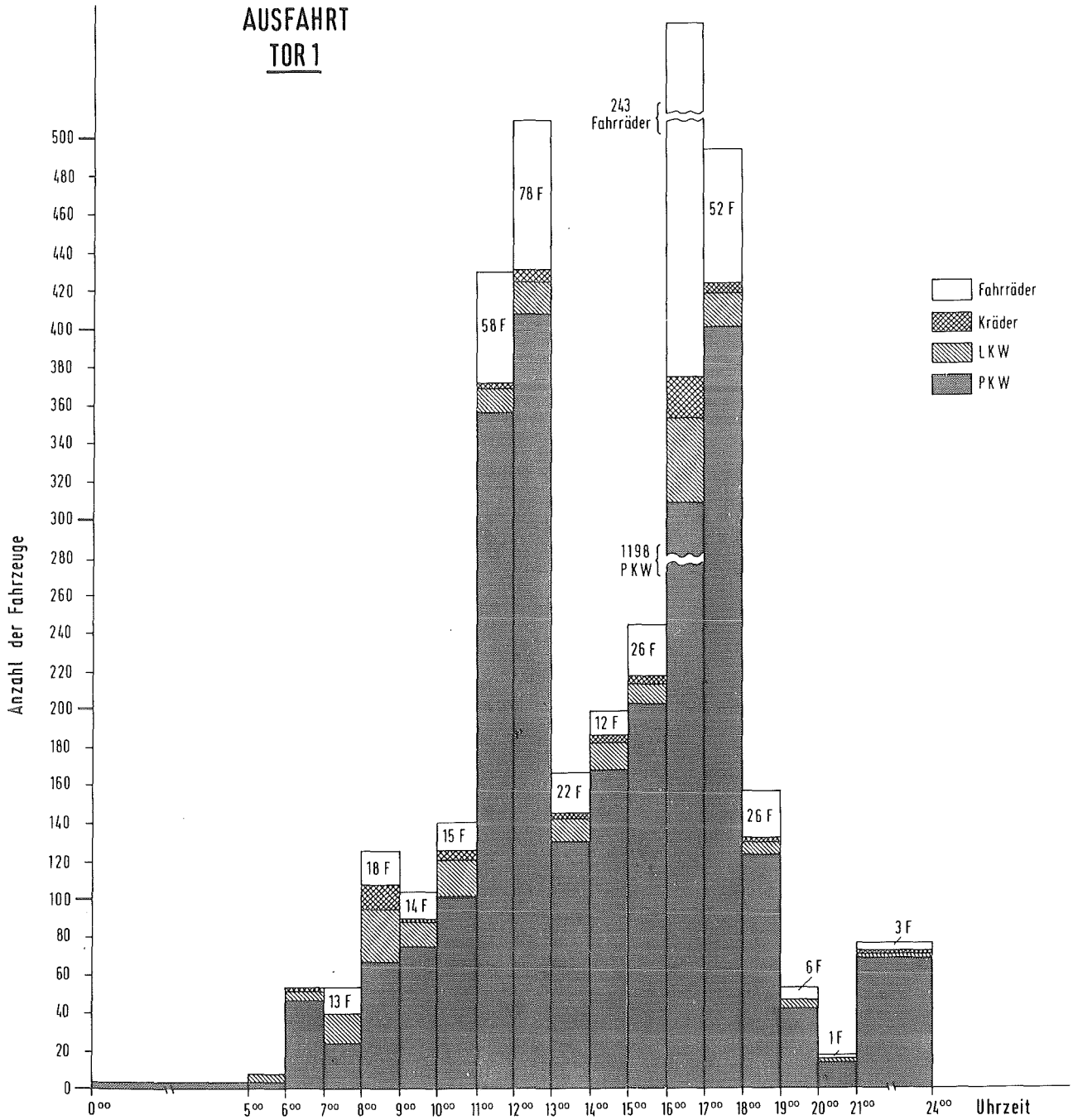


Abb. 3/5 Verkehrszählung am 18.10.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr Ausfahrt Tor 1

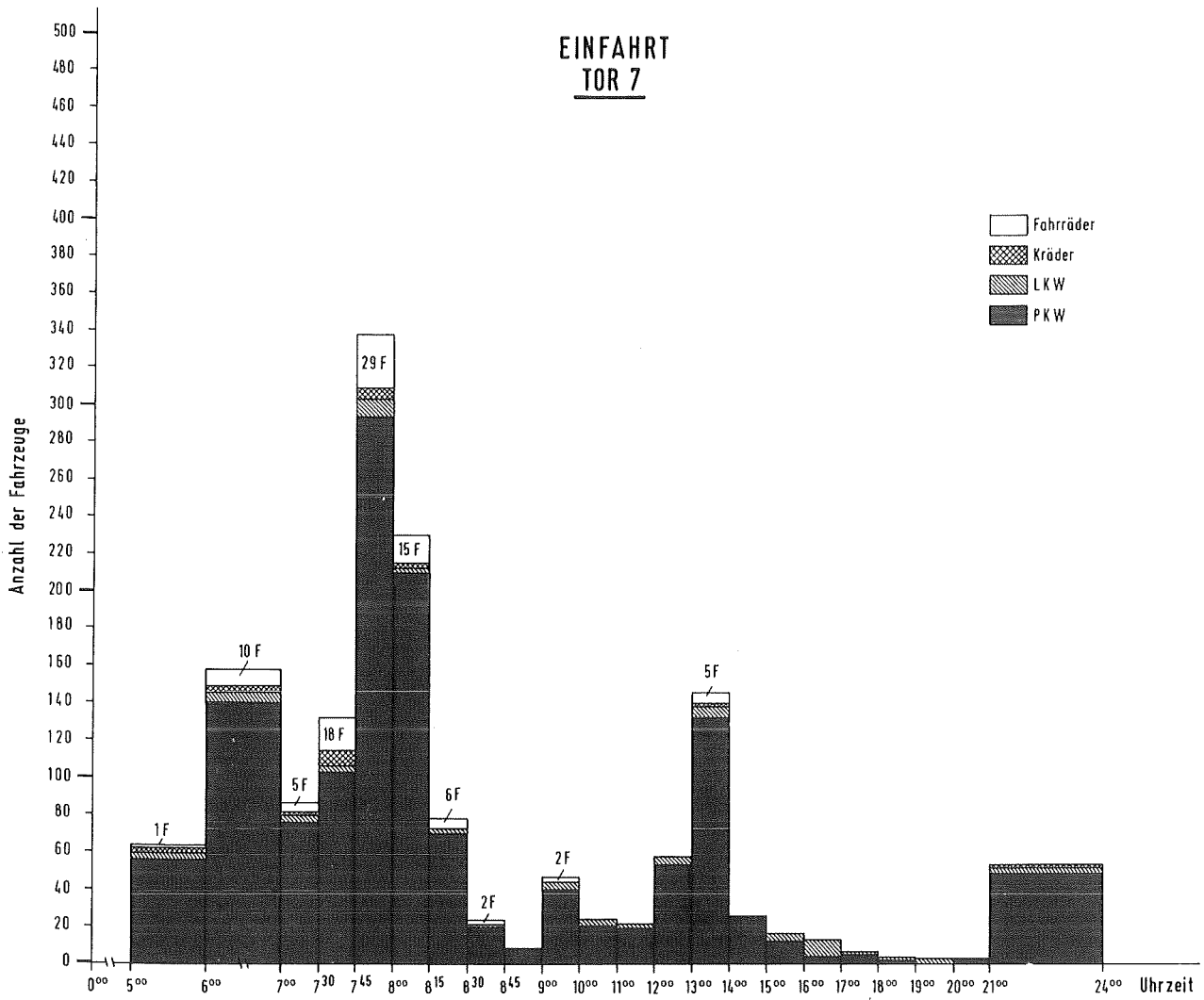


Abb. 3/6 Verkehrszählung am 18.10.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr Einfahrt Tor 7

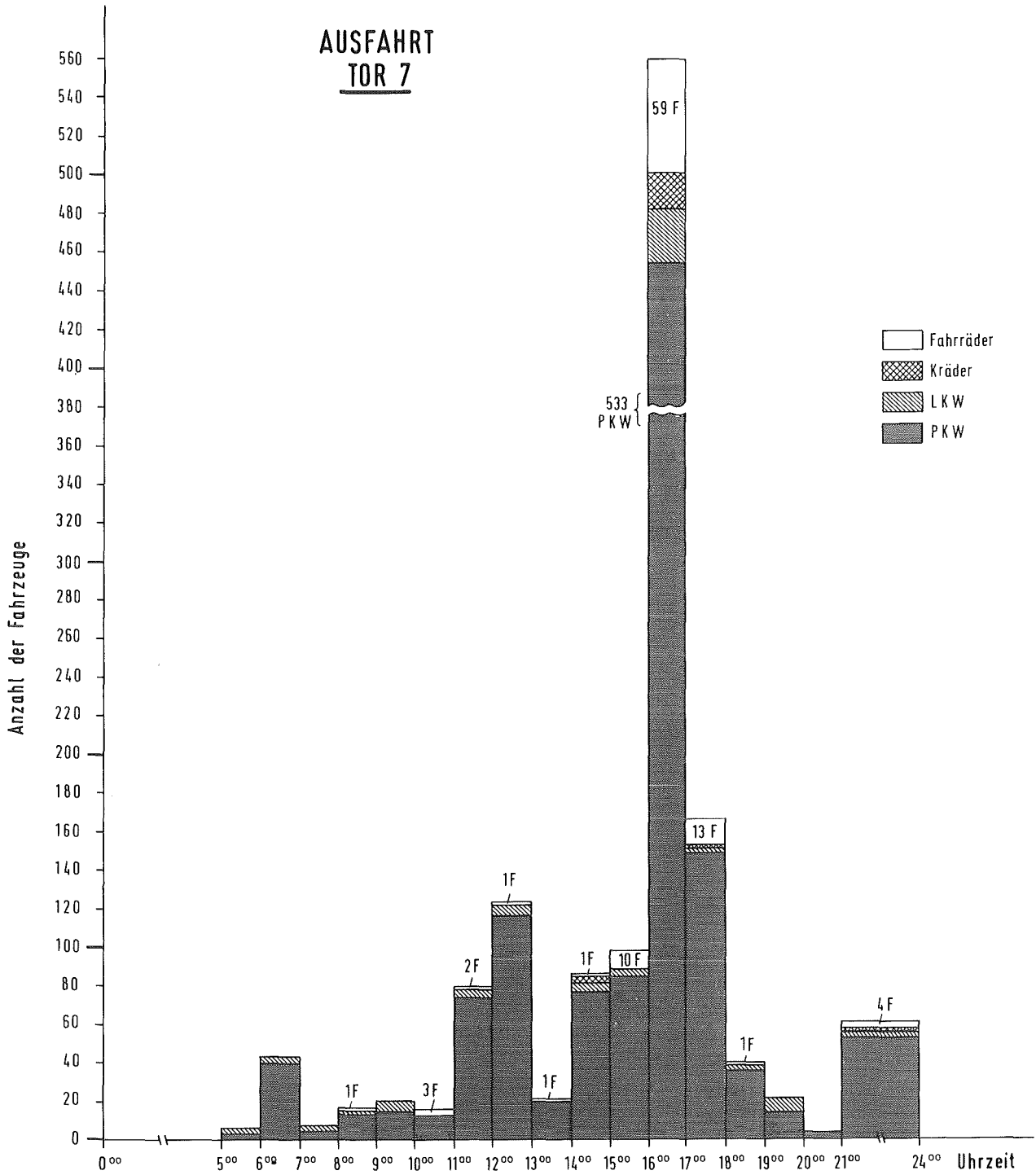


Abb. 3/7 Verkehrszählung am 18.10.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr Ausfahrt Tor 7

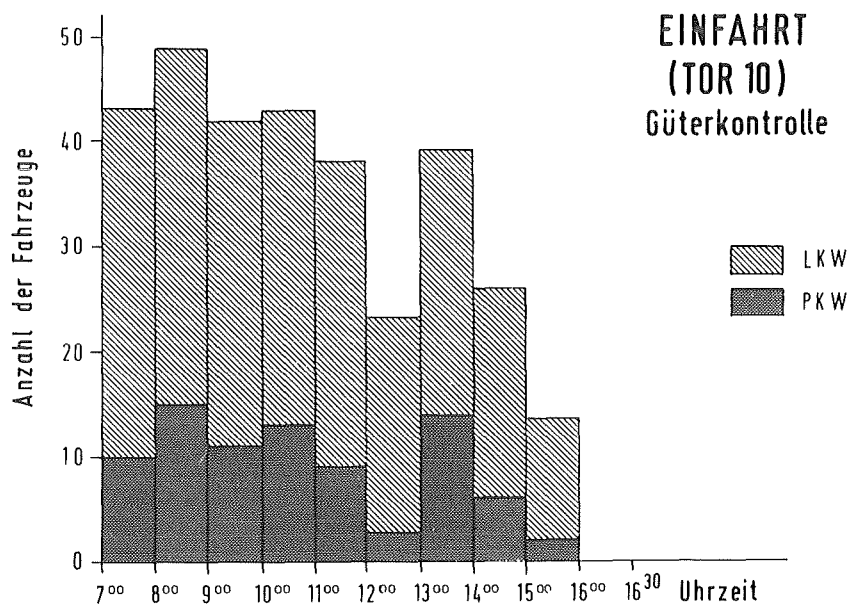
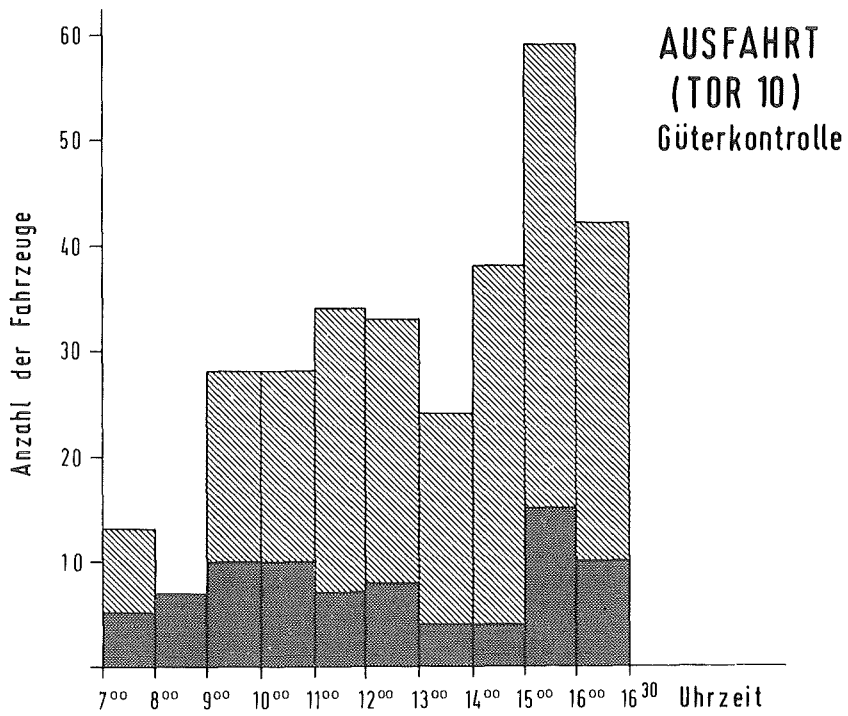


Abb. 3/8 Verkehrszählung am 18.10.1983 von 0.00 bis 24.00 Uhr
Einfahrt und Ausfahrt Tor 10

schließt. Insgesamt war im Berichtszeitraum, wenn man alle Schließsysteme zusammenfaßt, ein integraler Bestand von ca. 15 000 Schließzylindern und etwa 40 000 Einzelschlüsseln vorhanden. Nach der Neukonzeption von Schließanlagen, die sich durch Änderungen in Arbeitsabläufen oder durch Neubauten ergaben, wurden 2 500 Schließzylinder und Schlüssel neu beschafft.

3.8 Technische Sicherungssysteme

R. Günther

3.8.1 Rechnergestützte Ausweisverwaltung und Ausweisbeschriftung

Die jetzt noch manuell gehandhabte Ausweiskartei, die Angaben über alle Personen enthält, für die KfK-Ausweise ausgegeben worden sind, sowie die Ausweisherstellung sollen durch Rechnerunterstützung rationeller abgewickelt werden. Das Rechnersystem zur Ausweisverwaltung und Ausweisbeschriftung ist bereits installiert, der Probetrieb hat begonnen.

Das neue Ausweisverwaltungs- und -beschriftungssystem besteht aus einem Prozeßrechner. An die Zentraleinheit mit 512 kByte Hauptspeicherkapazität sind 2 Magnetplatten mit je 10 MByte Speicherkapazität angeschlossen. Darüber hinaus dient ein Magnetbandgerät als Hintergrundspeicher. Als Datenstationen sind im KfK-Ausweisbüro ein Bildschirmgerät und Drucker installiert. Über die Bildschirmdatenstation werden Informationen an den Rechner gegeben und ihm entnommen. Der Rechner überprüft außerdem, ob unter bestimmten Suchbegriffen Daten im Speicher vorhanden sind. Die gesuchten Daten können über einen Drucker als Protokoll ausgedruckt werden. Vor Neuausstellung eines Ausweises muß eine Karteikarte angelegt werden. Auf der Bildschirmdatenstation erscheint hierfür eine Maske, so daß der Bedienende nur noch in der entsprechenden Zeile die Daten zu ergänzen hat. Ist die Maske ausgefüllt, erfolgt der Ausdruck auf die Karteikarte mit gleichzeitiger Abpeicherung auf Magnetplatte. Über 2 weitere Drucker wird der KfK-Ausweis oder ein "vorläufiger" KfK-Ausweis beschriftet.

Alle Eingriffe, wie

- neue Daten aufnehmen,
- bestehende Daten ändern,
- Daten löschen,

werden zunächst in einem Archiv auf Magnetplatte gespeichert. Von dort sind sie durch Selektion nach Suchbegriffen wieder rekonstruierbar. Da das Plattenarchiv jedoch nur eine begrenzte Größe hat und als Ringpuffer angelegt ist, gehen nach maximal 63 Tagen die ältesten Einträge verloren. Damit nun auch über eine längere Zeit eine lückenlose Datendokumentation möglich ist, wird ein Magnetbandgerät verwendet. Das Umkopieren der Daten von der Platte auf das Band erfolgt selbständig vom System aus.

3.8.2 Alarmzentrale

In Zusammenarbeit mit den Hauptabteilungen VBW und Bauwesen sowie den entsprechenden Lieferfirmen wurden in der neuen Alarmzentrale bis zum 15. April 1983 alle Anlagenteile voll in Betrieb genommen. Besonders arbeitsaufwendig war dabei die Installation

- der Gefahrenmeldeanlage,

- der Videoanlage,
- der Fernsprechkommandoanlage und
- der Tonbanddokumentationsanlage.

Die Gefahrenmeldeanlage überwacht die Gruppen

- Objektsicherung,
- Strahlenschutz,
- Technische Sicherheit,
- Torüberwachungen und
- Brandmeldungen.

Sie setzt sich im wesentlichen zusammen aus

- dem zentralen Speicherteil,
- dem Signalprozessor,
- Anzeige und Bedienfeldern,
- Datensichtstationen,
- Protokolldrucker,
- der Diaprojektorsteuerung und
- der Notstromversorgungseinrichtung.

Alle überwachten KfK-Bereiche sind zusätzlich auf einem Lageplantageboard dargestellt. Die Alarm- und Störmeldungen sowie sonstige Meldungen werden über manuelle und automatische Meldungsgeber von der Zentraleinheit entgegengenommen, ausgewertet und signalisiert. Zwischen Meldung und Störung wird dabei eindeutig unterschieden und jede Übertragungsleitung kontinuierlich überwacht.

Die Videoanlage dient zur gezielten optischen Überwachung von besonders schutzbedürftigen Objekten. Sie besteht aus

- einem Videoverteiler mit Mikroprozessorsteuerung,
- Protokolldrucker,
- Videorecordern,
- Videocontrollern,
- Videomonitoren und
- Bedienfeldern.

Die Ansteuerung des Videoverteilers erfolgt automatisch von der Gefahrenmeldeanlage aus oder manuell über eines der Bedienfelder. Das Kamerabild wird dann zur genaueren Beobachtung von der Monitorwand auf einen Master-Monitor im Bedientisch übertragen. Zur Speicherung und Dokumentation von wichtigen Vorgängen kann das Videosignal auf einen Videorecorder aufgeschaltet werden. Die Videocontroller erlauben eine automatische Bildüberwachung. Erst bei einer Bildänderung im überwachten Bereich wird das Bild automatisch auf einen Master-Monitor geschaltet, wobei ein optisches und akustisches Signal ausgelöst wird.

Die Fernsprechkommandoanlage hat andere Aufgaben als eine herkömmliche Fernsprechanlage. Sie ist für den Not- und Katastrophenschutz ausgelegt und dient zur Abfrage der einlaufenden Gespräche, die jedoch gegebenenfalls auch weiterverbunden werden können.

Die Fernsprechkommandoanlage setzt sich hauptsächlich zusammen aus

- einem Vermittlungsplatz,
- den Fernsprechapparaten und

- der in Gestell-Schrankbauweise ausgeführten Zentrale.

Eine interne Sprechverbindung wird über den Vermittlungsplatz geführt. Durch einfaches Abheben des Handapparates ("Rotes Telefon") wird der rufende Teilnehmer mit dem Vermittlungsplatz verbunden, und dieser stellt die gewünschte Verbindung dann her.

Die Fernsprechkommandoanlage ist mit einer Konferenzschaltungseinrichtung ausgerüstet. Es können bis zu 7 voneinander unabhängige Gruppen mit maximal 10 Teilnehmern zu einem Sammelgespräch fest geschaltet werden. Weiterhin kann vom Vermittlungsplatz aus ein Rundspruch an mehrere oder alle Nebenstellenteilnehmer erfolgen. Alle Teilnehmerleitungen werden auf Drahtbruch, Erd- und Kurzschluß überwacht. Eine Störung zeigt sich optisch und akustisch an.

Die Tonbanddokumentationsanlage zeichnet sicherungsrelevante Gespräche der Fernsprechkommando- bzw. der Funkanlage auf Magnetband auf. Die Aufzeichnungseinrichtung wird automatisch zugeschaltet. Auf einer Parallelspur wird mit einem Zeitmarkengenerator gleichzeitig die Uhrzeit aufgenommen. Somit kann bei der Wiedergabe die Uhrzeit, zu der das jeweilige Gespräch geführt wurde, festgestellt werden.

3.8.3 Technische Objektsicherung

Im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens wurden für verschiedene kerntechnische Einrichtungen im Kernforschungszentrum Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen an Sicherungselementen ausgearbeitet, wobei zwischen Funktions- und Sichtprüfungen unterschieden wird.

Die Prüfanweisungen enthalten detaillierte Angaben zum Prüfobjekt und über

- Art und Umfang der wiederkehrenden Prüfungen,
- das Prüfintervall,
- den Prüfort,
- die Prüfvoraussetzungen und
- die Prüfvorgehensweise in genauer Reihenfolge.

Durchführung und Ergebnisse dieser Prüfungen werden jeweils in einem Prüfprotokoll archiviert.

Für das Wasserwerk Tiefgestade wurden baulich-technische Sicherungsmaßnahmen gegen unbefugtes Eindringen in Zusammenarbeit mit den zuständigen KfK-Hauptabteilungen und den Lieferfirmen realisiert. Die Notwendigkeit dieser Objektsicherungsmaßnahmen resultierte daraus, daß das Wasserwerk seit dem 2. Quartal 1983 vom Kernforschungszentrum aus fernbedient wird und daher vor Ort nicht mehr ständig Personal benötigt.

Im Bereich der HDB und dem zu überwachenden Bereich des FR 2 wurden baulich-technische Raumsicherungseinrichtungen installiert, die Bestandteil von Genehmigungsauflagen waren. Diese Sicherungseinrichtungen wurden vor ihrer Inbetriebnahme von Vertretern der Genehmigungsbehörden geprüft und abgenommen.

Ebenfalls im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens sind Unterlagen über die Gleissperren des Bundesbahnanschlußgleises auf der Schienenzufahrt in das Zentrum ausgearbeitet worden. Die Unterlagen enthalten Beschreibungen über die Wirkung und Funktionsweise von Gleissperren einschließlich der Ertüchtigung mit elektronischen Überwachungselementen.

4. Strahlenschutzüberwachung

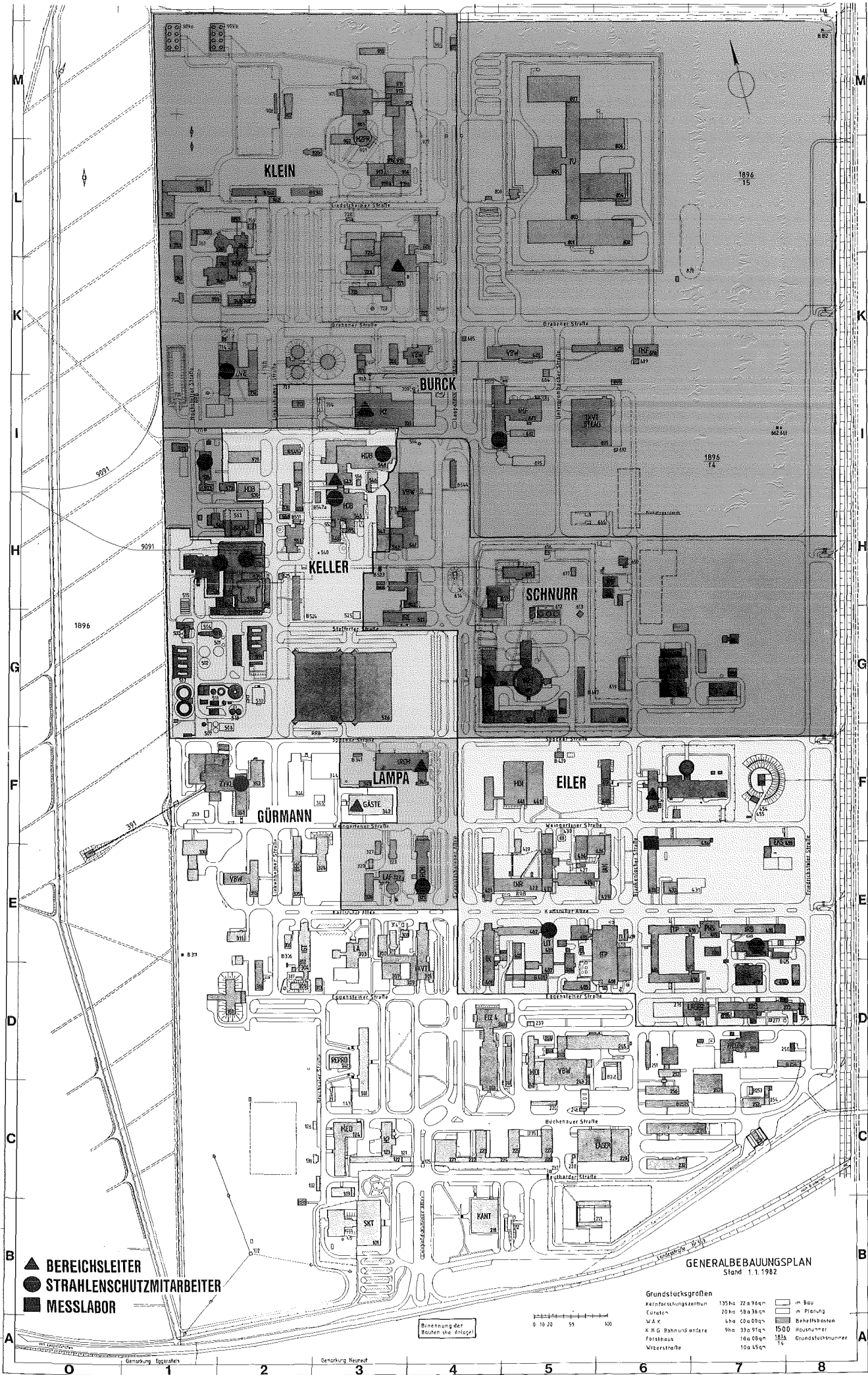
H. Dilger, D. Beier, H.-U. Berger, H. Schüler

Die Abteilung Strahlenschutzüberwachung ist vor allem für den Schutz der mit radioaktiven Stoffen umgehenden oder ionisierender Strahlung ausgesetzten Personen des Kernforschungszentrums Karlsruhe zuständig. Sie unterstützt dabei die Strahlenschutzbeauftragten in der Wahrnehmung ihrer Pflichten gemäß Strahlenschutz- bzw. Röntgenverordnung. Der Umfang der Zusammenarbeit ist in Abgrenzungsregelungen zwischen der Hauptabteilung Sicherheit und der entsprechenden Institution festgelegt. Bedingt durch diese Aufgabenstellung sind die Mitarbeiter der Strahlenschutzüberwachung dezentral in den einzelnen Institutionen des Kernforschungszentrums Karlsruhe tätig. Nach der räumlichen Lage der zu überwachenden Gebäude gliedert sich die Abteilung in die drei Gruppen Nord, West und Süd mit insgesamt sieben Bereichen. Der Gruppe Süd ist das zentrale Strahlenschutzmeßlabor angeschlossen (siehe KfK-Plan nach S. 86 und Tab. 4/1).

1 Gruppe	2 Bereich	3 Anzahl der Mitarbeiter der Strahlenschutzüberwachung	4 Anzahl der überwachten Personen (Dezember 1983)	5 Fläche des überwachten Bereichs, in dem Aktivität > Freigrenze gehandhabt wird
Nord	1. IHCh, INE, VBW/VB-Wä	9°	313	14 700 m ²
	2. KTB/HZ, IMF, VBW/E, IRCh (Geb. 562), IKVT/NUSTEP	8 + 1* 1 [Ⓢ]	309	13 130 m ²
	3. KTB/FR 2, IT, IRE, LAF-II (Geb. 605), VBW/BW, HS/R (Geb. 620)	3 + 7 ⁺	315	13 890 m ²
West	4. HDB, INE (Geb. 547)	10 + 4# + 3* 1 [Ⓢ]	384	33 100 m ²
	5. IRCh, LAF-I, IGT (Geb. 321)	5 + 1*	105	3 600 m ²
Süd	6. KTB/SNEAK, KTB/EA, IAK, EKS, HDI-I, INR, LIT, IRB, LAF-II, IK, ITP, HS (Geb. 436), PHDR	6	335	8 550 m ²
	7. HS, P/AV, VBW/VB, VBW/HW, IKVT, MPI, MED, LA, IGT, BAU, SKT, HDI-II, IK/, Zykl, EKM/FK	5 1 [Ⓢ]	832	4 240 m ²
	Strahlenschutzmeßlabor	1,5	-	-
Abteilungsleitung/Sekretariat		1,5	-	-

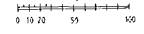
Tab. 4/1: Personalstand, überwachte Personen und Bereichsgröße (*Leihpersonal, ⁺Wechselschichtdienst, # Schichtdienst, °zeitweise Schichtdienst, [Ⓢ]Gruppenleiter)

Eine wichtige Aufgabe ist die Durchführung der Personendosimetrie. Jede strahlenexponierte Person erhält neben anderen Dosimetern eine Taschenionisationskammer. Die Anzahl der Personen, die mit selbstablesbaren Taschenionisationskammern ausgerüstet wurden (Stichmonat Dezember 1983), einschließlich Fremdfirmenangehörigen, ist in Spalte 4 von Tab. 4/1 aufgeführt. Diese Anzahl hat sich



GENERALBEBAUUNGSPLAN
Stand 1.1.1982

Grundstücksgrößen		
Kernforschungszentrum	135ha 22a 96qm	im Bau
Euroten	20ha 58a 36qm	in Planung
W.A.R.	4ha 00a 00qm	Behelfsbauten
X.H.G. Bahn und andere	9ha 33a 01qm	1500 Hausnummern
Forstbau	10a 08qm	1824 Grundstücknummern
Mitersstraße	10a 45qm	11



Benennung der Bauteile des Anliegers

- ▲ BEREICHSLEITER
- STRAHLENSCHUTZMITARBEITER
- MESSLABOR

Genauigkeit 1:1000

gegenüber dem Vorjahr um ca. 130 erhöht, da verstärkt Umbauarbeiten mit Fremdfirmenangehörigen durchgeführt wurden. Über diese Meßergebnisse wird in Kap. 4.1.1 berichtet. Darüber hinaus werden, je nach der vorkommenden Strahlenart und Strahlenexposition, weitere Dosimetertypen verwendet, wie Thermolumineszenzdosimeter oder Albedodosimeter. Über die Ergebnisse dieser Messungen wird in Kap. 6. berichtet.

Die Gebäude und Anlagen werden routinemäßig durch Kontaminations-, Dosisleistungs- und Raumluftmessungen bzw. Wischtests überwacht. Die Fläche der jeweiligen betrieblichen Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche ist in Spalte 5 von Tab. 4/1 angegeben.

Die Mitarbeiter überwachen auf Anforderung des zuständigen Strahlenschutzbeauftragten die Durchführung von Arbeiten mit erhöhtem Kontaminations- oder Strahlenrisiko.

Weiterhin führen sie die Strahlenschutzkontrolle bei Materialtransporten aus den Kontrollbereichen in den das ganze Gelände des KfK umfassenden betrieblichen Überwachungsbereich und aus dem KfK in das allgemeine Staatsgebiet durch.

Die Kontaminationskontrolle von Personen geschieht in der Regel in Eigenüberwachung unter Zuhilfenahme von automatisch messenden Hand-Fuß-Kleidermonitoren.

Die Abteilung unterhält ein zentrales Meßlabor, in dem die Aktivität von Raumluftfiltern gemessen wird und nuklidspezifische Analysen durchgeführt werden. Von Mitarbeitern des Meßlabors werden alle Geräte der Abteilung verwaltet und die Neubestellungen vorgenommen (s. Kap. 4.4).

Mitarbeiter der Abteilung haben als Strahlenschutzbeauftragte oder stellvertretende Strahlenschutzbeauftragte die ordnungsgemäße Durchführung von Transporten radioaktiver Stoffe im Rahmen der Transportgenehmigungen der KfK GmbH zu überwachen. Hierüber wird in Kap. 4.5 berichtet. Außerdem sind Mitarbeiter der Abteilung als Strahlenschutzbeauftragte oder stellvertretende Strahlenschutzbeauftragte für P/AV/FD, P/AV/RD und HS/S bestellt.

Die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter wurde auch im vergangenen Jahr fortgeführt. Für ausgeschiedene oder verstorbene Mitarbeiter mußten vier Personen eingestellt und angelernt werden. Neben der praktischen Ausbildung unter Anleitung der Bereichsleiter und der meßtechnischen Einweisung im Strahlenschutzmeßlabor wurden theoretische Kurse in der Schule für Kerntechnik besucht. Insgesamt wurden von Mitarbeitern der Abteilung 27 Kurse über Strahlenschutz, Mathematik und Datenverarbeitung wahrgenommen.

Für die Mitarbeiter im Schichtdienst und in der Rufbereitschaft wurden monatlich Begehungen von Gebäuden mit Abluft-, Raumluft- und sonstigen dauernd betriebenen Strahlenschutzgeräten durchgeführt.

4.1 Arbeitsplatzüberwachung im KfK

H. Dilger

Die Art und Menge der gehandhabten radioaktiven Stoffe und auftretenden Strahlenarten sind in den einzelnen Institutionen unterschiedlich. Bei der folgenden Aufstellung werden die Einrichtungen der KfK in fünf Gruppen zusammengefaßt, die sich nicht mit den in Tab. 4/1 aufgeführten Bereichen decken. Über die Gruppe 2 "Dekontamination und Abfallbehandlung" wird in Kap. 4.3 auch gesondert berichtet.

4.1.1 Personendosimetrie mit Taschenionisationskammer

Die Tab. 4/2 zeigt, daß in den Einrichtungen des KfK im Jahre 1983 4 Personen eine Jahresdosis von mehr als 15 mSv erhalten haben, d. h. nur 0,2 % der überwachten Personen wären als strahlenexponierte Personen der Kategorie A zu betrachten. Die Anzahl der Personen mit einer Jahresdosis zwischen 5 und 15 mSv im Jahr 1983 betrug 58. Insgesamt wären nur 2,2 % der überwachten Personen des KfK als strahlenexponierte Personen anzusehen. Die 4 Personen mit Ganzkörperdosen oberhalb 15 mSv gehören alle der Arbeitsgruppe des IRCh an, die die Mo/Tc-Produktion durchführt.

4.1.2 Oberflächenkontaminationen

In Tab. 4/2 sind weiterhin die gemessenen Oberflächenkontaminationen, aufgeschlüsselt nach α -, β - und H-3-Kontaminationen, aufgeführt. Es werden hierbei Kontaminationen von Gebäudeoberflächen, Arbeitsplätzen, Arbeitsgegenständen und Material angegeben. Hierbei sind auch solche Kontaminationen aufgeführt, die durch bestimmungsgemäßen Betrieb auftraten. Die Kontaminationen werden dabei in Vielfache der durch die Strahlenschutzverordnung oder durch die interne Kleider- und Zonenordnung vorgegebenen Grenzwerte eingeteilt. Die interne Kleider- und Zonenordnung der KfK stellt eine Veränderung der Strahlenschutzverordnung nach den örtlichen Gegebenheiten dar; z. B. werden in Kontrollbereichen teilweise nur α -Kontaminationen von 0,037 Bq/cm² und im gesamten betrieblichen Überwachungsbereich nur β -Kontaminationen von 0,37 Bq/cm² zugelassen.

α - und β -Kontaminationen traten vor allem in den "Institutionen mit höherer Aktivität" und bei der "Dekontamination und Abfallbehandlung" auf, während Tritiumkontaminationen überwiegend bei den Beschleunigern und Reaktoren entdeckt wurden.

4.1.3 Raumlufaktivitäten

Weiter sind in Tab. 4/2 die Raumlufmessungen, wiederum aufgeschlüsselt nach α -, β - und H-3-Aktivitäten, aufgeführt. Die Aktivitäten werden dabei in Vielfache von abgeleiteten Grenzwerten eingeteilt. Diese abgeleiteten Grenzwerte werden aus der maximal zulässigen Jahresaktivitätszufuhr gemäß Strahlenschutzverordnung für strahlenexponierte Personen der Kategorie A und dem Jahresinhalationsvolumen von 2 500 m³ berechnet. So wird in den Anlagen der KfK für α -Aktivitätsgemische 0,063 Bq/m³, für β -Aktivitätsgemische 15 Bq/m³ und für H-3-Aktivitäten 1,9·10⁵ Bq/m³ festgelegt. Bei Raumlufaktivitäten oberhalb dieser abgeleiteten Grenzwerte ist angeordnet, in den Anlagen der KfK routinemäßig ein Atemschutzfilter zu tragen. Die Raumlufaktivitäten werden oberhalb des 0,015-fachen der abgeleiteten Grenzwerte erfaßt, weil bis zu diesen Werten das Erfordernis einer regelmäßigen Inkorporationskontrolle gemäß "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle" auch ohne Berücksichtigung der Aufenthaltsdauer für Kategorie-B-Personen entfällt. Eine weitere Einteilungsschranke stellt das 200-fache der abgeleiteten Grenzwerte dar, weil oberhalb dieser Werte bei α - oder β -Aktivitäten mit Atemschutz-Isoliergeräten gearbeitet werden muß. Bei Tritiumaktivitäten wird schon oberhalb des abgeleiteten Grenzwerts das Tragen eines fremdbelüfteten, gasdichten Schutzanzugs vorgeschrieben.

Die überwiegende Zahl der α - und β -Aktivitäten oberhalb der angegebenen Grenzen traten bei der "Dekontamination und Abfallbehandlung" und in den "Institutionen mit höherer Aktivität" auf. Bei der "Dekontamination und Abfallbehandlung" kommt es dabei fast ausschließlich zu α -Kontaminationen; in den "Institutionen mit höherer Aktivität" überwiegen die β -Kontaminationen.

	1	2	3	4	5	6
Gruppe	Beschleuniger, Reaktoren (KTB/SNEAK, IK, INR)	Institutionen mit höherer Aktivität (IHCh, IRCh, KTB/HZ, KTB/FR 2, INE, IMF-III)	Institutionen mit niedriger Aktivität (IMF-I+II, IT, LAF II, LIT)	Dekontamination und Abfallbehandlung (HDB)	sonstige Institutionen	KfK
Personendosis ermittelt mit Taschenionisationskammer in mSv						
Anzahl der Personen						
$0 < H \leq 5$	260	603	315	347	1050	2575
$5 < H \leq 15$	3	18	0	37	0	58
$15 < H \leq 50$	0	4	0	0	0	4
Oberflächenkontamination in Vielfachen der KfK-internen Grenzwerte						
Anzahl der Fälle						
$10^0 < K_\alpha \leq 10^1$	8	80	3	118	16	225
$10^1 < K_\alpha \leq 10^2$	0	8	1	27	1	37
$10^2 < K_\alpha \leq 10^3$	0	0	0	2	1	3
$10^3 < K_\alpha$	0	1	0	1	0	2
$10^0 < K_\beta \leq 10^1$	46	135	7	83	18	289
$10^1 < K_\beta \leq 10^2$	12	46	5	29	2	94
$10^2 < K_\beta \leq 10^3$	3	18	2	5	0	28
$10^3 < K_\beta$	0	0	0	0	0	0
$10^0 < K_{H3} \leq 10^1$	2	0	0	0	0	2
$10^1 < K_{H3} \leq 10^2$	7	0	0	0	0	7
$10^2 < K_{H3} \leq 10^3$	12	0	0	0	0	12
$10^3 < K_{H3}$	3	0	0	0	0	3
Raumluftaktivitäten in Vielfachen von abgeleiteten Grenzwerten						
Anzahl der Fälle						
$0,015 < R_\alpha \leq 1$	0	3	0	37	0	40
$1 < R_\alpha \leq 200$	0	9	0	126	0	135
$200 < R_\alpha$	0	1	1	3	0	5
$0,015 < R_\beta \leq 1$	0	4	0	1	0	5
$1 < R_\beta \leq 200$	0	23	1	2	0	26
$200 < R_\beta$	0	0	0	0	0	0
$0,015 < R_{H3} \leq 1$	0	0	0	0	0	0
$1 < R_{H3} \leq 200$	0	6	0	0	0	6
$200 < R_{H3}$	0	0	0	0	0	0
Personenkontaminationen	9	19	3	16	0	47

Tab. 4/2: Strahlenschutzmeßergebnisse in den verschiedenen Organisationseinheiten des Kernforschungszentrums Karlsruhe

4.1.4 Personenkontaminationen

Hier werden alle Kontaminationen erfaßt, die nicht vor Ort durch einfaches Waschen beseitigt werden können, und bei denen die Dekontamination in den speziellen Einrichtungen der Medizinischen Abteilung erfolgt. Die meisten Personenkontaminationen ereigneten sich bei der "Dekontamination und Abfallbehandlung" und in den "Institutionen mit höherer Aktivität" während Umbauarbeiten.

4.2 Kollektivdosen

H. Dilger

Aus den Meßwerten der Taschenionisationskammern wurden für die Mitarbeiter der KfK GmbH die Kollektivdosen in den verschiedenen Institutionen zusammengestellt. In Tab. 4/3 sind die Kollektivdosen in fallender Reihenfolge aufgeführt.

Institution	Kollektivdosis mSv	überwachte Personen *)	mittlere Individualdosis mSv/Person
HDB	259	138	1,88
IRCh	151	101	1,50
IHCh	119	160	0,74
IK/Zykl.	91	83	1,10
KTB/HZ	84	107	0,79
KTB/FR 2	59	88	0,67
HS/U	44	61	0,72
IK	27	55	0,49
VBW	19	216	0,09
LIT	10	38	0,26
alle übrigen	42	1162	0,04
KfK gesamt	905	2209	0,41

Tab. 4/3: Mit TIK gemessene Kollektiv- und mittlere Individualdosen in den Institutionen der KfK (nur KfK-Mitarbeiter) *) Dezember 1983

4.3 Arbeitsplatzüberwachung in der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe

H. Schüler

Die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) betreibt Versuchsanlagen, die der Entsorgung des Kernforschungszentrums Karlsruhe, der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, der Versuchsreaktoren KNK und MZFR sowie der Alkem und der Landessammelstelle Baden-Württemberg dienen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Strahlenschutzmaßnahmen war 1983 die Bearbeitung von ca. 1200 Interventionserlaubnisscheinen. Auf diesen wurden vor Beginn der Arbeit Ort, auszuführende Arbeit sowie die aus den gegebenen Zuständen resultierenden Strahlenschutzmaßnahmen festgelegt und von autorisierten Mitarbeitern des Strahlenschutzes sowie dem zuständigen Strahlenschutzbeauftragten unterschrieben. Die aufgeführten Schutzmaßnahmen sind für die betroffenen Mitarbeiter bindend.

Die Ertüchtigung der Anlagen auf den Stand der Technik und zur Reduzierung der Strahlenexposition wurde 1983 fortgesetzt.

Einen besonderen Platz nahm die Personenüberwachung ein. Hierzu gehörte die tägliche Auswertung der Taschenionisationskammern (TIK), deren Werte die am schnellsten verfügbare Information über die individuelle Dosis des Betriebs- und Einsatzpersonals darstellen.

Die Personenüberwachung im Bereich HDB wurde mit Hilfe eines Kleincomputers mit einem on-line-gekoppelten halbautomatischen Stabdosismeterauswertegerät durchgeführt.

Dieses System lieferte zu jeder gewünschten Zeit Ausdrücke der aufgelaufenen Dosiswerte. Diese wurden den zuständigen Abteilungsleitern - je nach Wunsch - wöchentlich oder monatlich überreicht. Sie gestatten eine laufende Kontrolle und geben eine Hilfe bei der Einsatzplanung.

Nach Abzug der experimentell ermittelten Monatsdosis für den Selbstablauf und die Umgebungsstrahlung an der Dosimeterablage von 0,1 mSv wurden am Monatsende Stabdosismeterwerte $< 0,2$ mSv vom Rechner gleich Null gesetzt.

In Tab. 4/4 sind die Gruppendosen der Abteilungen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe sowie die daraus resultierenden mittleren Einzeldosen des gesamten eingesetzten Personals dargestellt. Die Zahl der Fremdfirmenmitarbeiter enthält alle Personen die - ohne Berücksichtigung ihrer Beschäftigungsdauer - zur Gruppendosis beigetragen haben.

Gruppendosen stellen, im Gegensatz zu den mittleren Einzeldosen, die von der Zahl der eingesetzten Personen unabhängige Gesamtdosis durch eine Anlage dar. Aus ihnen lassen sich direkt die Erfolge von Abschirmmaßnahmen und sonstigen Verbesserungen ablesen.

Vor der nachfolgenden Betrachtung der Gruppendosen sei hier darauf hingewiesen, daß sich die Kollektivdosis des in der HDB eingesetzten Personals auf einem niedrigen Niveau bewegt. Unabwendbare Arbeiten außerhalb der Routine, in Feldern erhöhter Strahlung, machen sich sofort deutlich bei der Kollektivdosis bemerkbar. Die Reduzierung des weitaus größeren Teiles der Dosis im Routinebetrieb wäre nur unter Einsatz erheblicher finanzieller Mittel möglich. Dies ist vernünftigerweise nicht vertretbar. Wenn im folgenden die Kollektivdosen behandelt werden, beziehen sich diese nur auf TIK-Werte.

Die Gruppendosis der Abteilung 1 verzeichnet einen Anstieg um ca. 21 % auf 220 mSv. Dieses ist im wesentlichen auf die Umstellung von reparaturanfälliger Pumpen- auf Vakuumfördertechnik sowie den Einbau einer neuen, verbesserten Probenahmebox in der MAW-Anlage zurückzuführen. Hierdurch soll in Zukunft ein Teil der außer-routinemäßigen Arbeiten in hohen Strahlungsfeldern vermieden werden.

Die Gruppendosis der Abteilung 2 stieg um ca. 10 % auf rund 250 mSv an. Der Anstieg war zu einem großen Teil durch die 1983 betriebene Kerosinreinigungsanlage bedingt. Des weiteren hat auch die Inbetriebnahme des neuen Zwischenlagers, Geb. 526, sowie der neuen LAW-Verschrottung in Geb. 548 zu dem leichten Anstieg der Gruppendosis beigetragen.

Die Gruppendosis der Abteilung 3 ist aufgrund ihrer Aufgabenstellung unbedeutend und bedarf deshalb keiner Erläuterung.

Auf der Abb. 4/1 sind oben links die Gruppendosen der Mitarbeiter der HDB seit 1975 dargestellt. Der leichte Anstieg der Kollektivdosis gegenüber dem Vorjahr um ca. 14 % von ca. 430 mSv auf ca. 500 mSv wurde bereits bei der Behandlung der Gruppendosen erklärt.

Die restlichen Abbildungen zeigen die Dosisverteilung für die gesamte HDB, das Stammpersonal und die in der HDB arbeitenden Fremdfirmenmitarbeiter. Hieraus läßt sich ablesen, daß ca. 78 % des Personals eine Jahresdosis bis zu 0,4 mSv erhalten haben.

ABTEILUNG	PERSONALART	ANZAHL DER UEBER- WACHTEN PERSONEN	GRUPPENDOSEN		MITTLERE EINZELDISEN	
			FILM	TIK	FILM	TIK
			mSv	mSv	mSv	mSv
1.1 + 1.2 MAW+LAW-VERDAMPFER	STAMMPERSONAL	31	57.4	60.1	1.85	1.93
	FREMDPERSONAL	103	(*)	153.9	(*)	1.49
1.3 KLAERWERK	STAMMPERSONAL	30	.4	.4	.01	.01
	FREMDPERSONAL	49	(*)	6.4	(*)	.13
ZUSAMMENFASSUNG ABTEILUNG 1	STAMMPERSONAL	61	57.8	60.5	.94	.99
	FREMDPERSONAL	152	(*)	160.3	(*)	1.05
	GESAMT	213	57.8	220.8	.38	1.03
2.1 VERBRENNUNG UND KEROSINREINIGUNG	STAMMPERSONAL	22	104.4	87.0	4.74	3.95
	FREMDPERSONAL	26	(*)	14.8	(*)	.56
2.2 GERAETE-DEKONT. UND LAW-VERSCHROTTUNG	STAMMPERSONAL	27	48.8	58.9	1.80	2.18
	FREMDPERSONAL	78	(*)	12.0	(*)	.15
2.3 MAW-VERSCHROTTUNG ZEMENTIERUNG, LAGER	STAMMPERSONAL	18	64.0	68.6	3.55	3.81
	FREMDPERSONAL	9	(*)	11.8	(*)	1.31
ZUSAMMENFASSUNG ABTEILUNG 2	STAMMPERSONAL	67	217.2	214.5	3.24	3.20
	FREMDPERSONAL	113	(*)	38.6	(*)	.34
	GESAMT	180	217.2	253.1	1.92	1.40
3.1 PLANUNG	STAMMPERSONAL	5	.6	.0	.12	.00
	FREMDPERSONAL	6	(*)	1.0	(*)	.16
3.2 QUALITAETSSICHERUNG	STAMMPERSONAL	6	2.4	1.0	.40	.16
	FREMDPERSONAL	0	(*)	.0	(*)	.00
3.3 BETRIEBSBUERO	STAMMPERSONAL	7	.6	.2	.08	.02
	FREMDPERSONAL	0	(*)	.0	(*)	.00
ZUSAMMENFASSUNG ABTEILUNG 3	STAMMPERSONAL	18	3.6	1.2	.20	.06
	FREMDPERSONAL	6	(*)	1.0	(*)	.16
	GESAMT	24	3.6	2.2	.58	.09
ZUSAMMENFASSUNG PERSONAL OHNE KLARE ABTEILUNGSZUORDNUNG	STAMMPERSONAL	6	.0	.0	.00	.00
	FREMDPERSONAL	90	(*)	23.6	(*)	.26
	GESAMT	96	.0	23.6	.00	.24
HDB GESAMT	STAMMPERSONAL	152	278.6	276.2	1.83	1.81
	FREMDPERSONAL	361	(*)	223.5	(*)	.61
	GESAMT	513	278.6	499.7	.54	.97

(*) DATEN WERDEN INFOLGE DER ANWENDUNG VON PARAGR.20a Str 1 Schv NICHT ERFASST, ZUGEHORIGE PERSONENZAHLE OHNE BERUECKSICHTIGUNG DER BESCHAEFTIGUNGSZEIT.

Tab. 4/4: Gruppensosen und mittlere Einzeldosen in der HDB (Anzahl des Fremdpersonals ohne Beruecksichtigung der Beschaeftigungsdauer)

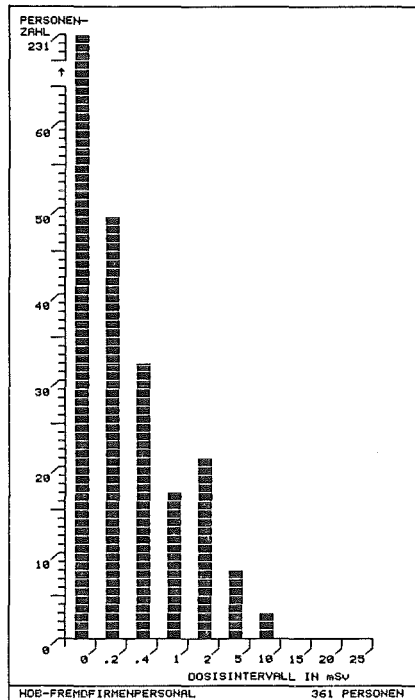
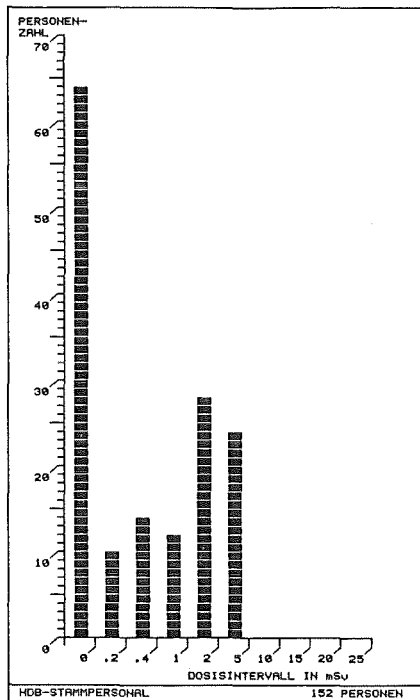
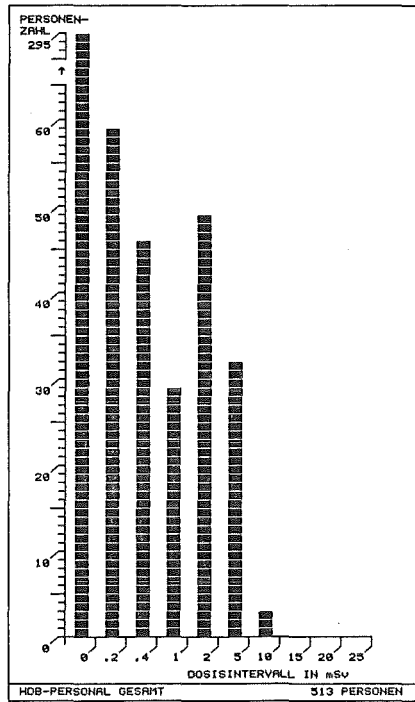
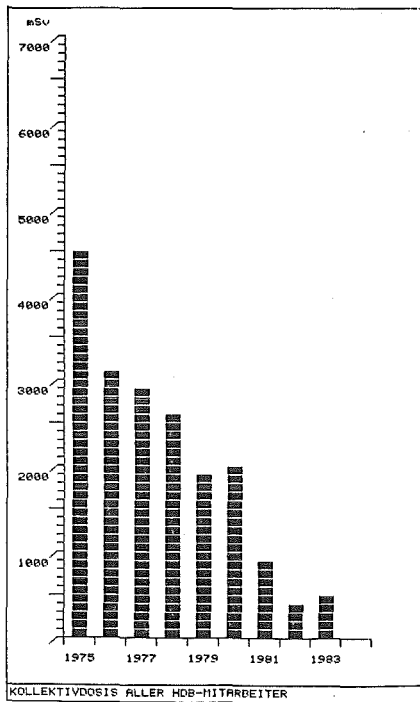


Abb. 4/1: Kollektivdosis seit 1975 sowie die Häufigkeitsverteilung der Personendosis aller 1983 in der HDB beschäftigten Personen (Die Zahl der Fremdfirmenmitarbeiter enthält ohne Berücksichtigung der Beschäftigungsdauer alle, die zur Kollektivdosis beigetragen haben.)

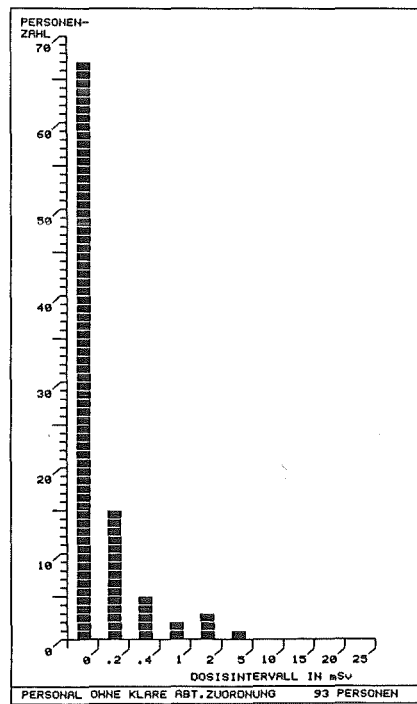
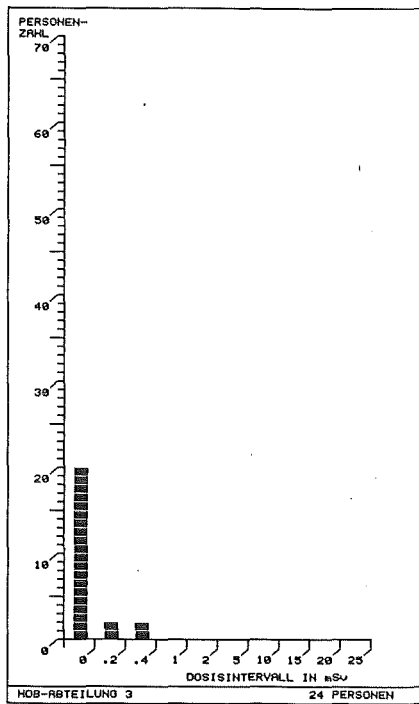
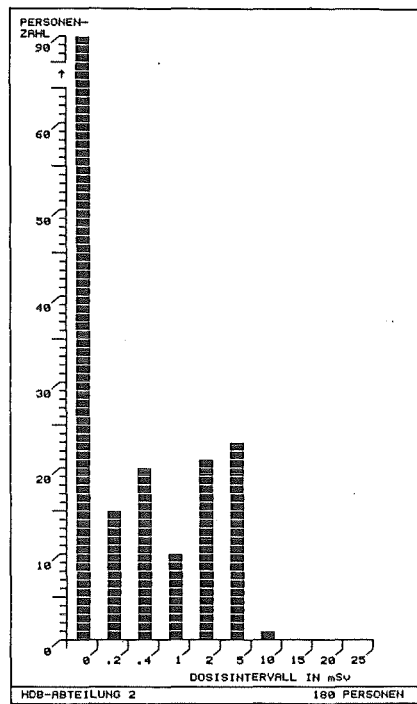
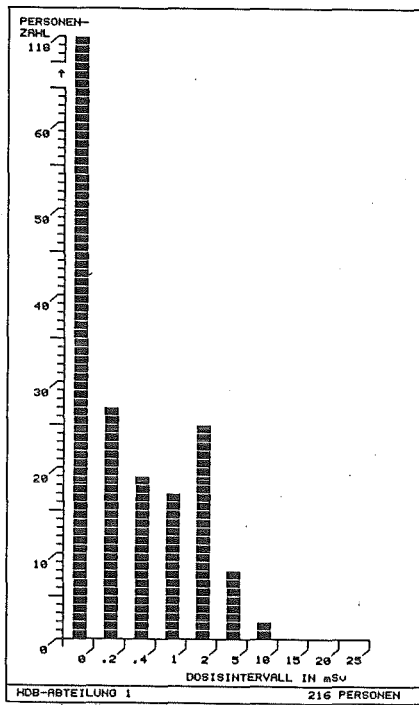


Abb. 4/2: Häufigkeitsverteilung der Personendosis für die einzelnen Abteilungen der HDB
 (Die Zahl der Fremdfirmenmitarbeiter enthält ohne Berücksichtigung der Beschäftigungsdauer alle, die zur Kollektivdosis beigetragen haben.)

Abb. 4/2 zeigt die Dosisverteilung der Mitarbeiter der einzelnen Abteilungen sowie der Mitarbeiter, die aufgrund ihrer Tätigkeit keiner Abteilung klar zugeordnet werden konnten.

Die Auswertung der Computerausdrucke zeigt, daß ca. 5,5 % des Personals fast 40 % der Kollektivdosis erhalten haben. Hier werden für 1984 die Schwerpunkte der Strahlenschutzarbeit liegen, um durch Verbesserung der Arbeitsbedingungen und Belehrung des Personals eine weitere Reduzierung der Dosis zu erreichen.

Die Kontaminationskontrollen in den Anlagenräumen wurden, wie in den Vorjahren, fortgesetzt. Zur Überwachung der Kontaminationstendenz wurden weiterhin für alle überwachten Räume Konzentrationsmittelwerte gebildet, die den interessierten Stellen jederzeit zur Verfügung standen.

Auch 1983 wurde der Bereich der HDB außerhalb der Gebäude durch Dosisleistungsmessungen einer wöchentlichen Kontrolle unterzogen, um die Einhaltung der zulässigen Dosiswerte sicherzustellen.

4.4 Strahlenschutzmeßlabor

D. Beier

Im Berichtszeitraum wurden im Strahlenschutzmeßlabor 39750 Raumluftfilter mittels Alpha-Beta-Pseudokoinzidenzanlagen auf künstliche α - und β -Aktivität ausgemessen. Die Anzahl der Messungen war beträchtlich höher, da die Filter zum Teil bis zu dreimal gemessen werden mußten, um die Grenzen der Aktivitätskonzentration in Luft von $6,3 \cdot 10^{-2}$ Bq/m³ für α -Strahler und von 15 Bq/m³ für β -Strahler zu erreichen. Zusätzlich wurde jeweils pro Aerosolsammelstelle und Woche ein Filter nach einer Abklingzeit von etwa drei Tagen einer 80-min-Messung unterzogen, um die Nachweisgrenze auf $1 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ für α -Strahler und auf $2,2 \cdot 10^{-1}$ Bq/m³ für β -Strahler zu drücken.

Die gefundenen Luftstaubaktivitäten sind in Tab. 4/5 nach Raumluftkonzentrationen aufgegliedert. Die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Filter an, bei denen eine Aktivität erst durch die 80-min-Nachmessung gefunden wurde.

α in Bq/m ³			β in Bq/m ³		
$A > 6,3 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3} < A \leq 6,3 \cdot 10^{-2}$	$A \leq 1,0 \cdot 10^{-3}$	$A > 15$	$0,22 < A \leq 15$	$A \leq 0,22$
187	143 (3)	130 (90)	46	118	762 (170)
0,5 %	0,4 %	0,3 %	0,1 %	0,3 %	1,9 %

Tab. 4/5: Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration in der Raumluf

Die Werte $6,3 \cdot 10^{-2}$ Bq/m³ für α -Strahler bzw. 15 Bq/m³ für β -Strahler werden von den Grenzwerten der Jahresaktivitätszufuhr über Luft für Personen der Kategorie A abgeleitet. (vergl. Kap. 4.1.3).

Die Werte $1,0 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ für α -Strahler bzw. $2,2 \cdot 10^{-1}$ Bq/m³ für β -Strahler sind das 0,015-fache der abgeleiteten Werte. Bei Einhaltung dieser Grenzwerte entfällt das Erfordernis einer regelmäßigen Inkorporationsüberwachung auch für Personen der Kategorie B.

Mittels α -Spektroskopie wurden 38 Proben untersucht. Davon entfielen 16 Proben auf Wischtests, 18 Proben auf Luftfilter und auf kontaminierte bzw. aktivierte Gegenstände 3 Proben. Die identifizierten Nuklide sind in Tab. 4/6 aufgeführt.

Nuklid	Beschleuniger und Reaktoren	Einrichtungen mit hoher Aktivität	Einrichtungen mit niedriger Aktivität	HDB	Summe
Pu-239 und/oder Pu-240	1	4	-	24	29
Am-241 und/oder Pu-238	1	1	-	26	28
Cm-242 und/oder Cf-252	-	2	-	9	11
Cm-243 und/oder Cm-244	-	5	-	-	5
Cm-246	-	2	-	-	2
Cm-248	-	2	-	-	2
Th-230	-	2	-	-	2
Po-210	1	-	-	-	1
Ra-226 + Folgeprodukte	-	1	-	-	1
Th-232 + Folgeprodukte	1	-	-	-	1
U-angereichert	-	-	-	1	1

Tab. 4/6: Häufigkeitsverteilung der α -spektroskopisch identifizierten Radionuklide

Mittels γ -Spektroskopie und teilweise β -Absorptionsmessung wurden im Strahlenschutzmeßlabor 1054 Proben untersucht. Davon entfielen auf Kohlefilter 834, auf Informationsmessungen über Betonstaub und Bodenproben 71, auf Luftfilter 44, auf Wischtests 49 und auf kontaminierte bzw. aktivierte Gegenstände 56 Proben. Die identifizierten Nuklide sind in Tab. 4/7 aufgeführt.

Nuklid	Beschleuniger und Reaktoren	Einrichtungen mit hoher Aktivität	Einrichtungen mit niedriger Aktivität	HDB	Summe
I-131	-	772	1	-	773
Cs-137	22	16	2	25	65
Co-60	26	8	1	23	58
Sb-125/Te-125m	4	7	3	28	42
Ru-106/Rh-106	3	10	-	28	41
Cs-134	10	10	-	13	33
Ce-144/Pr-144	8	10	-	11	29
Zr-95/Nb-95	1	6	-	17	24
Am-241	-	5	1	10	16
Zn-65	1	1	1	9	12
Mn-54	1	3	-	8	12
U-+Th-Folgeprodukte	3	5	3	1	12
Eu-154	3	3	-	1	7
Eu-155	4	3	-	-	7
Mo-99/Tc-99m	-	6	-	-	6
Co-57	1	2	-	2	5
Co-58	-	-	-	5	5
Ru-103	1	3	-	-	4
Ba-140/La-140	-	3	-	1	4
Ce-141	-	3	-	1	4
Ra-226 + Folgeprodukte	1	1	1	1	4
C-14	-	3	-	-	3
Ag-110m	2	-	-	1	3
Rb-83	-	-	2	-	2
Sn-113	-	-	2	-	2
Sn-117m	-	-	2	-	2
Sb-124	1	-	-	1	2
Be-7	-	1	-	-	1
Na-22	1	-	-	-	1
Na-24	-	-	1	-	1
Cr-51	-	-	-	1	1
Fe-59	-	-	-	1	1
Zn-62	-	-	1	-	1
Cu-64	-	-	1	-	1
Ga-67	-	-	1	-	1
Rb-84	-	-	1	-	1
Sr-91	-	-	1	-	1
Ag-108m	1	-	-	-	1
Sb-122	-	-	-	1	1
Sb-126	-	-	1	-	1
I-132/Te-132	-	1	-	-	1
I-133	-	1	-	-	1
Cs-138	-	-	1	-	1
Ba-139	-	1	-	-	1
Ta-182	-	-	-	1	1
Au-198	-	-	-	1	1
Au-199	-	-	-	1	1

Tab. 4/7: Häufigkeitsverteilung der durch γ -Spektroskopie und β -Absorptionsmessung identifizierten Radionuklide

Im Strahlenschutzmeßlabor werden außer den bereits aufgeführten Messungen noch Luftstaubsammler und Iodsammelanlagen aus Einzelteilen wie Membranpumpen, Seitenkanalgebläsen, Filterhalterungen, Adsorberbetten und Wagen je nach Erfordernis zusammengestellt und montiert. Vom Labor wird auch die gesamte Neu- und Ersatzbeschaffung, insgesamt 183 Beschaffungsanforderungen im Berichtszeitraum, durchgeführt. Darunter waren 19 Kontaminationsmeßgeräte, 10 HFK-Monitoren, 62 Dosis- bzw. Dosisleistungsmeßgeräte, 4 Wischtest-Meßplätze mit Elektroniken, 7 Kleinrechner für die Umstellung der Probenwechsler auf Protokollausgabe im Format DIN A 4, 1 Vielkanalanalysator mit tragbarem GeLi-Detektor und 31 Reparaturaufträge. Auch die Beschaffung und Lagerhaltung des gesamten Verbrauchsmaterials der Abteilung HS/Ü wie Aerosolfilter, Wischtestpapier, Schreiberpapier, Strahlenschutzaukleber usw. wird vom Meßlabor getätigt.

4.5 Transporte radioaktiver Stoffe unter Verantwortung der KfK GmbH

H.-U. Berger

Der Verfasser hat neben seinen sonstigen Aufgaben auch die Verpflichtung, als Strahlenschutzbeauftragter der Abteilung AV/FD die ordnungsgemäße Durchführung von Transporten radioaktiver Stoffe auf öffentlichen Straßen zu überwachen, soweit dabei Transportgenehmigungen der KfK GmbH in Anspruch genommen werden. Insbesondere muß er die vorgeschriebene Buchführung über die durchgeführten Transporte vornehmen und die Strahlenschutzbelehrungen für die eingesetzten Fahrer abhalten. Darüber hinaus war auch im Jahre 1983 eine große Anzahl von Einzelberatungen von KfK-Mitarbeitern durchzuführen, die Transporte radioaktiver Stoffe vorzubereiten hatten.

Im Jahr 1983 wurden insgesamt 184 (1982: 101) Transporte radioaktiver Stoffe durchgeführt und 3 (1982: 2) Strahlenschutzbelehrungen abgehalten. Die Transporte sind in Tab. 4/8 nach Aktivitätsinventar und Hauptziel- bzw. Ursprungsgruppen aufgeschlüsselt:

T r a n s p o r t e								
von Leerbehältern oder mit Aktivität < 0,37 GBq	mit Aktivität			durch AV/FD			durch LAF II von und zu fremden KKW	sonstige Transporte
	>0,37 GBq und <37 GBq	> 37GBq und < 3,7 TBq	≥ 3,7 TBq	vom und zum Hbf Karlsruhe	vom und zum TRIGA Heidelberg	von und zu sonstigen Adressen		
132 (67)	38 (27)	18 (7)	0 (0)	7 (18)	78 (11)	7 (16)	89 (55)	3 (1)

Tab. 4/8: Aktivitätsinventar und Wege der unter KfK-Verantwortung durchgeführten Transporte. Die Vorjahreszahlen sind in () angegeben.

Der Rückgang der Aktivitätstransporte vom und zum Hauptbahnhof Karlsruhe, der starke Anstieg vom und zum TRIGA Heidelberg und die Zunahme des Aktivitätsinventars der Versandstücke spiegeln eine Entwicklung wider, die bereits 1982 begann und die mit der Ende 1981 erfolgten Stilllegung des FR 2 zusammenhängt. Während in früheren Jahren der Versand radioaktiver Stoffe (meist im FR 2 erzeugt) dominierte, ging er ab 1982 zurück und hielt sich 1983 auf diesem Niveau. Parallel dazu stieg der Anteil der Transporte an, mit denen (meist kurzlebige) radioaktive Stoffe von fremden Genehmigungsinhabern zum KfK gebracht wurden. Da stets die Aktivität bei der Verpackung des Materials oder allenfalls bei Abgang des Transports für die Einstufung maßgeblich ist, nahm auch der relative Anteil höheraktiver Versandstücke zu.

Die Zunahme des "Abholverkehrs" erfordert erhöhte Umsicht, um die Einhaltung der GGVS sicherzustellen. Die Verpackung wird i. a. von der KfK gestellt, das Verpacken aber vom abgebenden Genehmigungsinhaber besorgt. Der genaue Wert der erzeugten Aktivität ist im allgemeinen erst kurz vor dem Verpacken bekannt, das gleiche gilt für die Dosisleistungswerte an der Versandstückoberfläche und in 1 m Abstand davon. Alle drei Werte sind aber für die Beurteilung der Zulässigkeit des Transports maßgebend und müssen direkt oder indirekt im Begleitpapier nach § 4 GGVS deklariert werden. Die am 01.10.1983 in Kraft getretene Änderung der GGVS verschärft diese Probleme eher, da nach der jetzt gültigen Fassung der GGVS bei diesem Abholverkehr stets die KfK GmbH im gefahrgutrechtlichen Sinne als (verantwortlicher) Absender gilt, gleichgültig ob das Versandgut von einem KfK-Fahrzeug, von einem Spediteur ohne eigene Beförderungsgenehmigung oder von einem Spediteur mit eigener Beförderungsgenehmigung abgeholt wird.

4.6 Nachweisempfindlichkeit von Kontaminationsmonitoren für Fe-55

D. Beier

Zur Bestimmung der Nachweisempfindlichkeit wurde mit einem Großflächenpräparat (100 cm²) eine Meßreihe durchgeführt. Dabei wurden alle Typen der im Kernforschungszentrum gebräuchlichen Kontaminationsmonitoren getestet.

Die Messungen zeigten, daß die Durchflußzähler für den Röntgenstrahler Fe-55 generell einen schlechteren Wirkungsgrad als für β -Strahler haben. Die mit Flüssiggas gespülten Geräte liegen nochmals um den Faktor 10 schlechter als die mit Argon-Methan gespülten.

Gasart	Wirkungsgrad in %	
	C-14	Fe-55
Flüssiggas	22 - 25	0,2 - 0,3
Argon-Methan (90/10)	12 - 25	1,5 - 3,2

Tab. 4/9: Wirkungsgrade für C-14 und Fe-55 mit verschiedenen Gasarten

5. Radioökologie

L.A. König

Die Aufgabengebiete der Abteilung "Radioökologie" (HS/R) sind im Kap. 1 beschrieben. Im Kap. 5 sind Umfang bzw. Ergebnisse der Routineüberwachung (5.1; Abluft 5.1.1, Umgebung 5.1.2, Abwasser 5.1.3, der spektrometrischen Untersuchungen 5.1.4 und der radiochemischen Untersuchungen 5.1.5) sowie Ergebnisse radioökologischer Forschungsarbeiten (5.2) zusammengefaßt. Die im folgenden berichteten Ergebnisse sind das Resultat der Zusammenarbeit der verschiedenen Gruppen von HS/R: Alle quantitativen γ -Messungen und ein großer Teil der α -spektrometrischen Messungen werden von der Gruppe "Spektrometrie" und im Abwasserlabor der Gruppe "Emissionsüberwachung" durchgeführt. Die quantitativen γ -spektrometrischen Langzeitmessungen wurden ausschließlich von der erstgenannten Gruppe übernommen. Die im Rahmen der Routineüberwachung notwendigen radiochemischen Analysen wurden von der Gruppe "Radiochemie" durchgeführt. Tritium im Rahmen von Überwachungsaufgaben sowie teilweise bei den radioökologischen Untersuchungen wurde von der Gruppe "Abwasserüberwachung" bestimmt. Weitere Tritiumuntersuchungen erfolgten durch die Gruppe "Biologie". Alle Dosimeterauswertungen, deren Ergebnisse im Kap. 5 berichtet werden, lagen in der Hand der Abteilung "Dosimetrie" (Leitung: Dipl.-Phys. E. Piesch) der Hauptabteilung Sicherheit (HS). Die Berichterstattung über die Ergebnisse der Überwachungsprogramme erfolgt durch die federführenden Gruppen.

Von der Gruppe "Radiochemie" werden z. Z. folgende F+E-Arbeiten durchgeführt:

- Tc-99-Emissionen aus kerntechnischen Anlagen,
- Radioökologie von Pu, Am, Cm und Np und
- TT-Vorhaben "Tritium- und C-14-Messungen in Abluftsystemen".

In der Gruppe "Biologie" wurden die Arbeiten über "Mikrobiologische Einflüsse auf die Mobilität von Radionukliden in Böden" weitergeführt. Vorbereitet wurde ein Vorhaben zur "Untersuchung von erkrankten Bäumen mit Tritium" im Zusammenhang mit der Waldschadensproblematik.

In Zusammenarbeit verschiedener Gruppen der HS/R wurde das BMI-geförderte Forschungsvorhaben "Vergleich von Meßergebnissen mit Berechnungen nach der Allgemeinen Berechnungsgrundlage am Beispiel von Tritium" (St.Sch. 924) gestartet. Vorbereitet wird ferner ein Vorhaben "Verhalten von gasförmigem Tritium in der Umgebung" im Rahmen des Projektes Kernfusion.

Die Qualität der Messungen wird durch Teilnahme an Ringversuchen gewährleistet. 1983 nahm HS/R an folgenden Ringversuchen teil:

- Bestimmung des Radionuklidgehaltes in Abwasser aus Kernkraftwerken (Bundesgesundheitsamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, D-1000 Berlin 33),
- Vergleichsanalyse Radionuklide im Sediment (Bundesanstalt für Gewässerkunde, D-5400 Koblenz),
- Ringanalyse zur γ -Spektrometrie und Sr-90-Bestimmung in Bodenproben (Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Milchforschung, D-2300 Kiel 1) und
- Vergleichsanalyse Tritium in Wasser (Bundesanstalt für Gewässerkunde, D-5400 Koblenz)
- Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft) (Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes, D-8042 Neuherberg).

Wie auch in den vergangenen Jahren wurden Messungen für externe Auftraggeber gegen Verrechnung nach einer aufwandsbezogenen Gebührentabelle durchgeführt.

1983 wurden von den Mitarbeitern der Abteilung "Radioökologie" 30 Berichte veröffentlicht bzw. Beiträge zu Veröffentlichungen geleistet. Z. Z. werden der Abschlußbericht über das BMI-geförderte Vorhaben "Radioökologische Studien der Auswirkungen von Tritiumemissionen am

Beispiel des KfK - Befristete Einzeluntersuchungen in Erweiterung und Ergänzung eines seit Jahren laufenden Meßprogramms" (St.Sch. 800) sowie ferner über eine Untersuchung zur behaupteten Schädigung von Bäumen durch die Ableitungen aus kerntechnischen Anlagen in die Atmosphäre vorbereitet. Da beide Berichte etwa zur gleichen Zeit wie der vorliegende Jahresbericht in Druck gehen werden, wird auf die Wiedergabe von Ergebnissen dieser Untersuchungen hier verzichtet.

5.1 Berichte über Routineüberwachung

5.1.1 Abluft

L.A. König, S. Rinn

Die Ableitung radioaktiver Stoffe aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe in die Atmosphäre wird seit 1969 gemäß Grundsätzen, die mit der Aufsichtsbehörde vereinbart sind, in einem für das Jahr gültigen "Abluftplan" vorgeplant. Dieser Abluftplan enthält für die einzelnen Emittenten des Kernforschungszentrums die höchstzulässigen Jahres- und Kurzzeitabgaben, aufgeschlüsselt nach Radionukliden bzw. Radionuklidgruppen.

Die Ableitungen werden in den von der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (KfK) betriebenen Anlagen in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Abteilung "Strahlenschutzüberwachung" (Leitung: Dr. H. Dilger) der Hauptabteilung Sicherheit (HS) ermittelt. Die Fortluftüberwachung der Anlagen des Kernforschungszentrums, die nicht von der KfK betrieben werden, erfolgt durch die zuständigen Betriebsgesellschaften.

Tab. 5/1 enthält die für den Abluftplan 1982 zugrundeliegenden Definitionen der Nuklidgruppen. Die Einführung von Nuklidgruppen bedeutete keinen Verzicht auf die Bilanzierung der Ableitungen von einzelnen Radionukliden. Sie ist jedoch bei verschiedenen Emittenten des Kernforschungszentrums notwendig, da bei diesen die Nuklidzusammensetzungen in den Ableitungen nicht vorhergesagt werden können, andererseits aber doch direkt meßbare höchstzulässige Ableitungen vorgegeben werden müssen. In allen Fällen, in denen aufgrund der kontinuierlichen Aerosolüberwachung oder der Bilanzierungsmessungen Zweifel entstanden, daß die zulässigen Wochenwerte erreicht worden sein könnten, wurden nuklidspezifische Untersuchungen vorgenommen.

Gruppe	N u k l i d e
A	Beliebige Mischung von α -, β - und γ -Strahlern
B	Beliebige Mischung von β -, γ - und ($\beta+\gamma$)-Strahlern, wenn die α -Strahler sowie die Radioiodisotope, Pb-210, Ac-227, Ra-228, Pu-241, Am-242 und Cf-252 unberücksichtigt bleiben können ^{a), b), c), d)}
C	Radioaktive Edelgase und Radionuklide mit einer Halbwertszeit unterhalb 1 h
I	I-131-Äquivalent (siehe Tab. 5/3).

- a) H-3, C-14 und die Radioiodisotope werden gesondert erfaßt.
- b) Nach der Fußnote 2 zu den Tabn. IV2 und IV3 der Anlage IV der Strahlenschutzverordnung vom 13.10.1976 (BGBl. I, S. 2905) kann ein Nuklid unberücksichtigt bleiben, wenn sein Anteil an der Jahresaktivitätszufuhr nur einen vernachlässigbaren Bruchteil des Grenzwertes nach Tab. IV1 beträgt.
- c) Die Ableitungen an Sr-90 dürfen 1/10 des für Nuklidgruppe B zugelassenen Aktivitätswertes nicht überschreiten. Ausgenommen hiervon ist die WAK, für die die jährlichen Sr-90-Ableitungen auf $3,7 \cdot 10^9$ Bq begrenzt sind.
- d) Für WAK, Verbrennungsanlage-HDB, IHCh und TU werden die Ableitungen an Pu-241 auf maximal 10 % der in Nuklidgruppe B zugelassenen Aktivitätswerte beschränkt.

Tab. 5/1: Definition der Nuklidgruppen gültig für 1983

In Tab. 5/2 wird eine Übersicht über die im Jahr 1983 von den einzelnen Anlagen des Kernforschungszentrums Karlsruhe abgeleitete Aktivität gegeben. Bei den Jahressummen wurde in jenen Fällen, in denen zu einzelnen größeren Werten kleine Werte unter der Nachweisgrenze zu addieren waren, die weniger als 20 % zur Gesamtsumme beitrugen, die <-Zeichen weggelassen. Auf die Wiedergabe der einzelnen Wochenwerte wurde verzichtet, jedoch ist angegeben, wieviele Überschreitungen von Wochenwerten es in den betreffenden Anlagen gegeben hat, wie hoch in Prozent diese Überschreitungen waren und in welcher Woche sie sich ereigneten. Bei den Radioiodableitungen werden nicht nur die Ableitungen von einzelnen Radioiodisotopen angegeben, sondern auch in der mit I bezeichneten Spalte die Summe der I-131-Äquivalentwerte. Die Faktoren f_i , mit deren Hilfe die Ableitungen von Radioiodisotopen auf I-131-Äquivalent umgerechnet wurden, sind aus Tab. 5/3 ersichtlich. f_i ist durch die Beziehung

$$A_i^{zul} = f_i A_{131}^{zul}$$

definiert. Hierin ist A_i^{zul} die für das Iodisotop i zulässige Ableitung, A_{131}^{zul} jene für I-131. Die für das Iodisotop i gemessene Ableitung ist also durch f_i zu dividieren, um das I-131-Äquivalent zu erhalten. Bei den kurzlebigen Radionukliden wurde folgendermaßen verfahren: Wenn die Annahme einer über die gesamte Sammelperiode konstanten Radioaktivitätsemission plausibel war, wurde die Berechnung unter dieser Annahme durchgeführt. War der Zeitpunkt einer einmaligen Ableitung bekannt, so wurde dies berücksichtigt. Hatten zu n bekannten Zeitpunkten Freisetzungen unbekannter Aufteilung stattgefunden, so wurden n gleichgroße Ableitungen zu diesen Zeitpunkten vorausgesetzt. Lagen dagegen keine Informationen über den Zeitpunkt der Freisetzung vor, wurde die Freisetzung zu Beginn der Sammelperiode angenommen. Man darf also im allgemeinen davon ausgehen, daß die Angaben über die abgeleitete Aktivität an kurzlebigen Radioisotopen auf der sicheren Seite liegen. Bei der Berechnung der Strahlenbelastung durch kurzlebige Radionuklide ist die Ungenauigkeit durch die verglichen mit der Sammelperiode kleine Halbwertszeit ohne Bedeutung, da diese Nuklide nur einen vernachlässigbar kleinen Beitrag zur Strahlenexposition der Umgebung liefern.

Iodisotop i	f_i
123	5 900
124	2
125	1,4
126	0,6
129	0,264
130	2 050
131	1
132	1 220
133	63
134	2 900
135	16 000

Tab. 5/3: Umrechnungsfaktoren auf I-131-Äquivalent (Stand: Ende 1983)

In keinem Fall wurde der zulässige Jahreswert überschritten. Zum Vergleich werden Jahressummen für das Vorjahr wiederholt.

Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen		Tatsächliche Ableitungen Bq/a	Vorjahreswert d. Ableitungen Bq/a	Wochenwertüber- schreitungen % (Woche)
	Bq/Woche	Bq/a			
IRCH, Geb. 321					
A	4,2 E+03	1,7 E+05	<2,5 E+04		
B	2,3 E+06	9,2 E+07	<7,5 E+04		
C	7,5 E+10	3,8 E+11	5,5 E+10		
I-131			<1,4 E+06		
I	3,8 E+05	1,0 E+07	<1,4 E+06		
H-3	4,7 E+11	1,8 E+12	<9,1 E+09		
IRCH, Geb. 321 A					
A	9,3 E+02	3,7 E+04	<3,3 E+03		91,5 (4)
B	4,7 E+06	1,9 E+08	9,8 E+06		
C	2,8 E+12	1,4 E+13	2,7 E+12		
I-131			2,4 E+06		
I-132			6,0 E+06		
I-133			1,5 E+05		
I	1,4 E+07	3,8 E+08	2,4 E+06		
H-3	9,5 E+09	3,7 E+10	<1,8 E+09		
IRCH, Geb. 341					
A	4,2 E+03	1,6 E+05	<1,6 E+04		
B	2,3 E+06	9,2 E+07	<1,2 E+05		
C	7,5 E+10	3,8 E+11	9,5 E+10		
I-131			<3,5 E+06		
I	3,8 E+05	1,0 E+07	<3,5 E+06		
H-3	1,4 E+12	5,6 E+12	3,3 E+10		
BFE, Geb. 324/325					
C-14	1,4 E+07	1,1 E+08	2,8 E+05		
KAZ, Geb. 351					
A			<3,9 E+03		2,5 (50) 189 (51)
B	1,4 E+06	5,6 E+07	5,5 E+06		
C	1,9 E+11	7,4 E+12	1,3 E+11		
I-131			<6,0 E+04		
I	9,3 E+04	3,7 E+06	<6,0 E+04		
KIZ, Geb. 351					
C	9,3 E+11	1,9 E+13	5,2 E+12	9,2 E+12	
I-123			5,2 E+04	6,3 E+04	
I-124			2,9 E+04	1,2 E+04	
I-126			6,8 E+02	-	
I-131			<1,8 E+03	1,5 E+03	
I	1,9 E+05	7,4 E+06	1,7 E+04	7,7 E+03	
LIT, Geb. 403					
A			<1,7 E+03	<1,4 E+03	
B	2,0 E+07	1,0 E+09	<1,4 E+04	<1,2 E+04	
LAF II, Geb. 415 A/B					
I-131			<3,5 E+06	<2,3 E+06	
I	1,1 E+06	3,0 E+07	<3,5 E+06	<2,3 E+06	
INR, Geb. 420/3/53					
H-3	9,3 E+10	1,9 E+12	-	-	

Tab. 5/2: Ableitung radioaktiver Stoffe im Jahre 1983 aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe in die Atmosphäre

Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen		Tatsächliche Ableitungen Bq/a	Vorjahreswert d. Ableitungen Bq/a	Wochenwertüber- schreitungen % (Woche)
	Bq/Woche	Bq/a			
SNEAK, Geb. 452					
A	2,8 E+05	7,4 E+06	<2,8 E+04	<1,8 E+04	
B	1,4 E+08	3,7 E+09	<2,2 E+05	<1,6 E+05	
C	2,8 E+11	7,4 E+12	<2,5 E+07	-	
I-131			<5,2 E+06	<4,1 E+06	
I	2,8 E+06	1,1 E+08	<5,2 E+06	<4,1 E+06	
HDB, Geb. 534					
A	9,3 E+03	3,7 E+05	<2,4 E+03	<1,9 E+03	
B	9,3 E+06	3,7 E+08	<2,1 E+04	<1,6 E+04	
H-3	9,3 E+08	3,7 E+10	<1,5 E+09	1,8 E+09	
HDB, Geb. 536					
A	7,4 E+06	7,4 E+07	<1,5 E+07	9,2 E+06	
B	4,6 E+08	1,5 E+10	5,4 E+09	2,4 E+09	
I-125			7,0 E+06	2,3 E+06	
I-129			<3,1 E+06	<9,8 E+05	
I-131			<2,3 E+06	<1,9 E+06	
I	3,7 E+07	3,7 E+08	<1,9 E+07	<7,2 E+06	
H-3	9,3 E+11	3,7 E+13	1,1 E+12	9,7 E+12	
C-14	7,4 E+10	7,4 E+11	-	2,7 E+11	
HDB, Geb. 545/555					
A	3,7 E+04	1,1 E+06	<4,7 E+04	<2,4 E+04	
B	7,4 E+07	5,6 E+08	1,7 E+08	3,5 E+07	
I-125			5,5 E+05	-	
I-129			<1,3 E+07	<4,5 E+06	
I-131			<4,4 E+06	<1,9 E+06	
I	1,5 E+07	1,5 E+08	<5,5 E+07	<1,9 E+07	
H-3	2,8 E+11	3,7 E+12	1,5 E+11	4,7 E+10	
HDB, Geb. 548 Ost/West					
A	7,4 E+04	9,3 E+05	<4,9 E+04	<4,1 E+04	
B	3,7 E+07	3,7 E+08	<7,9 E+05	1,2 E+07	
I-131			<7,8 E+06	<6,4 E+06	
I	1,9 E+05	7,4 E+06	<7,8 E+06	<6,4 E+06	
H-3	1,4 E+11	1,1 E+12	<3,7 E+10	6,4 E+11	
INE, Geb. 547					
A	1,2 E+04	5,6 E+05	<1,1 E+04	<8,8 E+03	
B	1,9 E+04	9,3 E+05	<8,6 E+04	<7,5 E+04	
INE, Geb. 712					
A	7,4 E+05	3,0 E+07	<1,3 E+04	-	
B	9,3 E+06	3,7 E+08	<1,0 E+05	-	
IMF III, Geb. 573/574					
A	3,7 E+04	1,1 E+06	<1,4 E+04	<1,2 E+04	
B			<1,2 E+05	<9,8 E+04	
KTB/FR2, Geb. 606-608					
A	2,8 E+05	1,1 E+07	<2,4 E+04	<2,2 E+04	
B	1,4 E+08	5,6 E+09	<2,8 E+05	<2,3 E+05	
I-129			-	<7,4 E+04	
I-131			<1,5 E+06	<3,4 E+06	
I	3,7 E+06	1,9 E+08	<1,5 E+06	<3,7 E+06	
H-3	1,9 E+11	7,4 E+12	1,2 E+12	4,0 E+12	

Tab. 5/2: Fortsetzung

Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen		Tatsächliche Ableitungen Bq/a	Vorjahreswert d. Ableitungen Bq/a	Wochenwertüber- schreitungen % (Woche)
	Bq/Woche	Bq/a			
IT, Geb. 601/2					
A	1,5 E+05	3,3 E+06	<1,2 E+04	<7,4 E+03	
B	1,9 E+05	7,8 E+06	<1,2 E+05	<6,7 E+04	
C	9,3 E+09	4,4 E+11	<1,9 E+00	1,4 E+05	
I-131			<2,1 E+06	<2,1 E+06	
I	1,4 E+05	5,6 E+06	<2,1 E+06	<2,1 E+06	
H-3	2,8 E+09	1,1 E+11	<4,4 E+05	1,4 E+10	
IMF, Geb. 681					
A	1,9 E+04	5,9 E+05	<2,1 E+04	<1,6 E+04	
B			<1,9 E+05	<1,5 E+05	
KTB/HZ, Geb. 701					
A	9,3 E+05	3,0 E+07	<2,1 E+04	<1,6 E+04	
B	4,6 E+08	1,5 E+10	1,9 E+08	2,3 E+07	
C	4,6 E+12	3,7 E+13	9,5 E+11	6,9 E+10	
I-129			<3,7 E+06	<2,5 E+06	
I-131			<2,4 E+06	<2,5 E+06	
I	9,3 E+06	3,7 E+08	<1,6 E+07	<1,2 E+07	
H-3	3,7 E+11	7,4 E+11	<2,3 E+10	1,1 E+11	
IHCH, Geb. 721/24/26					
A	9,3 E+05	3,0 E+07	<2,9 E+04	<2,1 E+04	
B	1,9 E+08	3,7 E+09	<2,4 E+05	<1,8 E+05	
C	1,9 E+13	3,7 E+13	2,3 E+12	5,4 E+11	
I-129			<1,4 E+07	<8,8 E+06	
I-131			<1,0 E+07	<6,4 E+06	
I	3,7 E+07	3,7 E+08	<6,4 E+07	<4,0 E+07	
H-3	9,3 E+09	3,7 E+11	2,0 E+10	-	
IHCH, Geb. 725					
A	9,3 E+03	3,7 E+05	<6,3 E+03	<4,3 E+03	
B	9,3 E+06	3,7 E+08	<5,5 E+04	<3,8 E+04	
I-131			<9,4 E+06	<3,8 E+06	
I	9,3 E+04	3,7 E+06	<9,4 E+06	<3,8 E+06	
KBG/KNK, Geb. 741					
B	1,4 E+08	5,6 E+09	2,75 E+04	1,8 E+08	
C	9,3 E+12	1,5 E+14	1,45 E+12	1,8 E+12	
TU, Geb. 806					
A	3,7 E+04	1,1 E+06	1,7 E+03	5,3 E+03	
B	1,9 E+07	3,7 E+08	9,2 E+04	3,7 E+05	
KBG/MZFR, Geb. 901					
A	2,8 E+05	1,1 E+07	1,95 E+04	1,2 E+04	
B	1,4 E+08	5,6 E+09	1,05 E+06	3,8 E+06	
Sr-89	1,4 E+07	5,6 E+08	3,6 E+05	3,8 E+04	
Sr-90	1,4 E+07	5,6 E+08	5,7 E+03		
C	3,7 E+12	1,1 E+14	2,75 E+13	4,2 E+13	
I-131			5,05 E+07	3,2 E+07	
I	4,6 E+07	1,9 E+09	5,05 E+07	3,2 E+07	
H-3	7,4 E+12	1,1 E+14	5,1 E+13	2,0 E+13	
C-14	3,7 E+10	9,3 E+11	5,0 E+10	6,8 E+11	

Tab. 5/2: Fortsetzung

Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen		Tatsächliche Ableitungen Bq/a	Vorjahreswert d. Ableitungen Bq/a	Wochenwertüber- schreitungen % (Woche)
	Bq/Woche	Bq/a			
WAK/LAVA, Geb. 1501/31/2					
A	1,9 E+07	3,7 E+08	3,83 E+07	3,6 E+07	
B	4,8 E+09	7,4 E+10	1,52 E+09	5,0 E+08	
Sr-90	4,8 E+08	3,7 E+09	1,48 E+08	2,5 E+07	
I-129		3,7 E+08	5,37 E+07	1,9 E+07	
I-131			8,79 E+06	1,7 E+07	
I	3,7 E+07	1,4 E+09	2,12 E+08	9,0 E+07	
H-3	1,9 E+12	3,7 E+13	5,11 E+12	2,1 E+12	
C-14	1,86 E+10	3,7 E+11	1,65 E+11	4,0 E+10	
Kr-85	4,4 E+14	9,3 E+15	2,79 E+15	6,1 E+14	

Tab. 5/2: Fortsetzung

Im Jahresbericht 1982 (KfK 3535) waren die Ableitungswerte für die verschiedenen Gebäude des IRCH zusammengefaßt berichtet worden. Die Jahreswerte für 1983 und 1982 sind:

Nuklid Nuklidgruppe	1983 Bq	1982 Bq
A	<4,4 E+04	<4,0 E+04
B	1,0 E+07	<3,2 E+05
C	2,9 E+12	6,2 E+12
I-131	<7,3 E+06	2,6 E+07
I-132	6,0 E+06	-
I-133	1,5 E+05	-
I	<7,3 E+06	2,6 E+07
H-3	<4,4 E+10	1,3 E+10

In Tab. 5/4 ist die insgesamt aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe in die Atmosphäre abgeleitete Aktivität zusammengestellt. Zum Vergleich werden die Vorjahreswerte angegeben. Da die Standorte der einzelnen Emittenten zum Teil weit auseinanderliegen, werden im Nahbereich bei gleichzeitiger Emission verschiedene Gebiete beaufschlagt. Daher dürfen diese Daten für den Nahbereich nicht als Emissionsdaten einer einzelnen Quelle angesehen werden.

Nuklid	A	B	C	I	H-3	C-14	Kr-85
Ableitung in Bq/a							
1982	4,5 E+07	3,2 E+09	6,0 E+13	<2,5 E+08	3,7 E+13	9,9 E+11	6,1 E+14
1983	<5,4 E+07	7,4 E+09	4,0 E+13	<4,5 E+08	5,9 E+13	2,2 E+11	2,8 E+15

Tab. 5/4: Gesamtableitungen aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 1982 und 1983. (Diese Tabelle darf nicht für die Dosisberechnung in der unmittelbaren Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe verwendet werden, da darin Emissionen an relativ weit auseinanderliegenden Orten aufsummiert sind.)

Mit Beginn des Jahres 1984 tritt ein neuer vom Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg erteilter Bescheid über die Ableitung radioaktiver Stoffe in Kraft. Hiermit ist die in Tab. 5/5 wiedergegebene Neudefinition der Nuklidgruppen verbunden. Gleichzeitig wurden die Grundsätze für die Ableitung radioaktiver Stoffe in die Luft (Neufassung vom Mai 1983) überarbeitet.

Gruppe	Definition
A _{αK}	Alpha-Aerosole ($T_{1/2} < 8$ d)
A _{αL}	Alpha-Aerosole ($T_{1/2} \geq 8$ d)
A _{βK}	Beta-Aerosole ($T_{1/2} < 8$ d)
A _{βL}	Beta-Aerosole ($T_{1/2} \geq 8$ d)
E	Radioaktive Edelgase
G _K	Kurzlebige radioaktive Aktivierungsgase
I	Radioaktives Iod

Tab. 5/5: Definition der Nuklidgruppen gültig ab 1. Januar 1984

5.1.2 Umgebung

D. Papadopoulos, R. Schartz

5.1.2.1 Auflagenbedingte Routineüberwachung

Die Umgebungsüberwachung des Kernforschungszentrums Karlsruhe umfaßt ein von der Aufsichtsbehörde festgelegtes Gebiet mit einer Fläche von knapp 300 km², die im Westen vom Rhein und sonst von der Peripherie eines Kreises von 10 km Radius um das Kernforschungszentrum begrenzt wird. In diesem Gebiet wohnen, verteilt auf 20 Ortschaften, rund 100 000 Menschen.

Die der routinemäßigen Umgebungsüberwachung des Kernforschungszentrums Karlsruhe dienenden Meß- und Probenahmestellen, die ebenfalls von der Aufsichtsbehörde festgelegt wurden, liegen jedoch bis auf wenige Ausnahmen innerhalb eines Kreises von ca. 6 km Radius um das Kernforschungszentrum. Die Konzentrierung der routinemäßigen Umgebungsüberwachung - d. h. der Umgebungsüberwachung bei bestimmungsgemäßem Betrieb der kerntechnischen Anlagen des Kernforschungszentrum - auf diesen Entfernungsbereich trägt der Erfahrung Rechnung, daß außerhalb dieses Gebietes meßbare Immissionen nicht zu erwarten sind. Die aufgrund der atmosphärischen Ausbreitungsverhältnisse für den "Luftpfad" berechneten Immissionsmaxima, die sogenannten ungünstigen Einwirkungsstellen, sind maximal 1,6 km vom Mittelpunkt des Kernforschungszentrums (FR2-Kamin) entfernt. Die Gestalt des bestehenden Überwachungsnetzes von Meß- und Probenahmestellen wird weitgehend durch die meteorologischen Verhältnisse, die Lage der benachbarten Ortschaften, den Verlauf der natürlichen und künstlichen Wasserwege sowie durch die Lage und Größe der landwirtschaftlichen Nutzflächen bestimmt (s. Lageplan).

Innerhalb des gesamten Überwachungsbereiches bildet der sogenannte betriebliche Überwachungsbereich des Kernforschungszentrums selbst - das ist die 2,1 km² große Fläche innerhalb des Zaunes - einen besonderen Bereich, da hier schon im normalen Betriebszustand der Anlagen eine erhöhte Ortsdosisleistung herrschen kann. Das Meßstellennetz ist deshalb hier (s. Lageplan) wesentlich dichter als in der eigentlichen Umgebung.

Der Routineteil der Umgebungsüberwachung des Kernforschungszentrums Karlsruhe wurde im Jahr 1983 nach der vom Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg (SM) gebilligten und am 1. Januar 1981 in Kraft getretenen Fassung des Umgebungsüberwachungsprogramms durchgeführt. Dieses Programm wurde durch die Überwachung des Zwischenlagers von LAW-Endabfällen (HDB-Gebäude 519 und 526) ergänzt.

Neben der eingangs erwähnten räumlichen Aufteilung des Überwachungsprogramms in betrieblichen Überwachungsbereich und äußeres Überwachungsgebiet gibt es eine meßtechnische Gliederung, derzufolge das Programm dreigeteilt ist: I. Direktmessung der Strahlung, II. Radioaktivitätsmessungen und III. Meßfahrten im Rahmen des Störfallmeßprogramms. Während Teil I der Erfassung möglicher Gefahren für den Menschen durch direkte Strahleneinwirkung von außen dient und Dosisgrößen ermittelt, dient Teil II der Erfassung einer möglichen Inkorporationsgefahr für den Menschen, indem der Radioaktivitätsgehalt von Probenmaterialien aus verschiedenen Umweltmedien bestimmt wird, die vom Menschen direkt oder indirekt aufgenommen werden können. Teil III soll dem Training des Personals der Abteilung Radioökologie für Störfallsituationen dienen. Dementsprechend erhielt das auflagebedingte Routineüberwachungsprogramm des Kernforschungszentrums Karlsruhe folgende Struktur:

- I. Direktmessung der Strahlung
- I.1 Zählrohraußenstationen
- I.2 Zählrohr-Monitor-Anlage zur Überwachung des Betriebsgeländes
- I.3 Dosisleistungsmeßanlage
- I.4 Festkörper-Dosimeter

- II. Radioaktivitätsmessungen
- II.1 Luft (Aerosole und gasförmiges Iod)
- II.2 Niederschlag
- II.3 Wasser
- II.3.1 Oberflächenwasser
- II.3.2 Grund- und Trinkwasser
- II.4 Biologisches Material
- II.4.1 Schlamm
- II.4.2 Seston
- II.4.3 Fisch
- II.4.4 Wasserpflanzen
- II.4.5 Bewuchs
- II.4.6 Landwirtschaftliche Produkte
- II.4.7 Boden

- III. Meßfahrten
- III.1 Luft
- III.1.1 γ -Strahlung
- III.1.2 Aerosole
- III.1.3 Elementares Iod
- III.2 Bodenoberfläche

Tab. 5/6 gibt eine Übersicht über das Programm zur Überwachung der Umweltradioaktivität am Kernforschungszentrum Karlsruhe. Die Darstellung der Meßergebnisse folgt der Gliederung dieses Programms.

Pro-gramm-punkt	Überwachungsein-richtung	Meßgrößen	Berichtsform		Meß-stel-len	Registrie-rung	Standort der Meß-stellen (s. Lagepläne)
			Ein-heit	Bemerkungen			
I. I.1	<u>DIREKTMESSUNG DER STRAHLUNG</u> Zählrohraußen-stationen Zählrohre BZ 120 auf Kurbelmasten Impulsspeicher telefonisch abfrag-bar	(β+γ)-Strahlungs-pegel R	ips	Monatsmittel $\bar{R}_M = \frac{\Delta Z_M}{\Delta t_M}$ ΔZ_M = Summe der Zähler-stands-differen-zen innerhalb eines Monats Δt_M = Betriebszeit in Minuten <u>und</u> minimaler und maximaler Abfragewert im Be-richtsmonat	8	autonati-sche, tele-phonische Abfrage, täglich viermal Kreisblatt-schreiber zur Doku-mentation (1 Kreis-blatt pro Monat)	KfK, Geb. 123 Leopoldshafen, Albert-Einstein-Straße 6 Linkenheim, Friedenstraße 10 Friedrichstaler Landstraße, Forsthaus (nörd-lich WAK) Friedrichstal, Rheinstraße 36 Blankenloch, Hauptstraße 100 Karlsruhe, Erzberger-straße 111 Eggenstein, Eichendorff-straße 17
I.2 I.2.1	Zählrohr-Monitor-Anlage zur Über-wachung des Betriebsgeländes <u>KfK (ohne WAK)</u> Zählrohre BZ 120 mit Energiekom-pensationsfilter Zählrohre Typ 18529 Valvo mit Energie-kompensations-filter	γ-Äquivalentdosis-leistung \dot{H} 14 Detektoren mit Warnschwelle bei 10 µSv/h Meßbereich: $0,1 \mu\text{Sv/h} \leq \dot{H} \leq 100 \mu\text{Sv/h}$ 11 Detektoren mit Alarmschwelle bei 1 mSv/h Meßbereich: $0,1 \text{ mSv/h} \leq \dot{H} \leq 10 \text{ Sv/h}$	µSv/h mSv/h	Berichterstattung nur bei nicht störungsbe-dingten Überschrei-tungen der Warn- und Alarmschwellen und Registrierung auf Mehrfachpunktedruckern	25	Meßwertan-zeige auf 25 Einzel-instrumen-ten in der Über-wachungszen-trale in Geb. 123 kontinuier-liche Regi-strierung auf Mehr-fachpunkte-druckern (Druck-frequenz 0,5 min ⁻¹)	innerhalb des Betriebsgeländes

Tab. 5/6: Programm zur Überwachung der Umweltradioaktivität

Pro-gramm-punkt	Überwachungseinrichtung	Meßgrößen	Berichtsform		Meß-stel-len	Registrierung	Standort der Meß-stellen (s. Lagepläne)	
			Einheit	Bemerkungen				
I.2.2	WAK Zählrohre BZ 120 ohne Energiekompensationsfilter	($\beta+\gamma$)-Strahlungspegel R 4 Detektoren mit Warnschwelle bei 10fachem Nullpegel R_0 ($R_0 \sim 6,7$ ips) γ -Äquivalentdosisleistung \dot{H}	ips	wie I.2.1	6	Meßwertanzeige auf 6 Einzelinstrumenten, sonst wie unter I.2.1	an fünf Standorten entlang der Grenze des Betriebsgeländes der WAK	
	Zählrohre Typ 18529 Valvo mit Energiekompensationsfilter	2 Detektoren mit Alarmschwelle bei 1 mSv/h Meßbereich: $0,1 \text{ mSv/h} \leq \dot{H} \leq 10 \text{ Sv/h}$	mSv/h					
I.3	Dosisleistungsmeßanlage	γ -Ortsdosisleistung \dot{H}	$\mu\text{Sv/h}$	Berichterstattung nur, wenn $\dot{H} > 0,2 \mu\text{Sv/h}$	2	kontinuierliche Registrierung	Meßhütten "Nordost" und "West"	
I.4	Festkörper-Dosimeter Thermolumineszenz-Dosimeterpaare LiF-Preßlinge TLD-700 in Kunststoffkapsel (500 mg/cm ²)	γ -Äquivalentdosis \dot{H}	μSv	arithmetische Mittelwerte der letzten Halbjahres- und Jahresdosiswerte, Maximalwert	129	Ausmessung erfolgt halbjährlich	entlang der Grenze des betrieblichen Überwachungsbereiches des KfK in Abständen von ca. 50 m, Aufhängung 3 m über dem Boden an Aluminiumstandrohren	
				Einzelwerte der letzten Halbjahres- und Jahresdosis	5		Standorte s. I.2.2, Aufhängung ca. 2 m über dem Boden an Aluminiumstandrohren	
				Einzelwerte eines Quartals	4		Ausmessung erfolgt vierteljährlich	Umgebung des Geb. 519
					4			Umgebung des Geb. 526
				Einzelwerte der letzten Halbjahres- und Jahresdosis	8		Ausmessung erfolgt halbjährlich	Umgebung, Aufhängung in Höhe der Zählrohre, Standorte s. I.1
				arithmetische Mittelwerte der letzten Halbjahres- und Jahresdosis	36			Umgebung, Meßstellenkreis um das KfK mit 4 km Durchmesser
54	Umgebung, Meßstellenkreis um das KfK mit 6 km Durchmesser							

Tab. 5/6: Fortsetzung

Programm- punkt	Überwach- tes Medium	Meßgrößen	Berichtsform		Sam- mel- stel- len	Häufigkeit der Probe- nahme	Probenahmestelle bzw. Sammelstelle (s. Lagepläne)
			Ein- heit	Bemerkungen			
II.	<u>RADIOAKTI- VITÄTSMES- SUNGEN</u>						
II.1	<u>Luft</u> Aerosole und elementa- res Iod	Langlebige α - und β -Brutto- aktivitätskonzentration (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/m ³	Monatsmittel	3	zweimal wöchentlich	Festfilteranlagen in den Meßhütten "Nordost", "West" und "Forsthaus"
		Wenn $\bar{a}_\beta > 1,85$ mBq/m ³ (\bar{a}_β = rechnerisch aus den Einzelmeßwerten er- mittelter Quartals- mittelwert): Sr-90-Aktivitätskonzent- ration	Bq/m ³	Quartalsmittelwert (gemeinsame Ausmessung einer vierteljährli- chen Mischprobe, ge- bildet aus Teilen der Einzelfilter)			
		Durch γ -Spektrometrie ermit- telte Aktivitätskonzentra- tion von Einzelnucliden	Bq/m ³	Monatsmittel (gemeinsame Ausmessung der Filter eines Monats) Meßergebnisse bezogen auf die Monatsmitte			
		Plutoniumaktivitätskonzent- ration (Pu-238, Pu-239+240)	Bq/m ³	Monatsmittel (gemeinsame chemische Aufbereitung der Filter eines Monats)			
		I-131-Aktivitätskonzentra- tion	Bq/m ³	Einzelwerte, bezogen auf die Mitte des Sammelzeitraumes		zweimal monatlich	
II.2	<u>Nieder- schlag</u>	Tritiumaktivitätskonzent- ration	Bq/l und Bq/m ²	Monatsmittel Monatswert	3	bei ausrei- chender Nieder- schlagsmen- ge zweimal monatlich, sonst monatlich	Meßhütten "Nordost", "West" und "Sammelstelle WAK" (ca. 250 m nordöstlich des WAK-Abluftkamins), Sammlung in je einem Hibernia- trichter mit 500 cm ² und 0,5 m ² Auffang- fläche
		Langlebige α - und β -Brutto- aktivitätskonzentration a	Bq/l und Bq/m ²	Monatsmittel Monatswert			
		Wenn im Monatsmittel $a_\beta > 7,4$ Bq/l: durch γ -Spektrometrie er- mittelte Aktivitätskonzent- ration von Einzelnucliden und Bestimmung der Sr-90- Aktivitätskonzentration	Bq/l	Monatsmittel	3	monatlich, Probe wird verworfen, wenn a_β - Grenz- wert nicht erreicht wurde	

Tab. 5/6: Fortsetzung

Programm- punkt	Überwach- tes Medium	Meßgrößen	Berichtsform		Sam- mel- stel- len	Häufigkeit der Probe- nahme	Probenahmestelle bzw. Sammelstelle (s. Lagepläne)
			Ein- heit	Bemerkungen			
II.3	<u>Wasser</u>						
II.3.1	<u>Oberflä- chenwasser</u>	Tritiumaktivitätskonzentration	Bq/l	Monatsmittel	1	kontinuierlich, Messung von Wochenmischproben	Hirschkanal (nahe Nordost-Ecke des KfK)
		Langlebige α - und Rest- β -Bruttoaktivitätskonzentration a (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/l	Monatsmittel			
		Wenn für Wochenmischprobe $a_{\beta} > 0,74$ Bq/l: durch γ -Spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration von Einzelnucliden	Bq/l	Einzelwerte der Wochenmischprobe			
		Tritiumaktivitätskonzentration	Bq/l	Quartalsmittel	1	kontinuierlich, Messung von Quartalsmischproben	Altrhein, ca. 300 bis 500 m unterhalb Abwassereinleitung
		Langlebige Rest- β -Bruttoaktivitätskonzentration	Bq/l	Quartalsmittel			
		Durch γ -Spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration von Einzelnucliden	Bq/l	Quartalsmittel, bezogen auf die Mitte des Sammelzeitraumes			
II.3.2	<u>Grund- und Trinkwasser</u>	Tritiumaktivitätskonzentration	Bq/l	Einzelwerte	7	vierteljährlich	Wasserwerk Süd des KfK Wasserwerk Tiefgestade des KfK Wasserwerk Leopoldshafen Wasserwerk Linkenheim-Hochstetten zwei Schluckbrunnen (WAK-Grundwasserhaltung) Beobachtungsbrunnen PIV/1 zwischen KfK und Wasserwerk Linkenheim-Hochstetten
		Langlebige α - und Rest- β -Bruttoaktivitätskonzentration a (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/l				
		Wenn $a_{\beta} > 0,37$ Bq/l: durch γ -Spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration von Einzelnucliden					
					1	halbjährlich	Wasserwerk Karlsruhe-Hardtswald als Referenzstelle

Tab. 5/6: Fortsetzung

Pro-gramm-punkt	Überwach-tes Medium	Meßgrößen	Berichtsform		Sam-mel-stel-len	Häufigkeit der Probe-nahme	Probenahmestelle bzw. Sammelstelle (s. Lagepläne)
			Ein-heit	Bemerkungen			
II.4	Biologi-sches Material						
II.4.1	<u>Schlamm</u>	Langlebige spezifische α - und β -Bruttoaktivität a (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/g TS	Einzelwerte	1	wöchentlich	Hirschkanal (nahe Nordost-Ecke des KfK)
		Wenn $a_{\alpha} > 0,37$ Bq/g TS oder $a_{\beta} > 1,1$ Bq/g TS: durch γ -Spektrometrie er-mittelte spezifische Akti- vität von Einzelnuclid			1	monatlich	Altrhein, Gemarkungsgrenze unterhalb Abwas- sereinleitung
		Spezifische Plutoniumakti- vität (Pu-238, Pu-239+240)	Bq/g TS	Einzelwerte	1	halbjähr- lich	Altrhein oberhalb Abwassereinlei- tung als Refe- renzstelle
II.4.2	<u>Seston</u>	Langlebige spezifische α - und β -Bruttoaktivität a (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/g TS	Einzelwerte	1	viertel- jährlich	Altrheingebiet unterhalb Abwas- sereinleitung
		Spezifische Plutoniumakti- vität (Pu-238, Pu-239+240)					
II.4.3	<u>Fisch</u>	Langlebige spezifische Rest- β -Bruttoaktivität (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/kg FS	Fischart variabel (möglichst Fried- und Raubfisch)	1	halbjähr- lich	Altrheingebiet unterhalb Abwas- sereinleitung
		Spezifische K-40-Aktivität		zur Messung gelangt das Fischfleisch ohne Haut, Flossen und Gräten			
		Spezifische Sr-90- Aktivität		Einzelwerte			
		Durch γ -Spektrometrie er- mittelte spezifische Akti- vität von Einzelnuclid					
II.4.4	<u>Wasser- pflanzen</u>	Langlebige spezifische Rest- β -Bruttoaktivität (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/g TS	Pflanzenart variabel	1	halbjähr- lich	Altrheingebiet unterhalb Abwas- sereinleitung
		Spezifische K-40-Aktivität		Einzelwerte			
		Durch γ -Spektrometrie er- mittelte spezifische Akti- vität von Einzelnuclid					

Tab. 5/6: Fortsetzung

Pro-gramm-punkt	Überwach-tes Medium	Meßgrößen	Berichtsform		Sam-mel-stel-len	Häufigkeit der Probe-nahme	Probenahmestelle bzw. Sammelstelle (s. Lagepläne)
			Ein-heit	Bemerkungen			
II.4.5	<u>Bewuchs</u>	Durch γ -Spektrometrie er-mittelte spezifische Ak-tivität von Einzelnucliden	Bq/g TS	Gras oder andere Futterpflanzen Einzelwerte	3	halbjähr-lich	in den beiden Hauptausbrei-tungssektoren Referenzstelle Raum Durlach
II.4.6	<u>Pflanzliche Nahrungsmittel</u>	Langlebige spezifische Rest- β -Bruttoaktivität (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/kg FS	Weizen, Blattgemüse, Spargel Einzelwerte	2	jeweils jährlich zur Erntezeit	in den beiden Hauptausbrei-tungssektoren
		Spezifische K-40-Aktivität					
		Durch γ -Spektrometrie er-mittelte spezifische Ak-tivität von Einzelnucliden					
II.4.7	<u>Boden</u>	Langlebige spezifische α - und β -Bruttoaktivität (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Bq/kg TS	5 cm der obersten Bodenschicht Einzelwerte	2	jährlich Ende September	zwei Probenahme-gebiete in den beiden Hauptaus-breitungssektoren innerhalb des be-trieblichen Über-wachungsbereiches
		Wenn $a_\beta > 1,85$ Bq/g TS spezifische Sr-90-Aktivität					
		Durch γ -Spektrometrie er-mittelte spezifische Ak-tivität von Einzelnucliden					
		Langlebige spezifische α - und β -Bruttoaktivität (ca. sieben Tage nach Probenahme)					
		Durch γ -Spektrometrie er-mittelte spezifische Ak-tivität von Einzelnucliden					
		Spezifische Plutoniumakti- vität (Pu-238, Pu-239+240)					
Spezifische Sr-90-Aktivität							
					3		zwei Probenahme-zonen in den beiden Hauptaus-breitungssektoren in je 300 bis 800 m Abstand vom WAK-Abluft-kamin Referenzstelle Raum Durlach

Tab. 5/6: Fortsetzung

Pro-gramm-punkt	Überwach-tes Medium	Meßgrößen	Berichtsform		Meß-bzw. Probe-nahme-stellen	Häufigkeit der Probe-nahme bzw. Messung	Probenahmestelle bzw. Meßstelle
			Ein-heit	Bemerkungen			
III.	<u>MESS-FAHRTEN</u>						
III.1.	<u>Luft</u>						
III.1.1	<u>γ-Strahlung</u>	γ-Ortsdosisleistung	µSv/h	monatliche Kurzzeitmessungen	16	monatliche Meßfahrten zu wechselnden Probe-nahme-bzw. Meßorten	ausgewählte Orte in den Zonen und Sektoren in der Umgebung des KfK
III.1.2	<u>Aerosole</u>	Gesamt-β-Aktivitätskonzentration	Bq/m ³	monatliche Stichproben und Auswertung im Meßwagen			
III.1.3	<u>Elementares Iod</u>	I-131-Aktivitätskonzentration	Bq/m ³				
III.2	<u>Bodenoberfläche</u>	Gesamt-β-Aktivitätsflächenbelegung	Bq/m ²				

Tab. 5/6: Fortsetzung

I. Direktmessung der Strahlung

I.1 Zählrohraußenstationen

Tab. 5/7 zeigt die Jahresmittelwerte der (β+γ)-Impulsrate und die Schwankungsbereiche der telefonischen Abfrageergebnisse. Die telefonische Abfrage aller Zählrohrstationen erfolgt automatisch alle sechs Stunden. Die Zentralstation in der Umgebungsüberwachungszentrale steuert diese Abfrage der Zählrohrstationen und registriert alle einlaufenden Meßwerte. Darüber hinaus können von der Zentralstation aus im Bedarfsfall zu jeder Zeit Einzelabfragen der Zählrohrstationen vorgenommen werden.

Meßstellenstandorte	(β+γ)-Strahlungspegel in ips		
	Jahresmittel	min. Abfragewert	max. Abfragewert
KfK	9,0	5,2	36
Leopoldshafen	8,6	5,5	41
Linkenheim	8,8	5,3	35
Meßhütte "Forsthaus"	7,8	5,0	24
Friedrichstal	7,6	5,0	33
Blankenloch	9,0	5,4	41
Karlsruhe	6,9	5,4	22
Eggenstein	8,7	6,6	32

Tab. 5/7: Meßergebnisse der Zählrohraußenstationen für das Jahr 1983

Die Monatsmittelwerte des Jahres 1983 der sieben Außenstationen streuen insgesamt zwischen rund 6 ips und 11 ips. Die Jahresmittelwerte liegen hingegen enger beieinander, so daß es gerechtfertigt erscheint, für diese Stationen einen Gesamtmittelwert für das Jahr 1983 zu bilden. Er ergibt sich zu 8,2 ips.

Der Jahresmittelwert für die KfK-Station liegt mit 9,0 ips im Streubereich der Meßwerte von den Außenstationen. Die Bestrahlungen von Dosimetern, die mit unterschiedlicher Stärke und Dauer in der nur 140 m entfernten Eichhalle durchgeführt wurden, führten 1983 zu keiner signifikanten Erhöhung des Jahresmittelwertes der KfK-Station.

I.2 Zählrohr-Monitor-Anlage zur Überwachung des Betriebsgeländes

I.2.1 KfK (ohne WAK)

Der Nullpegel der γ -Ortsdosisleistung im KfK lag wie im Vorjahr an der unteren Meßbereichsgrenze von 0,1 μ Sv/h. Von den 14 Niederdosisleistungsmeßstellen mit einem Meßbereich von 0,1 μ Sv/h bis 0,1 mSv/h befindet sich die Meßstelle Nr. 15 in der Eichhalle der HS/D. Die Registrierungen der γ -Dosisleistung dieser Meßstelle entsprechen zeitlich und dem Betrage nach den in der Eichhalle durchgeführten routinemäßigen Bestrahlungen. Für die übrigen im Freien installierten 13 Meßstellen der Niederdosisleistung gibt Tab. 5/8 die Überschreitungen der eingesetzten Warnschwelle von 10 μ Sv/h und ihre Ursachen wieder.

Zeitpunkt der registrierten Überschreitungen		Nr. der Meßstelle	Dauer der Überschreitung in min	registr. Höchstwert in μ Sv/h	Ursache, Bemerkungen
Datum	Uhrzeit				
09.03.83	14.00	5	10	25	Röntgenarbeiten im KNK-Bereich
23.08.83	13.00	22	5	10	Auflösungsarbeiten im Institut für Radiochemie
22.11.83	14.52	5	< 2	10	Röntgenarbeiten im KNK-Bereich

Tab. 5/8: Überschreitungen der eingestellten Warnschwelle (10 μ Sv/h) auf dem Betriebsgelände des KfK

Durch die elf Hochdosisleistungsmeßstellen der Zählrohr-Monitor-Anlage mit einem Meßbereich von 0,10 mSv/h bis 10 Sv/h wurde 1983 in keinem Fall - auch nicht kurzzeitig - eine γ -Ortsdosisleistung oberhalb der unteren Meßbereichsgrenze dieser Detektoren gemessen.

Eine quantitative Auswertung der Registrierungen der Zählrohr-Monitor-Anlage erfolgt nicht. Die Registrierstreifen (rund 400 m pro Jahr) werden nach arbeitstäglichem Sichtkontrolle zur Dokumentation abgelegt.

Zeitpunkt der registr. Überschreitungen		Nr. der Meßstelle	Dauer der Überschreitung in min	registr. Höchstwert in ips	Ursache
Datum	Uhrzeit				
18.03.83	17.10	3	10	150	Röntgenarbeiten WAK-Bereich
20.03.83	14.30	4	1	117	"
25.03.83	15.00	4	10	92	Brennelementauflösung
04.04.83	12.55	4	<2	183	"
07.04.83	16.35	1	<2	75	"
20.04.83	10.45	3	<2	200	"
22.04.83	9.00	4	<2	233	"
22.04.83	10.00	4	<2	67	"
23.04.83	12.15	3	20	567	"
23.04.83	12.50	4	25	142	"
24.04.83	9.45	1	<2	88	"
24.04.83	10.00	1	<2	83	"
24.04.83	10.15	1	20	200	"
24.04.83	11.30	6	<2	83	"
24.04.83	11.50	4	<2	92	"
24.04.83	12.45	4	ca. 5	450	"
25.04.83	10.25	3	20	117	"
27.04.83	11.20	6	<2	70	"
27.04.83	12.05	6	<2	142	"
01.05.83	15.30	4	<2	108	"
05.05.83	11.00	4	ca. 8	333	"
05.05.83	11.05	3	ca. 5	142	"
05.05.83	11.10	6	ca. 5	117	"
05.05.83	11.50	1	ca. 10	167	"
12.05.83	14.35	4	<2	200	"
12.05.83	14.35	6	<2	67	"
17.05.83	13.20	1	<2	400	"
21.05.83	10.20	4	<2	117	"
22.05.83	9.50	6	<2	67	"
28.05.83	19.30	3	<2	183	"
30.05.83	17.50	3	<2	183	"
02.06.83	13.00	4	<2	233	"
02.06.83	14.20	4	<2	183	"
08.06.83	11.44	1	<2	67	"
08.06.83	11.49	1	<2	167	"
08.06.83	12.20	1	10	183	"
08.06.83	12.28	3	ca. 3	125	"
08.06.83	12.30	4	ca. 5	167	"
09.06.83	9.30	1	<2	2000	"
09.06.83	9.30	3	<2	92	"
09.06.83	10.00	1	<2	67	"
14.06.83	13.00	1	<2	67	Röntgenarbeiten WAK-Bereich
17.06.83	9.47	1	<2	333	Brennelementauflösung
21.06.83	14.10	1	ca. 4	183	"
22.06.83	12.12	1	<2	67	"
23.06.83	9.55	1	ca. 5	108	"
23.06.83	10.20	1	ca. 5	133	"
23.06.83	11.25	1	ca. 2	75	"
23.06.83	11.31	1	ca. 2	77	"
24.06.83	11.08	4	<2	75	"
24.06.83	12.10	4	<2	667	"
24.06.83	12.25	4	<2	67	"
24.06.83	13.15	4	<2	92	"
24.06.83	11.56	6	<2	108	"
24.06.83	12.30	6	ca. 7	200	"
24.06.83	13.35	6	ca. 5	83	"
25.06.83	14.17	4	<2	117	"
21.07.83	15.45	3	<2	75	Röntgenarbeiten WAK-Bereich
08.08.83	10.30	3	<2	108	"
08.08.83	11.00	6	<2	2000	"
08.08.83	11.30	3	<2	133	"
16.08.83	11.25	3	ca. 4	67	"
17.08.83	10.30	3	<2	67	"
17.08.83	14.00	3	<2	75	"
25.08.83	9.55	3	<2	117	"
25.08.83	10.00	4	<2	167	"
25.08.83	11.10	3	<2	400	"
25.08.83	14.15	3	<2	150	"
25.08.83	14.50	3	<2	108	"
26.08.83	8.45	3	<2	166	"
26.08.83	15.50	3	<2	67	"
06.09.83	10.19	3	<2	83	"

Tab. 5/9: Überschreitungen der eingestellten Warnschwelle (67 ips) an der Betriebsgeländegrenze der WAK

I.2.2 WAK

Zwei der insgesamt sechs Meßstellen sind Hochdosisleistungsmeßstellen. Im Meßbereich dieser Detektoren (s. Programmpunkt I.2.1) wurden auch 1983 keine Meßwerte registriert. Für die übrigen vier Meßstellen der ($\beta + \gamma$)-Niederdosisleistung zeigt Tab. 5/9 die Überschreitungen der eingestellten Warnschwellen von 67 ips und ihre Ursache.

I.3 Dosisleistungsmeßanlage

1983 wurde an den beiden Meßhütten "Nordost" und "West" keine Überschreitung der eingestellten Dosisleistungsschwelle von 0,2 $\mu\text{Sv/h}$ registriert.

I.4 Festkörperdosimeter

Das innere Meßstellennetz einschließlich der Dosimetermeßstellen entlang der Grenze des betrieblichen Überwachungsbereiches zeigt der Lageplan. Von den hier gezeigten Standorten gehören jedoch nur die fünf Meßstellen an der Betriebsgeländegrenze der WAK und die 129 Meßstellen entlang des betrieblichen Überwachungsbereiches (der Lageplan zeigt nur jede zweite Meßstelle) zum auflagebedingten Überwachungsprogramm. Alle anderen in diesem Lageplan verzeichneten Meßstellen dienen besonderen Überwachungsmaßnahmen.

Aufgrund einer behördlichen Auflage wird seit Dezember 1979 die Ortsdosis in der unmittelbaren Umgebung des Ende 1979 fertiggestellten Pufferlagers I, Gebäude 519, für LAW-Endabfälle mit Festkörperdosimetern überwacht. Diese Überwachung wurde ab Mai 1983 um das neue Gebäude 526 erweitert. Die Pufferlagergebäude sind im Lageplan noch nicht enthalten. In einem Abstand von rund 10 m von den Gebäudeaußenwänden wurden acht Meßstellen errichtet. Dosimeterwechsel und Messung erfolgen alle drei Monate. Die Überwachungsmaßnahme dient dem Nachweis der Einhaltung des Personendosisgrenzwertes im betrieblichen Überwachungsbereich gemäß § 61 der Strahlenschutzverordnung.

Die topographische Karte zeigt das äußere Dosimetermeßstellennetz. Das Meßstellennetz besteht aus zwei konzentrischen Ringen um das KfK mit Durchmessern von 4 km (36 Meßstellen) und 6 km (54 Meßstellen). Ferner gehören dazu sieben der acht Dosimetermeßstellen an den Zählrohrstationen (s. Programmpunkt I.1) in den nächstbenachbarten Ortschaften. Das Meßstellennetz ist insgesamt so dicht, daß von einer praktisch lückenlosen Überwachung der Dosisbelastung der Umgebung gesprochen werden kann.

Alle Meßstellen wurden einheitlich mit je einem Paar Thermolumineszenzdosimeter (LiF-Preßlinge, gekapselt mit 500 mg/cm^2 Plexiglas) ausgerüstet. Mit Ausnahme der 90 Meßstellen der beiden äußeren Meßstellenringe wurden alle Meßstellen zusätzlich mit je einem Paar kugelgekapselter Phosphatglasdosimeter bestückt. Die Möglichkeit von Mehrfachauswertungen der Glasdosimeter innerhalb längerer Expositionszeiträume erlaubt damit bei den Meßstellen des inneren Meßstellennetzes bei Bedarf auch rasch ausführbare Zwischenauswertungen.

Die routinemäßigen Expositionsintervalle betragen für alle Festkörperdosimeter jeweils rund sechs Monate. Alle Dosimeter, zum Schutz vor Witterungseinflüssen in Plastikbeutel eingeschweißt, werden jeweils im Mai und im November zur Ausmessung eingeholt. Zur Vermeidung einer zeitlichen Überwachungslücke werden gleichzeitig neue Dosimeter ausgehängt. Die Aufhängung erfolgt entweder an Bäumen oder an galgenförmig gebogenen Drähten, die an den oberen Enden von Aluminiumstandrohren 3 m über dem Boden befestigt sind.

Für den Expositionszeitraum von November 1982 bis November 1983 ergaben sich für die auftragsbedingten Meßstellen die in Tab. 5/10 zusammengestellten Jahresdosiswerte. Die mit Phosphatglas- und Thermolumineszenzdosimetern gemessenen Jahreswerte zeigen eine gute Übereinstimmung.

Meßstellengruppe	Expositionszeit	Anzahl der Meßstellen	Dosiswerte in μSv		
			Mittelwert	min. Wert	max. Wert
Grenze des betrieblichen Überwachungsbereiches des KfK	Nov. 82 - Nov. 83	129	576	509	643
Betriebsgeländegrenze der WAK	Nov. 82 - Nov. 83	5	615	583	632
Unmittelbare Umgebung des Zwischenlagers der LAW-Endabfälle, Geb. 519	Nov. 82 - Mai 83	6	440	370	530
Unmittelbare Umgebung des Zwischenlagers der LAW-Endabfälle, Geb. 519 und 526	Mai 83 - Nov. 83	8	420	330	580
Zählrohrstationen (benachbarte Orte des KfK)	Nov. 82 - Nov. 83	8	665	602	726
Meßstellen um das KfK mit 4 km Durchmesser	Nov. 82 - Nov. 83	36	559	519	672
Meßstellen um das KfK mit 6 km Durchmesser	Nov. 82 - Nov. 83	54	589	534	707

Tab. 5/10: Mittelwerte und Streubereiche der mit Thermolumineszenzdosimetern gemessenen Dosiswerte für die Periode November 1982 bis November 1983

II. Radioaktivitätsmessungen

II.1 Luft (Aerosole und gasförmiges Iod)

Zur Überwachung der Aerosolaktivität werden in den Meßhütten "West", "Nordost" und "Forsthaus" feststehende Einzelfilter eingesetzt. Die Meßhütten "West" und "Nordost" befinden sich innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereiches innerhalb der beiden Hauptausbreitungssektoren bezüglich der wichtigsten Emittenten des KfK (s. Lageplan). Die Meßhütte "Forsthaus" liegt nordöstlich der WAK und damit am Rande des Hauptausbreitungssektors, bezogen auf den Abluftkamin der WAK; sie ist im Lageplan durch ein blauumrandetes, rotes Quadrat (Zählrohr Außenstation und Aerosolmeßstelle) gekennzeichnet.

Die Luftstaubmessung erfolgt auf Filtern von 20 cm Durchmesser mit Hilfe von Aggregaten mit einer Saugleistung von ca. $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Der Filterwechsel erfolgt zweimal wöchentlich, jeweils montags und donnerstags. Die Bestimmung der langlebigen α - und β -Aktivität (s. Tab. 5/11) erfolgt jeweils ca. sieben Tage nach der Filterentnahme. Auflagebedingt, wenn der Mittelwert der β -Aktivität eines Quartals $> 1,9 \text{ mBq/m}^3$ ist, soll die Sr-90-Aktivität des Quartals bestimmt werden. Die Quartalsmittelwerte der β -Aktivität blieben unterhalb $1,9 \text{ mBq/m}^3$, weshalb die Sr-90-Aktivitätsbestimmung für das Jahr 1983 entfällt. Tab. 5/12 zeigt die Ergebnisse der Messung der I-131-Aktivitätskonzentration. Es wurden keine Meßwerte oberhalb der Nachweisgrenze gefunden. Darüber hinaus werden monatlich eine γ -spektrometrische Analyse der

Monat	Monatsmittel der Brutto-Aktivitätskonzentration a in mBq/m ³ (ca. sieben Tage nach Probenahme)					
	Meßhütte "West"		Meßhütte "Nordost"		Meßhütte "Forsthaus"	
	a _α	a _β	a _α	a _β	a _α	a _β
Januar	<0,045	0,59	<0,044	0,76	0,044	0,69
Februar	<0,047	0,73	0,050	0,78	0,054	0,78
März	<0,045	0,91	<0,071	<1,00	<0,047	0,88
April	<0,032	<0,47	<0,035	<1,41	<0,033	0,60
Mai	<0,024	<0,34	<0,027	0,82	<0,024	<0,56
Juni	<0,031	<0,69	<0,037	0,92	<0,039	0,77
Juli	<0,049	0,98	<0,055	1,1	0,064	1,0
August	<0,044	1,0	<0,052	1,2	0,062	1,1
September	<0,043	0,81	<0,040	1,0	<0,045	0,88
Oktober	<0,057	1,2	<0,063	1,7	<0,060	1,5
November	0,051	1,3	0,063	1,6	0,056	1,4
Dezember	<0,070	1,1	0,076	1,3	<0,067	1,4

Tab. 5/11: Langlebige α- und β-Bruttoaktivitätskonzentration in der Luft (Aerosole). Nachweisgrenze: a_α: < 0,074 mBq/m³, a_β: < 0,26 mBq/m³

Datum des Filterwechsels	I-131-Aktivitätskonzentration in mBq/m ³ bezogen auf die Mitte des Sammelzeitraumes		
	Meßhütte "Nordost"	Meßhütte "West"	Meßhütte "Forsthaus"
14.01.	<1,2	<1,2	<1,6
31.01.	<1,2	<0,84	<1,4
16.02.	<0,50	<0,50	<0,66
28.02.	<0,66	<0,55	<0,68
15.03.	<0,56	<0,46	<0,60
31.03.	<0,49	<0,29	<0,47
15.04.	<1,1	<1,2	<1,6
29.04.	<0,63	<0,29	<0,54
16.05.	<0,50	<0,25	<0,60
31.05.	<0,62	<0,29	<0,50
15.06.	<0,56	<0,30	<0,74
30.06.	<1,5	<0,38	<1,3
15.07.	<0,63	<0,69	<0,87
01.08.	<0,54	<0,50	<0,72
15.08.	<0,72	<0,27	<0,66
31.08.	<0,78	<0,50	<0,59
15.09.	<1,2	<1,2	<1,7
30.09.	<1,3	<1,6	<1,1
14.10.	<1,3	<1,6	<2,6
31.10.	<1,1	<1,1	<1,4
15.11.	<1,2	<1,1	<1,6
30.11.	<0,60	<0,70	<0,97
15.12.	<0,65	<0,86	<1,2
30.12.	<1,3	<1,4	<1,7

Tab. 5/12: I-131-Aktivitätskonzentration in der Luft (Aerosole). Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an.

Nuklid	Maximale spezifische Aktivität in µBq/m ³					
	Meßhütte "Nordost"		Meßhütte "West"		Meßhütte "Forsthaus"	
Be-7	4760±300	Juli*	3620±190	Juli*	2830±200	Oktober*
Ag-110m	57± 16	Januar*	-	-	-	-
Sb-125	110± 50	April*	-	-	-	-
Cs-134	62± 29	April*	-	-	-	-
Cs-137	580± 37	April*	60± 19	Oktober*	142± 17	Oktober*

*Monat des Maximums

Tab. 5/13: Maximale spezifische Aktivität der in der Luft (Aerosole) nachgewiesenen Einzelnuclide

Aerosolaktivität und eine radiochemische Bestimmung von Pu-238 und Pu-239+240 durchgeführt. Dazu werden aus den Stapeln der übereinandergelegten Originalfilter eines Monats mehrere kleine Stapel von Filterscheiben mit 5 cm Durchmesser ausgestanzt. Die auf diese Weise entstehenden zylindrischen Filterpäckchen werden γ -spektrometrisch untersucht und anschließend zur Plutoniumbestimmung radiochemisch aufbereitet. Die durch γ -Spektrometrie dieser Proben ermittelten Aktivitätskonzentrationen von Einzelnukliden werden auf die Mitte des jeweiligen Sammelintervalles, also auf die Monatsmitte als fiktivem Probenahmezeitpunkt bezogen. Die Ergebnisse der γ -spektrometrischen Untersuchung der Aerosolaktivität wurden in die Tab. 5/13 eingetragen. Es wurden nur diejenigen Nuklide berücksichtigt, die mindestens für einen Monat eine Konzentration über der Nachweisgrenze haben. Tab. 5/14 enthält die Monatswerte für Pu-238 und Pu-239+240.

1983	Monatsmittel der Pu-Aktivitätskonzentration in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ (gemeinsame chemische Aufbereitung aller Filter des Monats)					
	Meßhütte "Nordost"		Meßhütte "West"		Meßhütte "Forsthaus"	
	Pu-238	Pu-239+240	Pu-238	Pu-239+240	Pu-238	Pu-239+240
Januar	<0,56	<0,037	<0,41	<0,12	<0,56	<0,41
Februar	<0,60	<0,60	<0,45	<0,45	<0,12	<0,49
März	0,93±0,15	1,3 ±0,2	0,56±0,15	0,86±0,19	<0,15	<0,15
April	<0,37	0,77±0,15	<0,23	0,74±0,15	<0,23	0,56±0,11
Mai	0,33±0,11	0,59±0,15	<0,67	<0,19	<1,8	<1,0
Juni	<0,26	0,81±0,15	<0,12	<0,15	0,37±0,11	0,48±0,11
Juli	<0,19	0,33±0,11	<0,15	0,33±0,11	<0,12	<0,15
August	<0,30	0,70±0,15	0,26±0,07	0,25±0,11	<0,19	6,1 ±0,5
September	<0,075	0,15±0,04	<0,075	2,37±0,15	<0,075	<0,15
Oktober	<0,19	<0,15	<0,37	<0,12	<0,15	0,22±0,07
November	0,52±11	0,59±0,07	<0,37	<0,33	<0,19	0,19±0,07
Dezember	<0,15	<0,23	0,33±0,11	<0,19	0,52±0,11	0,59±0,11

Tab. 5/14: Aktivitätskonzentration von Pu-238 und Pu-239+240 in der Luft (Aerosole). Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

II.2 Niederschlag

Auf den Meßhütten "Nordost" und "West" und nordöstlich der Wiederaufarbeitungsanlage (s. Lageplan) werden Niederschläge gesammelt und zweimal monatlich ihre α - und β -Aktivitätskonzentration und ihre Tritiumkonzentration gemessen. Eine radiochemische Strontiumbestimmung und eine γ -spektroskopische Untersuchung werden auflagebedingt nur bei Überschreitung des vorgegebenen Grenzwertes von 7,4 Bq/l für die β -Gesamtaktivitätskonzentration vorgenommen. Dies war für keinen der Monate des Jahres 1983 der Fall. Tab. 5/15 enthält die Ergebnisse der Messungen der langlebigen α - und Rest- β -Bruttoaktivitätskonzentration und die Tritiumkonzentration im Niederschlag sowie die Flächenbelastung durch Niederschlag für die Meßhütten "Nordost", "West" und "Sammelstelle WAK".

1 9 8 3	Bruttoaktivitätskonzentration a und Flächenbelastung f				H-3-Aktivitätskonzentra- tion und Flächenbelastung	
	a	f	a _{Rest-β}	f _{Rest-β}	Bq/l	kBq/m ²
	Bq/l	Bq/m ²	Bq/l	Bq/m ²		
Meßhütte "Nordost"						
Januar	<0,16	<6,5	0,24	9,9	29	1,2
Februar	<0,16	<6,6	<0,11	< 4,4	12	0,52
März	<0,13	<5,9	<0,20	< 9,1	51	2,4
April	<0,060	<7,4	<0,069	< 8,5	26	0,31
Mai	<0,055	<9,0	0,054	8,9	16	2,7
Juni	0,083	4,2	<0,066	< 3,4	5,8	0,31
Juli	0,21	3,5	0,26	4,4	7,4	0,13
August	<0,54*	<11*	<0,40*	< 7,5*	13	0,25
September	<0,084	<5,6	<0,14	< 9,2	49	3,2
Oktober	<0,17	<6,8	<0,26	<11	21	0,85
November	<0,11	<3,5	<0,11	< 3,6	9,9	0,33
Dezember	<0,15	<5,5	<0,18	< 6,6	10	0,38
Meßhütte "West"						
Januar	<0,16	<6,3	<0,21	< 8,1	< 6,7	<0,27
Februar	<0,15	<6,7	0,17	7,5	19	0,86
März	<0,12	<5,8	<0,20	< 9,6	29	1,4
April	<0,066	<8,1	<0,077	< 9,5	12	1,5
Mai	<0,049	<9,0	0,078	14	< 4,7	<0,87
Juni	<0,065	<3,4	0,31	16	7,5	0,39
Juli	0,24	4,4	0,62	11	9,3	0,17
August	<0,32*	<4,7*	0,25*	3,6*	6,4	0,092
September	<0,088	<6,3	<0,24	<17	12	0,87
Oktober	<0,16	<8,0	<0,20	< 9,6	6,8	0,34
November	<0,10	3,7	0,25	9,0	4,6	0,17
Dezember	<0,19	<7,0	<0,21	< 7,3	< 5,4	<0,20
"Sammelstelle WAK"						
Januar	<0,15	<6,2	<0,16	< 6,6	81	3,4
Februar	<0,15	<6,3	<0,16	< 6,7	82	3,5
März	<0,12	<5,8	<0,17	< 8,7	75	3,8
April	<0,061	<7,5	<0,060	< 7,4	42	5,2
Mai	<0,054	<9,5	0,058	10	50	8,9
Juni	<0,064	<2,3	0,12	4,5	7,2	0,28
Juli	<0,17	<2,7	0,27	4,4	19	0,31
August	<0,36*	<4,2*	0,32*	3,7*	9,6	0,11
September	<0,087	<6,0	<0,18	<13	77	5,3
Oktober	<0,17	<6,5	<0,31	<13	87	3,5
November	<0,11	<3,5	0,29	9,5	20	0,66
Dezember	<0,18	<6,5	<0,24	< 8,9	18	0,68

*In der zweiten Hälfte des Monats August zu wenig Niederschlag, daher Angabe der α- und Rest-β-Aktivitätskonzentration aus der ersten Monatshälfte.

Tab. 5/15: Langlebige α-, Rest-β-Brutto- und H-3-Aktivitätskonzentration im Niederschlag und Flächenbelastung durch Niederschlag. Nachweisgrenze: a und a_β: < 0,44 Bq/l ab ca. 0,5 l gesammeltem Niederschlag, a_{H-3}: < 6,3 Bq/l.

II.3 Wasser

II.3.1 Oberflächenwasser

II.3.1.1 Sammelstelle Hirschkanal

Die α - und β -Bruttoaktivität und die Tritiumaktivität des Hirschkanals werden durch kontinuierliche Probenahme von Oberflächenwasser nahe der NO-Ecke des Kernforschungszentrums überwacht. Die Probenahmestelle liegt unterhalb der Wasserausläufe der sechs Sandfänge des Kernforschungszentrums, über die alle Regen- und Kühlwässer des KfK (ca. $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$) in den Hirschkanal eingeleitet werden. Die Aktivität wird wöchentlich in kontinuierlich entnommenen Mischproben bestimmt. Die nach dem Überwachungsprogramm bei β -Aktivitätskonzentrationen der Wochenmischproben von $> 740 \text{ mBq/l}$ vorgesehenen γ -spektrometrischen Untersuchungen mußten in keinem Fall durchgeführt werden. In Tab. 5/16 sind die langlebigen α -, Rest- β -Brutto- und Tritiumaktivitätskonzentrationen für die Sammelstelle Hirschkanal eingetragen.

1983	Monatsmittel der Bruttoaktivitätskonzentration a in mBq/l (ca. sieben Tage nach Probenahme)		Tritiumaktivitätskonzentration in Bq/l
	a_α	$a_{(\text{Rest-}\beta)}$	$a_{\text{H-3}}$
Januar	<54*	<35	14
Februar	<54	<37	14
März	<55	<39	10
April	<56	<35	14
Mai	<59	<40	12
Juni	<59	<36	10
Juli	<56	<38	10
August	<66	<48	11
September	<71	<40	11
Oktober	<59	<46	10
November	<66	<37	12
Dezember	<62	<36	<12

*Wenn mindestens ein Meßwert einer Wochenmischprobe kleiner als die Nachweisgrenze ist, wird für den Mittelwert des Monats bzw. des Jahres die Bezeichnung "<" vorgeschrieben.

Tab. 5/16: Langlebige α -, Rest- β -Brutto- und H-3-Aktivitätskonzentration in Oberflächenwasser, Sammelstelle Hirschkanal (nahe NO-Ecke des KfK). Nachweisgrenze a_α : 78 mBq/l, a_β : 48 mBq/l, $a_{\text{H-3}}$: 6,3 Bq/l.

II.3.1.2 Sammelstelle Altrhein

Die langlebige β -Bruttoaktivität und die Tritiumaktivität des Altrheins werden durch kontinuierliche Probenahme von Oberflächenwasser ca. 400 m unterhalb der Abwassereinleitung überwacht. Tab. 5/17 enthält die Meßergebnisse der langlebigen Rest- β -Brutto- und die Tritiumaktivitätskonzentration. Die nach dem Überwachungsprogramm vorgesehenen γ -spektrometrischen Untersuchungen sind in Tab. 5/18 eingetragen.

Probenahmezeitraum	Quartalsmittel der langlebigen Rest- β -Bruttoaktivitätskonzentration in mBq/l (ca. sieben Tage nach Probenahme)	Tritiumaktivitätskonzentration in Bq/l
1. Quartal 1983	61	4 600
2. Quartal 1983	56	6 000
3. Quartal 1983	<34	3 200
4. Quartal 1983	<34	3 500

Tab. 5/17: Langlebige Rest- β -Brutto- und Tritiumaktivitätskonzentration in Oberflächenwasser, Sammelstelle Altrhein, ca. 400 m unterhalb der Abwassereinleitung. Nachweisgrenze a_{β} : 37 mBq/l, a_{H-3} : 6,3 Bq/l.

Nuklid	Aktivitätskonzentration der Quartalsmischproben in mBq/l			
	1. Quartal 1983	2. Quartal 1983	3. Quartal 1983	4. Quartal 1983
Cr-51	<67	<33	<69	<72
Mn-54	<10	< 3,9	< 3,7	< 8,8
Co-57	< 8,0	< 3,7	< 3,3	< 9,0
Co-58	<10	< 3,9	< 3,7	< 8,8
Fe-59	<18	< 8,9	< 7,8	<17
Co-60	< 7,0	< 3,8	< 3,6	< 6,3
Zn-65	<17	< 9,5	< 8,4	<17
Zr-95	<15	< 6,0	< 6,7	<14
Nb-95	< 9,0	< 4,2	< 3,6	< 8,5
Ru-103	< 8,0	< 3,9	< 3,6	< 8,1
Ru-106/Rh-106	<78	<35	<31	<76
Ag-110m	<12	< 5,8	< 5,2	<13
Sb-124	<14	< 7,2	< 6,4	<13
Sb-125	<21	<11	< 9,9	<25
I-131	< 8,0	< 4,0	< 3,6	< 8,5
Cs-134	< 9,0	< 4,7	< 3,7	< 8,4
Cs-137	< 8,0	< 4,1	< 4,1	< 8,6
Ba-140/La-140	<24	<10	< 9,3	<24
Ce-141	<14	< 6,2	< 5,4	<16
Ce-144	<63	<28	<25	<72
Am-241	<43	<26	<22	<51
Be-7	<69	<34	<31	<71

Tab. 5/18: γ -spektrometrisch ermittelte Aktivitätskonzentration von Einzelnucliden in Oberflächenwasser, Sammelstelle Altrhein ca. 400 m unterhalb der Abwassereinleitung. Quartalsmittel bezogen auf die Mitte des Sammelzeitraums. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

II.3.2 Grund- und Trinkwasser

Überwacht wurden die Wasserwerke "Süd" und "Tiefgestade" des Kernforschungszentrums, die Wasserwerke Leopoldshafen, Linkenheim-Hochstetten und Karlsruhe-Hardtswald, die beiden Schluckbrunnen der WAK sowie der Beobachtungsbrunnen PIV/1 zwischen dem KfK und Linkenheim (s. Lageplan). Einen Überblick über die Ergebnisse der Überwachung vermittelt Tab. 5/19. Auch hier erreichten die β -Aktivitätskonzentrationen nie den Grenzwert von 370 mBq/l, so daß eine γ -spektrometrische Analyse der Proben in keinem Fall erforderlich war.

II.4 Biologisches Material

Dem Altrhein, einem früheren Seitenarm des Rheins, der für die Abwässer des Kernforschungszentrums als Vorfluter dient, werden in bestimmten zeitlichen Abständen Schlamm- und Sestonproben sowie Fische und Wasserpflanzen entnommen. Für die Kühl- und Regenwässer aus dem KfK dient der Hirschkanal als Vorfluter. Der Radioaktivitätsgehalt von Schlammproben aus dem Hirschkanal wird wöchentlich überwacht. Den Verlauf der beiden als Vorfluter dienenden Oberflächengewässer zeigt der Lageplan.

Probenahmestelle	Probenahmedatum 1983	Aktivitätskonzentration		
		a	a _{Rest-β} in mBq/l	H-3 in Bq/l
Wasserwerk "Süd" des KfK, Standort Betriebsgelände	08.02.	60+21	42+13	9+6
	04.05.	58	35	5
	08.08.	71	34	7+5
	10.11.	63	46	6+5
Wasserwerk "Tiefgestade" des KfK, Standort: Leopoldshafen	08.02.	50	39+32	6
	04.05.	52	34	5
	08.08.	74+25	67+42	8+5
	10.11.	47	55+39	5
Wasserwerk Eggenstein-Leopoldshafen, Ortsteil: Leopoldshafen	08.02.	54	33	8+6
	04.05.	61	35	8+5
	08.08.	79+30	54+42	8+5
	10.11.	81+44	47	8+5
Wasserwerk Linkenheim-Hochstetten, Ortsteil: Hochstetten	08.02.	69+21	33	17+7
	04.05.	60	60	10+5
	08.08.	85	63+42	9+5
	10.11.	69	47	10+5
Schluckbrunnen 1 des KfK (Grundwasserhaltung der WAK), ca. 500 m westlich der WAK (neue Bezeichnung: QI/1)	08.02.	56	33	15+7
	06.05.	59	35	15+5
	09.08.	77	35+42	18+5
	09.11.	71	47	15+5
Schluckbrunnen 2 des KfK (Grundwasserhaltung der WAK) ca. 900 m nordwestlich der WAK (neue Bezeichnung: RI/1)	08.02.	57	33	21+7
	06.05.	57	35	21+6
	09.08.	96+30	45+42	20+5
	09.11.	54	35	18+5
Beobachtungsbrunnen P zwischen KfK und Wasserwerk Linkenheim (neue Bezeichnung: PIV/1)	08.02.	58	33	16+7
	06.05.	64	35	14+5
	08.08.	79	34	12+5
	09.11.	60	36	13+5
Wasserwerk Karlsruhe-Hardtwald bei Eggenstein (Referenzstelle halbjährlich)	04.05.	62	35	5
	*	*	*	*

*Wegen Bauarbeiten von September 1983 bis Januar 1984 keine Probenahme möglich

Tab. 5/19: Langlebige α-, Rest-β-Brutto- und Tritiumaktivitätskonzentration in Grund- und Trinkwasser. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

Die Überwachung von Bodenproben, Futterpflanzen und landwirtschaftlichen Produkten wie Weizen, Blatt- und Wurzelgemüse wird jeweils jährlich zur Erntezeit durchgeführt. Die Probenahmen erfolgen in den beiden Hauptausbreitungssektoren.

Alle hier genannten Probenmaterialien werden auf ihren Gehalt an langlebiger α - und β -Aktivität untersucht. Für die meisten Proben wird die spezifische Aktivität von Einzelnucliden durch γ -Spektrometrie ermittelt. An einer begrenzten Anzahl von Proben werden außerdem radiochemische Analysen zur Bestimmung ihres Strontium- und Plutoniumgehaltes durchgeführt.

II.4.1 Schlamm

II.4.1.1 Probenahmestelle Hirschkanal (nahe NO-Ecke des KfK)

Die Überwachung der Radioaktivität des Schlammes im Hirschkanal erfolgt anhand von wöchentlich geschöpften Stichproben (s. Tab. 5/20). Die Probenahmestelle liegt in der Nähe der NO-Ecke des KfK und damit unterhalb der sechs Kühl- und Regenwassereinleitungsstellen hinter den sogenannten Sandfängen (s. Lageplan). Darüber hinaus ist die spezifische Aktivität von Einzelnucliden durch γ -Spektrometrie zu ermitteln, wenn die spezifische α -Gesamtaktivität der Proben 370 mBq/g TS und/oder die spezifische β -Gesamtaktivität 1,11 Bq/g TS übersteigt. Die Ergebnisse der γ -Spektrometrie für die Nuclide mit einer Konzentration oberhalb der Nachweisgrenze zeigt Tab. 5/21.

Probenahmedatum 1983	spez. Aktivität a (nach ca. sieben Tagen) in Bq/g TS		Probenahmedatum 1983	spez. Aktivität a (nach ca. sieben Tagen) in Bq/g TS	
	a_α	a_β		a_α	a_β
04.01.	0,17	1,3	05.07.	0,38	1,7
11.01.	0,19	1,4	12.07.	0,37	1,9
18.01.	0,16	1,2	19.07.	0,24	1,4
25.01.	0,31	1,9	26.07.	0,22	1,1
01.02.	0,070	0,84	02.08.	0,14	1,0
08.02.	0,14	1,1	09.08.	1,1	3,5
15.02.	0,086	0,91	16.08.	0,16	1,3
22.02.	0,16	1,2	23.08.	0,14	1,2
			30.08.	0,21	1,2
01.03.	0,22	1,2	06.09.	0,50	1,9
08.03.	<0,046	1,0	13.09.	0,39	1,7
15.03.	0,064	0,71	20.09.	0,49	2,0
22.03.	0,11	0,91	27.09.	0,18	1,3
29.03.	0,099	0,71			
05.04.	0,11	0,94	04.10.	0,15	1,3
12.04.	0,25	1,7	11.10.	0,39	1,9
19.04.	0,11	0,99	18.10.	0,27	1,3
26.04.	0,17	1,1	26.10.	<0,071	0,94
03.05.	0,39	1,8	02.11.	0,38	2,3
10.05.	0,054	0,67	08.11.	0,44	2,2
17.05.	0,13	1,0	15.11.	0,13	1,5
24.05.	0,44	1,8	22.11.	0,35	1,5
31.05.	0,21	1,0	29.11.	0,29	1,4
07.06.	0,16	1,2	06.12.	0,14	1,1
14.06.	0,19	1,0	13.12.	0,34	1,5
21.06.	0,40	1,9	20.12.	0,084	0,82
28.06.	0,088	0,94	27.12.	0,50	2,0

Tab. 5/20: Langlebige spezifische α - und β -Bruttoaktivität im Schlamm, Probenahme Hirschkanal (nahe NO-Ecke des KfK). Nachweisgrenze a_α : 0,074 Bq/g TS, a_β : 0,150 Bq/g TS.

Nuklid	maximale spezifische Aktivität in mBq/g TS	Probenahmedatum 1983
Be-7	278+48	05.07.
K-40	570+60	07.06.
Co-60	46+ 2	19.07.
Ru-106/Rh-106	98+47	03.05.
Sb-125	36+12	03.05.
Cs-134	52+ 6	09.08.
Cs-137	2 715+24	09.08.
Ce-144	121+20	03.05.
Eu-154	20+ 7	27.12.
Eu-155	45+13	03.05.
Am-241	150+60	09.08.

Tab. 5/21: Maximale spezifische Aktivität von Einzelnucliden, die in den wöchentlichen Schlammproben durch γ -Spektrometrie nachgewiesen wurden. Probenahmestelle Hirschkanal (nahe NO-Ecke des KfK), Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

II.4.1.2 Probenahmestelle Altrhein, Gemarkungsgrenze unterhalb Abwassereinleitung

Zur Überwachung des Altrheins, dem Vorfluter für die geklärten Chemie- und Fäkalabwässer des KfK, sind monatlich Schlammproben im Altrhein bei Leopoldshafen, ca. 80 m unterhalb der Abwassereinleitungsstelle zu entnehmen und die langlebige α - und β -Bruttoaktivität zu bestimmen (s. Tab. 5/22). Wenn die Bedingung " α -Aktivitätskonzentration > 370 mBq/g TS und/oder β -Aktivitätskonzentration $> 1,11$ Bq/g TS" erfüllt ist, muß γ -Spektrometrie erfolgen. Dies war 1983 nie der Fall. Die programmbedingte Pu-238- und Pu-239+240-Ergebnisse sind in Tab. 5/22 eingetragen.

1983	Probe-nahmedatum	spezifische Aktivität a (nach ca. sieben Tagen in Bq/g TS)	
		a_α	a_β
Januar	17.01.	0,09	0,54
Februar	18.02.	0,14	0,80
März	10.03.	0,16	0,89
April	18.04.	0,12	0,61
Mai	20.05.	0,35	0,88
Juni	20.06.	0,15	0,74
Juli	18.07.	0,15	0,77
August	12.08.	0,25	0,75
September	09.09.	0,19	0,80
Oktober	17.10.	0,08	0,56
November	11.11.	0,16	0,89
Dezember	12.12.	0,06	0,74
Quartal		spezifische Pu-Aktivität in mBq/g TS	
		Pu-239+240	Pu-238
1. Quartal	18.02.	0,74+0,04	0,52+0,04
2. Quartal	20.05.	2,1 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1
3. Quartal	12.08.	12,2 \pm 0,9	9,1 \pm 0,6
4. Quartal	11.11.	13,8 \pm 0,8	8,8 \pm 0,5

Tab. 5/22: Langlebige spezifische α -, β -Brutto- und Pu-Aktivität im Schlamm. Probenahmestelle Altrhein unterhalb der Abwassereinleitung. Nachweisgrenze a_α : 66 mBq/g TS, a_β : 140 mBq/g TS, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

II.4.1.3 Probenahmestelle oberhalb der Abwassereinleitung als Referenzstelle

Das Überwachungsprogramm fordert außerdem halbjährlich die Entnahme einer Schlammprobe oberhalb der Abwassereinleitungsstelle und die Bestimmung ihrer spezifischen α - und β -Gesamtaktivität. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tab. 5/23 eingetragen. Die geforderten Probenahmen erfolgten im März und September 1983 an der Altrheinbrücke in Leopoldshafen. Wegen der niedrigen Aktivitätswerte ist programmbedingt eine γ -Spektrometrie an dieser Stelle nicht erforderlich.

Probenahmedatum	spezifische Aktivität a in Bq/g TS (nach ca. sieben Tagen)	
	a_α	a_β
1. Halbjahr / 10.03.	0,16	0,89
2. Halbjahr / 19.09.	0,19	0,80

Tab. 5/23: Langlebige spezifische a_α - und β -Bruttoaktivität in Schlamm. Probenahmestelle Altrhein oberhalb der Abwassereinleitung als Referenzstelle. Nachweisgrenze a_α : 0,060 Bq/g TS, a_β : 0,14 Bq/g TS.

II.4.2 Seston

Die Sestonprobenahmen im Altrhein unterhalb der Einleitungsstelle der Abwässer aus dem KfK wurden 1983 auflagegemäß vierteljährlich durchgeführt. Eine Übersicht über die Seston-Meßergebnisse vermittelt Tab. 5/24.

Probenahmedatum	spezifische Aktivität a in Bq/g TS (nach ca. sieben Tagen)		spezifische Plutoniumaktivität in mBq/g TS	
	a_α	a_β	Pu-239+240	Pu-238
1. Quartal / 18.02.	0,53	1,2	4,4 \pm 0,2	3,1 \pm 0,2
2. Quartal / 20.05.	0,58	1,4	31,0 \pm 1,5	21,0 \pm 1,1
3. Quartal / 12.08.	0,53	1,4	67 \pm 5	34,0 \pm 2,6
4. Quartal / 31.10.	0,47	2,2	28,0 \pm 1,7	30,0 \pm 1,4

Tab. 5/24: Langlebige spezifische α -, β -Brutto- und Plutoniumaktivität in Seston. Probenahmestelle Altrhein unterhalb der Abwassereinleitung. Nachweisgrenze a_α : 0,060 Bq/g TS, a_β : 0,12 Bq/g TS, Pu: Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

II.4.3 Fisch

Der Überwachung des Vorfluters dienen auch die halbjährlichen Probenahmen von Fisch. Nach dem Überwachungsprogramm sollen möglichst Fried- und Raubfische untersucht werden, wobei die Bestimmung der spezifischen α - und Rest- β -Aktivität durch nuklidspezifische Bestimmungen des K-40- und Sr-90-Gehaltes und durch γ -spektrometrische Messungen zu ergänzen sind. Die Meßergebnisse für 1983 wurden in Tab. 5/25 zusammengefaßt. Gemessen wurde der Aktivitätsgehalt des für die Ingestionsdosis allein relevanten Fischfleisches.

Fischart	Brachse	Hecht + Barsch	Brachse	Hecht + Barsch
Probenahmedatum	1. Halbjahr 1983 (26.03.)		2. Halbjahr 1983 (31.10.)	
Nuklid bzw. Art der Aktivität	spezifische Aktivität in mBq/g Frischsubstanz			
Rest-β (nach ca. sieben Tagen)	<46	<39	<29	<32
K-40	113+4	91+3	62+2	72+3
Sr-90	< 0,047	< 0,044	0,030+0,07	< 0,021
Cr-51	< 0,41	< 0,50	< 0,31	< 0,44
Mn-54	< 0,070	< 0,072	< 0,050	< 0,081
Co-57	< 0,031	< 0,052	< 0,031	< 0,036
Co-58	< 0,070	< 0,072	< 0,050	< 0,081
Fe-59	< 0,17	< 0,19	< 0,12	< 0,19
Co-60	< 0,11	< 0,077	< 0,058	< 0,090
Zn-65	< 0,23	< 0,21	< 0,15	< 0,24
Zr-95	< 0,13	< 0,13	< 0,071	< 0,14
Nb-95	< 0,069	< 0,070	< 0,046	< 0,075
Ru-103	< 0,055	< 0,063	< 0,034	< 0,063
Ru-106/Rh-106	< 0,54	< 0,58	< 0,61	< 0,61
Ag-110m	< 0,11	< 0,11	< 0,067	< 0,13
Sb-124	< 0,12	< 0,094	< 0,065	< 0,13
Sb-125	< 0,16	< 0,19	< 0,11	< 0,17
I-131	< 0,052	< 0,060	< 0,035	< 0,056
Cs-134	< 0,070	0,10+0,09	< 0,050	< 0,082
Cs-137	2,1+0,1	2,4 +0,2	0,89+0,09	1,38+0,14
Ba-140/La-140	< 0,16	< 0,17	< 0,097	< 0,17
Ce-141	< 0,057	< 0,086	< 0,054	< 0,062
Ce-144	< 0,26	< 0,40	< 0,25	< 0,28
Am-241	< 0,26	< 0,28	< 0,23	< 0,20
Be-7	< 0,48	< 0,57	< 0,34	< 0,54

Tab. 5/25: Langlebige spezifische Rest-β-Brutto-, K-40- und Sr-90-Aktivität sowie durch γ-Spektrometrie ermittelte spezifische Aktivität von Einzelnukliden in Fischen aus dem Altrhein unterhalb der Abwassereinleitungsstelle. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

II.4.4 Wasserpflanzen

Die Ergebnisse der halbjährlich durchgeführten Überwachung des Aktivitätsgehaltes von Wasserpflanzen aus dem Altrhein wurden in Tab. 5/26 dargestellt.

II.4.5 Bewuchs

Die Probenahmebereiche für landwirtschaftliche Produkte wie Futterpflanzen und pflanzliche Nahrungsmittel (Programmpunkte II.4.5 und II.4.6) entsprechen den beiden Hauptwindrichtungssektoren. Diese Bereiche (s. Lageplan) wurden auf folgende Weise ermittelt: Die am meteorologischen Meßmast des KfK über einen Zeitraum von zehn Jahren ermittelte Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen weist zwei Hauptsektoren aus: 1. Wind aus 205° - 245° und 2. Wind aus 45° - 75°. Diesen beiden Hauptwindrichtungssektoren entsprechen die beiden Hauptausbreitungssektoren $\Delta\phi_1 = 25^\circ - 65^\circ$ (nordöstlich des KfK) und $\Delta\phi_2 = 225^\circ - 255^\circ$ (westsüdwestlich des KfK). Die Winkel $\Delta\phi_1$ und $\Delta\phi_2$ wurden an den Standorten der Abluftkamine der sieben wichtigsten Emittenten des KfK mit Emissionshöhen zwischen 60 m und 100 m angetragen. Als innere radiale Begrenzung der verschiedenen Hauptausbreitungssektoren wurde der Grenzzaun des betrieblichen Überwachungsbereiches gewählt, als äußere radiale Begrenzung ein Radius von jeweils 5 km, was bei Zugrundelegung einer neutralen Diffusionskategorie etwa jener Entfernung vom Emittenten entspricht, in der noch ca. 10 % der maximalen Immissionskonzentration zu erwarten sind.

Pflanzenart	Schilf	Sumpfstiest	Schilf	Sumpfstiest
Probenahmedatum	1. Halbjahr 1983 (08.06.)		2. Halbjahr 1983 (02.11.)	
Nuklid bzw. Art der Aktivität	spezifische Aktivität in mBq/g TS			
Rest-β (nach ca. sieben Tagen)	<310	<350	<140	<360
K-40	740±27	760±35	340±37	590±35
Cr-51	<4,4	<6,2	<7,8	<9,9
Mn-54	<0,79	<0,97	<1,4	<1,5
Co-57	<0,36	<0,45	<0,60	<1,1
Co-58	<0,79	<0,97	<1,4	<1,5
Fe-59	<1,7	<2,2	<2,6	<3,1
Co-60	<1,3	3,4±1,4	<1,5	13,6±1,9
Zn-65	<2,0	<2,7	<3,1	<3,0
Zr-95	<1,4	<1,8	<2,3	<2,7
Nb-95	<0,77	<0,97	<1,3	<1,5
Ru-103	<0,63	<0,76	<1,1	<1,3
Ru-106/Rh-106	<6,2	<7,6	<11	<11
Ag-110m	<1,4	<1,4	<1,9	<1,9
Sb-124	<1,3	<1,6	<2,4	<1,8
Sb-125	<1,7	2,6±2,3	<3,0	6,8±4,5
I-131	<0,55	<0,69	<0,99	<1,2
Cs-134	<0,79	2,5±1,1	<1,4	9,5±1,9
Cs-137	7,5±0,9	8,3±1,7	2,0±1,5	15,9±2,3
Ba-140/La-140	<1,9	<2,2	<3,6	<3,7
Ce-141	<0,58	<0,83	<1,1	<1,8
Ce-144	<2,8	<3,5	<4,7	<8,7
Eu-155	-	3,3±2,3	-	-
Am-241	<3,1	3,4±3,1	<5,0	<5,7
Be-7	4,9±4,5	71±10	37±11	50±14

Tab. 5/26: Langlebige spezifische Rest-β-Brutto- und K-40-Aktivität sowie durch γ-Spektrometrie ermittelte spezifische Aktivität von Radionukliden in Wasserpflanzen aus dem Altrhein unterhalb der Abwassereinleitung. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

Als Probenahmebereiche wurden nun jene beiden quasi einhüllenden Sektorstücke festgelegt, die sich aus den jeweils äußersten Winkelstrahlen und den am weitesten entfernten Bogenstücken ergaben. Die Probenahmebereiche für Futterpflanzen und zum Verzehr bestimmte landwirtschaftliche Produkte werden jedoch durch bewaldete und bebaute Gebiete innerhalb der schmetterlingsähnlichen Figur der beiden Hauptsektoren weiter eingengt.

Das Überwachungsprogramm für Bewuchs sieht eine halbjährliche Probenahme von Gras oder anderen Futterpflanzen in den beiden Hauptausbreitungssektoren (Raum Eggenstein-Leopoldshafen und Raum Friedrichstal) und bei Durlach (Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Grötzingen als Referenzstelle) vor. Zu bestimmen sind die Einzelnuclide durch eine γ-spektrometrische Untersuchung. Zusätzlich wurde jeweils die Rest-β- und K-40-Aktivität bestimmt (s. Tab. 5/27).

II.4.6 Pflanzliche Nahrungsmittel

Dieser Programmpunkt sieht Probenahmen von Weizen, Blattgemüse (Salat) und Spargel jeweils jährlich zur Erntezeit in den beiden Hauptausbreitungssektoren (s. Beschreibung unter Programmpunkt II.4.5) vor. Zu messen sind jeweils die spezifische β-Gesamt- und K-40-Aktivität. Ferner sind zur Ermittlung der spezifischen Aktivität von Einzelnucliden γ-spektrometrische Analysen durchzuführen (s. Tab. 5/28).

Probenahme- stelle und -datum	1. Hauptaus- breitungs- sektor	2. Hauptaus- breitungs- sektor	Grötzingen (Referenz- stelle)	1. Hauptaus- breitungs- sektor	2. Hauptaus- breitungs- sektor	Grötzingen (Referenz- stelle)
	1. Halbjahr 1983 (28.04.)			2. Halbjahr 1983 (07.10.)		
Nuklid	spezifische Aktivität in mBq/g TS					
Rest-β (nach ca. 7 Tagen)	<350	<360	<250	<290	<330	<550
K-40	860±30	890±35	610±22	680±30	790±20	1260±40
Cr-51	< 3,6	< 4,8	< 3,3	< 3,9	< 5,7	< 6,9
Mn-54	< 0,55	< 0,84	< 0,49	< 0,68	< 0,78	< 0,96
Co-57	< 0,40	< 0,39	< 0,37	< 0,31	< 0,64	< 0,82
Co-58	< 0,55	< 0,84	< 0,49	< 0,68	< 0,78	< 0,96
Fe-59	< 1,5	< 2,0	< 1,3	< 1,6	< 2,0	< 2,4
Co-60	< 0,57	< 1,6	< 0,54	< 1,2	< 0,77	< 0,89
Zn-65	< 1,8	< 2,3	< 1,4	< 1,8	< 2,2	< 2,9
Zr-95	< 0,96	< 1,6	< 0,86	< 1,2	< 1,4	< 1,7
Nb-95	< 0,53	< 0,84	< 0,48	< 0,66	< 0,77	< 0,93
Ru-103	< 0,44	< 0,66	< 0,40	< 0,54	< 0,68	< 0,84
Ru-106/Rh-106	< 4,3	< 6,6	< 3,7	< 5,2	< 6,2	< 7,8
Ag-110m	< 0,82	< 1,3	< 0,80	< 0,94	< 1,2	< 1,5
Sb-124	< 0,68	< 1,4	< 0,66	< 1,0	< 1,0	< 2,9
Sb-125	< 1,3	< 1,9	< 1,2	< 1,5	< 2,0	< 2,4
I-131	< 0,44	< 0,62	< 0,40	< 0,49	< 0,68	< 0,82
Cs-134	< 0,64	< 0,89	< 0,56	< 0,68	< 0,77	< 0,96
Cs-137	0,91±0,61	1,2±1,1	< 0,52	0,20±0,17	< 0,77	< 0,98
Ba-140/La-140	< 1,3	< 2,3	< 1,2	< 2,6	< 1,8	< 2,2
Ce-141	< 0,67	< 0,66	< 0,59	< 0,54	< 1,1	< 1,4
Ce-144	< 3,1	< 3,0	< 2,8	< 2,4	< 5,0	< 6,0
Am-241	< 2,3	< 2,0	< 2,0	< 1,7	< 3,6	< 6,6
Be-7	55±6	28±7	91±6	125±8	180±12	80±9

Tab. 5/27: Langlebige spezifische Rest-β-Brutto- und K-40-Aktivität sowie durch γ-Spektrometrie ermittelte spezifische Aktivität von Einzelnucliden in Bewuchs. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statist. Fehler).

Probenahme- gebiet	1. Hauptausbreitungssektor			2. Hauptausbreitungssektor		
	Weizen	Salat	Spargel	Weizen	Salat	Spargel
Probenahme	21.07.83	27.06.83	08.06.83	21.07.83	27.06.83	09.06.83
Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg FS					
Rest-β (nach ca. 7 Tagen)	<42	<17	<16	<48	<12	<18
K-40	102,0±3,0	40±1	37±1	120±5	26±2	42±2
Cr-51	< 0,45	< 0,15	< 0,22	< 0,65	< 0,27	< 0,27
Mn-54	< 0,070	< 0,024	< 0,036	< 0,13	< 0,053	< 0,050
Co-57	< 0,050	< 0,015	< 0,021	< 0,056	< 0,022	< 0,021
Co-58	< 0,070	< 0,024	< 0,036	< 0,13	< 0,053	< 0,050
Fe-59	< 0,19	< 0,060	< 0,085	< 0,29	< 0,089	< 0,12
Co-60	< 0,070	< 0,025	< 0,036	< 0,18	< 0,073	< 0,087
Zn-65	< 0,21	< 0,071	< 0,11	< 0,33	< 0,13	< 0,14
Zr-95	< 0,13	< 0,041	< 0,057	< 0,22	< 0,089	< 0,087
Nb-95	< 0,067	< 0,023	< 0,032	< 0,13	< 0,049	< 0,050
Ru-103	< 0,057	< 0,021	< 0,029	< 0,096	< 0,045	< 0,037
Ru-106/Rh-106	< 0,55	< 0,19	< 0,26	< 0,96	< 0,44	< 0,039
Ag-110m	< 0,099	< 0,034	< 0,050	< 0,18	< 0,073	< 0,070
Sb-124	< 0,082	< 0,026	< 0,046	< 0,18	< 0,073	< 0,083
Sb-125	< 0,16	< 0,055	< 0,078	< 0,26	< 0,11	< 0,11
I-131	< 0,053	< 0,018	< 0,029	< 0,080	< 0,035	< 0,033
Cs-134	< 0,075	< 0,024	< 0,036	< 0,14	< 0,053	< 0,050
Cs-137	0,08±0,06	< 0,024	< 0,032	< 0,12	< 0,053	< 0,050
Ba-140/La-140	< 0,16	< 0,052	< 0,074	< 0,35	< 0,14	< 0,11
Ce-141	< 0,082	< 0,025	< 0,039	< 0,094	< 0,037	< 0,037
Ce-144	< 0,38	< 0,12	< 0,18	< 0,44	< 0,16	< 0,16
Am-241	< 0,26	< 0,092	< 0,18	< 0,29	< 0,12	< 0,12
Be-7	0,41±0,41	0,53±0,18	< 0,24	< 0,82	0,37±0,37	< 0,29

Tab. 5/28: Langlebige spezifische Rest-β-Brutto- und K-40-Aktivität sowie durch γ-Spektrometrie ermittelte Aktivität von Radionucliden in pflanzlichen Nahrungsmitteln. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statist. Fehler).

II.4.7 Boden

Eine Überwachung des Radioaktivitätsgehaltes von Bodenproben (ca. 5 cm der obersten Bodenschicht) ist einmal jährlich Ende September an insgesamt fünf Orten durchzuführen. Zwei Probenahmegebiete liegen noch innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereiches des KfK. Das eine erstreckt sich über die drei Planquadrate nördlich und nordöstlich des Europäischen Institutes für Transurane, das andere liegt etwa im Bereich zwischen dem Flugkanal eines Zyklotrons und dem nördlichen Bahngleisbogen am westlichen Grenzzaun des betrieblichen Überwachungsbereiches (s. Lageplan).

Von den jährlichen Proben aus den beiden Hauptausbreitungssektoren innerhalb des KfK-Überwachungsbereiches werden die spezifische α - und β -Gesamtaktivität und durch γ -Spektroskopie die spezifische Aktivität von Einzelnucliden bestimmt. Eine Sr-90-spezifische Aktivitätsbestimmung erfolgt nur, wenn die spezifische β -Aktivität den Wert von 1,9 kBq/kg TS übersteigt. Dies war 1983 nicht der Fall. Zwei weitere Bodenproben sind in den beiden Hauptausbreitungssektoren in je 300 m bis 800 m Entfernung vom Abluftkamin der WAK zu nehmen. Eine Referenzprobe wird im Raum Durlach (s. Lageplan) genommen. Von den jährlichen Proben aus diesen Gebieten wird die spezifische α - und β -Bruttoaktivitätskonzentration, die spezifische Aktivität von Einzelnucliden durch γ -Spektrometrie und die spezifische Aktivität von Sr-90, Pu-238 und Pu-239+240 bestimmt. Die Meßergebnisse für die Bodenproben sind in Tab. 5/29 eingetragen.

Probenahme- gebiet	Betriebl. Überwachungs- bereich		300 - 800 m vom WAK-Abluftkamin		Referenz- stelle Durlach
	1. Haupts.	2. Haupts.	1. Haupts.	2. Haupts.	
Probenahmedatum: 29.09.1983					
Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg TS				
a_{α}	94+ 57	<58	190+ 60	110+ 60	270+ 60
a_{β}	800+120	730+120	840+120	780+120	910+120
Cr-51	<13	<13	<17	<12	<21
Mn-54	< 1,9	< 1,8	< 2,9	< 1,5	< 3,5
Co-57	< 1,7	< 1,7	< 1,4	< 1,3	< 1,8
Co-58	< 1,9	< 1,8	< 2,9	< 1,5	< 3,5
Fe-59	< 3,6	< 3,6	< 5,6	< 3,3	< 6,5
Co-60	< 1,1	< 1,1	< 3,7	< 1,5	< 4,3
Zn-65	< 3,6	< 1,8	< 6,5	< 3,4	< 7,8
Zr-95	< 2,7	< 2,8	< 4,9	< 2,7	< 6,0
Nb-95	< 1,6	< 1,6	< 2,8	< 1,4	< 3,4
Ru-103	< 1,5	< 1,5	< 2,4	< 1,4	< 2,8
Ru-106/Rh-106	<14	<14	<23	<12	<28
Ag-110m	< 2,1	< 2,1	< 3,8	< 2,0	< 4,9
Sb-124	< 2,4	< 2,1	< 4,7	< 2,4	< 6,7
Sb-125	< 4,5	< 4,5	< 6,6	< 4,1	< 7,8
I-131	< 1,6	< 1,6	< 2,2	< 1,5	< 2,7
Cs-134	< 1,6	< 1,6	< 3,1	< 1,6	< 3,9
Cs-137	6,0+2,0	7,3+2,5	28+4	4,2+1,6	4,6+3,1
Ba-140/La-140	< 5,1	< 5,2	< 6,8	< 3,8	< 8,0
Ce-141	< 2,9	< 2,9	< 2,5	< 2,2	< 3,0
Ce-144Ce	<13	< 4,2	<11	<10	<13
Am-241	<10	<10	<11	< 6,6	<14
Be-7	<13	<13	<21	<12	<25
Sr-90	*	*	1,07 +0,07	< 0,26	< 0,30
Pu-238			0,048+0,007	< 0,012	< 0,0075
Pu-239+240			0,480+0,037	0,056+0,007	0,037+0,007

*Angabe, wenn $a_{\beta} > 1,9$ kBq/kg TS

Tab. 5/29: Langlebige spezifische α - und β -Bruttoaktivität, durch γ -Spektrometrie ermittelte spezifische Aktivität von Einzelnucliden sowie spezifische Aktivität von Sr-90, Pu-238 und Pu-239+240 in Boden. Probenahmegebiete: Hauptausbreitungssektoren und Referenzstelle Durlach. Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an, Fehlerangabe: 3σ (statistischer Fehler).

III. Meßfahrten im Rahmen des Störfallmeßprogramms

Dieser Programmpunkt wurde 1981 neu in das Programm zur Überwachung der Umweltradioaktivität am Kernforschungszentrum Karlsruhe aufgenommen. Ziel ist das Training des Personals der HS/R mit Meßfahrten, die auch im Fall eines Stör- oder Unfalles durchzuführen sind. Auflagebedingt müssen monatlich Meßfahrten zu wechselnden Probenahme- und Meßorten, die in den Zonen und Sektoren in der Umgebung des KfK liegen, durchgeführt werden. Die 16 Probenahme- bzw. Meßorte wurden in der Zentralzone gemäß dem "Besonderen Katastropheneinsatzplan für die Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe" festgelegt. Die Ergebnisse der Meßfahrten im Rahmen des Routineüberwachungsprogramms für den Störfall enthält Tab. 5/30.

1983	Monat:	01.	02.	03.	04.	05.	06.	07.	08.	09.	10.	11.	12.
	Tag:	28.	18.	25.	26.	27.	24.	29.	29.	28.	28.	25.	-
Meß- bzw. Probenahmestelle:		Z14	Z12A	Z12B	Z10	Z7	Z13	Z14	Z9	Z12A	Z1	Z6	-
III.1 <u>Luft</u>													
III.1.1 γ -Ortsdosis in $\mu\text{Sv/h}$		0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	-
III.1.2 Gesamt- β -Aktivitätskonzentration in Bq/m^3		0,19	1,8	0,95	0,58	0,88	7,8	1,8	2,3	3,6	4,8	8,1	-
III.1.3 I-131-Aktivitätskonzentration in Bq/m^3		<2,3	<0,81	<0,72	<1,7	<1,8	<2,2	<1,8	<1,9	<2,6	<2,0	<2,0	-
III.2 <u>Bodenoberfläche</u>													
Gesamt- β -Aktivitätsflächenbelegung in kBq/m^2		1,3	1,0	1,3	2,0	2,0	1,5	2,0	1,7	2,2	2,7	2,3	-

Tab. 5/30: Meßfahrten im Rahmen des Routineüberwachungsprogramms für den Störfall. Nachweisgrenze: γ -Dosisleistung $0,02 \mu\text{Sv/h}$, Gesamt- β -Aktivitätskonzentration (im Bereich von $3,7 \text{ Bq/m}^2$) $1,1 \text{ Bq/m}^2$, Gesamt- β -Aktivitätsflächenbelastung (im Bereich von 3 700 Bq/m^2) 1 100 Bq/m^2 , Zahlen hinter "<" geben die Nachweisgrenze an.

5.1.2.2 Ergänzende Überwachungsmaßnahmen

Zusätzlich zum Routineüberwachungsprogramm wurden aus verschiedenen Gründen ergänzende Messungen durchgeführt, über die im folgenden eine tabellarische Übersicht gegeben wird. Mit a wird die spezifische Aktivität bzw. die Aktivitätskonzentration bezeichnet.

Grund	Überwachungsmaßnahmen	Meßergebnisse				
Regelmäßige Untersuchungen						
Kontinuierliche Ableitung der Kühl- und Regenwässer in den Hirschkanal	wöchentliche Schlammprobenahme und Aktivitätsbestimmung aus den sechs Sandfängen der Regenwasserkanalisation (s. Lageplan)	Sandfang a_α in kBq/g TS		a_β in kBq/g TS		
			min	max	min	max
		I	0,04	1,7	0,3	6,3
		II	0,04	1,3	0,4	4,1
		III	0,04	1,7	0,4	6,7
		IV	0,04	2,1	0,5	5,9
		V	0,04	1,6	0,3	8,2
VI	0,04	2,3	0,3	11		

Grund	Überwachungsmaßnahmen	Meßergebnisse	
pH-Grenzwertunterschreitung im Sandfang III am 05.03.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	< 1,9 Bq/l
		a _β	< 3,7 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
Trübung des Wassers im Sandfang II am 22.03.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	< 3,7 Bq/l
		a _β	< 5,6 Bq/l
		a _{H-3}	< 148 Bq/l
pH-Grenzwertüberschreitung im Sandfang IV am 24.03.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 0,8±0,1 Bq/l
		a _β	= 1,7±0,4 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
pH-Grenzwertüberschreitung im Sandfang IV am 25.03.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 1,0±0,2 Bq/l
		a _β	= 3,6±0,4 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
pH-Grenzwertüberschreitung im Sandfang III am 11.04.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	< 1,9 Bq/l
		a _β	< 3,7 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
Weißer Verfärbung des Wassers im Sandfang III am 13.04.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 2,4±0,4 Bq/l
		a _β	< 3,7 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
pH-Grenzwertüberschreitung im Sandfang V am 17.05.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 0,4±0,1 Bq/l
		a _β	= 3,9±0,5 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
Trübung des Wassers im Sandfang I am 26.05.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 0,7±0,1 Bq/l
		a _β	= 3,5±0,5 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
pH-Grenzwertüberschreitung im Sandfang IV am 22.06.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 0,4±0,1 Bq/l
		a _β	= 4,2±0,5 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
pH-Grenzwertüberschreitung im Sandfang II am 04.07.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	< 0,4 Bq/l
		a _β	= 3,0±0,4 Bq/l
		a _{H-3}	< 300 Bq/l
Chemieabwasser-rückstau im LAF-II, Geb. 415 am 15.08.	Entnahme je einer Wasserprobe in den zwei betroffenen Räumen und Aktivitätsbestimmungen	a _α in Bq/l	a _β in Bq/l
		Probe 1	2,2±0,4 < 3,7
		Probe 2	< 1,9 7,4±1,4
		γ-spektrometrisch konnten in beiden Proben keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen werden.	
Ölige Schlieren im Sandfang V am 10.11.	Entnahme einer Wasserprobe und Aktivitätsbestimmungen	a _α	= 0,9±0,3 Bq/l
		a _β	= 1,0±0,4 Bq/l
		a _{H-3}	= 137±10 Bq/l

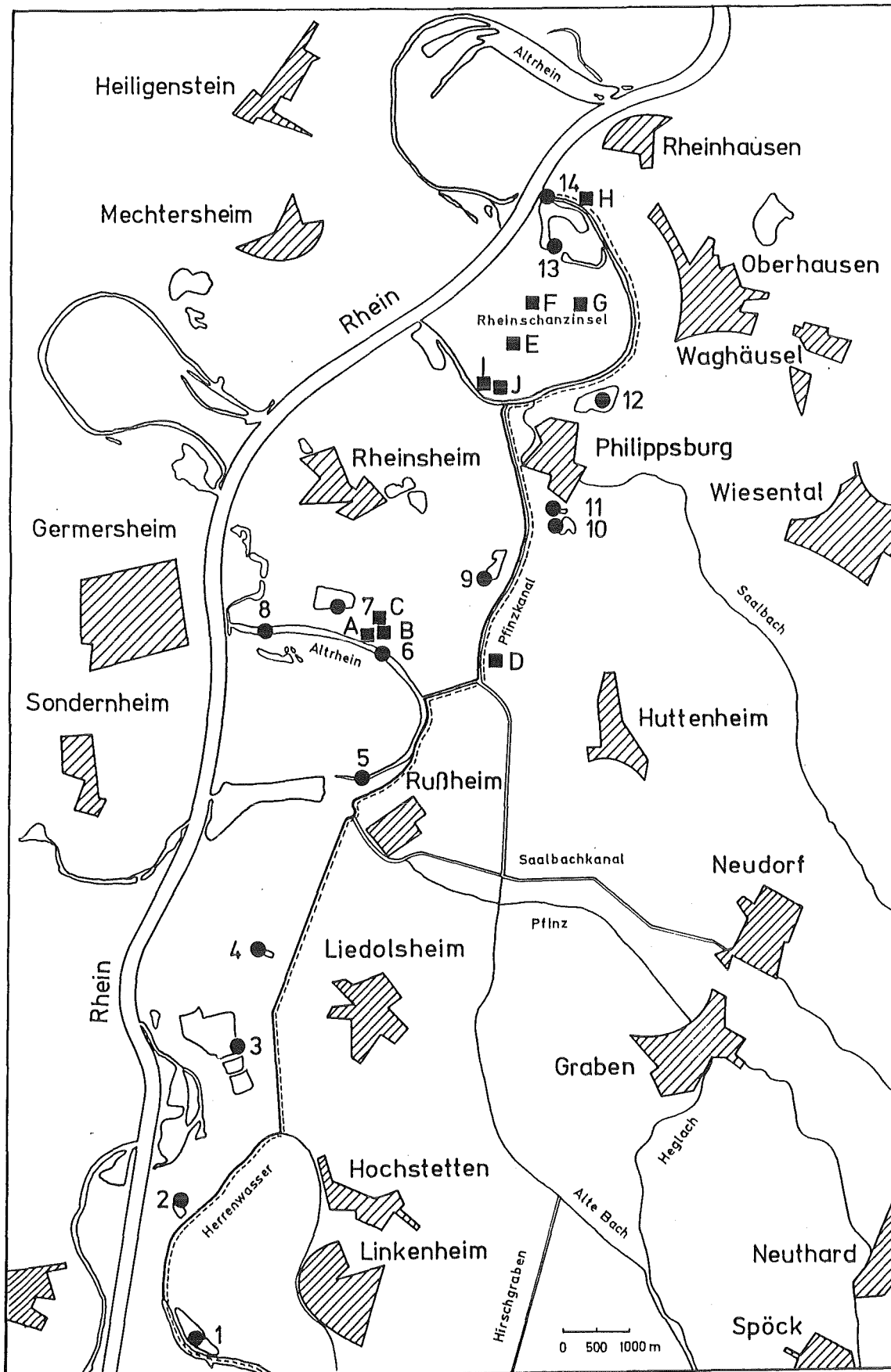


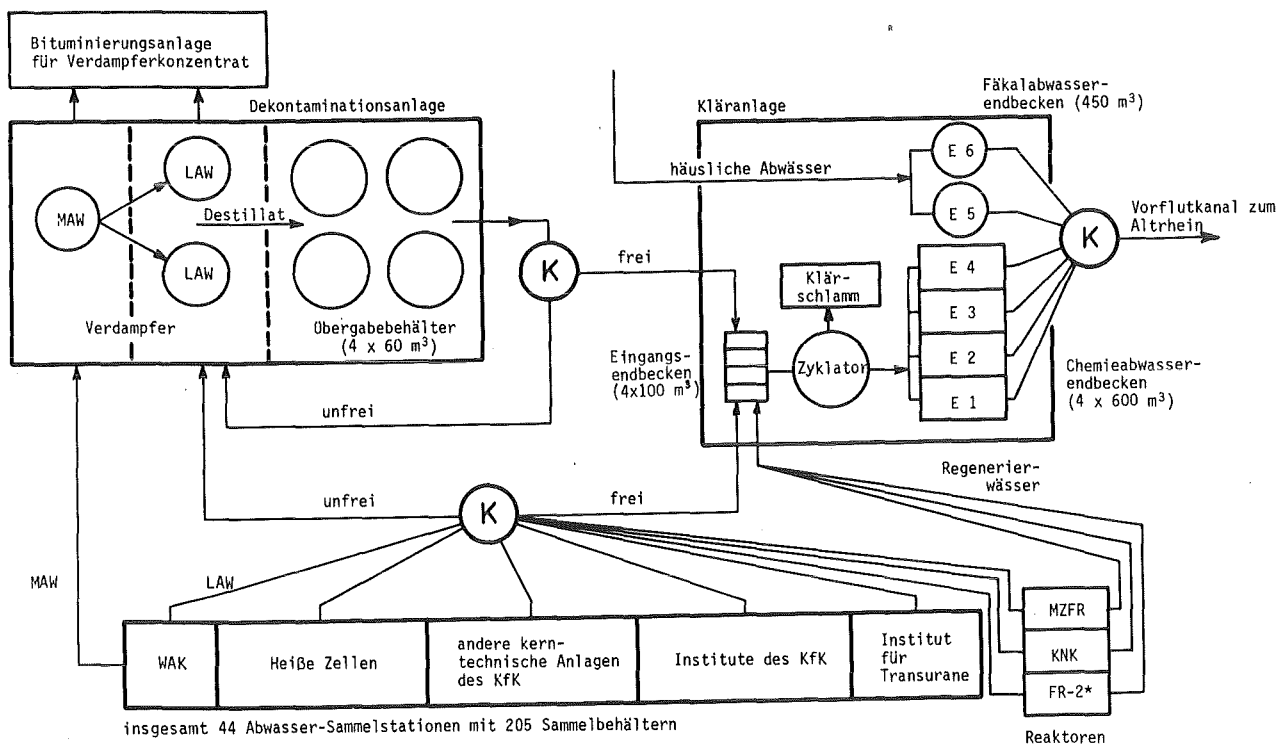
Abb. 5/1: Lageplan der Probenahmestellen (--- Fließweg des Abwassers)

5.1.3 Abwasser

K.-G. Langguth

Die Überwachung der radioaktiven Abwässer wird von der Hauptabteilung Sicherheit im Rahmen der vom Innenministerium des Landes Baden-Württemberg erteilten wasserrechtlichen Erlaubnis durchgeführt. Das durch diese Erlaubnis vorgegebene Überwachungskonzept behandelt die zahlreichen kerntechnischen Anlagen des Kernforschungszentrums Karlsruhe als ein Ganzes. Dies ist auch sinnvoll, da sich alle kerntechnischen Anlagen und Institute des KfK einschließlich der WAK derselben Service-Einrichtungen des KfK (Dekontaminationsbetriebe, Kläranlage, Emissions- und Umgebungsüberwachung durch die Hauptabteilung Sicherheit) bedienen.

Das im Kernforschungszentrum Karlsruhe anfallende Abwasser setzt sich zusammen aus den sogenannten Regenerierabwässern der Reaktoren (MZFR, KNK), aus den sogenannten Chemieabwässern der verschiedenen Institute und Reaktoren, der Wiederaufbereitungsanlage und den häuslichen Abwässern. Regenerier- und Fäkalabwässer sind als "aktivitätsfrei" anzusehen und werden deshalb der Kläranlage ohne vorangehende Aktivitätskontrollmessung zugeführt. Abb. 5/2 zeigt ein vereinfachtes Fließschema der Abwässer des Kernforschungszentrums. Die Kühlwässer fließen zusammen mit dem Regenwasser in den unmittelbar an das KfK angrenzenden Hirschkanal, dessen Aktivitätskonzentration durch kontinuierliche Probenahme überwacht wird (s. Kap. 5.1.2).



insgesamt 44 Abwasser-Sammelstationen mit 205 Sammelbehältern

- (K) Kontrollmessung der Radioaktivitätskonzentration des Kernforschungszentrums Karlsruhe
- LAW Schwachaktive Abwässer
- MAW Mittelaktive Abwässer
- *Der FR-2 wurde am 21.12.1981 außer Betrieb genommen.

Abb. 5/2: Vereinfachtes Fließschema der Abwässer des Kernforschungszentrums Karlsruhe

Die im Kernforschungszentrum anfallenden Chemieabwässer - Sammelbegriff für mehr oder weniger radioaktive Labor- und Prozeßabwässer - lassen sich hinsichtlich ihrer Aktivitätskonzentration in zwei Klassen einteilen: in "schwachaktive" Abwässer (LAW) mit Konzentrationen bis maximal 4 GBq/m^3 und "mittelaktive" Abwässer (MAW) mit Konzentrationen zwischen 4 GBq/m^3 und 4 TBq/m^3 . Geringe Mengen "hochaktiver" Abwässer mit Konzentrationen $> 4 \text{ TBq/m}^3$ werden bei der WAK bis zu einer späteren Verfestigung zwischengelagert. Diese grobe Einteilung der Abwässer nach Konzentrationsbereichen ist zwar willkürlich, doch für die Praxis unentbehrlich. Mittelaktive Abwässer werden aufgrund dieser Einstufung sofort, d. h. ohne vorherige Kontrollmessung in die Dekontaminationsanlage für flüssige radioaktive Abfälle überführt. Die schwachaktiven oder als schwachaktiv eingeschätzten Chemieabwässer werden zunächst in 44 Abwasserstationen mit 205 Abwassertanks gesammelt (s. Abb. 5/2). Erst die von der Gruppe "Abwasserüberwachung" durchgeführten Kontrollmessungen entscheiden über die Freigabe dieser Abwässer im Sinne der geltenden wasserrechtlichen Erlaubnis. Danach "unfreie" Abwässer werden mit abgeschirmten Tankfahrzeugen zu den LAW-Verdampfern der Dekontaminationsanlage gebracht, in die auch die Destillate des MAW-Verdampfers überführt werden. Die relativ kleinen Mengen der MAW- und LAW-Verdampfungskonzentrate, welche die angereicherte Abwasserradioaktivität enthalten, gelangen in die Bituminierungs- oder in die Zementierungsanlage, wo sie in eine endlagerungsfähige Form überführt werden.

Schwachaktive Chemieabwässer, die sich aufgrund der Kontrollmessung als "frei" erwiesen haben, und die "freien" Destillate der Dekontaminationsanlage sowie die Regenerierabwässer gelangen über das Kanalisationsnetz von den Abwassersammelstationen direkt in die Eingangsbecken (s. Abb. 5/2) der Kläranlage und schließlich in die vier Endpufferbecken für Chemieabwässer mit je 600 m^3 Fassungsvermögen. Die häuslichen Abwässer werden in die zwei Endpufferbecken für Fäkalabwässer mit je 450 m^3 Inhalt eingeleitet. Vor der Ableitung aller Abwässer in den Vorfluter erfolgt eine Endkontrollmessung im Sinne einer Entscheidungsmessung über die Freigabe. Über einen 2,9 km langen Rohrkanal gelangen die Abwässer in einen als Vorfluter dienenden Altrheinarm, ehe sie - über eine Distanz von 23,6 km gemischt mit Oberflächenwasser - den Rhein erreichen. Die Überwachung der mit dem Abwasser abgeleiteten Restradioaktivität wird durch Maßnahmen der Umgebungsüberwachung ergänzt (s. Kap. 5.1.2).

Zusätzlich zu den Entscheidungsmessungen, die vor Abgabe von Abwasser aus den Abwassersammelstationen und den Endpufferbecken durchgeführt werden, sind aufgrund einer Auflage des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg (SM) die vom Länderausschuß für Atomenergie am 08.10.1974 verabschiedeten "Regeln für Messung und Kontrolle von Ableitungen radioaktiver Wässer aus Kernkraftwerken" (s. Bundesgesundheitsblatt 16 (1973), S. 230) anzuwenden. Diese Regeln verlangen zur Bilanzierung nuklidspezifische Aktivitätsbestimmungen durch Analyse von Wochen- und Monatsmischproben, die mengenproportional aus Teilmengen der einzelnen abgeleiteten Abwasserchargen aus den Endpufferbecken herzustellen sind.

Die Eigenüberwachung der radioaktiven Emissionen mit dem Abwasser aus dem Kernforschungszentrum wird durch Messungen behördlich beauftragter Sachverständiger kontrolliert. Aufgrund einer Anordnung des SM wird seit 1. Januar 1980 auf das Kernforschungszentrum sinngemäß das Kontrollprogramm gemäß der Bekanntmachung des BMI vom 10. Mai 1978 über die "Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken" angewendet. Danach werden durch das Bundesgesundheitsamt, das als beauftragter Sachverständiger von der zuständigen Behörde (SM) beigezogen wurde, Kontrollmessungen an Wochen- und Monatsmischproben durchgeführt.

Neben den Messungen im Rahmen des Überwachungskonzepts, das durch die wasserrechtliche Erlaubnis und durch Auflagen vorgegeben ist, werden für die Institute und Abteilungen des KfK Auftragsmessungen an Wasser- und Feststoffproben verschiedenster Art und Herkunft von der Gruppe "Abwasserüberwachung" durchgeführt.

Tab. 5/31 gibt eine Übersicht über die Herkunft, Art und Anzahl der Proben, die 1983 in der Gruppe "Abwasserüberwachung" bearbeitet wurden, sowie über Art und Anzahl der daran durchgeführten Einzelmessungen.

Art der Proben	Anzahl der Proben	α	Anzahl der durchgeführten Messungen					Summe der Einzelmessungen
			β-	H-3	α-Spektroskopie	γ-Spektroskopie	β-Energiebestimmung	
Abwasser aus								
- Abwassersammelstation	10 056	10 056	10 056	3 436	249	2 650	504	26 951
- Endpufferbecken	634	634	634	634	2	634	439	2 977
- Endpufferbecken (Mischproben)	64	64	64	64	0	0	0	192
Schlamm aus Zyklorator und Abwassersammelstationen	138	138	138	0	0	0	0	276
Wasserproben FR2 (Brauchwasserfilter und Absetzbecken)	116	108	108	116	0	110	0	442
Luftfeuchteproben zur Abluftüberwachung (FR2, Abwas- und Gerätedekontaminationsanlage und Verbrennungsanlage, IRCh, IHCh)	1 473	1	1	1 472	1	0	0	1 475
Sonderproben und Auftragsmessungen	5 474	3 348	3 309	2 627	101	799	1 151	11 335
Proben im Rahmen von radioökologischen Forschungsarbeiten	982	11	11	943	9	19	0	993
Summe 1983	18 946	14 360	14 321	9 292	362	4 212	2 094	44 641
Summe 1982	19 795	14 521	14 608	10 726	386	5 367	1 271	46 879

Tab. 5/31: Art und Anzahl der Proben sowie der 1983 durchgeführten Einzelmessungen

In Tab. 5/32 ist die Verteilung der angefallenen Abwasseraktivität auf die verschiedenen Anlagen und Institute des KfK, geordnet nach abnehmender β-Aktivität, wiedergegeben. Es wurden nur solche Anlagen oder Institute einzeln aufgeführt, deren Beitrag zur Abwasseraktivität über 1 % lag.

Abwassersammelstation des KfK	Nachgew. α-Aktivität		Nachgew. β-Aktivität*		Abwassermenge	
	MBq	%	MBq	%	m ³	%
Gerätedekontaminationsanlage	109 219	97,4	146 842	67,8	453	0,4
Heiße Zellen	2 424	2,2	29 973	13,9	2 840	2,5
MZFR	144	0,1	25 992	12,0	1 887	1,6
KNK	5	< 0,1	5 538	2,6	107	< 0,1
TU	61	< 0,1	4 252	2,0	6	< 0,1
Restl. Abwasserstationen	322	0,3	3 736	1,7	110 680	95,5
Summe 1983	112 175	100	216 332	100	115 973	100
Summe 1982	18 082	-	271 003	-	109 700	-

*ohne Tritium

Tab. 5/32: Herkunft und Aktivitätsanteil der 1983 im Kernforschungszentrum angefallenen "schwachen" Abwässer

Die insgesamt aus dem Kernforschungszentrum mit dem Abwasser abgeleitete Radioaktivität ist in Tab. 5/33 aufgeführt. Zum Vergleich sind wiederum die Vorjahreswerte angegeben.

Jahr	1982		1983	
Aus dem KfK abgeleitete Abwassermenge in m ³	407 550		349 650	
Anzahl der abgeleiteten Endbeckenfüllungen	738		634	
Aus dem KfK abgeleitete Abwasseraktivität				
Art der Aktivität	Nachgewiesene Aktivität in MBq			
durch Integration der Einzelableitungen ermittelte Aktivität	α β (ohne H-3)	47,0 2 535,4	115,2 2 133,6	
aus mengenproportionalen Mischproben ermittelte nuklid-spezifische Aktivität	H-3	$68,8 \cdot 10^6$	$127,8 \cdot 10^6$	
	Mn-54	3,7	0	
	Co-60	9,6	28,0	
	Sr-89	17,2	17,6	
	Sr-90	34,9	88,7	
	Sb-125	0	13,7	
	Cs-134	5,9	0	
	Cs-137	134,7	71,4	
	Pu-238	7,7	17,2	
	Pu-239+240	4,6	27,2	
Am-241	0	37,0		

Tab. 5/33: 1982 und 1983 aus dem KfK in den Altrhein bei Leopoldshafen abgeleitete Abwassermenge und Abwasseraktivität

Einen Überblick über die Entwicklung der mit dem Abwasser des KfK in den letzten 15 Jahren in den Vorfluter abgeleiteten Radioaktivität gibt Abb. 5/3.

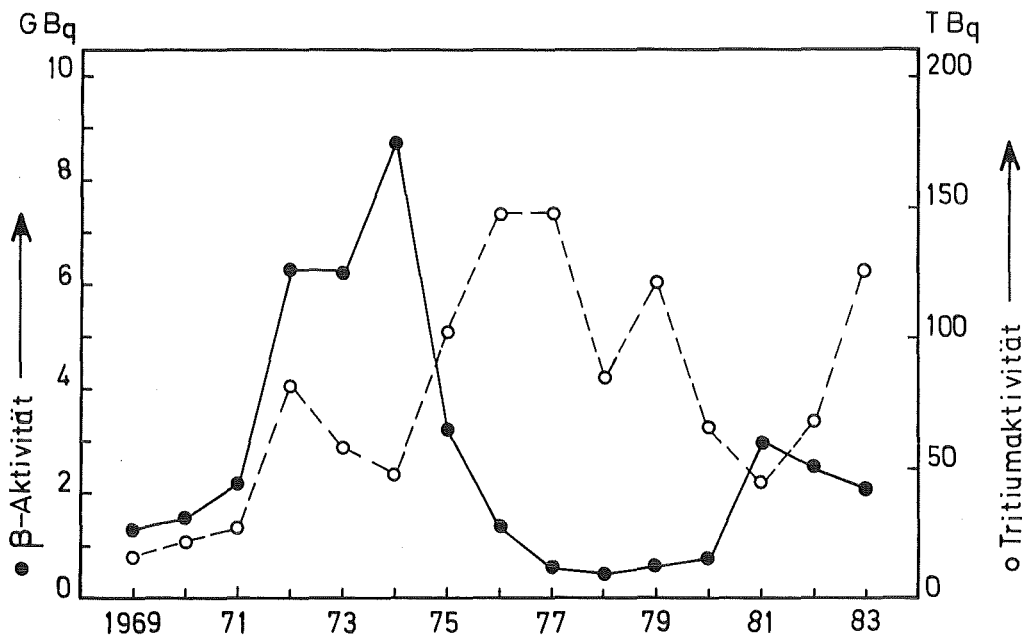


Abb. 5/3: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem KfK jährlich abgeleiteten β - und Tritiumaktivität seit 1969

5.1.4 Spektrometrische Untersuchungen

H. Feßler, G. Grünheit, A. Radziwill

Die im Jahresbericht 1980 beschriebene Anlage wurde im Laufe des Jahres 1983 für Messungen einer Vielzahl unterschiedlicher Proben eingesetzt, die in Tab. 5/34 mit aufgeführt werden.

Meßgut	Meßmethode	Anzahl der Proben	eingesetzte Detektoren
Messungen für Emissionsüberwachung			
Abluftfilter aufgearbeitet	α -Spektroskopie auf Pu und Am/Cm	67	Si-Sperrschichtdetektoren
Endbeckenmischproben	γ -Spektroskopie α -Spektroskopie	64 12	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren Si-Sperrschichtdetektoren
Aktivkohleproben (Abluftüberwachung)	γ -Spektroskopie γ - und Röntgenspektroskopie	1 419 548	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren Planare Ge-Detektoren
Abluftfilter direkt gemessen	γ -Spektroskopie $\alpha\beta$ -Brutto	74 1 789	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren Pseudokoinzidenzanlage
Abluftfilter Monats- und Quartalsmischproben	γ -Spektroskopie	74	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren
Messungen für Umgebungsüberwachung			
Aerosol- und Iodfilter aus Meßhütten	γ -Spektroskopie α -Spektroskopie	144 36	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren Si-Sperrschichtdetektoren
Boden-, Schlamm- und biologische Proben	γ -Spektroskopie α -Spektroskopie	80 12	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren Si-Sperrschichtdetektoren
Sonderproben	γ -Spektroskopie	7	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren
Messungen für Forschungsprogramme, Vergleichsmessungen usw.			
Proben für Forschungsprogramme, Sonderproben	γ -Spektroskopie γ - und Röntgenspektroskopie α -Spektroskopie	158 180 364	Koaxiale Ge(Li)-Detektoren Planare Ge-Detektoren Si-Sperrschichtdetektoren

Tab. 5/34: Spektrometrische Messungen 1983

5.1.5 Radiochemische Untersuchungen

H. Schüttelkopf, S. Erat

Die Arbeiten umfassen die radiochemischen Low-level-Bestimmungen für die Umgebungsüberwachung, regelmäßige radiochemische Bestimmungen in Abwasser und Abluft sowie Auftragsarbeiten für kerntechnische Anlagen und die Durchführung radiochemischer Entwicklungsarbeiten für die genannten Aufgaben. Zusätzlich werden Forschungsprogramme in der Gruppe "Radiochemie" durchgeführt.

Die Messung von Radionukliden im Low-level-Bereich erfolgt im Rahmen der Umgebungsüberwachung des KfK und der WAK. Die hierbei gemessenen Radionuklide sind Pu-239+240, Pu-238, Sr-90, Sr-89 und K-40. Bestimmt werden die angegebenen Radionuklide in diversen Probematerialien wie Boden, Pflanzen, Luftstaubfiltern, Sedimenten, Fischen usw.

Zu den radiochemischen Bestimmungen in Abwasser und Abluft gehören monatlich Mischproben aus dem Endpufferbecken der Abwasserbehandlungsanlage des KfK sowie monatlich Abluftfilter der Verbrennungsanlage und der WAK. Die befristete zusätzliche Untersuchung der Abluft der Verbrennungsanlage sowie weiterer wichtiger Abluftsysteme des KfK auf die Radionuklide Am, Cm und Sr und der Abluft der WAK auf Am und Cm wurde erfolgreich abgeschlossen. Es zeigte sich, daß die tatsächliche Radiotoxizität der Abluftemissionen aufgrund der Nuklididentifizierung deutlich kleiner ausfällt, als wenn man pauschal für α -Strahler Pu-239 und für β -Strahler Sr-90 zugrunde legen würde. Die Methode zur quantitativen HTO-Bestimmung in der Abluft wurde weiter verbessert und inzwischen in allen zur Überwachung anstehenden Abluftsystemen des KfK installiert und routinemäßig betrieben. An Methoden zur routinemäßigen Erfassung von gasförmigem H-3 und von C-14 in der Abluft wird verstärkt gearbeitet.

An Auftragsarbeiten für kerntechnische Anlagen werden von der Gruppe "Radiochemie" wieder zahlreiche Analysen durchgeführt. Hierzu gehören neben α -Bruttomessungen die Sr-90- und Sr-89-Bestimmungen in Abwasserproben der Kernkraftwerke GKN und KWO sowie KWO-Primärwasseranalysen auf Pu, Am und Cm. Des Weiteren wurden K-40-Bestimmungen und α/β -Bruttomessungen in Niederschlags- und Grundwasserproben aus der Umgebung des Kernkraftwerkes Gundremmingen durchgeführt.

Der zunehmend häufiger vorgetragene Wunsch, Altöle aus Pumpen, Abscheidern, Wärmetauschern oder ähnlichen Anlagen auf α - und β -Aktivität zu untersuchen, bedingte die Erstellung eines Verfahrens zur α/β -Bruttomessung solcher Proben. Die Verfahrensweise schließt jedoch trotz der schonenden Oxidation im Sauerstoffplasma den Nachweis mehrerer flüchtiger Nuklide zumindest teilweise aus. Hierzu zählen beispielsweise HTO, Radioiod, Polonium, Technetium, Ruthen und C-14. Aufgrund der anfallenden Analysekosten ist eine Ölanalyse auf α - und β -Aktivitäten erst ab einer bestimmten Ölgesamtmenge wirtschaftlich. Ölmengen unter 100 l sind derzeit kostengünstiger gleich der Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle zuzuführen.

Im Rahmen einer Untersuchung zum Verhalten von Ra-226 und Pb-210 in der Umwelt wurden in der Umgebung einer Uranversuchsgrube bei Menzenschwand im Schwarzwald Probenahmen durchgeführt. Es erfolgten umfangreiche Messungen an Boden-, Sediment-, Pflanzen-, Wasser- und Filterproben. Ein Analysenverfahren zur U- und Th-Bestimmung wurde verbessert, um zukünftig auch für Altersbestimmungen eingesetzt werden zu können.

Im Rahmen des Gewächshausprogrammes wurde erstmals mit aktiven Aufzuchtversuchen begonnen. Unter Ausschluß von Umweltaktivität der Luft werden für die wichtigsten Nahrungsmittel in verschiedenen landestypischen Böden die Transferfaktoren Boden/Pflanze der Transurane Pu, Am, Cm und Np sowie deren Sorptionsverhalten bestimmt. Hierfür wurden mehrere Tonnen Boden - teilweise unter Erhaltung der Bodenstruktur und -schichtung - in das Gewächshaus eingebracht. Ergänzend hierzu werden die Transferfaktoren für zahlreiche Metalle und deren Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen ermittelt. Ein weiterer Bestandteil der experimentellen Untersuchungen ist die Regenwurmtätigkeit und deren Einfluß auf Transportvorgänge in Böden. Eine Methode zur schnellen Herstellung von Np-239 und ein analytisches Verfahren für die Nuklide Pu, Am, Cm und Np in Umweltproben wurde entwickelt. Für den inaktiven Teil der Gewächshausanalytik wird ein Atomemissionsspektrometer mit plasmainduzierter Anregung sowie ein Atomabsorptionsspektrometer eingesetzt. Hierfür wurden spezielle Programme für ca. 25 Elemente entwickelt. Verschiedene Aufschlußmethoden für Pflanzen und Bodenproben wurden erarbeitet und getestet.

Im Rahmen eines Forschungsprogrammes wurde die Probenahme, Analytik und Messung von Tc-99 in Abwasser und Abluft entwickelt. Hierzu konnten in kerntechnischen Anlagen verschiedenster Art Probenahmestellen eingerichtet und Proben für die Analytik erhalten werden. Erste Ergebnisse hieraus liegen bereits vor.

In Tab. 5/35 werden die wichtigsten Arbeiten zusammengestellt.

Durchgeführte Arbeiten	Art der Arbeiten	Anzahl
Routinearbeiten		
Umgebungsüberwachung	Pu-238-, Pu-239+240-Analysen Sr-89-, Sr-90-Analysen K-40-Analysen α + β -Bruttomessungen I-131-Analysen	14 8 188 228 2
Abwasserüberwachung	Pu-238-, Pu-239+240-Analysen Sr-89-, Sr-90-Analysen α + β -Bruttomessungen	12 54 4
Abluftüberwachung	HTO-Patronen Pu-238-, Pu-239+240-Analysen Sr-89-, Sr-90-Analysen Am-, Cm-Analysen	669 69 28 41
Vergleichsproben und Präparation	Pu-238, Pu-239+240, Sr-90, Ra-226, Am-241 Am-243, Cm-244, Np-237, I-125, I-131, K-40 α + β -Bruttomessungen	100 12
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten		
Probenvorbereitung und Installationen	Probenahmen Probenaufbereitung (trocknen, veraschen, wiegen, mahlen, sieben) Eindampfen > 10 l Installation von Probenahmeneinrichtungen	672 163 22 76
Radioökologie von Pu, Am, Cm, Np	Pu-238, Pu-239+240, Am, Cm und Np in Pflanzen- und Bodenproben	53
Radioökologie von Ra-226, Pb-210	Ra-226 in Umweltproben Pb-210 in Umweltproben	23 36
Forschungsvorhaben Gewächshaus	Ernteproben, aktiv Ernteproben, inaktiv α + β -Bruttomessungen pH-Messungen Redoxpotentiale Na-Analysen K-40-Analysen Wischtests	161 974 4 70 16 40 200 394
Spurenanalytik	Probenaufschlüsse, Extraktionen Einzelementbestimmungen mit ICP Einzelementbestimmungen mit AAS Vergleichsmessungen, Kalibrierungen I-Analytik	1 246 11 005 874 2 052 60
Radiochemische Entwicklungsarbeiten	Np-Analytik U-, Th-Analytik Tc-Analytik	157 80 203

Tab. 5/35: Routine- und Forschungsarbeiten der Gruppe "Radiochemie"

Bestimmung von P-32 in Abwasserproben

In mehreren Fällen gab es Hinweise auf die Anwesenheit von P-32 in Abwasserproben. Die Identifizierung erfolgte nach der unten beschriebenen Methode. Die wesentlichen Analysenschritte sind:

- Anreicherung des Phosphates durch Mitfällung an Aluminiumhydroxid
- Lösen des Niederschlags in Perchlorsäure und Durchführen einer MnO_2 -Mitfällung zur radiochemischen Reinigung
- Butanol/Chloroform-Extraktion von Phosphormolybdat als radiochemischer Reinigungsschritt
- Rückextraktion in die wäßrige Phase
- Fällung des Phosphates als Magnesiumammoniumphosphat
- Messen der β -Aktivität des Niederschlags
- Ermitteln der chemischen Ausbeute über titrimetrische Phosphatbestimmung im Niederschlag

Da Abwässer schon erhebliche inaktive Phosphatmengen enthalten können, muß parallel zur geträgerten Probe eine Phosphatbestimmung durchgeführt werden. Voraussetzung für die Erfassung allen Phosphors ist das Vorliegen in der Form von Orthophosphat PO_4^{3-} . Organische Phosphorverbindungen müssen deshalb aufgeschlossen werden. Eventueller Rückstand in der Probe muß getrennt aufgearbeitet werden.

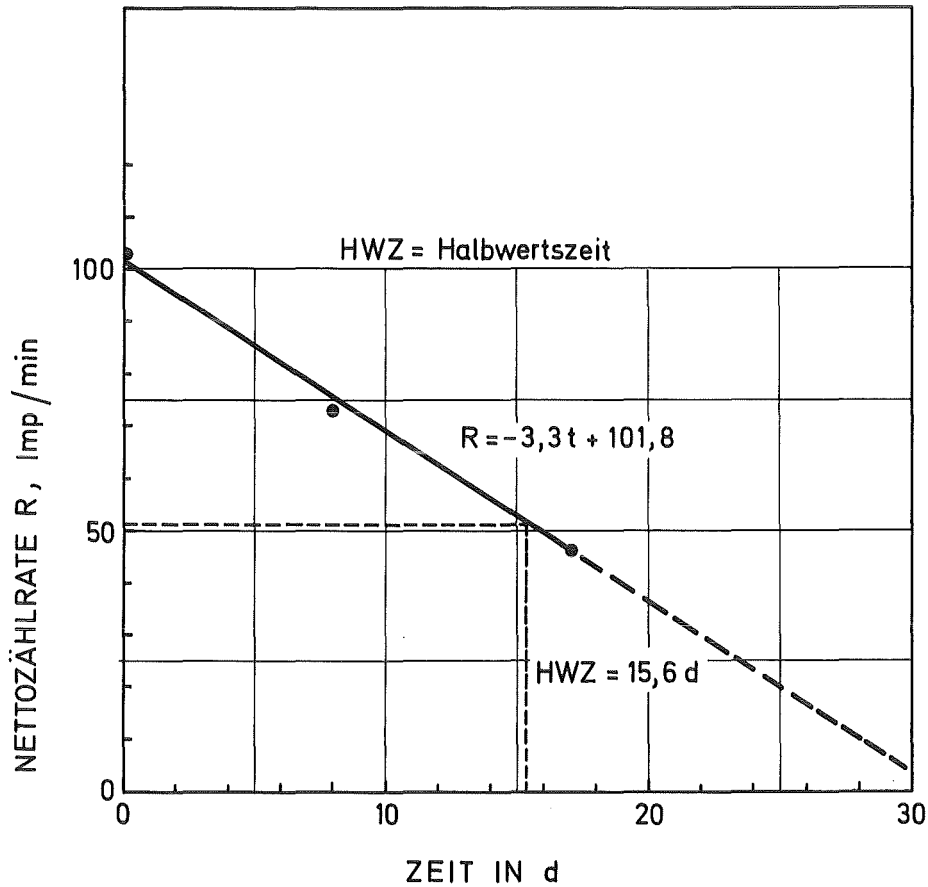


Abb. 5/4: Halbwertszeitbestimmung zur Identifizierung von P-32 in einer Abwasserprobe

5.2 Ergebnisse radioökologischer Forschungsarbeiten

5.2.1 Arbeiten der Gruppe "Biologie"

5.2.1.1 Tritiumkonzentrationen in pflanzlichen Nahrungsmitteln aus den Hauptausbreitungssektoren

S. Strack, S. Schulte, G. Pagliosa

1983 wurden die Messungen der Tritiumkonzentrationen im eßbaren Anteil von pflanzlichen Nahrungsmitteln aus den beiden Hauptausbreitungssektoren in der Umgebung des Kernforschungszentrums fortgesetzt. Zusätzlich wurden in diesem Jahr landwirtschaftliche Produkte aus Durlach-Aue als Referenzstelle untersucht. Gemessen wurde die Tritiumaktivität im freien Wasser der Proben, das durch Gefriertrocknung verfügbar ist (HTO), und in der organischen Trockensubstanz (OBT), indem die Tritiumaktivität nach Plasmaveraschung der wasserfreien Proben im Oxidationswasser bestimmt wurde. Die Konzentrationen werden also in beiden Fällen in mBq/ml angegeben. Die Ergebnisse für den 1. Hauptausbreitungssektor (Raum Friedrichstal) und für den 2. Hauptausbreitungssektor (Raum Eggenstein-Leopoldshafen) sind in Tab. 5/36 zusammengestellt, die Ergebnisse für die Referenzstelle Durlach-Aue in Tab. 5/37.

Pflanzliche Nahrungsmittel	1. Hauptausbreitungssektor (Raum Friedrichstal)				2. Hauptausbreitungssektor (Raum Eggenstein-Leopoldshafen)			
	Probenahmedatum 1983	Wassergehalt in %	H-3-Konzentration in mBq/ml		Probenahmedatum 1983	Wassergehalt in %	H-3-Konzentration in mBq/ml	
			HTO	OBT			HTO	OBT
Getreide:								
- Roggen (Körner)	21.07.	7	<NWG	14+5	21.07.	8	9+5	13+5
- Weizen (Körner)	21.07.	7	7+5	14+5	21.07.	8	14+5	11+5
Blattgemüse:								
- Kopfsalat	27.06.	93	7+5	12+5	27.06.	93	7+5	11+5
- Feldsalat	05.10.	88	21+5	23+5	21.11.	85	21+5	32+6
Kohlgemüse:								
- Weißkohl	14.09.	88	13+5	23+5	01.07.	93	8+5	8+5
- Wirsingkohl	14.09.	88	13+5	14+5	21.07.	93	8+5	13+5
- Rotkohl	14.09.	88	15+5	18+5	01.07.	92	<NWG	6+5
- Kohlrabi	-	-	-	-	27.06.	93	7+5	13+5
- Rosenkohl (Rosen)	15.12.	84	11+5	16+5	16.12.	82	18+5	37+6
Wurzel- und Knollengemüse:								
- Möhren	12.08.	85	6+5	21+5	27.06.	88	6+5	12+5
- Kartoffeln	12.09.	81	<NWG	9+5	28.09.	78	11+5	9+5
- Rettiche	27.06.	94	8+5	9+5	28.09.	95	15+5	16+5
- Rote Rüben	14.09.	86	11+5	13+5	28.09.	87	17+5	14+5
Ausdauernde Gemüse:								
- Spargel	08.06.*	92	<NWG	180+11	09.06.	92	9+5	18+6
Obst:								
- Erdbeeren	27.06.	89	10+5	9+5	27.06.	87	6+5	12+5
- Äpfel	14.09.	83	10+5	24+5	28.09.	81	11+5	18+5
Medianwerte			10+5	14+5			9+5	13+5

*Probe wurde bereits vorher gerettet und in einem Gefäß mit Wasser aufbewahrt.

Tab. 5/36: Tritiumkonzentrationen in pflanzlichen Nahrungsmitteln aus den beiden Hauptausbreitungssektoren in der Umgebung des KfK. Gemessen wurde: 1. HTO (Tritiumkonzentration im freien Wasser, das durch Gefriertrocknung verfügbar ist). 2. OBT (organisch gebundenes Tritium, gemessen als Oxidationswasser nach Plasmaveraschung der wasserfreien Trockensubstanz)

Pflanzliche Nahrungsmittel	Referenzstelle Durlach-Aue			
	Probenahmedatum 1983	Wassergehalt in %	Tritiumkonzentration in mBq/ml	
			HTO	OBT
Blattgemüse:				
- Kopfsalat	20.06.	93	<NWG	13+3
- Feldsalat	20.10.	84	5+2	25+3
Kohlgemüse:				
- Weißkohl	30.09.	92	5+2	12+2
- Wirsingkohl	20.10.	88	7+2	6+2
- Rotkohl	20.10.	90	7+2	13+2
- Kohlrabi	22.07.	90	5+2	11+2
- Rosenkohl (Rosen)	20.10.	86	4+2	11+2
Wurzel- und Knollengemüse:				
- Möhren	22.07.	89	4+2	5+2
- Kartoffeln	20.10.	78	4+2	10+2
- Rettiche	20.06.	95	3+2	7+2
Obst:				
- Erdbeeren	20.06.	91	4+2	12+2
- Apfel	30.09.	85	7+2	4+2
Medianwerte			5+2	11+2

Tab. 5/37: Tritiumkonzentrationen in pflanzlichen Nahrungsmitteln von der Referenzstelle Durlach-Aue

Die gemessenen HTO-Konzentrationen sind im Vergleich zu der nach der Strahlenschutzverordnung zulässigen Tritiumkonzentration für Trinkwasser von 7 400 Bq/l niedrig. Sie liegen unterhalb von 1 % dieses Wertes (74 Bq/l) und sind somit unter dem Aspekt des Strahlenschutzes ohne Relevanz. Der Medianwert der HTO-Konzentration aller Proben aus dem Raum Friedrichstal liegt bei 10+5 mBq/ml, aus dem Raum Eggenstein-Leopoldshafen bei 9+5 mBq/ml, von der Referenzstelle Durlach-Aue bei 5+2 mBq/ml. Bei dem Verfahren dieser Low-level-Tritiummessung wird bei einer Meßzeit von 100 Minuten eine Nachweisgrenze von 4,8 mBq/ml erreicht, bei einer Meßzeit von 500 Minuten für die Proben von der Referenzstelle in der Regel eine Nachweisgrenze von 2 mBq/ml.

Das organisch gebundene Tritium (OBT) liegt bis auf wenige Ausnahmen in den Proben über der Konzentration für HTO. Die Medianwerte für OBT betragen im ersten und zweiten Ausbreitungssektor 14+5 bzw. 13+5 mBq/ml, für die Referenzstelle Durlach-Aue 11+2 mBq/ml. Der OBT-Wert von 180+11, der in einer einzelnen Spargelprobe gefunden wurde, liegt oberhalb aller bisher in den Hauptausbreitungssektoren beobachteten Werte. Es muß daher noch geprüft werden, ob dieses Meßergebnis dadurch beeinflusst wurde, daß die Probe bei der Aufarbeitung nicht mehr erntefrisch war, sondern schon einige Tage in einem Gefäß mit Wasser aufbewahrt worden war. Über das Verhältnis der OBT- zur HTO-Konzentration kann eben wegen dieser Vorbehandlung keine Aussage gemacht werden. Gegenüber dem wassergebundenen beträgt der organisch gebundene Wasserstoff in pflanzlichen Nahrungsmitteln in der Regel nur etwa 10 % des gesamten Wasserstoffs. Deshalb sind auch diese Werte für den Strahlenschutz nicht relevant, jedoch von radioökologischem Interesse.

5.2.1.2 Radioökologische Untersuchungen in der Umgebung des Rheinniederungskanal

S. Strack, S. Schulte, G. Pagliosa

Im Zusammenhang mit Tritiummessungen an verschiedenen Eigenwasserversorgungsbrunnen im Gebiet um den Rheinniederungskanal bei Hochstetten wurden in drei landwirtschaftlichen Betrieben verschiedene Proben entnommen und auf die Konzentrationen an HTO und OBT hin untersucht. Die Ergebnisse für verschiedene Gemüsesorten, wie sie in den Betrieben zur Eigenversorgung mehr gartenmäßig angebaut werden, sind in Tab. 5/38 zusammengestellt. Die Entnahme der Proben erfolgte am 1. September 1983. Der Medianwert der HTO-Konzentrationen dieser Proben liegt bei 35 mBq/ml. Die Werte für OBT streuen über einen Bereich von 23 bis 65 mBq/ml, ohne daß sich aus dieser Meßreihe eine besondere Tendenz hinsichtlich der verschiedenen Gemüsesorten erkennen läßt.

Probenahmedatum 1983	Probenahmeort	Pflanzliche Nahrungsmittel	Wassergehalt in %	Tritiumkonzentration in mBq/ml	
				freies Wasser (HTO)	Oxidationswasser aus TS (OBT)
01.09.	A	Tomaten	93	31+6	30+6
01.09.	A	Rote Rüben, Knollen	86	24+5	32+6
01.09.	A	Rote Rüben, Blätter	89	23+5	35+8
01.09.	A	Wirsingkohl	86	35+6	35+6
01.09.	B	Tomaten	94	60+7	61+7
01.09.	B	Gurken	95	86+8	65+7
01.09.	B	Rettiche, Knollen	95	66+7	50+6
01.09.	B	Rettiche, Blätter	90	53+6	56+8
01.09.	B	Kohlrabi, Knollen	91	32+6	33+6
01.09.	B	Kohlrabi, Blätter	87	29+6	33+6
01.09.	C	Tomaten	94	23+5	23+5
01.09.	C	Gurken	95	45+6	56+7
01.09.	C	Sellerie, Knollen	88	54+7	37+6
01.09.	C	Sellerie, Blätter	88	44+6	50+6
01.09.	C	Weißkohl	93	25+5	24+5

Tab. 5/38: Tritiumkonzentrationen pflanzlicher Nahrungsmittel von verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben in der Nähe des Rheinniederungskanal

In Abb. 5/5 sind die Tritiumkonzentrationen der Proben graphisch dargestellt, die monatlich im Kuhstall des Betriebs A entnommen wurden.

Die HTO-Konzentrationen der Milch erreichen in den Monaten August und September 80 % bzw. 90 % der HTO-Konzentration des Wassers in der Tränke, ansonsten liegen sie selbst im Winter unterhalb 75 % der HTO-Konzentration des Wassers in der Tränke. Dies erklärt sich dadurch, daß die Kühe Wasser auch mit dem Grünfutter bzw. während der Wintermonate mit der Silage bekommen. In den Monaten von Mai bis November, in denen sie Grünfutter erhalten, nehmen sowohl die HTO-als auch die OBT-Werte ab. Die OBT-Werte liegen im Sommer wie im Winter unterhalb der HTO-Werte, allerdings immer relativ dicht beieinander, auch wenn die Kühe mit dem Grünfutter organisch gebundenes Tritium nur in sehr geringer Konzentration zugeführt bekommen. Darin zeigt sich, daß die organischen Bestandteile, wie sie in der Milch vorliegen, in vielen Stoffwechselschritten auf dem Wege von den Mägen über das Blut zu den Milchdrüsen stark verändert bzw. neu synthetisiert werden, wobei der organisch gebundene Wasserstoff weitgehend durch den Wasserstoff des umgebenden Wassers ersetzt wird.

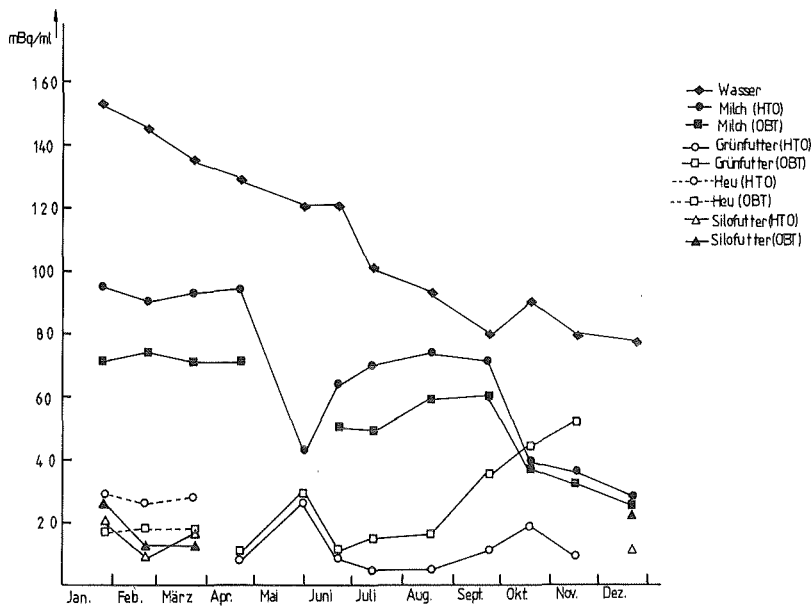


Abb. 5/5: Tritiumkonzentrationen in Milch und Grünfütterproben von einem landwirtschaftlichen Betrieb in der Nähe des Rheinniederungskanals

Fische und Wasserpflanzen

Aus dem Altrhein bei Leopoldshafen, der für die Abwässer des Kernforschungszentrums als Vorfluter dient, werden etwa 400 m unterhalb der Einleitungsstelle in größeren Abständen Raub- und Friedfische gefangen bzw. Wasserpflanzen entnommen. Die Ergebnisse der HTO- und OBT-Messungen sind in Tab. 5/39 wiedergegeben. Die HTO-Konzentrationen der Fische sind im Vergleich zu den durchschnittlichen Tritiumkonzentrationen im Altrheinwasser von einigen Bq/ml recht niedrig, wenn sie auch teilweise vor der Aufbereitung kurz mit Leitungswasser abgespült wurden. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Tritiumkonzentrationen an der Fangstelle extrem schwanken. Somit hängt die gemessene HTO-Konzentration sehr stark von dem Zeitpunkt der Probenahme und der dann gerade vorhandenen aktuellen HTO-Konzentration ab. Dies gilt entsprechend für die Wasserpflanzen, wie im Falle des Schilfes auch zu erkennen ist. An den OBT-Werten läßt sich allerdings erkennen, daß die Tritiumbelastung der Fische höher ist, als es durch die HTO-Werte zum Ausdruck kommt. Am Beispiel des Wassersterns zeigt sich außerdem, daß zumindest die pflanzenfressenden Friedfische, wie Brachse und Rotauge, sehr viel OBT bereits mit der Nahrung aufnehmen. Legt man die Medianwerte der Tritiumkonzentrationen bei den Fischproben zugrunde (HTO = 104 mBq/ml, OBT = 4 384 mBq/ml), so entspräche der Verzehr von 100 g Fisch (Frischgewicht) einer Aufnahme von 7,4 Bq Tritium in Form von Wasser und 50,3 Bq in organisch gebundener Form. (Die Strahlenschutzverordnung gibt für die jährliche Tritiumzufuhr durch Ingestion einen Grenzwert von $5,8 \cdot 10^6$ Bq vor.)

Probenahme- datum 1983	Probenart	Wasserge- halt in %	Tritiumkonzentration in mBq/ml	
			freies Wasser (HTO)	Oxidationswasser aus TS (OBT)
28.03.	Brachse (<i>Abramis brama</i>)	70	22 ± 6	10 190 ± 390
28.03.	Flußbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>)	75	19 ± 6	3 910 ± 150
08.06.	Wasserstern (<i>Callitriche</i>)	92	46 ± 6	6 740 ± 260
08.06.	Schilf (<i>Phragmites communis</i>)	74	4 640 ± 180	1 860 ± 80
31.10.	Rotauge (<i>Rutilus rutilus</i>)	70	203 ± 12	3 220 ± 130
31.10.	Flußbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>)	71	186 ± 11	4 860 ± 190
08.11.	Wasserstern (<i>Callitriche</i>)	91	24 ± 6	3 340 ± 130

Tab. 5/39: Tritiumkonzentrationen in Fischen und Wasserpflanzen aus dem Altrhein. Im Mittel entstanden 0,41 ml Oxidationswasser bei der Veraschung von 1 g Trockensubstanz der oben genannten Fischproben.

5.2.1.3 Radioökologische Langzeituntersuchung über Tritium in Bäumen

S. Strack, S. Schulte, G. Pagliosa

Im Rahmen des BMI-Forschungsvorhaben St.Sch. 800 wurde 1983 die Langzeituntersuchung über das Verhalten von Tritium in Bäumen unter den realistischen Expositionsverhältnissen im KfK fortgesetzt. Ziel der Arbeit ist es, zu einer modellmäßigen Beschreibung der dynamischen, d. h. zeitabhängigen Vorgänge bei der Aufnahme, des Einbaus und der Abgabe von Tritium in einem pflanzlichen Organismus zu kommen, wobei von realistischen Freilandbedingungen ausgegangen wird. Die kontinuierlichen Messungen der Tritiumkonzentrationen in der Luftfeuchtigkeit zeigen beträchtliche Schwankungen, die auf die betriebsbedingten Tritiumableitungen mehrerer Emittenten im KfK zurückzuführen sind, was die dynamischen Verhältnisse hinsichtlich der Tritiumkontamination der Pflanzen über den Luftpfad bestätigt.

Die meteorologischen und pflanzenphysiologischen Parameter wurden wie im Vorjahr erfaßt und weiterverarbeitet. Dazu gehörten die Messung von Strahlung, Niederschlagsmenge, Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Bodentemperatur und -saugspannung in verschiedenen Bodentiefen sowie die Messung des Saftflusses im Stamm bzw. in einem Ast des Baumes.

Während der Vegetationsperiode wurden an 20 Tagen Spitzenwerte der Tritiumkonzentration in der kondensierten Luftfeuchtigkeit oberhalb 200 mBq/ml gemessen, bei einer jeweiligen Sammelzeit von drei Stunden. An einem Tag, an dem das Auftreten eines solchen Spitzenwertes mit der Entnahme von mehreren Blattproben zusammenfiel, konnte ein sehr rascher Anstieg der Tritiumkonzentration im Blattwasser und ein ebenso rascher Abfall auf den Ausgangswert beobachtet werden.

Abb. 5/6 zeigt den Verlauf der gemessenen Tritiumkonzentrationen der Vegetationsperiode 1983. Auffallend sind die ausgesprochen konstanten OBT-Konzentrationen in den Blättern, deren Verlauf in dieser Vegetationsperiode bis auf eine Ausnahme nur geringfügige Veränderungen zeigt.

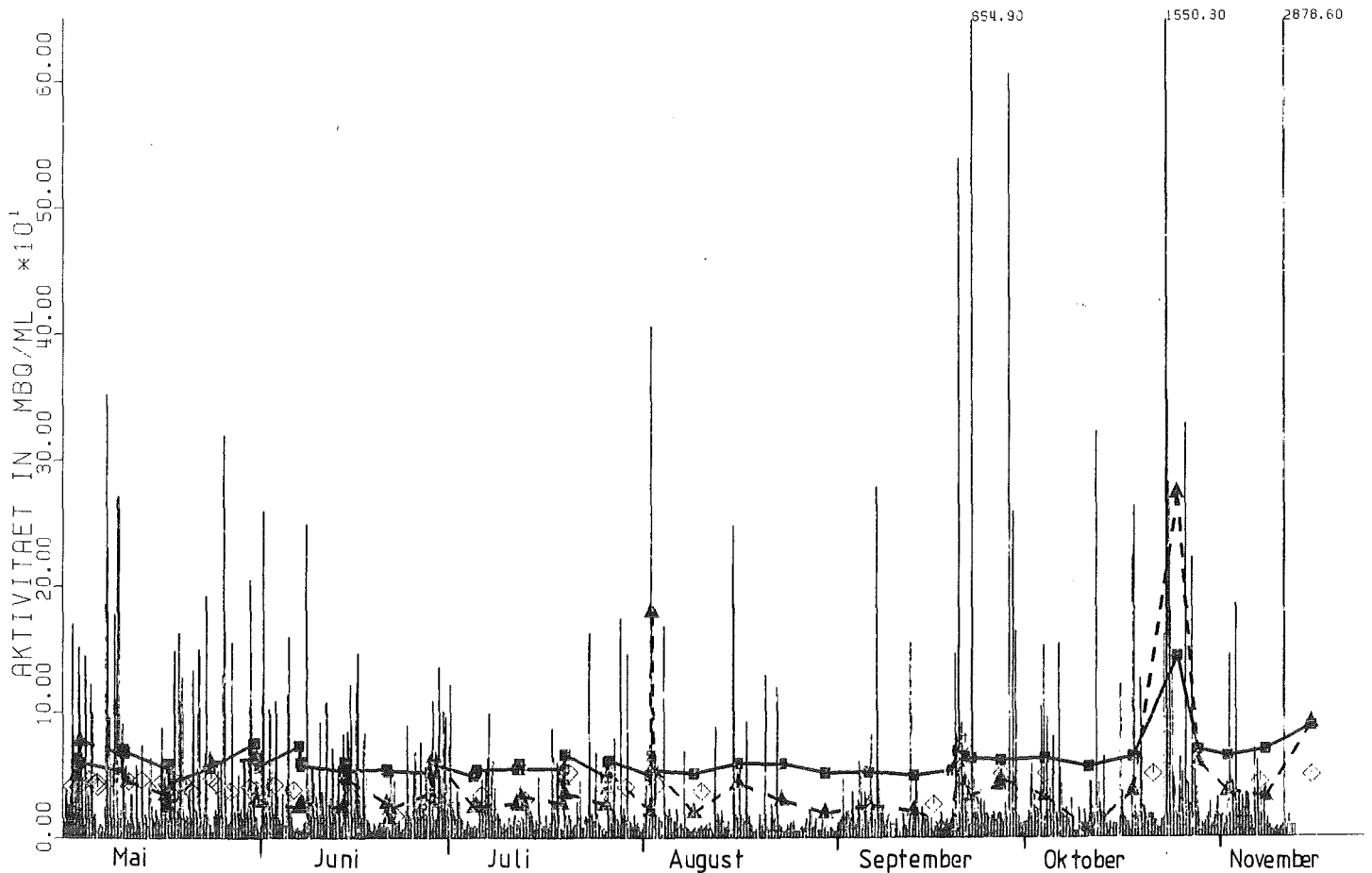


Abb. 5/6: Gemessene Tritiumkonzentration der Vegetationsperiode 1983 in der Luftfeuchtigkeit (ein Balken entspricht 3 h), im Blattwasser (--△--), in der organischen Substanz der Blätter (--□--) und im Bodenwasser (◇)

5.2.2 Mikrobiologische Einflüsse auf die Mobilität und Bioverfügbarkeit von Radionukliden in Böden und Sedimenten

S. Strack, A. Müller, A. Riedl

Die 1982 im Rahmen des Projektes Nukleare Sicherheit und eines EG-Forschungsvorhabens (EG-BIO-B-484-82 D) begonnene Forschungsarbeit zu dem Thema "Mikrobiologische Aspekte bei Verhalten und Kontrolle von Radionukliden in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen" wurde weitergeführt. Die Arbeit soll einen Beitrag leisten, das Verhalten von radioökologisch relevanten Nukliden in Ökosystemen zu beschreiben. Anstoß zu diesen Arbeiten gaben in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe beobachtete langfristige Veränderungen der Bioverfügbarkeit von I-129 und Pu-Isotopen im Boden.

Der Einfluß der Mikroorganismen-tätigkeit auf das Migrations- und Retentionsverhalten von Radionukliden, speziell I-125, in belebten, terrestrischen Systemen, wird an Hand von Säulen, die mit humusreichem Waldboden gepackt werden, untersucht. Die Bodensäulen werden mit geträgerter Na^{125}I -Lösung markiert (ca. 500 Bq pro Säule) und mit destilliertem Wasser oder Lösungen von wirksamen Substanzen (s. u.) beregnet. Nach unterschiedlichen Standzeiten werden die Bodensäulen mit 5 ml destilliertem Wasser eluiert. Die wasserlösliche I-125-Menge wird im Flüssiszintillationsspektrometer ausgemessen.

Um die Wirkung des Mikroorganismenbewuchses und dessen Stoffwechselleistungen auf das Nuklidverhalten in der Bodenmatrix nachweisen zu können, wurde ein Teil des Bodenmaterials zusätzlich behandelt:

- Sterilisation mit feuchter Hitze zur vollständigen Abtötung der Mikroflora (Autoklavieren, 20 min bei 121 °C).
- Sterilisation mit feuchter Hitze und Neubeimpfung mit Bodenextrakt.
- Behandlung mit Antibiotika und Desinfektionsmitteln (Polymyxin B und β -Propiolacton) zur Abtötung eines Teils der Bodenmikroorganismen.
- Zugabe von gut verwertbarem Substrat (Glucose) zur Beeinflussung der Stoffwechselaktivität.

In allen bisher durchgeführten Säulenversuchen wurde beobachtet, daß beim unbehandelten Boden mit natürlichem Mikroorganismenbesatz der größte Teil des aufgegebenen I-125 (ca. 95 % - 99 %) in kürzester Zeit immobilisiert wird und mit Wasser nicht mehr eluiert werden kann. In zusätzlichen Tests konnte gezeigt werden, daß bei der Verwendung von autoklaviertem Bodenmaterial der Anteil an nicht fixiertem Iod deutlich erhöht ist (etwa um eine Zehnerpotenz). Diese Beobachtung könnte durch eine Verminderung von Bioabsorptions- und Aufnahmeprozessen erklärt werden. Jedoch muß beachtet werden, daß das Absorptionsverhalten stark durch Änderungen der physikalisch-chemischen Bodeneigenschaften, bedingt durch die Hitzeeinwirkung beim Autoklavieren, beeinflusst wird. Dies wird in vergleichenden Versuchen mit unbehandeltem und sterilisiertem/neubeimpftem Bodenmaterial deutlich (Abb. 5/7). Darüber hinaus läßt die Absorptionskurve des I-125 an unbehandeltem Boden vermuten, daß bei der Fixierung verschiedenartige, langsame und schnelle, Absorptionsprozesse beteiligt sind, die sich gegenseitig überlagern. Diese Beobachtungen legen die Annahme nahe, daß die ungewöhnlich schnelle Anheftung in der Anfangsphase des Versuchs einen physikalisch-chemischen Vorgang widerspiegelt, während die sich anschließende, viel langsamere Immobilisierung biologischen Ursprungs ist.

Bei den mehr selektiven Behandlungen des Bodenmaterials mit Wirksubstanzen - Polymyxin B (Antibiotika), β -Propiolacton (Desinfektionsmittel), Glucose (gut verwertbares Substrat) - zeigen sich Unterschiede in den Absorptionskinetiken (Abb. 5/8). Auch hier erfolgt mit anhaltender Versuchsdauer eine zunehmende Immobilisierung, wobei sich die ablaufenden Fixierungsprozesse ebenfalls verlangsamen. Am Ende des Versuchs ist die Menge des wasserlöslichen I-125 bei β -Propiolacton behandelten Säulen ca. 1,6 mal höher als bei den anderen Säulen.

Begonnene Mikroautoradiographieversuche zur Erfassung der Feinverteilung von Nukliden in der Bodenmatrix wurden weitergeführt. Die bisher mit C-14- und H-3-markierten Verbindungen durchgeführten Versuche wurden mit I-125, in Form von Natriumiodid, wiederholt. Auch bei diesem Nuklid können die in der Filmschicht auftretenden Schwärzungen einzelnen Mikroorganismenzellen zugeordnet werden.

Die langfristige, standardisierte Untersuchung der Mikroflora an der Referenzstelle, an der das für die Laborexperimente benötigte Bodenmaterial entnommen wird, wurde fortgesetzt. Im Beobachtungszeitraum März bis Dezember 1983 zeigt die Besiedlungsdichte pro Gramm Boden die zu erwartenden jahreszeitlich bedingten Schwankungen.

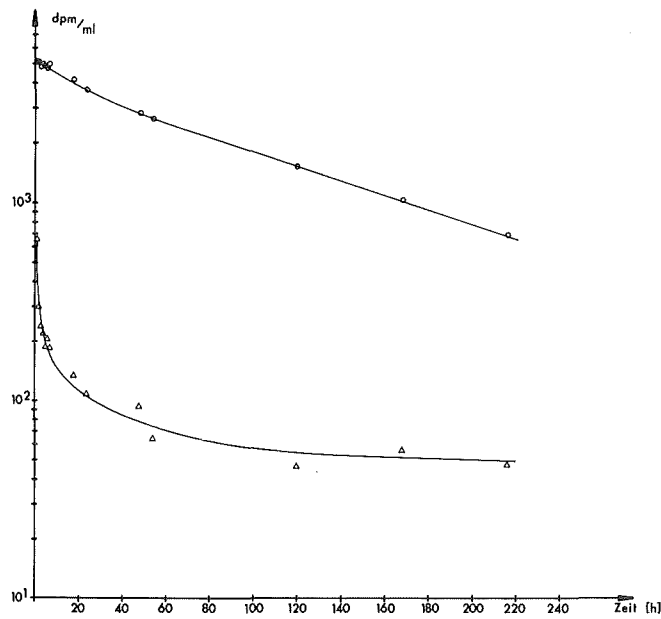


Abb. 5/7: Vergleich unbehandelter, natürlich bewachsener Boden (Δ) - sterilisierter (20 min, bei 121 °C autoklaviert)/neueimpfter Boden. (o) Die in 1 ml Elutionsflüssigkeit enthaltene, aus I-125-markiertem Bodenmaterial mit destilliertem H₂O (5 ml) herauslösbare I-125-Menge wurde nach unterschiedlichen Säulenstandzeiten (1 h bis 9 d) gemessen.

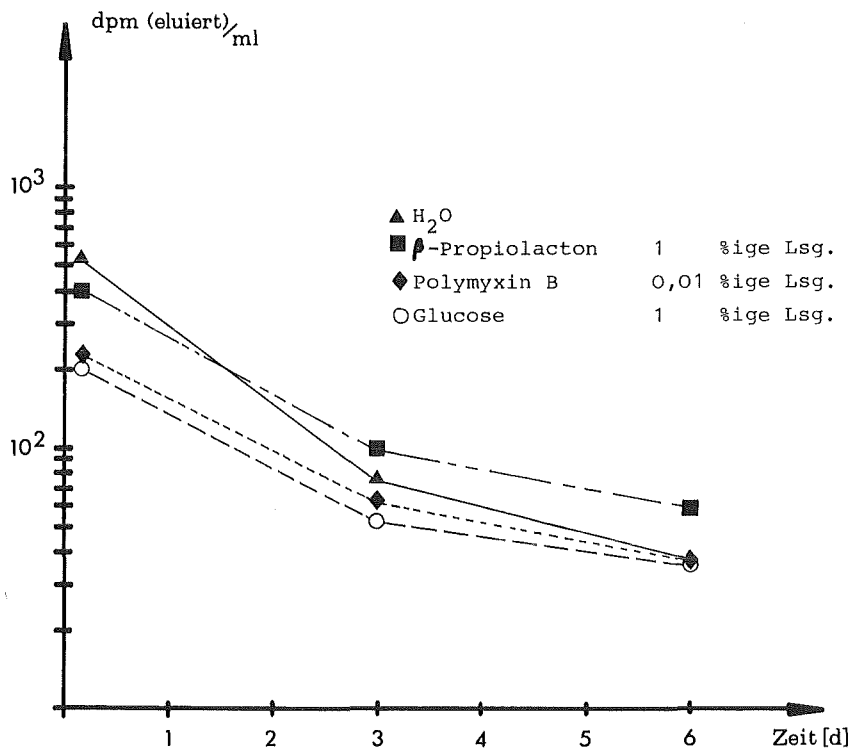


Abb. 5/8: Vergleich unbehandelter, natürlich bewachsener Boden - mit Wirksubstanzen (Antibiotika, Desinfektionsmittel, Substrat) behandelter Boden. Markierung: I-125 in Form von NaI. Künstlich gepackte, I-125-markierte Bodensäulen wurden mit 400 μl Beregnungsflüssigkeit (0,01 % Polymyxin B-Lösung, 1 % β-Propiolacton-Lösung, 1 % Glucose-Lösung) getränkt. Die in 1 ml Elutionsflüssigkeit enthaltene, aus dem markierten Boden mit destilliertem H₂O (5 ml) herauslösbare I-125-Menge wurde nach unterschiedlichen Säulenstandzeiten (3,5 h, 3 d und 6 d) gemessen.

5.2.3 Tritium in Bodenproben aus der weiteren Umgebung des Kernforschungszentrums

G. Lancsarics

Um die bisher beobachteten Tritiumkonzentrationen in pflanzlichen Nahrungsmitteln aus den Hauptausbreitungssektoren des Kernforschungszentrums interpretieren zu können, wurde mit der Untersuchung der Bodenfeuchte auf Tritium in der Umgebung des Kernforschungszentrums begonnen. Die erste Probenahme wurde am 9. Dezember 1983 durchgeführt. Die Orte der Probenahme und die festgestellten Ergebnisse sind aus Abb. 5/9 zu ersehen. Es wäre verfrüht, bereits jetzt irgendwelche Schlußfolgerungen ziehen zu wollen. Es ist vielmehr beabsichtigt, derartige Probenahmen unter Ausdehnung des Probenahmegebietes zu wiederholen. Der Meßwert an der in der Nähe von Durlach genommenen Referenzprobe zeigt jedoch, daß in dem erfaßten Bereich in der Umgebung des Kernforschungszentrums keine nennenswerte Tritiumkontamination des Bodens vorhanden ist.

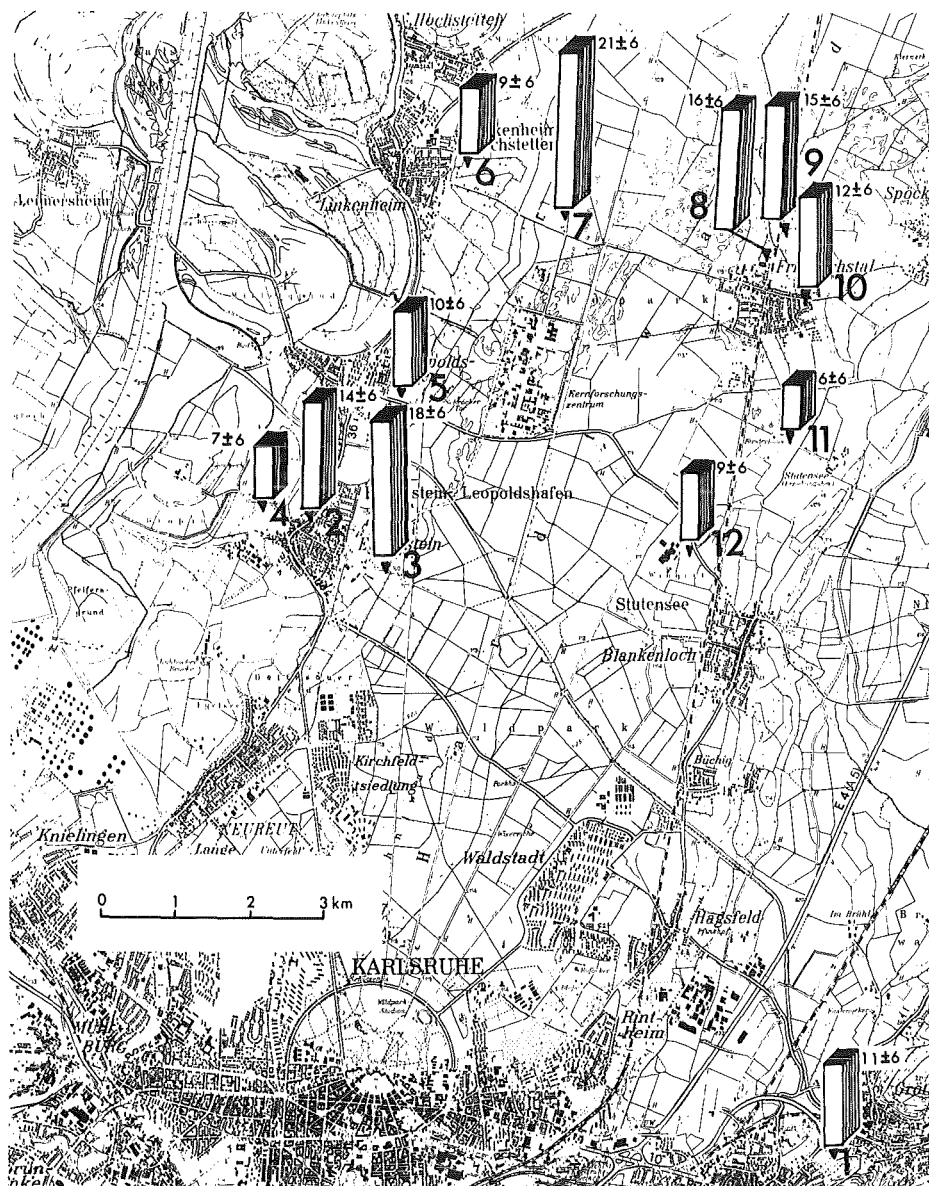


Abb. 5/9: Lage der Probenahmestellen und gefundene Meßwerte

5.2.4 Messung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Aerosole durch γ -Spektrometrie

G. Grünheit

Seit Februar 1982 wurde aus im betreffenden Zeitraum exponierten Bypass-Aerosolfiltern der kerntechnischen Anlagen der Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH mit den höchsten Ableitungen Quartalsmischproben hergestellt. Aus den vorhandenen Aerosolfiltern, die jeweils wöchentlich gewechselt werden, wurde je ein Filterstück ausgestanzt und eine Mischprobe hergestellt. Diese Quartalsmischproben wurden 1 000 min γ -spektrometrisch gemessen. Die abgeleitete Aktivität A wurde unter der Annahme einer konstanten Aktivitätskonzentration in der Fortluft berechnet:

$$A = A_F \cdot \frac{F_1}{F_2} \cdot \exp(\lambda \cdot \Delta T_1) \cdot \frac{\dot{V}_K}{\dot{V}_B} \cdot \frac{\lambda \cdot \Delta T_2}{1 - \exp(-\lambda \cdot \Delta T_2)}$$

Hierin bedeuten:

- A = Abgeleitete Aktivität
- A_F = Aktivität der Quartalsmischprobe
- F_1 = Exponierte Fläche eines Bypass-Aerosolfilters
- F_2 = Exponierte Fläche eines ausgestanzten Mischprobenfilters
- λ = Zerfallskonstante des identifizierten Radionuklids
- ΔT_1 = Zeit zwischen Ende der Sammelperiode und Messung der Mischprobe
- ΔT_2 = Zeit zwischen Anfang der Sammelperiode und Ende der Sammelperiode
- \dot{V}_K = Volumenstrom im Fortluftkamin
- \dot{V}_B = Volumenstrom im Bypass

Anlage	Nuklid	Emissionsrate in kBq/Quartal 1983			
		I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal
HDB, Geb. 545	Sb-125	6	< 7,5	< 6	< 8
	Te-125m	< 6 700	< 2 300	< 2 900	14 000
HDB, Geb. 555	Ru-106/Rh-106	< 8,6	< 11,2	< 8,2	22
	Sb-125	3	< 2,8	< 2,4	50
	Cs-134	< 0,97	< 1,5	< 0,9	4,9
	Cs-137	< 0,74	< 1,2	< 0,83	66
HDB, Geb. 548 Ost	Co-60	< 7,1	143	278	9,0
	Cs-137	22	9,4	27	7,6
	Zn-65	< 21	51	113	< 6,4
	Mn-54	< 7,5	166	< 5,9	< 2,5
	Ce-144	< 25	65	< 16	< 8,1
	Sb-125	25	43	< 9,4	< 5,0
IHCh, Geb. 721-724	Sb-125	< 13	263	< 13	< 9,6
IHCh, Geb. 726	Cs-137	< 7,6	< 5,9	9,5	2,5
KTB/HZ	Sb-125	7 597	4 084	1 482	45
	Cs-137	7	13	17	14
FR2	Cs-137	68	< 2,9	< 4,5	< 3,3

Tab. 5/40: γ -spektrometrisch ermittelte Radionuklidemissionen mit der Fortluft (Quartalsmischproben)

5.2.5 Die Radioökologie von Transuranen, Technetium, Blei und Aktivierungsprodukten

H. Schüttelkopf

Radioökologische Untersuchungen wurden 1983 vor allem zu den Transuranen Pu, Am, Cm und Np, zum Tc und zum Verhalten von Pb, Co und Cr durchgeführt. Der vorliegende Bericht wird aufgeteilt in Meß- und Analysenmethoden, Emissionsmessungen und radioökologische Transfermessungen.

Es wurden insgesamt drei Methoden zur Bestimmung von Pu-241 untersucht. Eine sehr schnelle und einfache Methodik für Pu-241 wurde auf viele Abluft-, Abwasser- und Umgebungsproben angewandt. Für das Studium der Radioökologie der Aktiniden liegen empfindliche Analysenmethoden vor für Th, U, Pu, Am und Cm. Wegen des extrem abweichenden radioökologischen Verhaltens von Np wurde unsere Analytik für eine getrennte Erfassung von Np ausgebaut und eine Methodik erarbeitet, die eine einfache Herstellung des Ausbeute-Tracers Np-239 erlaubt. Voraussetzung für die Untersuchung der Tc-99-Emissionen mit Abluft und Abwasser kerntechnischer Anlagen war die Möglichkeit, den reinen, relativ niederenergetischen, Betastrahler Tc-99 von vielen anderen Radionukliden quantitativ abzutrennen und mit hoher Empfindlichkeit zu messen. Ein entsprechendes radiochemisches Verfahren sowie eine Meßmethode wurde ausgearbeitet. Die hohen Kosten der Bestimmung von Radionukliden im Boden wie z. B. Pb-210, Sr-90 usw. legten es nahe, einen Teil der radioökologischen Untersuchungen zum Transfer Boden/Pflanze mit natürlichen stabilen Spuren durchzuführen. Neben der beachtlichen Verminderung der Analysenkosten hat man den Vorteil, daß diese Spurenelemente seit langem mit der Erde im Gleichgewicht stehen. Dies ist bei Zusatz eines radioaktiven Tracers für eine unbekannte Zeit, die evtl. Jahre betragen kann, nicht gegeben. Aus diesem Grund wurden ein ICP-Emissionsspektrometer und ein Atomabsorptionsspektrometer für die Messung von z. Z. 25 Elementen in Umweltproben kalibriert.

Eine wichtige Voraussetzung für das Studium des Verhaltens von Radioelementen in der Umwelt ist die Kenntnis der Emissionsraten dieser Elemente. Mit der neu erarbeiteten Tc-99-Methodik wurde Tc-99 in der Abluft der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, der Verbrennungsanlage für brennbare radioaktive Abfälle und in einigen anderen Abluftsystemen gemessen. In der Abluft der WAK wurden außerdem 1983 die Isotope von Pu, Am und Cm wie schon 1982 bestimmt. Die Messung der gleichen Isotope und des Sr-90 erfolgte in der Abluft der Veraschungsanlage des KfK. Im Abwasser des KfK, das gleichzeitig das dekontaminierte und geklärte Abwasser der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe enthält, wurde 1983 neben den üblichen Messungen von Plutonium- und Strontiumisotopen die Messung von Tc-99 aufgenommen.

Die radioökologischen Untersuchungen waren gekennzeichnet durch die radioaktive Inbetriebnahme des vollklimatisierten Glashauses, in dem Transfermessungen Boden/Pflanze für Aktiniden und andere radioökologisch wichtige Elemente durchgeführt werden. Erste Transferfaktormessungen für Pu, Am, Cm und Np für Weizen, Kartoffeln, Mais und Weidebewuchs wurden abgeschlossen. Zur Simulation wichtiger Radionuklide wurden erste Spurenuntersuchungen mit Cr, Pb und Co durchgeführt. Neben dem Einfahren der Veraschungs- und Auflösemethoden für Boden- und Pflanzenproben wurde neu eingeführt eine Methodik zur kontinuierlichen Messung und Überwachung des Redoxpotentials und des pH-Wertes im Boden.

Eine wichtige Frage ist die Migration von Aktiniden und anderen Elementen. Nach dem Abschluß der Durchflußmessungen von Wasser durch Bodensäulen wird 1984 die Oberfläche der Säulen mit Aktiniden und evtl. anderen Radionukliden versetzt werden und die Migrationsprozesse bei Anwesenheit von starken Komplexbildnern studiert werden. Neu aufgenommen wurden Experimente zur biologischen Mobilisierung von Schadstoffen im Boden. Es wird dabei überprüft, in welchem Ausmaß Regenwürmer aus einer schadstoffhaltigen Schicht diese in Abhängigkeit von der Zeit in die Umgebung austragen können.

5.2.5.1 Eine schnelle und empfindliche Analysenmethode für Pu-241

J.M. Godoy, M. Pimpl, N. Nerveen, W. Wünschel

Pu-241 ist ein β -Strahler, mit der maximalen β -Energie $E_{\max} = 20$ keV und einer Halbwertszeit von 14,4 a. Abgebrannter Brennstoff mit einem Abbrand von 34 000 MWD/t Schwermetall enthält pro t nach einem Jahr Kühlzeit 113 TBq Pu-238, 12 TBq Pu-239, 18 TBq Pu-240 und 3 800 TBq Pu-241. Trotz der hohen spezifischen Aktivität von Pu-241 im Kernbrennstoff sind nur wenige Publikationen erfolgt über die Emission von Pu-241 mit Abluft und Abwasser. Ebenso gibt es praktisch keine Angaben über die Pu-241-Kontamination der Umgebung kerntechnischer Anlagen.

Es wurde daher eine Methode entwickelt, die die Messung von Pu-241 in einem Flüssigszintillationsspektrometer ermöglicht. Dabei werden Plutoniumpräparate, die durch Elektrodeposition auf Edelstahl hergestellt wurden, verwendet. Im niedrigen Energiebereich kann Pu-241 gemessen werden. Die verschiedenen α -Energien der anderen Pu-Isotope treten als ein Peak im höheren Energiebereich auf (s. Abb. 5/10). Zur Korrektur der Selbstabsorption wird eine lineare Beziehung zwischen physikalischem Wirkungsgrad im Flüssigszintillationsspektrometer und der Auflösung im α -Spektrometer benützt (s. Abb. 5/11).

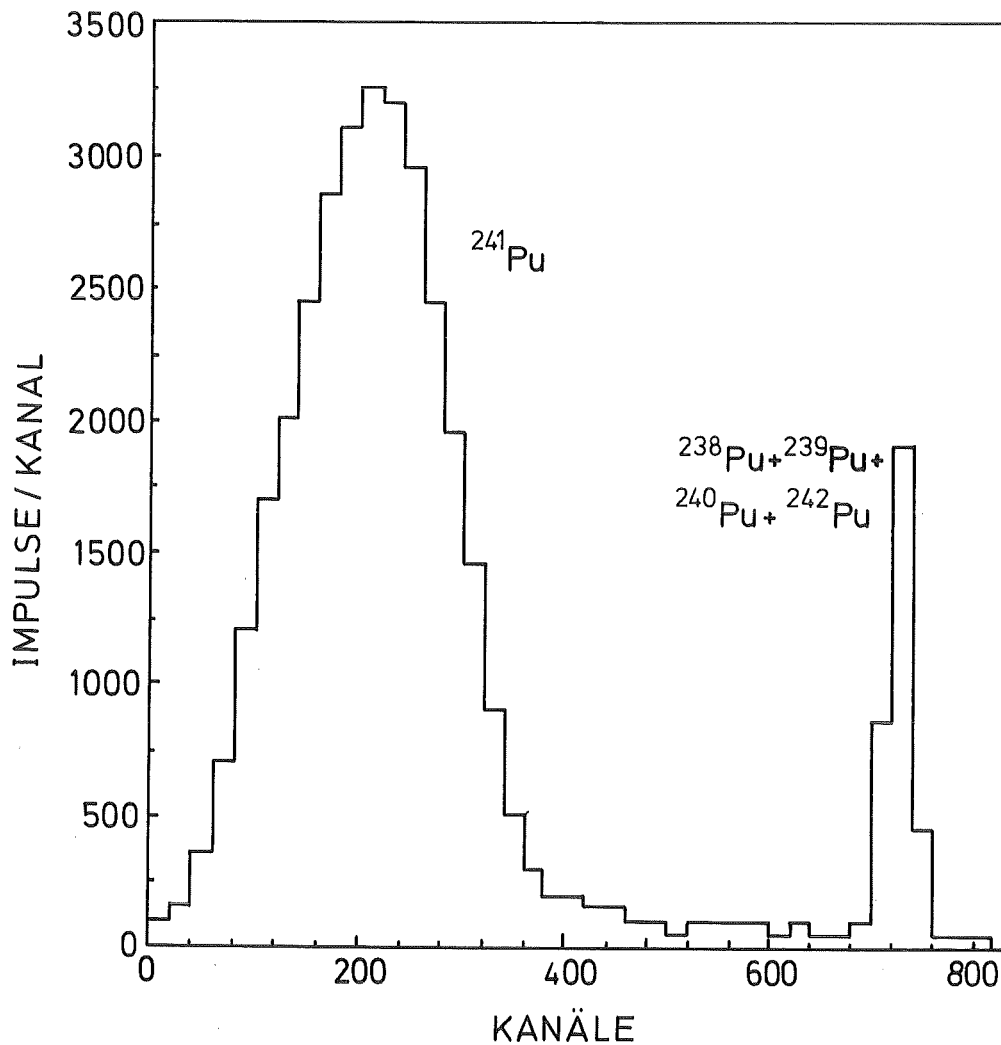


Abb. 5/10: β - und α -Spektrum eines Pu-Standardpräparates

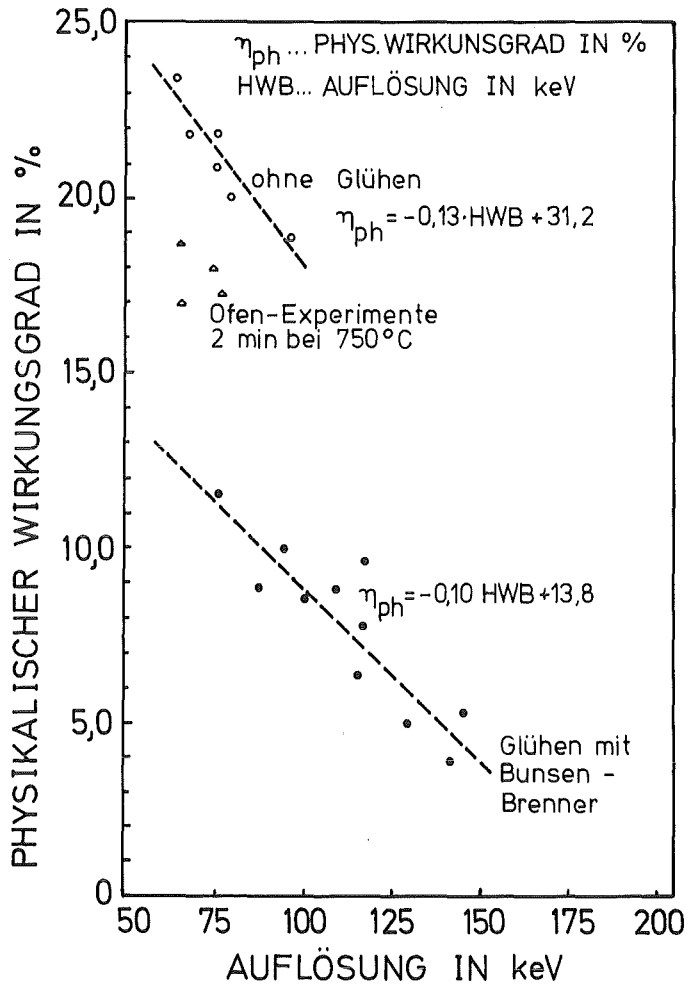


Abb. 5/11: Empirische Beziehung zwischen dem physikalischen Wirkungsgrad im Flüssigszintillationsspektrometer und der Auflösung im α -Spektrometer

Pu-241 wurde von 1980 bis 1982 im Abwasser des Kernforschungszentrums Karlsruhe gemessen. Die Konzentrationen in den monatlichen Mischproben liegen zwischen 0,9 und 7 kBq Pu-241/m³. Das Aktivitätsverhältnis von Pu-241/Pu-239+240 liegt zwischen 11 und 300. Der Mittelwert von Pu-241/Pu-239+240 beträgt 61 (s. Tab. 5/41). Die Messung von Pu-241 erfolgte außerdem in der Abluft der Verbrennungsanlage für radioaktive brennbare Abfälle und in der Abluft der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe. Die monatlichen Emissionsraten der Verbrennungsanlage liegen zwischen 0,48 und 186 MBq und die der Wiederaufarbeitungsanlage zwischen < 0,04 und 285 MBq (s. Tab. 5/42). Das Pu-241/Pu-239+240-Aktivitätsverhältnis betrug im Mittel in der Verbrennungsanlage 93 und in der Wiederaufarbeitungsanlage 160.

Die Messung von Pu-241 in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe erfolgte in Boden- und Pflanzenproben und in Tiefenprofilen im Boden in der 2. Hauptwindrichtung von der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe aus. Die Verdünnung der Plutoniumisotope im Altrhein wurde bis 13,5 km unterhalb der Einleitung der Abwässer des Kernforschungszentrums Karlsruhe gemessen. Die Pu-241-Konzentrationen im Boden lagen zwischen < 3 mBq und 1,3 Bq/g trocken. In Pflanzen wurden Werte bis zu 0,3 Bq/g trocken gemessen. Im Altrhein lagen die Pu-241-

Konzentrationen zwischen < 4 mBq/l und $0,6$ Bq/l. Das Aktivitätsverhältnis Pu-241/Pu-239+240 lag in Bodenproben nahe der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe im Bereich von ca. 12 und im größeren Abstand bei 61. Während der erste Wert gut mit dem Verhältnis im Kernwaffenfallout übereinstimmt, weist der höhere Wert auf zusätzliche Kontamination durch kerntechnische Anlagen hin. Der Mittelwert in Pflanzen liegt bei 33 und im Altrhein bei 56. Die gemessenen Aktivitätsverhältnisse streuen über einen weiten Bereich. Die Dosisexposition der Umgebungsbevölkerung des Kernforschungszentrums Karlsruhe durch das emittierte Pu-241 ist vernachlässigbar klein.

	1980	1981	1982
	Pu-241 in kBq/m ³		
Januar	<3,3	<7,8	<0,74
Februar	<2,2	<2,6	<1,5
März	<7,8	<2,2	<3,3
April	-	<1,9	<2,6
Mai	-	<1,9	<9,6
Juni	<1,1	<1,1	1,0±0,6
Juli	<1,5	<1,5	<0,74
August	<3,7	1,9±0,7	<0,37
September	<1,1	1,6±0,6	<0,37
Oktober	1,9±0,7	<2,2	1,3±0,4
November	<2,6	<4,8	<0,74
Dezember	7±2	<5,6	0,9±0,3

Tab. 5/41: Die Pu-241-Konzentration im Abwasser des KfK von 1980 - 1982

Probenahmezeitraum	Verbrennungsanlage			Wiederaufarbeitungsanlage	
	1979	1980	1981	1980	1981
Januar	-	0,7	1,1	81,4	0,4
Februar	-	186,1	0,8	74,0	1,7
März	-	25,6	0,7	77,7	1,1
April	8,9	16,9	0,5	229,4	0,7
Mai	10,0	77,0	1,4	284,9	0,4
Juni	20,4	65,5	1,5	1,8	0,2
Juli	6,0	41,1	16,5	0,7	0,2
August	0,7	9,9	16,9	1,9	0,2
September	3,6	13,5	0,9	1,1	<0,04
Oktober	2,2	6,0	2,1	4,1	0,1
November	1,1	8,3	1,6	0,3	0,6
Dezember	16,9	0,5	0,5	0,7	3,5

Tab. 5/42: Emissionsraten von Pu-241 in kBq/Monat mit der Abluft der Verbrennungsanlage und der Wiederaufarbeitungsanlage

5.2.5.2 Eine Methode zur schnellen Herstellung des Ausbeutetracers Np-239

M. Pimpl, G. Hefner

Die quantitative Bestimmung von Np-237 durch radiochemische Analyse ist nur dann möglich, wenn der Probe vor Beginn der Bearbeitung ein geeigneter Tracer bekannter Aktivität zugesetzt wird, mit dem nach Durchlaufen der vollständigen Analyse die Verluste bei den verwendeten Trenn- und Reinigungsschritten korrigiert werden können. Für die Analyse von Np-237 kann als Tracer zur Bestimmung der chemischen Ausbeute Np-239, das Tochterprodukt von Am-243, benutzt werden. Np-239 kann ohne großen meßtechnischen Aufwand sehr empfindlich über die charakteristischen

γ -Linien bei 106, 228 und 278 keV gemessen werden. Da es wegen der kurzen Halbwertszeit von 2,35 d nicht möglich ist, eine Vorratslösung von Np-239 zu verwenden, muß der Tracer vor jeder Analyse neu hergestellt werden.

Für die praktische Anwendung im Labor wäre es am einfachsten, wenn man Am-243 auf eine Ionenaustauschersäule aufbringen und bei Bedarf das Tochternuklid Np-239 eluieren könnte. Da nun aber Np-239 in wäßriger saurer Lösung als Np(V) vorliegt, wird es von Anionenaustauschermaterialien aus den meisten Lösungen stärker gebunden als Am-243, das als Am(III) vorliegt. Gibt man eine Lösung von Am-243/Np-239 in 7,2 M HNO_3 auf eine Anionenaustauschersäule mit Dowex 1 x 4 (100 - 200 mesh) und wäscht mit 7,2 M HNO_3 nach, so wird Np-239 auf der Säule festgehalten, während Am-243 ausgewaschen wird. Np-239 wird dann mit 0,36 M HCl /0,01 M HF eluiert. Die Am-243-Lösung wird aufbewahrt und kann nach dem Aufbau des Tochternuklids Np-239 wiederum zur Herstellung von Np-239 verwendet werden. Das Verfahren kann sehr einfach und schnell durchgeführt werden. Der Dekofaktor für Am-243 beträgt 10^3 .

Diese Methode der Tracerherstellung kann man verwenden, wenn in einem Probenmaterial nur Np bestimmt werden soll, da die geringen Mengen Am-243 im Verlauf des Np-237-Analysenganges abgetrennt werden. Für unsere Problemstellung - die parallele Bestimmung von Pu, Am, Cm und Np im Low-level-Bereich - müssen wir wesentlich höhere Anforderungen an die Reinheit des Np-239 stellen. Zu jeder Probe werden 74 mBq Am-243 zur Ausbeutebestimmung von Am-241, Cm-242 und Cm-244 zugegeben. Das im Np-239 enthaltene Am-243 darf maximal 5 % der Aktivität des Ausbeutetracers erreichen, d. h. 4 mBq. Bei Verwendung von etwa 370 Bq Np-239 zur Ausbeutebestimmung bedeutet dies, daß der Dekofaktor für Am-243 $> 10^5$ sein muß. Des weiteren muß bei unserer Anwendung von Np-239 als Ausbeutetracer das Zerfallsprodukt Pu-239 vollständig abgetrennt werden, da sonst die Simultanbestimmung von Pu, Am, Cm und Np in Umweltproben erheblich verfälscht werden würde.

Die schnelle und problemlose Darstellung von Np-239 gelang durch ein Extraktionsverfahren mit Trioctylamin (TOA) in Xylol, das in Abb. 5/12 schematisch dargestellt wird. Dabei wird die salzsaure Lösung von Am-243, das sich im radioaktiven Gleichgewicht mit dem Tochternuklid Np-239 befindet, mit 50 ml konzentrierter Salzsäure aufgenommen und in einem 250-ml-Scheidetrichter mit 50 ml TOA/Xylol (5 %) geschüttelt. Np-239 wird von TOA gebunden und in die organische Phase extrahiert. Am-243 bleibt in der salzsauren wäßrigen Phase zurück. Läßt man diese Lösung einige Zeit stehen, so wird das Np-239 nachgebildet und kann wiederum extrahiert werden. Die organische Phase wird mit konzentrierter HCl gewaschen, um restliches Am-243 auszuwaschen. Anschließend wird Np-239 in zwei Schritten mit je 10 ml Wasser aus der organischen in die wäßrige Phase rückextrahiert. Die wäßrige Phase wird bis zur Trockne eingedampft und danach in 50 ml $\text{FeCl}_2/\text{HCl}_{\text{conc}}$ (0,8 g $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ auf 100 ml HCl_{conc}) aufgenommen. Es folgt eine zweite Extraktion von Np-239 in TOA/Xylol. Die salzsaure wäßrige Phase wird verworfen, die organische Phase wird einmal mit 10 ml $\text{FeCl}_2/\text{HCl}_{\text{conc}}$ gewaschen, anschließend viermal mit HCl_{conc} . Np-239 wird wieder mit 2 x 10 ml H_2O in die wäßrige Phase zurückextrahiert. Spuren der organischen Phase werden durch zweimaliges Waschen der wäßrigen Phase mit je 25 ml CHCl_3 entfernt. Die Lösung wird angesäuert und kann nun direkt zur Ausbeutebestimmung von Np-237 der zu bearbeitenden Proben zugesetzt werden.

Zur Überprüfung der Reinheit des Np-239 wird das Eisen durch Waschen mit 6 x 50 ml Iso-Butyl-Methyl-Keton in 6 - 7 M HCl entfernt. Die verbleibende Lösung wird eingedampft, der Rückstand in 2 M HCl aufgenommen und nach der Oxalatmethode auf Edelstahlplättchen von 25 mm Durchmesser elektroplattiert. Durch γ -Spektrometrie wird das Np-239 gemessen, durch α -Spektrometrie werden die noch vorhandenen Spuren Am-243 und Pu-239 erfaßt.

Die Herstellung des Ausbeutetracers Np-239 nach diesem Extraktionsverfahren dauert 2,5 h. Von dem im radioaktiven Gleichgewicht mit Am-243 vorliegenden Np-239 werden mehr als 80 % isoliert. Der Dekofaktor für Am-243 beträgt für die 1. Extraktion $4 \cdot 10^4$, nach Durchlaufen von zwei Extraktionsschritten $6 \cdot 10^5$.

Durch die Verwendung von FeCl_2 in konzentrierter HCl vor der 2. Extraktion wird Pu-239 reduziert und verbleibt als Pu(III) in der wäßrigen Phase. Der erzielte Dekofaktor von 10^4 liegt in der gleichen Größenordnung wie der von Am-243 bei einem Extraktionsschritt.

Bei Verwendung des so präparierten Np-239-Tracers ist bei der Bestimmung von Pu, Am, Cm und Np eine Verfälschung der Pu-239+240-Ergebnisse durch Aufbau von Pu-239 als Tochternuklid von Np-239 zu vernachlässigen, wenn die zu Beginn einer Analyse eingesetzte Np-239-Aktivität auf 370 Bq begrenzt wird. Führt man mehrere Analysen parallel durch, so kann die insgesamt erforderliche Tracermenge Np-239 in einem Arbeitsgang nach dem beschriebenen Verfahren hergestellt werden, wobei daran anschließend Aliquote von ca. 370 Bq Np-239 für jede Einzelanalyse entnommen und dem Probenmaterial zugesetzt werden.

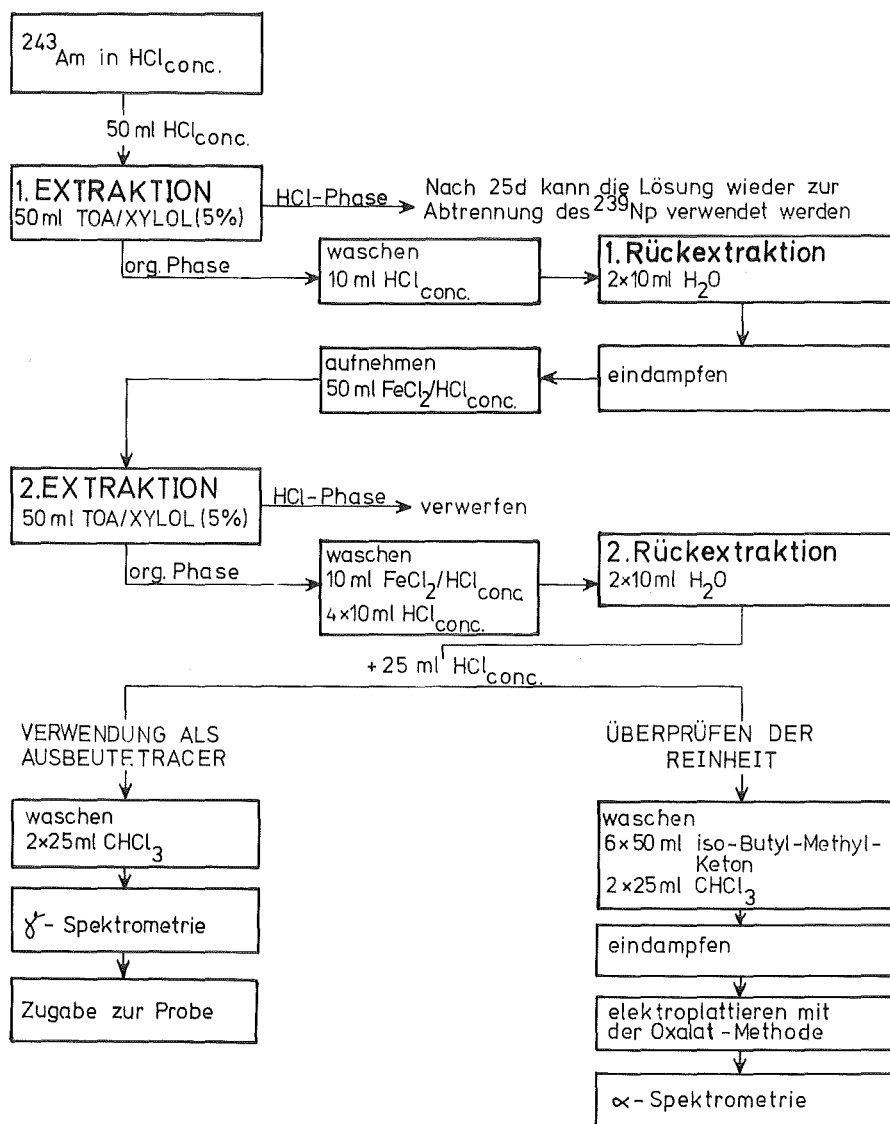


Abb. 5/12: Schematische Darstellung des Herstellungsverfahrens von reinem Np-239

5.2.5.3 Ein radiochemisches Verfahren zur Bestimmung von Np, Pu, Am und Cm in Umweltproben

M. Pimpl, G. Hefner

Im Rahmen des Forschungsvorhabens "Untersuchung des physikalischen und chemischen Verhaltens biologisch besonders wirksamer Radionuklide in der Umwelt - Pu, Am, Cm und Np" untersuchen wir die Aufnahme dieser Nuklide aus dem Boden in Nutzpflanzen unter kontrollierten Bedingungen in einem vollklimatisierten Gewächshaus. Forschungsarbeiten dieser Art können nur dann mit Aussicht auf Erfolg durchgeführt werden, wenn eine schnelle und empfindliche Analysenmethode zur Verfügung steht, da einerseits die Probenzahl groß ist, andererseits nur sehr geringe Mengen Aktiniden durch Wurzelaufnahme in die Pflanzen gelangen. Wenn man weiter bedenkt, daß die zur Verfügung stehende Anbaufläche begrenzt ist, also nicht beliebig viel Pflanzenmaterial pro Versuch erzeugt werden kann, dann benötigt man ein radiochemisches Verfahren, bei dem aus einer Probe Np, Pu, Am und Cm sequentiell abgetrennt und bestimmt werden. Das radiochemische Verfahren für Plutonium, das seit Jahren mit gutem Erfolg in der Hauptabteilung Sicherheit sowohl für Forschungs- als auch für Überwachungsaufgaben verwendet wird, wurde zunächst zur simultanen Bestimmung von Americium und Curium erweitert. Dieser Verfahrensschritt wurde im Jahresbericht 1980 (KfK 3113) bereits beschrieben. Als letztes wurde nun dieses Verfahren so modifiziert, daß zusätzlich Neptunium in allen Umgebungsproben in hohen Ausbeuten bestimmt werden kann. Abb. 5/13 zeigt schematisch die Einzelschritte des Verfahrens.

Zu dem vollständig veraschten Probenmaterial - bei Boden 100 g, bei Pflanzen 20 g - werden die Ausbeutetracer Np-239, Am-243 und Pu-236 zugegeben. In einem ersten Schritt wird die Asche mit HNO_3/HF ausgekocht, in einem zweiten mit $\text{HNO}_3/\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Nach dem Zusatz von NaNO_2 zur Stabilisierung von Pu(IV) und Np(V) wird der Rückstand abfiltriert. Im Filtrat wird Np(V) durch Zusatz von FeCl_2 und $\text{HCl}\cdot\text{NH}_2\text{OH}$ weitgehend zu Np(IV) reduziert, Pu verbleibt in stark salpetersaurer Lösung mit Nitritüberschuß als Pu(IV). Aus dieser 8 M HNO_3 sauren Lösung werden Pu und Np durch Extraktion mit Trioctylphosphinoxid (TOPO)/Cyclohexan nahezu quantitativ in die organische Phase extrahiert, während Am und Cm in der wäßrigen Phase bleiben.

Die organische Phase wird zunächst mit $\text{HNO}_3/\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ mit Zusatz an FeCl_2 und $\text{HCl}\cdot\text{NH}_2\text{OH}$ gewaschen. Dadurch wird an TOPO gebundenes Np(V) und Np(VI) zu Np(IV) reduziert. Der mit TOPO gebildete Np(IV)-Komplex ist so stabil, daß bei weiteren Waschvorgängen mit HNO_3 und HCl kein Np-Verlust zu beobachten ist. Das gleiche gilt für Pu(IV). Die wesentlichen Matrixelemente des Probenmaterials Na, K, Mg, Ca und Al werden bei diesem Reinigungsschritt nicht mitextrahiert und auch Fe nur in sehr geringem Maße. Zur Rückextraktion wird NH_4F verwendet. Während Pu damit quantitativ aus TOPO/Cyclohexan herausgelöst wird, ist dies bei Np erst dann der Fall, wenn Np(IV) durch den Zusatz von $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ zu Np(V) und Np(VI) oxidiert wird. Zur weiteren radiochemischen Reinigung wird zur wäßrigen Phase Reduktionsmittel zugegeben und eine Mitfällung mit LaF_3 durchgeführt. Nach dem Waschen des Niederschlags wird dieser in gesättigter Borsäure-Lösung in konzentrierter Salpetersäure aufgenommen und mit NaNO_2 zur Stabilisierung von Pu(IV) und Np(V) versetzt. Durch Waschen mit HNO_3 und HCl werden U und Th entfernt, bevor Pu und Np mit 0,36 M $\text{HCl}/0,01$ M HF eluiert werden. Es folgt die Elektroplattierung auf Edelstahlplättchen nach der Oxalatmethode. Am Präparat wird mittels α -Spektrometrie Np-237, Pu-236, Pu-238 und Pu-239+240 gemessen, mittels γ -Spektrometrie der Gehalt des Ausbeutetracers Np-239.

Die nach der ersten Extraktion mit TOPO/Cyclohexan verbleibende stark salpersaure wäßrige Phase wird mit konzentriertem Ammoniak auf $\text{pH} = 1$ gebracht. Eventuell ausgefallene Kieselsäure wird abfiltriert. Das klare Filtrat wird mit 1 ml/min über eine Kieselgursäule, auf das als stationäre Phase TOPO in Diethylbenzol aufgebracht ist, gegeben. Mit 0,1 M HNO_3 wird nachgewaschen, um die Matrixelemente quantitativ auszuwaschen. Mit 2 M HNO_3 werden Am und Cm rückextrahiert. Nach dem Entfernen von organischen Verunreinigungen mit CHCl_3 , die durch Ausbluten der Extraktionssäule in die Lösung gelangen können, wird die Am- und Cm-enthaltende

salpetersaure Lösung eingedampft und in 9 M HCl wieder aufgenommen. Es folgt ein Reinigungsschritt über einen kombinierten Kationen- und Anionenaustauscher, bei dem Reste der Matrixelemente, insbesondere das Eisen, vollständig abgetrennt werden. In einem anschließenden Anionenaustausch aus salpetersaurer methanolischer Lösung werden mit Thiocyanat die Lanthaniden, die sich chemisch sehr ähnlich wie Am und Cm verhalten, quantitativ entfernt. Zum Abschluß der radiochemischen Reinigung werden Am und Cm nach der Oxalatmethode elektroplattiert und im Präparat wird α -spektrometrisch der Gehalt an Am-241, Am-243, Cm-242 und Cm-244 gemessen. Das vorgestellte Verfahren wird mit gutem Erfolg zur Bestimmung von Np, Pu, Am und Cm in Boden- und Pflanzenproben aus dem Gewächshaus angewendet. Die chemischen Ausbeuten betragen 60 - 90 % für jedes Nuklid, die Nachweisgrenze liegt für 100 g Boden bei 3,7 μ Bq/g Asche, für Pflanzenasche bei 18,5 μ Bq/g. Eine Laborkraft kann vier Analysen gleichzeitig bearbeiten und benötigt zur vollständigen Durchführung des Analysenganges etwa vier Arbeitstage.

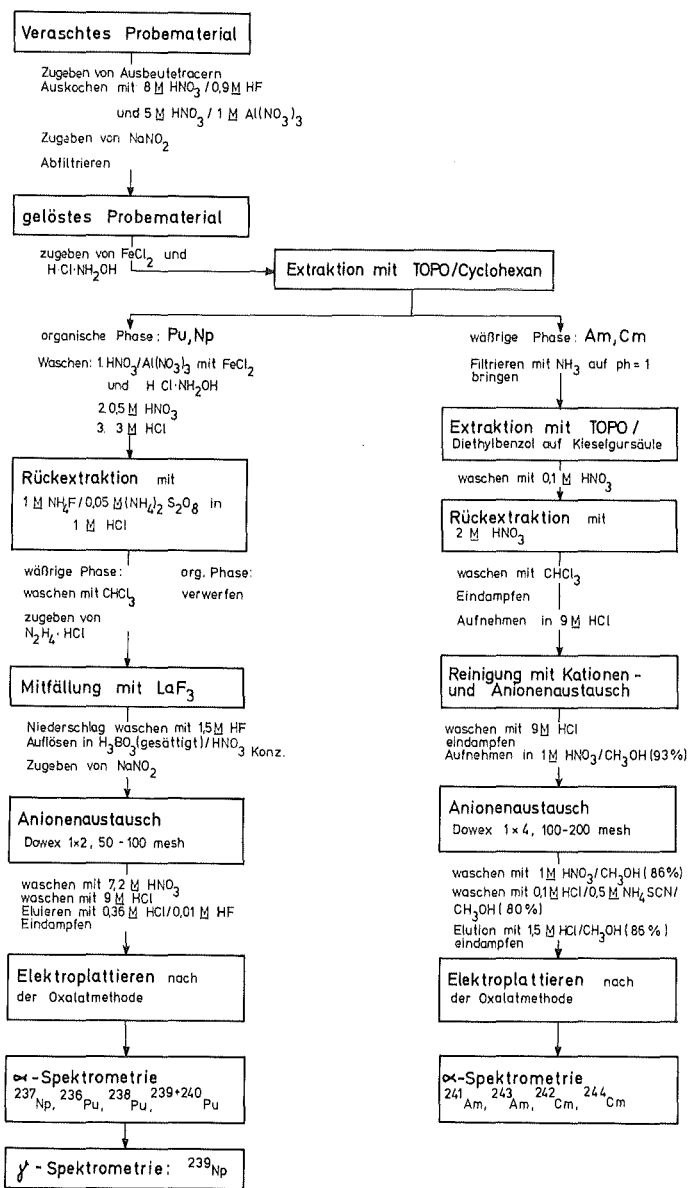


Abb. 5/13: Schematische Darstellung des Analysenverfahrens zur simultanen Bestimmung von Np, Pu, Am und Cm

5.2.5.4 Die Bestimmung von Elementen in Pflanzen- und Bodenproben mittels Atomemissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES) und Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)

T. Liese, J. Hiller

Die Messung von Transferfaktoren Boden/Pflanze wird häufig mit radioaktiven Tracern durchgeführt. Die Messung mit inaktiven, natürlichen Spuren in Boden und Pflanze hat den Vorteil, daß die Meßtechnik für viele Elemente wesentlich billiger ist und die Spuren mit der Erde sich bereits im chemischen Gleichgewicht befinden. Zusätzlich zu der radiochemischen Analytik werden und wurden - soweit möglich - Vorversuche mit entsprechenden inaktiven Elementen bzw. Proben gemacht. Dies betrifft zum Beispiel die Überprüfung der erreichbaren Homogenität bei Zugabe von Elementen zu Böden, die Ermittlung des Einflusses der Gefäßgröße auf die Ergebnisse, die Erarbeitung von Extraktionsverfahren, Ermittlung der notwendigen Anzahl von Parallelbestimmungen und das Auswählen der geeigneten Aufschlußmethoden zum Lösen der Pflanzenprobe. Das inaktive Arbeiten dient außerdem der Vorbereitung entsprechender aktiver Versuche bzw. der Klärung des Verhaltens dieser Elemente in der Umwelt. Bei der Bestimmung des Transfers Boden/Pflanze hat man sich in vielen Fällen damit begnügt, die Konzentration des betrachteten Elementes in diversen Pflanzenteilen und im Boden zu bestimmen. Für ein besseres Verständnis des Verhaltens der betreffenden Elemente im Boden und in der Pflanze ist es jedoch auch wichtig zu wissen, wie sich simultan zur Aufnahme eines Schadstoffes die Gehalte bzw. Aufnahmen der anderen Elemente ändern. Man erhält so tiefergehende Aussagen über die möglichen Wirkungen, Angriffsorte und Konkurrenzreaktionen.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist auch das Verhalten der Elemente im Boden selbst. Je nach Art und chemischer Konstitution des Bodens ist z. B. die Bindung an den Boden, die Pflanzenverfügbarkeit und Neigung zur Auswaschung unterschiedlich. Um darüber Kenntnisse zu erlangen, ist die Erarbeitung und der Einsatz gezielter Auslaugeverfahren sowie eine Kenntnis der Gesamtzusammensetzung des Bodens (Kationen und Anionen) notwendig. Aufgrund der Vielzahl an Einzelmessungen eignen sich für solche Untersuchungen nur schnelle Meßverfahren wie z. B. die ICP-AES und die AAS. Seit 1983 wurden in der HS/R geeignete Meßmethoden eingeführt, geeicht und auf verschiedene Fragen angewandt.

Die Atomemissionsspektroskopie (AES) mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP)

Von der Vielzahl der Plasmen, die als Anregungseinheit bei der AES zum Einsatz kommen, ist das ICP das gebräuchlichste. Das ICP ist ein in einem elektromagnetischen Hochfrequenzfeld ionisiertes Gas. Dazu wird Argon in einem aus drei konzentrischen Quarzrohren bestehenden Brenner durch eine Spule geleitet, die an einen Hochfrequenzgenerator angeschlossen ist. Durch einen Funken werden im Argon die ersten Ionen und Elektronen erzeugt und auf diese Weise die Energieübertragung von der Spule zum Plasma eingeleitet. Das Hochfrequenzfeld erzeugt ein Magnetfeld und dieses wiederum ein elektrisches Feld. Das elektrische Feld induziert einen Hochfrequenzstrom in einem Leiter - hier Argon-Ionen und Elektronen -, der sich innerhalb des Feldes befindet. Die von Ionen und Elektronen aufgenommene elektrische Energie wird in Bewegungsenergie umgesetzt. Der Zusammenstoß der in dieser Art beschleunigten Teilchen mit anderen Gasparkeln erzeugt weitere Ionen und Elektronen sowie Wärmeenergie. Die Wärmeenergie führt dann zur Verdampfung, Dissoziation, Anregung und weiteren Ionisation des Aerosols bzw. des Plasmagases. Vorteile des induktiv gekoppelten Plasmas sind die effektive Energieübertragung vom Plasma auf die Probe und die relativ inerte Umgebung (Sauerstoff wird nur in geringer Menge mit der Probe eingebracht, daher erfolgt z. B. keine Oxidbildung). Dies führt zu einer nahezu vollständigen Atomisierung, Ionisierung und Anregung der Probe. Die Meßhöhe liegt ca. 12 bis 20 mm über der obersten Wicklung der Hochfrequenzspule. Durch Variation der Meßhöhe, der dem Plasma zugeführten Leistung, der Menge des Aerosolträrgases

bzw. der Menge des Plasmagases läßt sich eine Veränderung der Empfindlichkeit erzielen. Unter normalen Umständen werden diese Parameter so eingestellt, daß eine größtmögliche Anzahl von Elementen optimal bestimmt werden kann. Bei dem von uns verwendeten Gerät handelt es sich um ein sequentielles Gerät (die Elementlinien werden nacheinander angefahren) mit evakuiertem Spektrometerteil. Der Probendurchsatz ist bei der Wahl des sequentiellen Gerätes zwar geringer als bei einem Simultan-Spektrometer, doch ist dadurch hinsichtlich der zu bestimmenden Elemente und der jeweiligen Linien keine Festlegung erfolgt. Es besteht also die Möglichkeit, mitunter probenangepaßter zu messen, als dies bei einem Simultan-Spektrometer der Fall ist. Nachteil des sequentiellen Gerätes ist der höhere Bedarf an Probenlösung und die längere Meßzeit.

Die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)

Bei der AAS wird die Resonanzabsorption von Strahlung genau definierter Wellenlänge gemessen. Gemäß dem Kirchhoffschen Strahlungsgesetz absorbiert ein Element Strahlung der gleichen Wellenlänge, die es im Anregungsfall emittiert. Zwischen dem absorbierten Strahlungsteil und der entsprechenden Elementkonzentration besteht Proportionalität. Es handelt sich um ein relatives Meßverfahren, die Auswertung erfolgt über Kalibrierproben. Zur Erzeugung des elementspezifischen Lichtes dienen Hohlkathodenlampen, die das zu analysierende Element als Kathodenmaterial enthalten. Man benötigt somit für jedes zu bestimmende Element eine spezielle Hohlkathodenlampe. Seit geraumer Zeit gibt es auch Mehrelement-Hohlkathodenlampen im Handel, dabei ist jedoch die Anzahl der möglichen Element-Kombinationen beschränkt. Die Probe wird nahezu ausschließlich in gelöster Form zur Analyse gebracht. Über ein Zerstäuber-Brenner-System, z. B. mit Luft-Acetylen-Flamme betrieben, und durch Erhitzen im Graphitrohr werden die benötigten freien Atome erzeugt. Die Flamme als Energiequelle ist weitaus freier von Störungen, hat aber nicht die hohe Empfindlichkeit der Graphitrohrtechnik. Bei letzterer werden ca. 20 µl bis 100 µl Probelösung mittels Pipette bzw. Dosierautomat in ein argongespültes Graphitrohr gebracht, welches so im optischen Strahlengang angeordnet ist, daß es vom Licht der Hohlkathodenlampe durchstrahlt wird. Durch Anlegen geeigneter Spannungen ist es möglich, das Graphitrohr so zu erhitzen, daß die Probe erst getrocknet, dann von leichtflüchtigen Begleitstoffen befreit und schließlich atomisiert wird. Wesentliche Störung hierbei ist die auftretende unspezifische Absorption. Dies erfordert eine geeignete Korrektur, da auf der Resonanzwellenlinie die Summe aus spezifischer und unspezifischer Absorption gemessen wird. Zur Messung des Untergrundes bzw. der Korrektur des Meßsignals bedient man sich des Einsatzes von Kontinuumstrahlern (Deuterium-Lampe) bzw. seit kurzem des Zeeman-Effektes, wie das bei dem von uns verwendeten Gerät der Fall ist. Vorteil der Zeeman-AAS ist die Möglichkeit, höhere unspezifische Absorptionen zu korrigieren, was besonders bei der Untersuchung von Proben mit sehr komplexer Matrix notwendig ist. Bei uns trifft dies z. B. bei der Analyse der Bodenproben zu.

Kalibrierung der Geräte

Für das ICP wurden bisher 17 Meßabläufe erstellt, die von der Einzelelementbestimmung bis zur sequentiellen Bestimmung von 21 Elementen reichen. Routinemäßig werden z. Z. folgende Elemente mittels ICP-AES in Boden- und Pflanzenproben bestimmt (s. Tab. 5/43).

Das ICP-Gerät wird eingesetzt zur Bestimmung der Elemente in Pflanzen- und Bodenproben. Neben den umfangreichen Analysen von Standardreferenzmaterialien, die zur Erstellung der Meßabläufe notwendig waren, wurden Proben aus dem Gewächshaus und im Rahmen von Ringversuchen analysiert. Zum Lösen der Proben hat sich der Druckaufschluß mit Salpetersäure am besten bewährt. Sollen Boden- oder Pflanzenproben mit hohem Silikatanteil vollständig aufgeschlossen werden, so wird nach dem Druckaufschluß eine Behandlung mit Perchlorsäure/Flußsäure durchgeführt. Einige Elemente wie z. B. Chrom, Cobalt und Blei sind in Pflanzen meist in so geringer Konzentration vorhanden, daß eine Bestimmung mittels ICP-AES nicht mehr möglich ist. Diese Metalle werden dann mit der AAS (Graphitrohrtechnik) analysiert.

Element	Meßwellenlänge (nm)	Nachweisgrenze* (ng/ml)	Element	Meßwellenlänge (nm)	Nachweisgrenze* (ng/ml)
Eisen	259,940	19	Aluminium	396,152	108
Calcium	422,673	31	Magnesium	279,553	1
Natrium	588,995	52	Mangan	257,610	1
Zink	213,856	5	Strontium	407,771	1
Barium	455,403	1	Cadmium	226,502	7
Cobalt	228,616	10	Chrom	205,552	16
Kupfer	324,754	39	Nickel	231,604	14
Blei	220,353	36	Schwefel	180,731	32
Phosphor	178,287	38	Titan	334,941	1
Arsen	189,042	30	Vanadium	310,230	17
Beryllium	313,042	1	Selen	196,090	77
Quecksilber	184,950	13	Thallium	190,864	97
Molybdän	202,030	10	Bor	182,589	25

*Die angegebene Nachweisgrenze wurde bei 4 sec Meßzeit je Meßposition und unter Multielementbedingungen erreicht. Sie ist definiert als die doppelte Standardabweichung des Untergrunds, geteilt durch die Empfindlichkeit, die in diesem Fall durch die Steigung der Eichgeraden gegeben ist. Bei Verwendung elementspezifischer Meßbedingungen läßt sich die Nachweisgrenze teilweise noch erheblich senken.

Tab. 5/43: Nachweisgrenzen bei der Messung von Spurenelementen mit der ICP-AES

5.2.5.5 Die Bestimmung von stabilem Iod in Wein

T. Liese, W. Wünschel, H. Kiefer jr.

Die maximal mögliche Schilddrüsendosis durch I-129 hängt ab von der täglich aufgenommenen Menge inaktiven Iodes. Ein Vergleich von Nahrungsmittelmenge und Iodgehalt zeigte, daß Seefisch und Milch wichtige Komponenten der Versorgung mit stabilem Iod sind. Die hohen publizierten Iodkonzentrationen in Wein machten eine endgültige Bewertung aber schwierig. Daher wurde überprüft, in welchem Bereich die Iodkonzentrationen in Wein schwanken. Ziel war es, ein Verfahren auszuarbeiten, welches die schnelle quantitative Bestimmung von Iod in Weinen ermöglicht. In der Literatur findet man eine Vielzahl von Methoden zur Iodbestimmung angegeben, wie wichtigsten sind:

- die Iodbestimmung mittels Sandel-Kolthoff-Reaktion,
- die Photometrie des mit violetter Farbe in CCl_4 gelösten Iods.
- die Photometrie des Triiodidions,
- die Abtrennung des Iods mittels Destillation und Bestimmung des überdestillierten Iods durch Oxidation mit Bromwasser zu Iodat, anschließende Umsetzung mit Kaliumiodid und Titration der gebildeten sechsfachen Iodmenge.

Die Verfahren 1 und 4 sind sehr empfindlich, erfordern aber viel Erfahrung im Arbeiten sowie einen nennenswerten Zeitaufwand je Probe, es sei denn, man ist in der Lage, das Verfahren zu automatisieren. Da die dafür notwendige Zeit bzw. die Mittel nicht zur Verfügung standen, blieben die Verfahren 2 und 3. Das Verfahren 2 "die Photometrie des mit violetter Farbe in CCl_4 gelösten Iods" erwies sich nach Vorversuchen als nicht empfindlich genug. So wurde das Verfahren 3 "die Photometrie des Triiodidions" ebenfalls in CCl_4 bzw. in Chloroform angewendet. Bei den Aufschlußmethoden wurde meist die trockene Veraschung unter Zugabe von Magnesiumoxid, Kaliumhydroxid, Kaliumpermanganat bzw. Natriumcarbonat zusammen mit Zinksulfat bei 400 °C bis 600 °C empfohlen. Mit diesen Literaturangaben und unseren Vorversuchen ergab sich für uns folgende Probenaufbereitung: Zu 100 ml Wein wurde 1 ml 10prozentige Zinksulfatlösung gegeben. Durch Zugabe von ca. 2 g Natriumhydroxid wurde stark alkalisch gemacht und die Probe dann auf dem Sandbad bis zur Trockenheit in einem Becherglas

eingedampft. In diesem Becherglas wurde dann die Probe zwei Stunden lang bei 450 °C im Ofen verascht. Dabei war es wichtig, stets das Becherglas mit einem Uhrglas abgedeckt zu halten, da sich sonst ein Teil des Iods verflüchtigt. Nach Abkühlen des Becherglases wurde mit destilliertem Wasser und 1 ml 10prozentiger Zinksulfatlösung aufgenommen, nochmals eingedampft und erneut verascht. U. U. wurde dies ein weiteres Mal durchgeführt.

Der so erhaltene Rückstand wurde mit einer Mischung von 10 ml destilliertem Wasser und 2 ml konzentrierter Schwefelsäure behandelt und in einen Scheidetrichter filtriert. Es wurde mit zweimal 5 ml destilliertem Wasser nachgewaschen. Dabei war darauf zu achten, daß der pH-Wert < 4 blieb, nötigenfalls mußte noch etwas Schwefelsäure zugegeben werden. Mit 1 ml 1prozentiger Natriumnitritlösung oxidierte man dann das Iodid zu Iod und schüttelte zweimal mit je 5 ml Tetrachlorkohlenstoff ca. zwei Minuten lang aus. In einem trockenen 10-ml-Meßkolben wurden die organischen Phasen vereinigt. 5 ml davon wurden mit einer trockenen Pipette in einen zweiten 10-ml-Kolben gegeben. Dazu gab man 1 ml 0,2prozentige äthanolische Kaliumiodidlösung und füllte mit 95prozentigem Äthanol auf 10 ml auf. Nach Schütteln maß man sofort die Extinktion bei 352 nm bis 360 nm. Schwierigkeiten bei diesem Verfahren machten sich beim Veraschen bemerkbar. Hier kam es häufiger vor, daß die Proben stark schäumten und dann über den Rand des Becherglases gelangten. Wichtig war auch, auf extreme Sauberkeit zu achten, um jegliche Verschleppung von Nitrit in die Meßlösung zu verhindern. Gelangte Nitrit in die Meßlösung, so wurde das in Form des Kaliumiodids zugegebene Iodid sehr schnell zu Iod oxidiert; man erhielt einen zu hohen Iodwert. Dies war an dem Ansteigen der Extinktion deutlich zu erkennen. Wie sich anhand der Ergebnisse der Tracerexperimente mit I-131 herausstellte, war das Verhalten des zugegebenen Iods in Form von I-131 im Gegensatz zum bereits im Wein vorhandenen stabilem Iod unterschiedlich. Das I-131 wurde, wie weiter unten gezeigt wird, zum größten Teil in dem Rückstand des Aufschlusses gebunden und gelangte nicht in die Meßlösung. Durch diese Fehlermöglichkeiten konnten nicht alle Meßwerte verwendet werden. Auszugsweise einige Ergebnisse: Es handelt sich ausschließlich um Rotwein. N = Anzahl der Proben. "Bötzingen Vulkanfelsen" 110 ± 70 µg/l (N = 4), "König Dagobert" 70 ± 20 µg/l (N = 2), "Arthur Erlenwein" 170 ± 30 µg/l (N = 3) und "Bickensöhler" 100 ± 50 µg/l (N = 4). Wie an den hohen Standardabweichungen abgelesen werden kann, war das Verfahren bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht befriedigend. Da die bisherigen zusätzlichen Untersuchungen gezeigt hatten, daß ein weitaus höherer Aufwand zur Erzielung einer besseren Reproduzierbarkeit erforderlich ist, wurde die Untersuchung vorerst abgebrochen.

5.2.5.6 Eine schnelle radiochemische Analyse zur Bestimmung von Technetium in Abluft und Abwasser kerntechnischer Anlagen

H.J. Luxenburger, B. Blum, H. Bailer

Die Analysenmethoden

Tc-99, ein niederenergetischer β -Strahler mit einer Halbwertszeit von 214 000 a, wird bei der Kernspaltung von U-235 mit einer Spaltausbeute von 6,1 % gebildet. Bei einem Abbrand von 34 000 MWd/t Schwermetall werden 863 g Tc/t produziert. Dies entspricht einer Aktivitätskonzentration von 555 GBq/t. Andere bei der Kernspaltung anfallenden Tc-Isotope sind wegen ihrer kurzen Halbwertszeiten ohne Bedeutung. Unerwartet hohe Werte für den Transfer Wasser/Lebewesen und Boden/Pflanze für Pertechtetat wurden gefunden. Wegen der vermuteten Freisetzung aus kerntechnischen Anlagen infolge Flüchtigkeit von HTcO_4 und Tc_2O_7 wurde eine Analysenmethode zur Bestimmung der Tc-Emission erarbeitet. Bisher wird Tc-99 in der Emissionsüberwachung wegen seiner im Verhältnis zu anderen Spaltprodukten geringen Aktivität und seiner schwierigen Messung nicht als Einzelnuclid erfaßt.

Die Proben werden zur Oxidation von Tc zu Pertechetat und zur Stabilisierung des Pertechetats gegen Reduktion durch das Ionenaustauscherharz mit Wasserstoffperoxid versetzt und im Batch-Verfahren an einem Anionenaustauscher adsorbiert. Nach Überführung des Austauschers in eine Säule wird mit Perchlorat/Sulfit eluiert. Durch diesen ersten Schritt der Analyse wird einerseits eine sehr gute Dekontamination von kationischen Spaltprodukten mit Ausnahme von Zr-95/Nb-95, Ru-106/Rh-106, Sb-125, Se-79 und Te-127m erreicht, andererseits die Matrix der Probe entfernt. Die Trennung Perchlorat/Pertechetat erfolgt durch Reduktion des Technetiums und Mitfällung mit Fe(II)hydroxid. Nach Lösen des Niederschlages in Schwefelsäure und Oxidation des Technetiums mit Wasserstoffperoxid wird Pertechetat mit TBP/Alkan extrahiert. Zur besseren Dekontamination von Zr-95/Nb-95, Ru-106/Rh-106 und Sb-125 wird mit NaOH reextrahiert und nach Ansäuern mit H_2SO_4 ein zweites Mal mit TBP/Alkan extrahiert. Das Alkan wird mit einem Rotationsverdampfer abgezogen, das verbleibende TBP direkt im Szintillator gelöst.

Zur Bestimmung der Aktivität von Tc-99 und der chemischen Ausbeute mit Tc-95m wird die Flüssigszintillationsspektrometrie eingesetzt. Die optimale Fenstereinstellung des Zählgerätes wird aus den Spektren der beiden Nuklide und dem Spektrum der Nullrate berechnet. Die Quenchkurven werden durch Regressionsanalyse aus den physikalischen Zählausbeuten berechnet, wobei jeweils die Ausgleichskurve mit der geringsten Restvarianz gewählt wird. Zusatz an Tc-95m und die Meßbedingungen für Low-level-Messungen werden mit Hilfe der Fehlerrechnung optimiert. Bei einer chemischen Ausbeute von 75 % wird bei Zusatz von 30 dpm Tc-95m und 400 min Meßdauer eine Nachweisgrenze von 41 mBq/Probe erreicht. Das Auswertprogramm berechnet neben der Aktivität von Tc-99 die chemische Ausbeute, die Aktivitätskonzentration in Abwasser und Abluft, die Emissionsrate und die spezifische Nachweisgrenze für jede Probe.

Die chemische Ausbeute des Analysenverfahrens liegt zwischen 50 % und 90 %. Für Zr/Nb, Ru/Rh, Sb, Se und Te erreicht das Verfahren Dekontaminationsfaktoren $> 10^5$. Pro Woche werden z. Z. zehn Analysen durchgeführt.

Die Emission von Tc-99 aus kerntechnischen Anlagen

Die Untersuchungen beschränken sich z. Z. auf die Emission von Tc-99 aus den Anlagen von KfK und WAK. Untersucht wurde bisher die Emission von Tc mit der Abluft von WAK, Verbrennungsanlage und vom MAW-Verdampfer der HDB sowie die Tc-Abgabe des gesamten KfK mit dem Abwasser der Endbecken der Kläranlage. Da die Hauptaktivität an Tc im Abwasser aus der Verarbeitung der von WAK an HDB abgegebenen mittel- und leichtaktiven Abfalllösungen (sogenanntes Tritiumwasser) erwartet werden kann, wird zusätzlich der Tc-Gehalt im Destillat des LAW-Verdampfers vor Abgabe in die Endbecken gemessen.

Abwasserproben der Endbecken werden als Mischprobe wöchentlich gesammelt. Ebenso wird aus den Proben des LAW-Destillates jeweils eine Wochenprobe hergestellt. Zur Probenahme in der Abluft sind Probenahmesysteme am Bypass der Kamine installiert. Ein Teil der Abluft wird zur Absorption des Technetiums durch mit Natronlauge gefüllte Thielert-Wäscher geleitet. Die Natronlauge der Thielert-Wäscher wird ebenfalls wöchentlich gewechselt.

Die Aktivität von Tc in Proben aus Endbecken und Abluft der Verbrennungsanlage überschreitet nur selten und dann nur unwesentlich die Nachweisgrenze von 37 - 74 mBq/Probe. Dies entspricht einer Aktivitätskonzentration von $11,1 \text{ Bq/m}^3$ Abwasser bzw. $11,1 \text{ mBq/m}^3$ Abluft. In Proben aus der Abluft des MAW-Verdampfers lassen sich Aktivitäten von maximal 518 mBq/Probe entsprechend $51,8 \text{ mBq/m}^3$ Abluft feststellen, sofern die Anlage in Betrieb war. Eine praktisch ständige Überschreitung der Nachweisgrenzen wird in Abluftproben der WAK und im Destillat des LAW-Verdampfers festgestellt. Die höchsten Werte der Aktivitätskonzentrationen erreichten 259 mBq/m^3 Abluft in der WAK und 74 Bq/m^3 Destillat im LAW-Verdampfer.

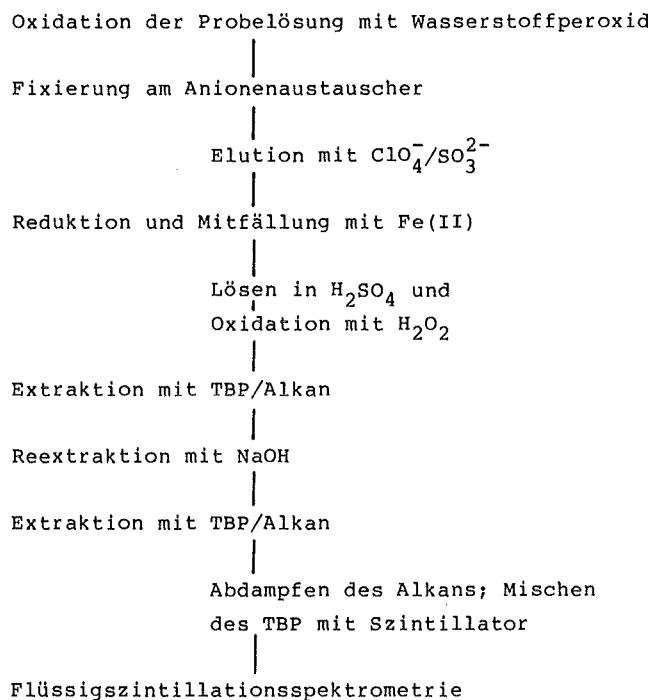


Abb. 5/14: Schematische Darstellung der Analysenmethode für Tc-99 in Abluft und Abwasser

5.2.5.7 Die Aktiniden- und Sr-90-Emissionen mit der Abluft wichtiger Emittenten des KfK und der WAK sowie mit dem Abwasser des KfK

S. Erat, K. Bender, P. Perchio

Da die Verbrennungsanlage und die WAK die wichtigsten Plutoniumemittenten des KfK sind, sind deren Emissionen von vordringlicher Bedeutung für unsere Forschungen zur Radioökologie von Pu. Die Überwachung der Abgabe von Aerosolaktivität der Verbrennungsanlage erfolgt durch die Bestimmung der α - und β -Aktivität der emittierten Aerosole. Mit der Messung von Einzelradionukliden wie Sr-90, Pu-238 und Pu-239+240 wurde auf einzelnen Aerosolfiltern schon 1974 und 1975 begonnen. Die Untersuchung von Monatsmischproben der aus der Verbrennungsanlage abgeleiteten Aerosolaktivität wurde 1976 aufgenommen. Von den in der Abluft der Verbrennungsanlage bestaubten Aerosolfiltern werden je 1/9 der Filterfläche zur chemischen Aufarbeitung verwendet. Die chemische Aufarbeitung besteht aus einem Flußsäureaufschluß der Glasfaserfilter und einer Lösung des Rückstandes in HNO_3 . In einer Teilmenge der Gesamtlösung wird der Gehalt an Sr-90 und Aktiniden bestimmt. Sr-90 wird als SrSO_4 abgetrennt. Nach einer Umfällung in basischer Komplexlösung erfolgt die Reinigung des Sr durch eine $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -Fällung, durch eine BaCrO_4 -Fällung und eine weitere SrSO_4 -Fällung. Die Messung erfolgt in einem Argon/Methan-Durchflußzähler mit dünnem Al-Fenster. Die chemische Ausbeute wird durch die Messung des am Anfang zugesetzten inaktiven Sr-Trägers bestimmt. Die Reinigung der Pu-Isotope erfolgt durch eine TOPO-Extraktion und einen Anionenaustauscherschritt. Das durch Elektroplattieren erhaltene Präparat gelangt zur α -Spektrometrie. Die chemische Ausbeute wird durch Zusatz von Pu-236 α -spektrometrisch gemessen. Die Am- und Cm-Isotope werden aus der

wäßrigen Phase der TOPO-Extraktion erhalten. Über drei unterschiedliche Austauschersäulen wird weiter gereinigt und zum Schluß Am und Cm in einer Elektrolysezelle auf einem Edelmetallplättchen abgeschieden. Zur Ausbeuteberechnung dient zugesetztes Am-243. Die Messung erfolgt in einem α -Spektrometer.

Die Überwachung der Abgabe der Aerosolaktivität der WAK erfolgt in der WAK selbst. Sr-90, α - und β -Aktivität werden in den gesammelten Aerosolen bestimmt. Zur Messung des Aktinidgehaltes werden von der WAK an die Hauptabteilung Sicherheit/Radioökologie (HS/R) Teile der monatlich bestaubten 20-cm-Durchmesser-Aerosolfilter übergeben. Die Teilfilter sind runde Scheiben mit 2 cm Durchmesser. Die Filterteile werden in Lösung gebracht und die Aktinidenbestimmung durchgeführt. Erste Ergebnisse der Bestimmung von Plutonium und anderer Radionuklide in Abluftfiltern der WAK wurden in der Zeit von 1975 bis 1977 erhalten.

Die Ergebnisse der Messungen der WAK von 1975 bis 1982 und die Messungen der Verbrennungsanlage ab 1976 bis 1982 sind in den Jahresberichten der Hauptabteilung Sicherheit wiedergegeben. Die Ergebnisse der Aerosolaktivitätsmessungen für 1982 und 1983 werden in Tab. 5/44 dargestellt.

Die Emissionsraten der Verbrennungsanlage liegen für Am-241 zwischen 0,9 und 1 568 kBq/Monat, für Cm-244 zwischen $\leq 0,1$ und 9,9 kBq/Monat und bei Cm-242 zwischen $< 0,02$ und $\leq 0,9$ kBq/Monat. Die Emissionsraten der WAK liegen für Am-241 zwischen 1,6 und 1 850 kBq/Monat, für Cm-244 zwischen $\leq 0,2$ und 866 kBq/Monat und bei Cm-242 zwischen $\leq 0,1$ und 189 kBq/Monat.

Die monatlichen Pu-238- und Pu-239+240-Emissionen der Verbrennungsanlage liegen zwischen $\leq 0,2$ und 426 kBq/Monat bzw. 0,5 und 703 kBq/Monat. Die Am-241-Werte der Verbrennungsanlage liegen zwischen 0,3 und 183 kBq/Monat, die für Cm-242 zwischen $\leq 0,1$ und 0,6 kBq/Monat und zwischen $\leq 0,1$ und 1,6 kBq/Monat für Cm-244. Die entsprechenden Emissionen betragen bei der WAK 0,7 bis 639 kBq/Monat für Pu-238 und 0,5 bis 297 kBq/Monat für Pu-239+240. Die Am-241-Werte liegen bei der WAK zwischen 1,0 und 744 kBq/Monat, für Cm-242 zwischen $\leq 0,1$ und 27 kBq/Monat und für Cm-244 zwischen $\leq 0,2$ und 550 kBq/Monat.

Seit 1973 werden in monatlichen Mischproben des Abwassers des Kernforschungszentrums Karlsruhe Sr-90 und die Pu-Isotope Pu-238 und Pu-239+240 bestimmt. Zur Sr-90-Bestimmung wird ein Liter Wasser auf 100 ml eingedampft und als SrSO_4 gefällt. Dieses wird durch Umfällen aus Komplexierungsmitteln, durch eine Bariumchromatfällung und eine Eisenhydroxidfällung, gereinigt. Die Messung erfolgt in einem Low-level- β -Meßplatz. Ist Sr-89 vorhanden, dann wird entweder eine zweite Messung eine Woche später durchgeführt oder es erfolgt die Abtrennung des Folgeprodukts Y-90 von Sr-90 nach einigen Tagen der partiellen Gleichgewichtseinstellung.

Zu einem Liter Wasser wird für die Pu-Bestimmung Pu-236 als Ausbeutetracer zugesetzt. Das Wasser wird eingedampft, mit HNO_3 verdünnt und Plutonium mit TOPO extrahiert. Die Rückextraktion erfolgt mit Ascorbinsäure. Als weitere Schritte der Dekontamination des Plutoniums folgen die Lanthanfluoridfällung und ein Anionenaustausch. Das durch Elektroplattieren hergestellte Präparat gelangt zur α -Spektrometrie.

Die Nachweisgrenzen liegen für Sr-90 im Bereich von 37 Bq/m^3 Abwasser und bei den Pu-Isotopen im Bereich von $0,7 \text{ Bq/m}^3$ Abwasser. Da im Mittel aus dem Kernforschungszentrum jährlich $5 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ emittiert werden, entsprechen diese Nachweisgrenzen maximal 18 MBq Sr-90/a und 0,37 kBq Pu-238/a oder Pu-239+240/a. Die Emissionsraten mit dem Abwasser des KfK sind Tab. 5/45 zu entnehmen.

Monat	Emissionsraten der Abluft in kBq/Monat						
	WAK 1982			Verbrennungsanlage 1982			
	Am-241	Cm-244	Cm-242	Am-241	Cm-244	Cm-242	
Januar	-	-	-	0,9	<0,04	<0,02	
Februar	-	-	-	2,4	0,4	<0,1	
März	5,3	0,4	<0,1	-	-	-	
April	3,9	0,9	<0,1	16,3	<0,1	<0,1	
Mai	1,6	<0,3	<0,5	8,1	0,3	<0,03	
Juni	3,2	<0,2	<0,1	19,2	<0,4	<0,2	
Juli	28,0	2,3	<0,2	38,1	<0,5	<0,04	
August	34,4	9,8	<0,3	33,3	<0,5	<0,1	
September	43,4	17,5	0,5	164	3,6	<0,1	
Oktober	1 850	866	189	134	3,4	<0,1	
November	19,6	3,9	1,1	1 568	9,9	<0,9	
Dezember	48,5	15,2	9,8	53,7	0,6	<0,1	
	WAK 1983						
	Am-241	Cm-242	Cm-244	Pu-238	Pu-239+240		
Januar	35	27	3,7	74	155		
Februar	4	<0,1	0,4	7,6	12,7		
März	-	-	-	18	10,3		
April	-	-	-	228	97		
Mai	744	4,8	550	304	124		
Juni	219	1,2	142	307	122		
Juli	189	0,7	68	104	45,5		
August	1,0	<0,1	<0,2	0,7	0,5		
September	-	-	-	7,3	4,1		
Oktober	-	-	-	222	98		
November	-	-	-	639	297		
Dezember	-	-	-	252	184		
	Verbrennungsanlage 1983						
	Am-241	Cm-242	Cm-244	Pu-238	Pu-239+240	Sr-90	Sr-89
Januar	27	<0,1	1,6	119	136	22	<4,4
Februar	36	<0,1	0,6	39	11,1	118	28
März	183	<0,7	<0,7	229	466	5 960	<111
April	168	0,2	0,5	426	703	11 840	3 370
Mai	5,5	0,6	0,6	14,8	11,5	63	<5,9
Juni	10,7	<0,1	<0,1	11,1	11,8	962	115
Juli	12,9	<0,2	<0,2	8,1	6,3	18,9	<3,7
August	0,3	<0,1	<0,1	<0,2	0,5	9,0	<4,1
September	-	-	-	116	22	16,3	4,1
Oktober	-	-	-	77	65	105	25,5
November	-	-	-	134	73	37	<6,5
Dezember	-	-	-	417	154	8,4	4,3

Tab. 5/44: Emissionsraten der WAK und der Verbrennungsanlage mit der Abluft

Monat	Emissionsraten 1983 in MBq/Monat		
	Pu-238	Pu-239+240	Sr-90
Januar	1,11	1,37	11,99
Februar	1,41	1,81	11,51
März	1,30	1,92	16,47
April	2,15	3,15	11,40
Mai	2,63	3,63	8,14
Juni	2,15	2,81	14,32
Juli	3,37	4,26	6,11
August	0,37	5,22	<2,15
September	0,56	0,67	1,55
Oktober	0,67	0,89	2,15
November	0,74	0,89	2,52
Dezember	0,74	0,74	4,40

Tab. 5/45: Emissionsraten von Pu-238, Pu-239+240 und Sr-90 mit dem Abwasser des KfK

1982 wurden nach Verbrennungsanlage und Wiederaufarbeitungsanlage weitere Emittenten überwacht. Ausgewählt wurden Anlagen, deren α - und β -Aktivitätsemissionen nicht regelmäßig unter der Nachweisgrenze lagen. Diese Abluft-Emittenten waren IHCh, Bau 726, 721-24, KTB/HZ und KTB/FR2. In der HDB wurde Bau 548-West, 548-Ost, 555 und 545 überwacht. Hierin wurden vierteljährlich die Emissionsraten der Pu-, Am-, Cm- und Sr-Isotope in der Abluft bestimmt. Die Werte sind aus Tab. 5/46 ersichtlich.

Nuklide	Emissionsraten in kBq/Quartal 1982			
	I	II	III	IV
IHCh, Bau 726				
Sr-90	<0,4	<3,1	<0,5	<0,6
Sr-89	<0,4	<0,5	<0,8	<1,0
KTB/HZ				
Sr-90	7,7	<1,4	8,9	<2,1
Sr-89	<1,7	<2,4	<7,0	<3,0
IHCh, Bau 721-24				
Sr-90	<1,1	<1,2	<3,4	<3,4
Sr-89	<1,0	<1,9	<4,8	<5,2
KTB/FR2				
Sr-90	<0,8	<1,1	<8,9	<4,8
Sr-89	<0,8	<1,7	<11,8	<7,0
HDB, Bau 548-West				
Sr-90	<0,6	<1,1	<5,2	<7,8
Sr-89	<0,6	<1,7	<7,4	<11,1
Pu-238	<0,09	0,06	<0,40	<1,3
Pu-239+240	0,16	0,10	0,80	<0,93
Am-241	0,41	0,09	0,58	1,3
Cm-242	<0,10	<0,01	<0,08	<0,02
Cm-244	<0,10	<0,06	<0,08	<0,02
HDB, Bau 548-Ost				
Sr-90	<2,0	<3,2	<4,1	<5,9
Sr-89	<2,0	<5,2	<5,9	<9,3
Pu-238	<0,41	0,52	<1,52	<0,79
Pu-239+240	<0,36	0,58	<1,05	<0,62
Am-241	0,50	1,15	0,54	5,3
Cm-242	<0,04	0,25	<0,07	<0,07
Cm-244	<0,12	0,25	<0,07	<0,10
HDB, Bau 545				
Sr-90	<3,5	<1,8	<3,0	<2,9
Sr-89	<3,4	<2,8	<4,4	<4,4
Pu-238	<0,10	1,75	<0,79	<0,29
Pu-239+240	0,13	1,35	<0,49	<0,25
Am-241	0,49	3,43	0,43	0,94
Cm-242	<0,17	<0,11	<0,06	<0,11
Cm-244	<0,17	<0,16	<0,18	<0,33
HDB, Bau 555				
Sr-90	<0,39	<0,41	<0,96	<0,96
Sr-89	<0,39	<0,67	<1,5	<1,4
Pu-238	<0,09	0,08	<0,11	<0,04
Pu-239+240	<0,04	0,09	<0,07	0,13
Am-241	0,08	0,12	0,19	0,19
Cm-242	<0,02	<0,02	<0,04	<0,03
Cm-244	<0,02	<0,10	<0,05	<0,03

Tab. 5/46: Emissionsraten verschiedener Institute des KfK

5.2.5.8 Experimentelle Untersuchungen zur Aufnahme von Aktiniden aus Böden in Pflanzen

M. Pimpl, W. Schmidt, G. Hefner, J. Hiller, T. Sollich

Zur Messung des Aktinidentransfers Boden/Pflanze ist es notwendig, Aktivitätsablagerungen auf der Pflanzenoberfläche auszuschließen. Zuverlässige Messungen sind in einem Gewächshaus nur möglich, wenn die plutoniumhaltigen Aerosole aus der Umgebungsluft durch Ansaugen der Zuluft über Schwebstofffilter vollständig abgeschieden werden können. Zusätzlich muß man bei der Transferfaktormessung darauf achten, daß kein aktivitätshaltiger Feinstaub infolge Resuspension des kontaminierten Bodens auf der Pflanzenoberfläche abgelagert werden kann. Da die in der Landwirtschaft und im Gartenbau üblichen Arbeitstechniken diesen Gesichtspunkt nicht berücksichtigen, also für die Pflanzenaufzucht auf kontaminierten Böden nicht geeignet sind, wurden auf nicht kontaminierten Böden solche speziellen Techniken zur Pflanzenaufzucht erarbeitet. Parallel dazu wurden für alle im Gewächshaus anzubauenden Pflanzen geeignete Klimaparameter überprüft und festgelegt, bevor mit Experimenten auf kontaminierten Böden begonnen wurde. Für die Versuche im Gewächshaus wurden fünf verschiedene Böden verwendet. Die wichtigsten Kenndaten dieser Böden sind in Tab. 5/47 zusammengestellt. Die ersten Versuche auf kontaminierten Böden erfolgte auf drei Böden aus dem Raum Schwandorf: einem Kreideboden, einer Granitverwitterung und einem Gleyboden, der nur zur Dauerbeweidung genutzt werden kann. Die Pflanzenaufzucht auf den beiden Ackerböden wird jeweils in drei verschieden großen Behältern vorgenommen. Neben dem Anbau in Kick-Brauckmann-Gefäßen mit 8 kg bis 9 kg Bodenfüllung und 0,035 m² Oberfläche werden Nutzpflanzen in größeren Wannen mit 220 kg bis 250 kg Bodenfüllung und 0,6 m² Oberfläche aufgezogen. Während in diese beiden Gefäßtypen nur Boden aus der Ackerkrume eingefüllt ist, enthalten die außerdem verwendeten Lysimeter den entsprechenden Boden in ungestörter Lagerung bis zu 80 cm Tiefe mit 0,5 m² bestellbarer Bodenoberfläche.

Bodenart (Herkunft)	org. Sub- stanz in %	pH- Wert	Nährstoffgehalt (einstufige Extraktion)										
			Ges. N ₂ %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm	MgO ppm	Bor ppm	Na ppm	Cu ppm	Mn ppm	Mo ppm	T-Wert	S-Wert
Sand (Gorleben)	2,6	4,9	n. n.	360	120	20	0,19	12	3	190	0,17	7,1	2,9
Löß (Grötz.)	1,0	7,0	n. n.	50	40	50	0,12	11	9	20	0,12	7,6	7,6
Sand (Spöck)	2,1	6,8	0,12	180	260	40	0,48	13	4,0	145	<0,1	7,8	6,8
Braunerde aus Granit (Schwand.)	2,1	5,2	0,14	140	580	120	0,34	24	2,5	129	0,24	10,0	8,1
Braunerde aus Kreide (Schwand.)	1,5	6,8	0,08	440	370	50	0,30	18	3,2	314	0,47	6,3	5,5

n. n. = nicht nachgewiesen

T-Wert: Gesamt-Austauschkapazität (mval)₊

S-Wert: Gesamt-Austauschkapazität ohne H⁺ (mval)

Tab. 5/47: Kenndaten der im Gewächshaus verwendeten Böden

Zur Kontamination der Böden wurden Lösungen von Np-237, Pu-238, Am-241 und Cm-244 in Salpetersäure mit pH ~ 1 verwendet. Das Einbringen der Aktivitäten in 9 kg feuchten Boden, der zum Füllen eines Kick-Brauckmann-Topfes benötigt wird, erfolgte mit einer einfachen Gießmethode. Dazu wurden in die Töpfe abgewogene Bodenmengen schichtweise eingebracht, leicht verdichtet und dann die Oberfläche jeder Schicht mit einem abgemessenen Aliquot der pro Topf zuzusetzenden aktivitätshaltigen Lösung gleichmäßig befeuchtet, bevor die nächste Schicht aufgelegt wurde. Nach dem Einbringen von 8 kg Boden in 16 Schichten wurde die Oberfläche mit 1 kg Boden ohne Aktivitätszusatz abgedeckt. Das Verfahren ist zwar sehr arbeitsintensiv, garantiert aber eine reproduzierbare homogene Verteilung der Aktivität im gesamten Wurzelraum der Pflanzen. Nach der gleichen Methode wurden je drei Wannen mit jeweils 220 kg Kreideboden und Granitverwitterung kontaminiert. In den verschiedenen Versuchsböden wurde mit folgenden Konzentrationsbereichen gearbeitet: 7 - 19 Bq Pu-238/g TS, 5 - 20 Bq Am-241/g TS, 2 - 8 Bq Cm-244/g TS und 1 - 11 Bq Np-237/g TS.

Von jeder dieser Bodenarten stehen drei Lysimeter zur Verfügung, die durch Eindrücken der Gefäße im Feld 80 cm tief mit Boden in ungestörter Lagerung gefüllt wurden. Zur Kontamination der Ackerkrume wurde zuerst eine Bodenschicht von 3 cm bis 5 cm abgenommen und aufbewahrt, um nach erfolgter Kontamination zur Abdeckung verwendet zu werden. Anschließend wurde der Oberboden bis zu 30 cm Tiefe mechanisch gelockert, bevor eine Einmal-Glovebox aus Polyethylenfolie staubdicht an der Oberkante des Lysimeters befestigt wurde. Mit einer definierten Menge Aktivität in ein Liter Lösung wurde die Bodenoberfläche gleichmäßig befeuchtet. Durch mehrfaches manuelles Vermischen des gelockerten Oberbodens wurden die zugesetzten Radionuklide möglichst homogen in der 5- bis 30-cm-Schicht verteilt. Nach leichtem Verdichten wurde die Glovebox entfernt und die Abdeckschicht aufgelegt und festgedrückt. Auf ähnliche Art wurde in das mit Gleyboden gefüllte Lysimeter Aktivität eingebracht. Da in diesem Lysimeter entsprechend dem Probenahmeort Grünland kultiviert werden soll, wurde nach Abheben der Grasnarbe nur die 0- bis 10-cm-Bodenschicht kontaminiert und dann die Grasnarbe zur Abdeckung wieder aufgesetzt. In den so vorbereiteten Kick-Brauckmann-Gefäßen, Wannen und Lysimetern wurden Weizen, Kartoffeln und Mais angepflanzt. Neben vier Kick-Brauckmann-Gefäßen mit aktivitätshaltigem Boden wurden zum Vergleich pro Pflanze und Boden je zwei Gefäße ohne Aktivitätszusatz angelegt. Von dem Gleyboden, der nur als Dauergrünland genutzt wird, wurde nur zu einem Lysimeter Aktivität zugegeben. Die Ergebnisse von Experimenten auf dem gleichen Boden und der in der Landwirtschaft üblichen Fruchtfolge werden Rückschlüsse auf Alterungsvorgänge im Boden zulassen.

Die erste Vegetationsperiode wurde 1983 geerntet. Die Pflanzen wurden in eßbare und nicht zum Verzehr geeignete Teile zerlegt. Nach der Trocknung und Veraschung wurden die Proben zur radiochemischen Analyse gebracht. Eine weitere Versuchsreihe wurde auf einem humosen Sandboden aus Gorleben begonnen. In je vier Kick-Brauckmann-Töpfen mit kontaminierten Böden und zwei Töpfen ohne Aktivitätszusatz wurden acht Kulturen angelegt: Dauergrünland, Futterrüben, Sommerweizen, Mais, Erdbeeren, Roggen, Sommergerste und Hafer.

5.2.5.9 Aufnahme von Cobalt, Blei und Chrom in Gras in Abhängigkeit von der Topfgröße und der Schwermetallkonzentration im Boden

W. Schmidt, T. Liese, J. Hiller, T. Sollich

Mit den hier beschriebenen Versuchen wird überprüft, ob der Transferfaktor der radioökologisch relevanten Elemente Cobalt, Blei und Chrom vom Boden in die Pflanze bei unterschiedlichen Konzentrationen dieser Stoffe im Boden gleichbleibt. Hierbei wurden fünf Konzentrationsstufen

je Element bei je fünffacher Wiederholung angelegt. Weiter wird der Einfluß der Topfgröße auf den Transferfaktor untersucht. Dies ist wichtig, weil so die Vergleichbarkeit von Transferfaktoren aus Topfversuchen besser eingeschätzt werden kann. Außerdem werden alle drei Elemente bei einer Konzentration eingesetzt, so daß auch synergistische oder antagonistische Wirkungen der drei untersuchten Elemente überprüft werden können.

Um das Aufnahmevermögen aus dem Boden kontinuierlich zu beobachten und eventuelle Alterungsvorgänge im Boden mitzuerfassen, wird ein gängiges Gras, *Lolium multiflorum* "Lema", verwendet. Somit kann in Anlehnung an die VDI-Richtlinie eine zweiwöchige Schnittfrequenz eingehalten werden. Zur Aussaat kam das Gras auf der Basis von 30 g Saatgut/m². Als Pflege und Unterhaltungsmaßnahmen werden Bewässerung und Schnitt durchgeführt. Jeder Topf wird dreimal wöchentlich gegossen. Zusätzlich wird überprüft, welcher Wasserverlust durch Evapotranspiration eingetreten ist.

Es wurde eine sandige Braunerde mit jeweils 6 kg Boden über einer Dränschicht aus Kies-Sand in Plastiktöpfe gefüllt. Die verwendeten Salze der untersuchten Elemente ließen sich für jede Konzentrationsstufe in einem Mischer homogen verteilen. Zur Überprüfung der Homogenität der Verteilung wurden aus jeder Mischung vier Stichproben gezogen. Im selben Arbeitsgang mit einer Mischzeit von jeweils 30 min wurde dem lufttrockenen Boden Volldünger zugemischt. Neben der Kontrolle (beim Zusatz der Elemente) wurden folgende Konzentrationen eingesetzt: Cobalt: 5 - 10 - 20 - 50 - 200 - 400 ppm, Blei: 10 - 30 - 100 - 300 - 900 - 1 800 ppm und Chrom: 10 - 20 - 50 - 150 - 500 - 1 000 ppm. Zur Untersuchung des Einflusses der Topfgröße wurden Bodenmengen von 3, 6, 10, 25 und 300 kg verwendet. Die entsprechenden Oberflächen der Gefäße betragen: 0,02 m²; 0,03 m²; 0,04 m²; 0,07 m² und 0,6 m². Hierbei betrug die zugemischte Konzentration jeweils 20 ppm Cobalt, 100 ppm Blei und 50 ppm Chrom.

Erste Ergebnisse zu Naß- und Trockengewichten des Erntegutes lassen die ertragsmindernde Schwermetallwirkungen der Elemente Cobalt, Blei und Chrom erkennen. Die Zugabe von 1 000 ppm Chrom führte bereits nach fünf Wochen zum vollständigen Absterben der Graskultur. Auch bei den anderen Töpfen ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen abnehmendem Ertrag und erhöhter Schwermetallkonzentration im Boden festzustellen. Im gleichen Maß hängt der wöchentlich ermittelte Wasserverbrauch entscheidend von der Schadstoffkonzentration ab. Mit abnehmendem Ertrag bei zunehmender Metallkonzentration wird die Transpiration der Pflanzen und damit der Wasserverbrauch geringer.

5.2.5.10 Anlage eines Versuches zur Beobachtung der Verteilung von Schadstoffen im Boden durch Regenwürmer

W. Schmidt, T. Sollich, J. Hiller

Ziel der beschriebenen Versuche ist es, das Wissen über Verteilungsmechanismen von Schadstoffen in terrestrischen Ökosystemen zu erweitern. Es soll überprüft werden, ob und in welchem Umfang Schadstoffe im Boden durch Regenwürmer verlagert werden. Dabei ist von Interesse, in welchem Ausmaß ein Transport der Schwermetalle von oben nach unten und umgekehrt erfolgt. Weiterhin stellt sich die Frage, ob Regenwürmer durch Ab-, Um- und Aufbauvorgänge die Löslichkeit von Schadstoffen im Boden erhöhen. Dies könnte Auswirkungen auf den Transfer dieser Stoffe vom Boden in die Pflanze und die Migrationsgeschwindigkeit in Richtung Grundwasser haben. Anwendungsbereiche für gemessene Transportprozesse sind auf der Oberfläche abgelagerte konventionelle und nukleare Schadstoffe und durch Erde abgedeckte konventionelle und nukleare Abfallager (Müllkippen, Abfälle der Uranindustrie). Um die Tätigkeit der Regenwürmer kennenzulernen, sollten Verteilungsmuster im Bodenprofil zu erkennen sein.

In der ersten Phase des Versuches wurden zunächst die inaktiven Elemente Blei, Chrom, Cobalt, Nickel und Cadmium eingesetzt, um so in verfahrenstechnisch einfacher Handhabung Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen vorzubereiten, Versuchsanordnungen zu optimieren und erste Erkenntnisse aus dem Verhalten der stabilen Elemente zu gewinnen. Zur Versuchsdurchführung wurden Plexiglaszylinder mit einer Wandstärke von 10 mm verwendet. Die 100 cm hohen Zylinder mit einem Durchmesser von 45 cm bestehen längsseits aus zwei Hälften, die durch Klammern und Scharniere zusammengehalten werden. Die Bodenplatte besteht aus Plexiglas und ist eingeklebt.

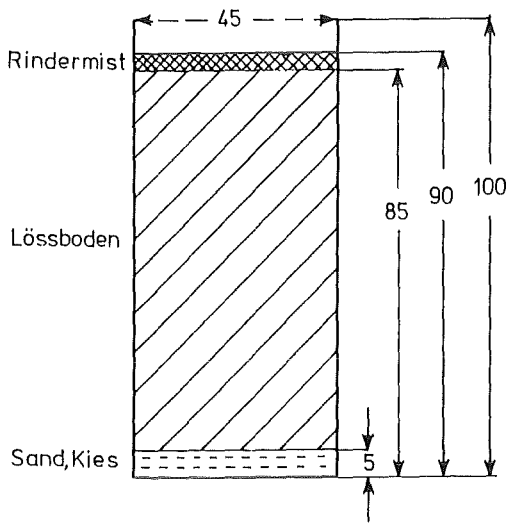
Als Versuchsboden dient ein Löß-Unterboden, der sehr arm an organischer Substanz ist und als neutral anzusehen ist. Da die organische Substanz die Hauptnahrungsquelle für Regenwürmer ist, und Rindermist besonders gern gefressen wird, wurden die zu untersuchenden Schadstoffe dem Mist zugemischt. In jedem Zylinder befindet sich eine etwa 5 cm dicke und 4 kg schwere Schicht aus feuchtem Rindermist, in der die Schadstoffe Blei, Chrom, Cobalt, Nickel und Cadmium homogen verteilt sind. Bezogen auf das Trockengewicht des Rindermistes ergeben sich jeweils Mengen von 600, 30, 60 und 6 ppm der jeweiligen Schadstoffe. Die Einzelheiten des Aufbaus lassen sich in Abb. 5/15 erkennen: Mist wurde über dem Boden, als Zwischenschicht in dem Boden und unterhalb des Versuchsbodens gelegt. Alle Zylinder sind mit einer Dränschicht aus Kies/Sand ausgestattet.

Je Zylinder wurden 50 Regenwürmer der Art *Lumbricus terrestris* ausgesetzt. Um eine gleichmäßige Verteilung des Regenwurmbesatzes herbeiführen zu können, wurde jedem Wurm ein 5 cm senkrecht angelegter Gang von 5 mm Durchmesser vorgegeben. Die von den Würmern an der Oberfläche des Bodens abgelagerten Aggregate werden in regelmäßigen Abständen abgelesen und auf ihren Gehalt an organischer Substanz, pH-Wert und Schadstoffgehalt untersucht. Bereits kurze Zeit nach Beginn des Versuches lassen sich einige Aussagen machen:

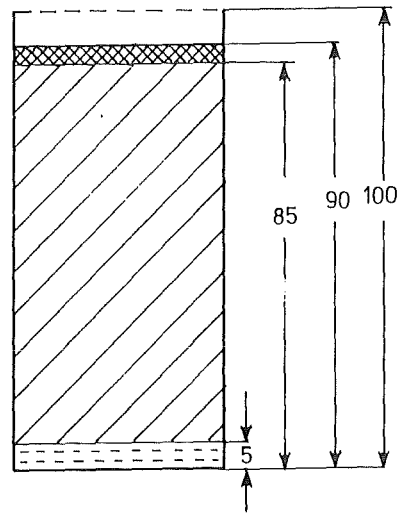
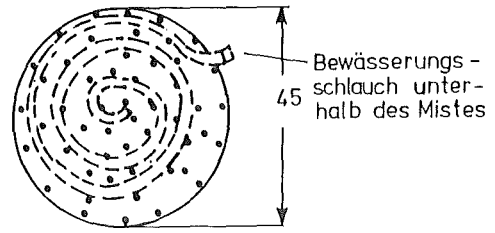
- Mit zunehmender Entfernung der Nahrungsquelle von der Bodenoberfläche stieg die Menge an abgelagertem Auswurfmaterial an. Dies scheint sich im Laufe der Zeit allerdings auszugleichen, weil die Regenwürmer im wesentlichen ihre Gänge angelegt haben.
- Alle Zylinder, auch die, bei denen die Nahrungsquelle in etwa 1 m Tiefe ausgelegt wurde, enthalten Regenwurmaggregate auf der Oberfläche, die reich an organischer Substanz sind.
- In Abb. 5/16 treten die dunkel gefärbten, mit organischer Substanz ausgekleideten Regenwurmgänge sichtbar hervor. Dabei wird besonders deutlich, daß die Verschleppung des eingebrachten Rindermistes sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben erfolgt.

Die weiteren Untersuchungen beschränken sich zunächst auf Sammeln und Analyse der an der Bodenoberfläche abgesetzten Regenwurmaggregate. Über Anreicherungen der eingesetzten Schwermetalle in den Aggregaten liegen z. Z. noch keine Ergebnisse vor. Zum Abschluß der Untersuchungen werden die Regenwürmer selbst untersucht werden. Dabei soll festgestellt werden, in welchem Umfang die zugesetzten Schadstoffe im Gewebe bzw. im Magen-Darm-Kanal der Tiere angereichert werden. Die Plexiglaszylinder werden dann auseinandergeklappt werden, so daß eine schichtweise Untersuchung der Schadstoffkonzentration im gesamten Bodenhorizont möglich wird. Ziel ist es hierbei, Verteilungsmuster für die genannten Schadstoffe zu erhalten, die für die Aufklärung radioökologisch relevanter Transportprozesse herangezogen werden können.

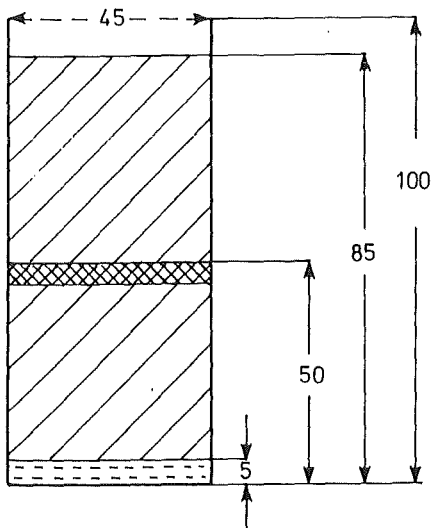
a) Rindermist oben



b) Rindermist oben, Bewässerung unterhalb des Rindermistes



c) Rindermist in der Mitte



d) Rindermist unten

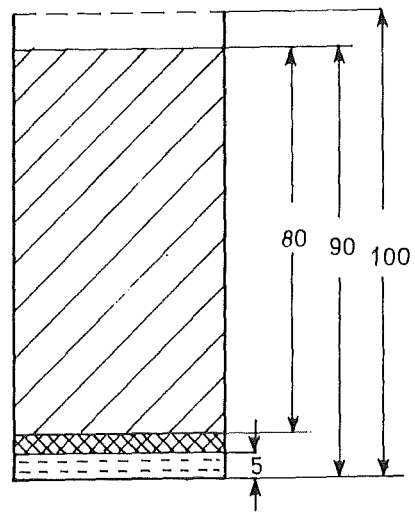


Abb. 5/15: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur Messung der Regenwurmtätigkeit

eingebaute Schicht aus
Rindermist

Regenwurmgänge

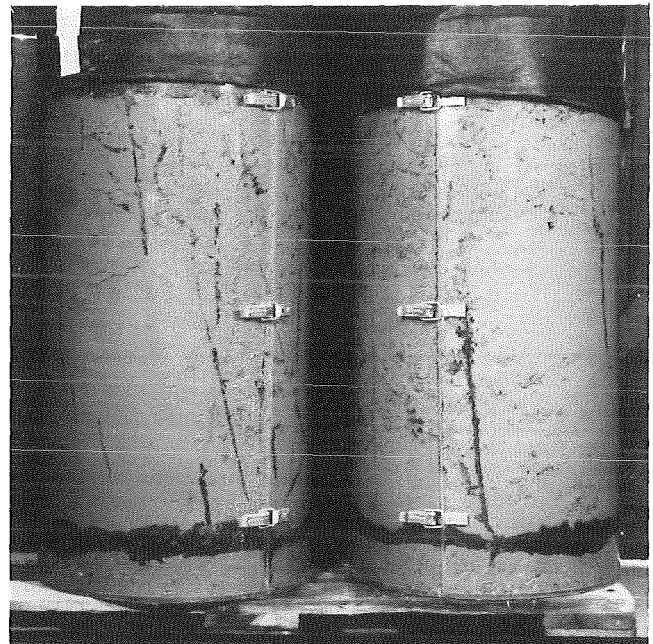
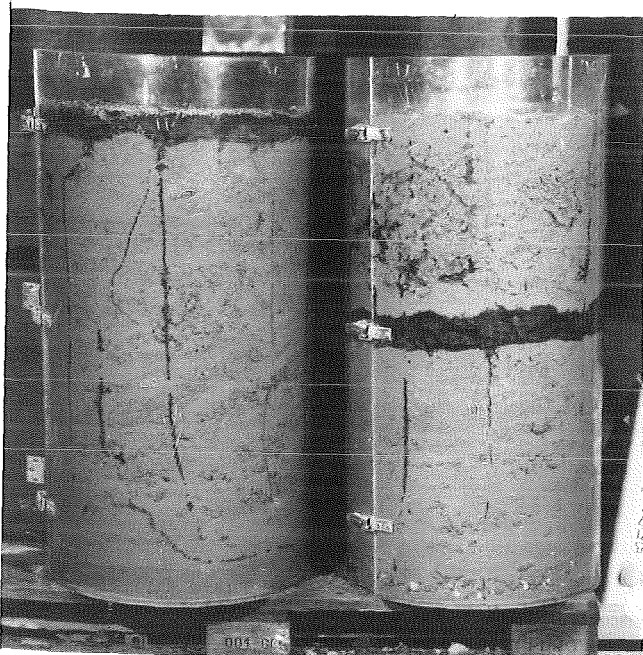
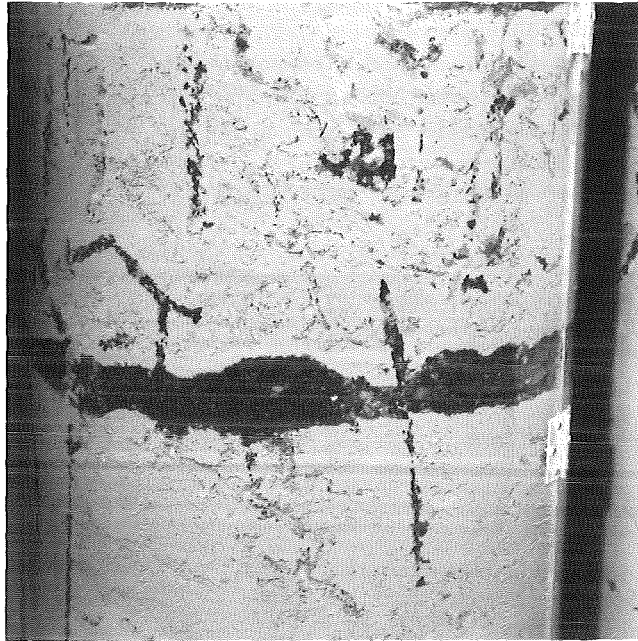


Abb. 5/16: Verteilung von organischer Substanz im Boden durch die Regenwurmtätigkeit

5.2.5.11 pH- und Redoxpotentialmessung in Böden

W. Schmidt, J. Hiller, T. Sollich

Wichtige Faktoren, die die chemische, biologische und physikalische Eigenschaft der Böden und des Pflanzenwachstums beeinflussen, sind die Wasserstoffionenkonzentration und das Redoxpotential. Die Verfügbarkeit zahlreicher Nährstoffe, die Nitrifikation und die Aufnahme von Schadstoffen hängt direkt oder indirekt vom pH und vom Eh des Bodens ab. Im humiden

Klimabereich liegt der pH-Wert zwischen 3 und 8. Die Redoxpotentiale schwanken laut Literatur zwischen 0,8 V in gut durchlüfteten, sauren Böden und -0,35 V unter anaeroben Bedingungen. Die gemessenen Potentiale in Böden sind Mischpotentiale, da im Boden eine Vielzahl von Redoxpaaren auftreten. In gut durchlüfteten Böden ist das irreversible Sauerstoffsystem $O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$ potentialbestimmend, während in anaeroben Böden das H^+/H_2 -Paar dominierend ist. Gemessen wurde in einem lockeren Sandboden (Gorleben), einem Lößboden (Grötzingen) und einem Kalkboden (Schwandorf) mit zwei verschiedenen Wasserkapazitäten (s. Tab. 5/47):

Boden	Wasserkapazität	pH	Einstellzeit	Temperatur
Löß	60 %	7,4	6 h	22 °C
Löß	100 %	7,4	4 h	19 °C
Sand	60 %	4,5	8 h	20 °C
Sand	100 %	4,4	3 h	21 °C

Tab. 5/47: pH-Werte in Löß- und Sandböden

Zum Vergleich die pH-Meßwerte mit 0,1 M $CaCl_2$ -Austauschlösung: Löß 7,6 und Sand 4,5. Für die Redoxmessung wurde eine Platin-Einstabmeßkette mit Ag/AgCl (KCl) als Bezugssystem verwendet. Die gemessenen Werte wurden nach $Eh = E + E_{Bez.}$ auf die Redoxspannung der Standardwasserstoffelektroden bezogen. Eh: Redoxspannung gegen Standardwasserstoffelektrode, E: Redoxspannung gegen Bezugs Elektroden (Ag/AgCl/KCl) und $E_{Bez.}$: Standardspannung der Bezugs Elektroden (s. Tab. 5/48).

Boden	Eh (mV)	Temperatur
Sand 100 %	564±10	19 - 20,5 °C
Löß 100 %	473± 8	19 - 20,5 °C
Sand 60 %	293±10	22 - 24 °C
Löß 60 %	233± 8	23 - 24 °C

Tab. 5/48: Redoxpotentialwerte in Löß- und Sandböden

Mit pH- und Redoxelektroden kann im Topf oder Feld in situ gemessen werden. Für die pH-Messung in mittelfeuchten oder trockenen Böden sollte man mit destilliertem H_2O vorbefeuchten, um schnell einen stabilen Gleichgewichtszustand zu erhalten. Zum Schutz vor Bruchgefahr wird die Elektrode bei harten Böden in einen Einsteckgeber eingebaut. Wie zu erwarten, wird im lockeren Sandboden ein höheres Potential gemessen als im dichteren Lößboden. Die Werte verändern sich innerhalb einer Woche nur wenig (s. Abb. 5/17). Im Langzeitversuch (s. Abb. 5/18) in mit Kreideboden gefülltem und mit Mais bepflanzttem Kick-Brauckmann-Gefäß treten größere Schwankungen des Redoxpotentials auf. Sie können durch den unterschiedlichen Wassergehalt des Bodens zwischen dem Bewässern erklärt werden. Risse des Bodens setzt die Elektrodenspitze dem direkten Luftsauerstoff aus. Redoxsysteme, die in geringer Konzentration wirken, wie die H^+ -Ionen im System H_2O/O_2 ($3,16 \cdot 10^{-7}$ mole/l = pH 6,5) im Kreideboden, benötigen viel Zeit, um an der Platinelektrode ein konstantes Potential aufzubauen. Lageveränderungen der Elektroden erschweren die Reproduzierbarkeit. In der Literatur wird dieses Phänomen mit der geringen Austauschstromdichte zwischen Meßmedium und Redoxelektrode erklärt.

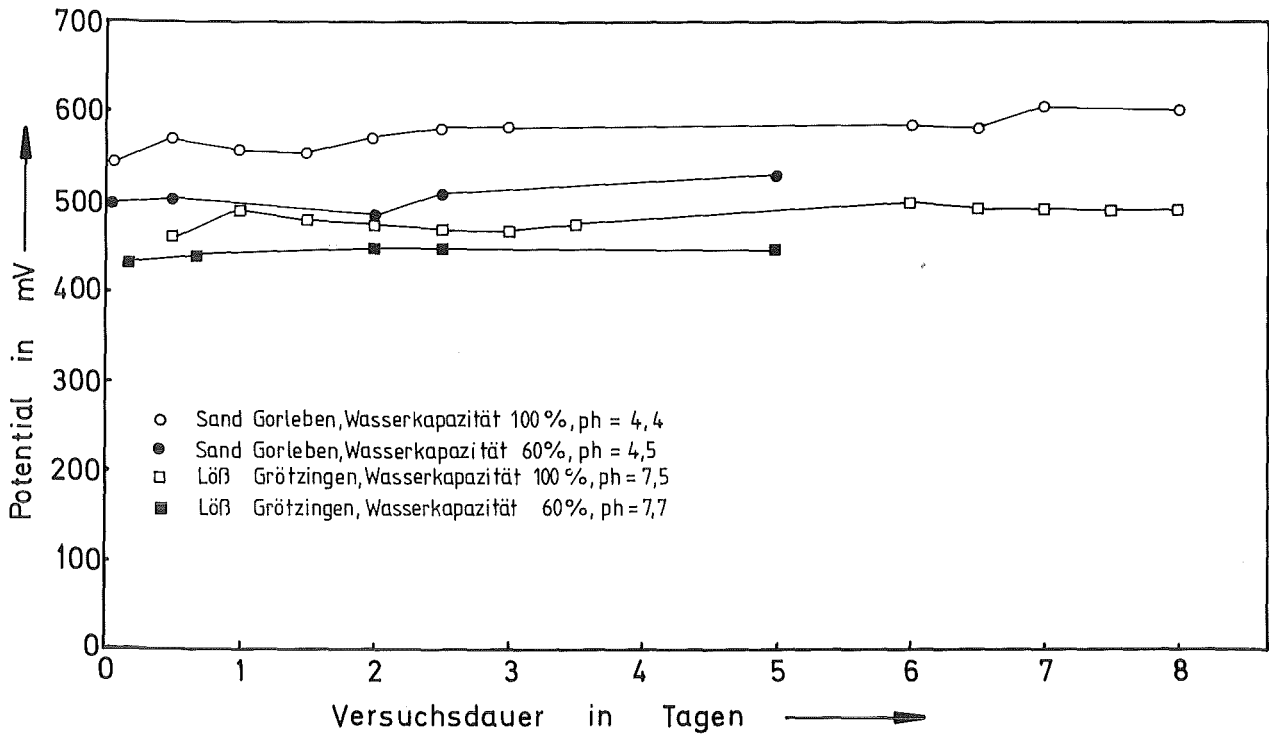


Abb. 5/17: Messung des Redoxpotentials in Löss- und Sandboden bei zwei verschiedenen Feuchtegehalten

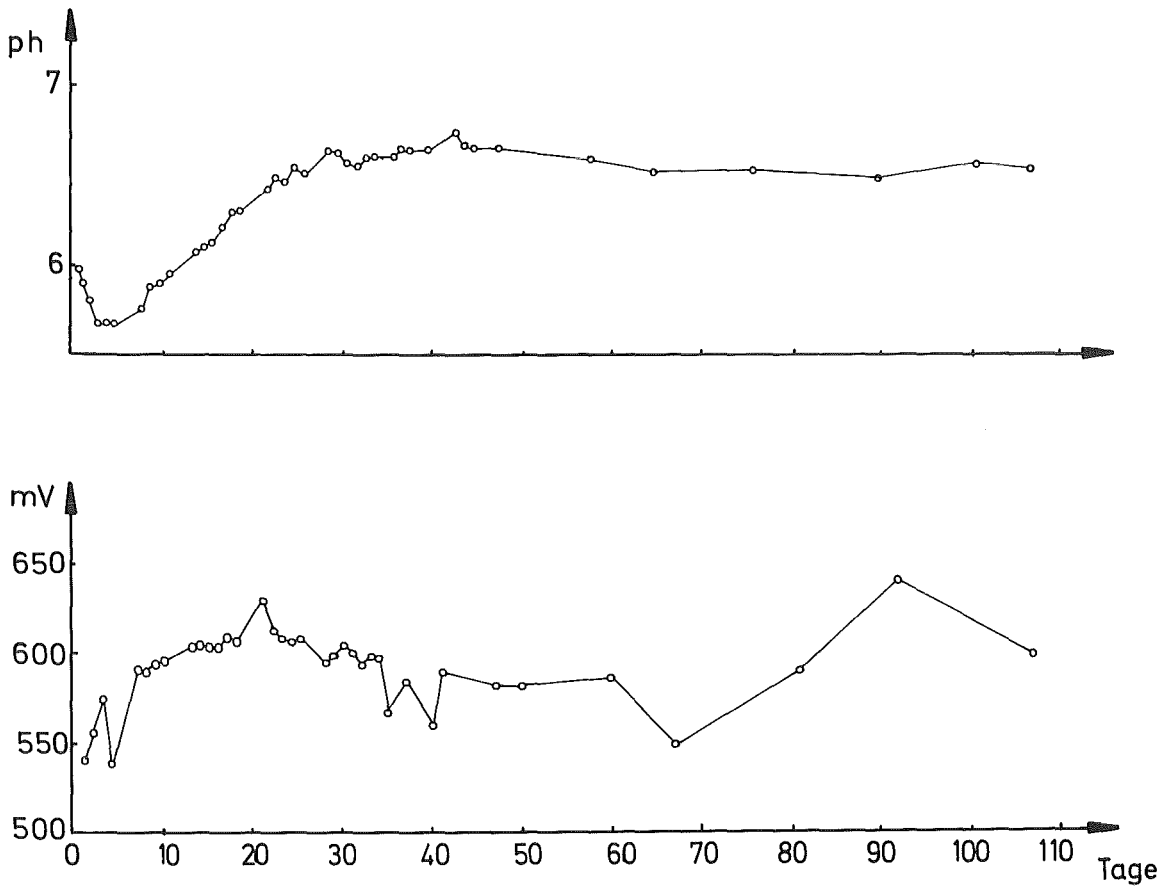


Abb. 5/18: Kontinuierliche Messung des pH-Wertes und des Redoxpotentials in einem Kick-Brauckmann-Gefäß, in dem auf Kreideboden Mais angebaut wurde

6. Dosimetrie

6.1 Dosismessung zur Orts- und Personenüberwachung

B. Burgkhardt, A. Letsch, M. Reddmann

Die Auswertestelle für Personendosimeter führt die Eigenüberwachung der Mitarbeiter des Kernforschungszentrums Karlsruhe sowie weitere Überwachungen im Auftrag auswärtiger Stellen durch. Eingeschlossen sind Dosismessungen mit Festkörperdosimetern in der Umgebung kerntechnischer Anlagen und die Bereitstellung von Dosimetern, Geräten und Methoden zum Nachweis von Gammastrahlung und Neutronen in der Routine- bzw. Unfalldosimetrie.

Zur Personen- und Ortsdosimetrie werden vor allem Phosphatglasdosimeter und Thermolumineszenzdosimeter eingesetzt. Die Zahl der jährlichen Auswertungen von Glas- und TL-Dosimetern seit 1969 ist in Abb. 6/1 wiedergegeben. Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 11 156 Gläser und 23 637 TLD routinemäßig ausgewertet.

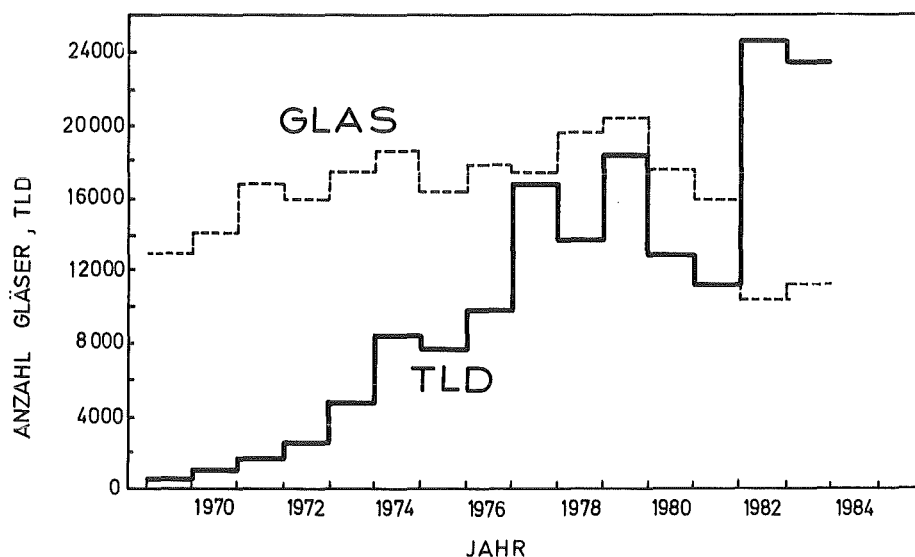


Abb. 6/1: Anzahl der jährlichen Routineauswertung von TL- und Glasdosimetern zur Personen- und Umgebungsüberwachung

Seit dem 01.01.1982 werden im Zuge der Neuordnung der Personendosimetrie im Kernforschungszentrum zur Eigenüberwachung der Personen in der Dosimetergruppe A Thermolumineszenzdosimeter eingesetzt. Dies erklärt die sprunghafte Zunahme der TLD-Auswertungen im Jahre 1982. Personen der Dosimetergruppe B werden neben den Stabdosimetern mit einem Glasdosimeter überwacht, das jährlich bei HS/D ausgewertet wird. Von dieser Regelung nicht betroffene Mitarbeiter werden ebenfalls mit Glasdosimetern überwacht.

Zur Personenüberwachung in Neutronenfeldern wurden mit Jahresbeginn 1982 der bisher von der amtlichen Meßstelle ausgegebene NTA-Film durch das KfK-Albedo-Neutronendosimeter ersetzt, welches jetzt in Eigenüberwachung monatlich ausgewertet wird.

In Tab. 6/1 wird die Anzahl der Auswertungen von Personen- und Ortsdosimetern für auswärtige Stellen im Vergleich zum Auswertumfang der Eigenüberwachung wiedergegeben.

Zahl der Anlagen	Anzahl der Auswertungen 1983			
	Personendosimetrie		Ortsdosimetrie	
	TLD	Glas	TLD	Glas
KfK intern -	16996	3900	1556	2820
extern Reaktoren, kern- technische Be- triebe 13	807	3470	916	330
Forschungsein- richtungen 7	1204	24	1593	522
Medizin, sonstige 6	565	45	-	45

Tab. 6/1: Anzahl der Routineauswertungen von Personen- und Ortsdosimetern für die Eigenüberwachung für auswärtige Stellen

6.1.1 Personendosimetrie

Im Kernforschungszentrum wurden im Jahre 1983 insgesamt etwa 2 750 Personen mit Phosphatglasdosimetern überwacht. Die Phosphatgläser in der perforierten Zinnkugel weisen Photonenstrahlung im Bereich 45 keV bis 1,2 MeV praktisch energieunabhängig nach. Die Auswertung dieser Dosimeter erfolgt bei Bedarf sofort, für einige auswärtige Stellen monatlich, im allgemeinen jährlich.

Thermolumineszenzdosimeter werden innerhalb der Personenüberwachung besonders zum Nachweis von Beta-Strahlung, zur Teilkörperdosimetrie sowie zur Bestimmung der Neutronendosis mit dem Albedo-Neutronendosimeter eingesetzt. Als Personendosimeter zur Überwachung in Beta/Gamma-Mischstrahlungsfeldern werden LiF:Mg,Ti-Detektoren (TLD700) hinter 50 mg/cm² und 500 mg/cm² Abdeckung in einer Dosimeterhalterung verwendet, die in einem automatischen Auswertesystem ausgewertet werden. Für Teilkörperdosimetrie stehen Edelstahl-Fingerringe und Armband-Dosimeter mit den gleichen Detektoren und einer Abdeckung von 7 mg/cm² zur Verfügung. Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 546 Fingerringdosimeter und 200 Teilkörperdosimeter ausgewertet. Fingerringdosimeter werden u. a. auch im Auftrag von Krankenhäusern ausgewertet. Sie können ohne Verfälschung des Meßwertes gassterilisiert werden.

Seit 1973 werden die Karlsruher Albedo-Neutronendosimeter in der Personenüberwachung eingesetzt. Im Zuge einer Neuordnung der Dosimetergruppen erhalten seit Jahresbeginn 1982 etwa 90 Personen zusätzlich Albedo-Neutronendosimeter, die monatlich ausgewertet werden. 1983 wurden in insgesamt 16 Fällen Neutronenäquivalentdosen von > 0,2 mSv gefunden, die größtenteils auf den Umgang mit Cf-252-Quellen zurückzuführen sind. Der Maximalwert der Neutronenäquivalentdosis betrug 1,9 mSv. Das Neutronen-Photonen-Dosisverhältnis lag im Bereich 0,5 bis 4,8.

Vergleichbare Ergebnisse wurden bei der Auswertung von Albedo-Neutronendosimetern für eine auswärtige Stelle gefunden. Auch hier sind die Neutronen-Äquivalentdosen hauptsächlich auf den Umgang mit Cf-252-Quellen zurückzuführen. Es zeigt sich, daß auch Maximalwerte von 4 mSv pro Quartal bei einem Neutronen-Photonen-Dosisverhältnis bis zu 15 vorkommen können.

Die Neutronenüberwachung von 12 Personen beim Brennelementwechsel im KNK ergab Gammadosen im Bereich des natürlichen Strahlenpegels und Neutronenäquivalentdosen unterhalb der hier anzusetzenden Nachweisgrenze von 0,05 mSv. In Thailand wurde unser Albedodosimeter bei geologischen Untersuchungen mit einer Cf-252-Quelle an einem Bohrloch zur Personendosisüberwachung eingesetzt. Die Neutronenäquivalentdosis im Überwachungszeitraum von mehreren Monaten lag bei ca. 0,60 mSv.

Der routinemäßige Einsatz des Albedo-Neutronendosimeters hat sich besonders in Bereichen mit Cf- und Pu-Quellen höherer Aktivität bewährt, war aber auch dort sinnvoll, wo geringe Personenexpositionen zu erwarten sind und Abschätzungen der Neutronendosis aufgrund von Dosisleistungsmessungen unzureichend sind.

6.1.2 Ortsdosimetrie

Im Kernforschungszentrum Karlsruhe werden seit 20 Jahren Glasdosimeter und seit 12 Jahren TL-Dosimeter im Freien zur Ermittlung der natürlichen Strahlenexposition sowie eines zusätzlichen Einflusses der kerntechnischen Anlagen exponiert. In der Umgebung des Kernforschungszentrums werden an 234 Meßstellen je zwei Gläser in der Kugelskapsel bzw. zwei TLD700-Dosimeter in einer Polyäthylenkapselung von etwa 500 mg/cm² Wandstärke ausgehängt und halbjährlich, an Sondermeßstellen auch vierteljährlich, ausgewertet.

Die 1983 im Auftrag von Kernkraftwerken und kerntechnischen Anlagen durchgeführten Dosismessungen zur Umgebungsüberwachung belaufen sich auf 2 248 TLD-Auswertungen und rund 900 Glasauswertungen. Die Dosimeterauswertungen zur Umgebungsüberwachung werden in zunehmendem Maße nach den detaillierten Vorschriften durchgeführt, die in den "Technischen Empfehlungen für Festkörperdosimeter zur Umgebungsüberwachung" vom AKD des Fachverbandes für Strahlenschutz erarbeitet werden.

Auch 1983 wurden im Auftrag auswärtiger Stellen 506 Glas- und TL-Dosimeter für Messungen im Hochdosisbereich (≈ 100 Gy) ausgewertet. Diese Festkörperdosimeter lassen sich wegen der kleinen Abmessungen und des weiten Dosisbereiches auch für Ortsdosismessungen an schwer zugänglichen Stellen einsetzen, insbesondere in Strahlenfeldern in Quellennähe oder in stark ausgeblendeten Strahlenbündeln. Die Anwendung dieser Dosimeter im Hochdosisbereich erfordert eine besondere Kalibrierung u. a. zur Korrektur von Sättigungseffekten bzw. Supralinearität.

Zur Kalibrierung des Albedo-Neutronendosimeters wurden im Berichtszeitraum Messungen mit dem Einkugel-Albedodosimetermeßsystem in einem Pu-Lager in einem Betrieb zur Brennelementherstellung und am Transportbehälter CASTOR für abgebrannte Brennelemente durchgeführt.

Die regelmäßige Teilnahme an jährlichen Kontrollbestrahlungen der amtlichen Meßstellen bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig dient zum Nachweis der Kalibrierengenauigkeit unserer Auswertestelle. Die mittlere, relative Anzeige, bezogen auf die Referenzdosis der PTB-Bestrahlungen im Energienbereich, lag für die Gläser bei $1,03 \pm 10 \%$ ($1\text{-}\sigma$ -Wert) und für die TLD bei $1,11 \pm 15 \%$.

6.2 Photonendosimetrie

6.2.1 Neue Energiekompensationsfilter für Flachglasdosimeter

B. Burgkhardt, H.-G. Röber, E. Piesch, M. Hauser

Die seit zwei Jahrzehnten in der Routinedosimetrie eingesetzten Phosphatglas-Kugeldosimeter bestehen aus einem Glas der Größe $8 \times 8 \times 4,7$ mm³ und einem perforierten Zinnfilter von 2 mm Dicke. Bei Freiluftbestrahlung wird die Photonen-Äquivalentdosis oberhalb 40 keV innerhalb $\pm 10 \%$ annähernd energie- und richtungsunabhängig angezeigt. Die Entwicklung von Phosphatgläsern mit geringerer Energieabhängigkeit im Bereich der Röntgenstrahlung sowie die Notwendigkeit einer automatischen Auswertung führte 1980 zu einer Flachglasdosimeterkapselung, welche beiderseitig vom Flachglas angeordnete, konzentrische Zinn-, Aluminium- und Plastikfilter be-

nutzt. Die differentielle Auswertung der RPL-Intensität in Teilbereichen des Glases, die einem Filter bzw. einer Filterkombination zugeordnet werden, ermöglicht hier den energieunabhängigen Nachweis der Photonen-Äquivalentdosis schon oberhalb 15 keV, wahlweise aber auch eine Dosisanzeige in verschiedenen Energiebereichen.

Die bisherige Technik, das Dosimeter unter Freiluftbedingungen auf die Standardionendosis zu kalibrieren, führt bei Ganzkörperbestrahlung zu einer signifikanten Überschätzung der effektiven Äquivalentdosis, für deren Messung die ICRU in nächster Zukunft die Äquivalentdosis in einer Gewebetiefe von 10 mm als neue Meßgröße empfohlen wird. Im Gegensatz zu den bisherigen Anforderungen erfolgt die Kalibrierung von Personendosimetern dann an der Oberfläche eines Phantoms. Wegen der zu erwartenden Änderung der neuen Meßgrößen und der Kalibriertechnik sowie der in Aussicht gestellten Möglichkeit einer Laserauswertung von Glasdosimetern mußte die 1980 konzipierte Anordnung der Flachglasdosimeterfilterung neu optimiert werden [8].

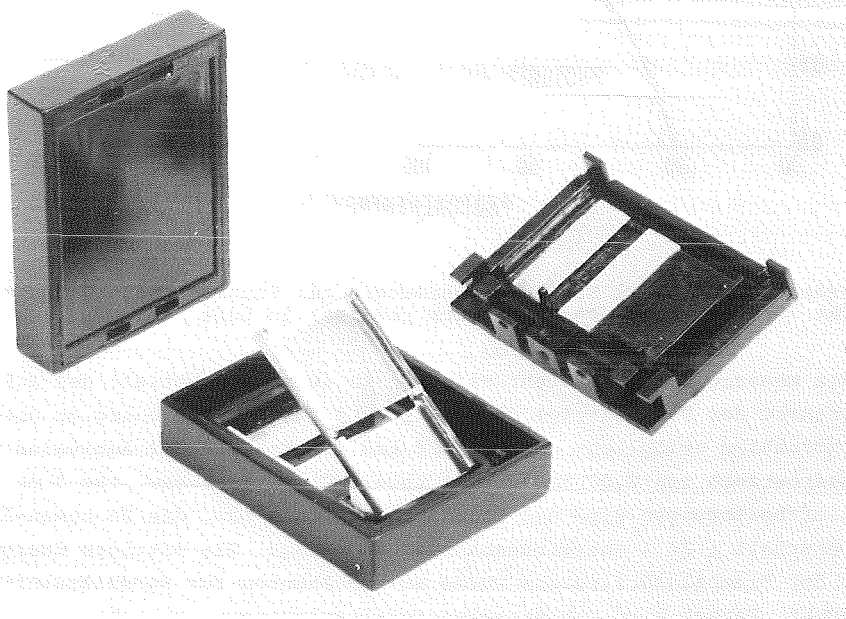


Abb. 6/2: Flachglasdosimeterkapselung mit Zinn-Energiekompensationsfilter

Die neu entwickelte Filterkombination ist in Abb. 6/2 wiedergegeben. Das Flachglas der Größe $16 \times 16 \times 1,5 \text{ mm}^3$ wird in der Kunststoffkapselung beidseitig von flachen, zweiteiligen und 1 mm dicken Zinnfiltern abgedeckt, die zur Herabsetzung der Richtungsabhängigkeit an der Innenseite jeweils eine Schräge aufweisen und durch einen 3,3 mm breiten Plastikteil getrennt sind. An der Längsseite wurden zusätzliche 0,2 mm dicke Kupferfolien angebracht. Im Auswertegerät wird das aus der Kapselung entfernte Phosphatglas in der Mitte der $16 \times 1,5 \text{ mm}^2$ Fläche mit einem gebündelten UV-Lichtstrahl von 1,5 mm Durchmesser zur Fluoreszenz angeregt. Die Anregung kann wahlweise auch über das gesamte Glasvolumen erfolgen. Der Photomultiplier registriert das RPL-Licht direkt oberhalb der $16 \times 16 \text{ mm}^2$ Glasfläche. Die Kalibrierung erfolgte an der Oberfläche eines zylindrischen Phantoms von 30 cm Durchmesser.

Zur Optimierung der Energiekompensationsfilter und Anpassung an die neuen Meßgrößen wurden verschiedene Filterkombinationen untersucht. Das Ergebnis der Optimierung ist in Abb. 6/3 wiedergegeben.

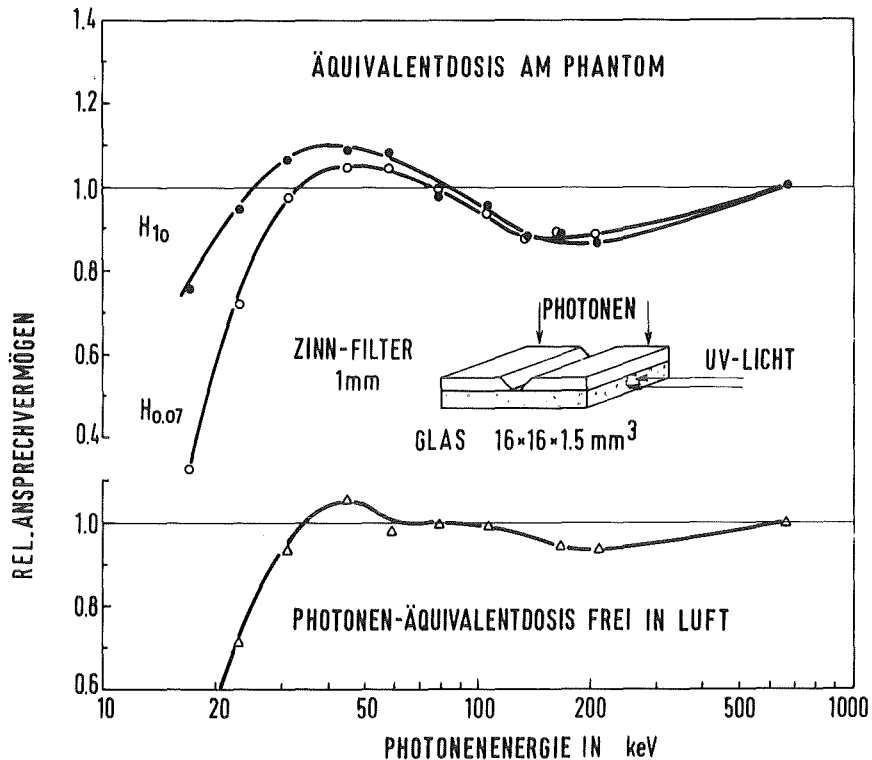


Abb. 6/3: Energieabhängigkeit des Flachglasdosimeters bei Fluoreszenzanregung mit gebündeltem UV-Licht für Bestrahlungen am Phantom und frei in Luft

Im Hinblick auf die Messung der Äquivalentdosis H_{10} in 10 mm Gewebetiefe der ICRU-Kugel beträgt die Energieabhängigkeit der Dosisanzeige demnach $\pm 15\%$ für Photonenergien oberhalb 15 keV. Dieselbe Filterkombination ermöglicht oberhalb 20 keV die Messung der Äquivalentdosen $H_{0,07}$ und H_0 in einer Gewebetiefe von 0,07 mm für die ungeschützte Haut bzw. von 3 mm für die Augenlinse. Unter Freiluftbedingungen wird die Standardionendosis bzw. die Photonen-Äquivalentdosis oberhalb 23 keV innerhalb $\pm 20\%$ energieunabhängig angezeigt. Die mittlere Energie- und Richtungsabhängigkeit des Flachglasdosimeters wurde an dem Phantom für Strahleneinfallrichtungen bis zu 75° untersucht. Danach wird für Strahleneinfallrichtungen zwischen 0° und 60° eine mittlere Energie- und Richtungsabhängigkeit von $\pm 30\%$ oberhalb 25 keV erwartet.

Das innerhalb eines Technologie-Transfer-Vorhabens entwickelte Flachglasdosimeter eignet sich für eine automatische Auswertung sowohl mit konventioneller als auch mit Laser-UV-Lichtanregung. Nach Fertigstellung des Spritzwerkzeuges soll die Kapselung 1984 kommerziell hergestellt und eine Erstserie innerhalb der Routineüberwachung erprobt werden.

6.2.2 Photonen-Energieabhängigkeit des universellen Beta-, Gamma-, Neutronendosimeters

E. Piesch, B. Burgkhardt, M. Hauser

Die aus Borplastik bestehende Dosimeterkapselung des universellen Albedoneutronendosimeters (siehe auch Abb. 6/10) ermöglicht die Messung einer β/γ -Dosis hinter dem Beta-Fenster sowie die Messung einer Photonendosis innerhalb der Borplastikkapselung. Die Energieabhängigkeit der Dosisanzeige wurde für das im KfK eingesetzte Alnor-Dosimetersystem untersucht, welches Harshaw-TLD600/TLD700-Detektoren der Größe $3 \times 3 \times 0,9 \text{ mm}^3$ enthält [4,5]. Die interessierenden Meßgrößen waren die Äquivalentdosis H_{10} und $H_{0,07}$ in einer Gewebetiefe von 10 mm und 0,07 mm der ICRU-Kugel sowie die effektive Äquivalentdosis H_{eff} , die sich aus Standardionendosis-

Äquivalentdosis-Umrechnungsfaktoren ergab. Das Ansprechvermögen wurde an der Oberfläche eines zylindrischen Phantoms von 30 cm Durchmesser mit hartgefilterter Röntgenbremsstrahlung ermittelt und auf das Ansprechvermögen von Cs-137-Gammastrahlung bezogen.

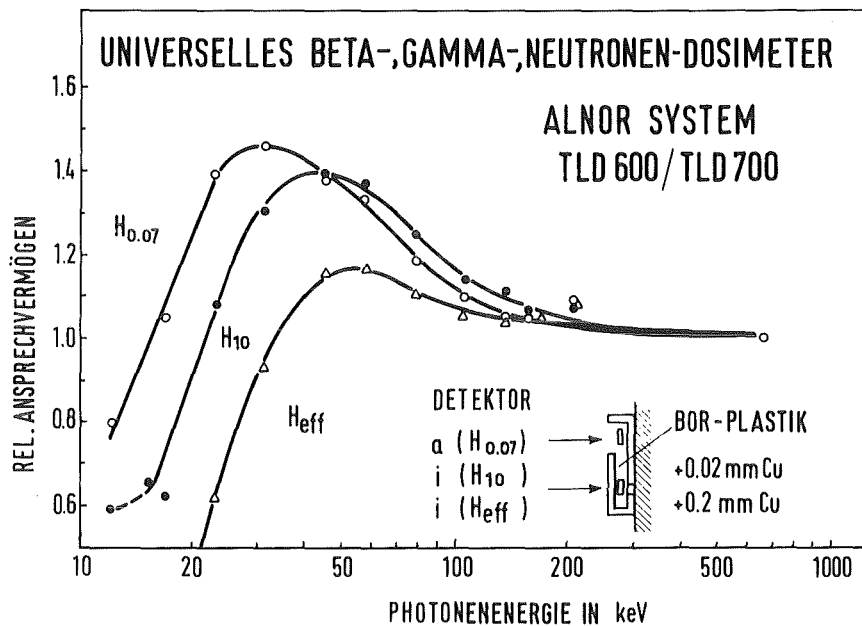


Abb. 6/4: Energieabhängigkeit des universellen Beta-, Gamma-, Neutronendosimeters, Ausführung Alnor, mit TLD600/TLD700-Detektoren bei Bestrahlung am Phantom

Die relative Energieabhängigkeit ist in Abb. 6/4 für die LiF-Detektoren hinter dem Beta-Fenster und hinter der Borplastikkapselung dargestellt. Zur Verringerung der Energieabhängigkeit und Anpassung an die gewünschte Meßgröße wurden innerhalb der Borplastikkapselung zusätzliche Kupferfilter eingesetzt. Bedingt durch das hohe Ansprechvermögen der LiF-Detektoren wird die Hautdosis $H_{0,07}$ im Photonen-Energiebereich von 30 keV um 45 % überbewertet. Oberhalb 20 keV ist die Äquivalentdosis H_{10} innerhalb ± 20 % energieunabhängig. Zusätzliche Kupferfilter verringern die Überempfindlichkeit oberhalb 30 keV, aber auch das Ansprechvermögen für kleinere Photonenenergien, so daß praktisch keine Verbesserung der Energieabhängigkeit erzielt wird. Die Untersuchung der Richtungsabhängigkeit, insbesondere bei einem Strahleneinfall unter 60° zeigte, daß für Photonenenergien von 23 keV die Dosisanzeige bezogen auf Frontalbestrahlung auf 0,75 im Fensterfeld und auf 0,55 in der Kapselung abfällt.

6.2.3 Unterschiede im Fadingverhalten von LiF- und $Li_2B_4O_7$ -Thermolumineszenzdosimetern in Abhängigkeit vom Bestrahlungszeitpunkt

B. Burgkhardt, E. Piesch, I. Hofmann

Bei den bisherigen Fadingversuchen wurden hauptsächlich vorbestrahlte Dosimeter benutzt um die durch Umwelteinflüsse bedingte Änderung der Dosimeteranzeige zu untersuchen. Es zeigte sich jedoch, daß das Ansprechvermögen unbestrahlter Detektoren in ausgeprägter Weise von der Wärmebehandlung der Detektoren vor der Bestrahlung abhängt und durch Einflüsse von Umgebungstemperatur und Lagerungsdauer verändert wird. Mit einem Langzeit-Fadingprogramm sollte das u. a. auch vom Bestrahlungszeitpunkt abhängige Fading untersucht und u. U. auch Kalibrierverfahren bereitgestellt werden, um das Fading innerhalb der Umgebungsüberwachung zu korrigieren.

Im vorliegenden Programm [6] wurde das Ansprechvermögen von LiF:Mg,Ti (TLD700) und $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7\text{:Mn,Si}$ für verschiedene Umweltbedingungen in Abhängigkeit von dem Überwachungszeitraum untersucht. Verwendet wurden wärmevorbehandelte Dosimeterchargen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten bestrahlt wurden, nämlich vor oder nach unterschiedlich langer Lagerung bei Temperaturen von $-18\text{ }^\circ\text{C}$, $25\text{ }^\circ\text{C}$, $40\text{ }^\circ\text{C}$ und $70\text{ }^\circ\text{C}$, insbesondere aber auch zu verschiedenen Zeiten während des Überwachungszeitraumes von 100 Tagen. Die Untersuchungen ergaben, daß das Fading von Dosimeterchargen, die vor bzw. nach unterschiedlichen Überwachungszeiträumen bestrahlt wurden, bei TLD700 annähernd gleich groß ist. Im Gegensatz zu bestrahlten $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ -Detektoren ändert sich hingegen bei unbestrahlten Detektoren das Ansprechvermögen nur geringfügig. Dies führt bei TLD700 dazu, daß das Fading vom Zeitpunkt der Bestrahlung innerhalb des Überwachungszeitraumes unabhängig ist und nur von der Umgebungstemperatur bestimmt wird (Abb. 6/5).

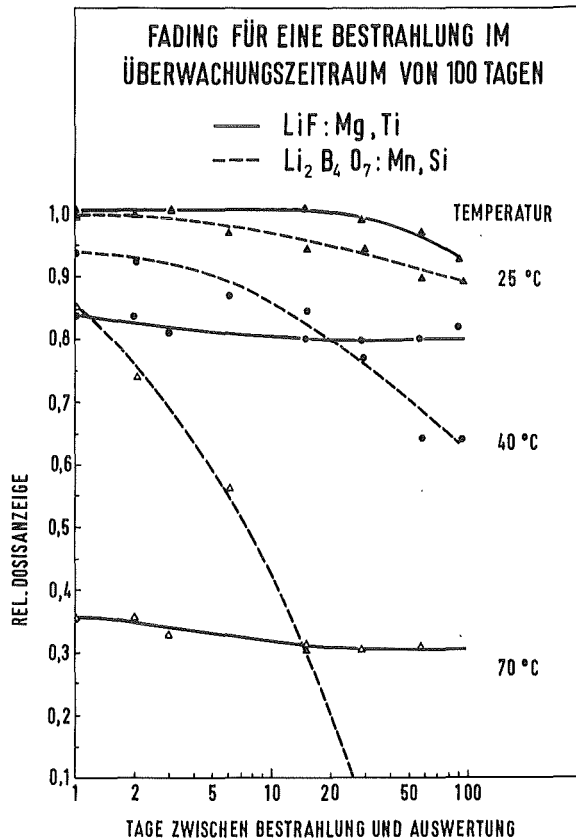


Abb. 6/5: Änderung der Dosimeteranzeige von LiF:Mg,Ti (Harshaw) und $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7\text{:Mn,Si}$ (Studsvik) in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Bestrahlung innerhalb eines Überwachungszeitraumes von 100 Tagen für verschiedene Umgebungstemperaturen

Zur Ermittlung des Fadings innerhalb der Umgebungsüberwachung können daher Kontrolldosimeter derselben Chargen in der Umgebung ausgelegt werden, die vor oder nach dem Überwachungszeitraum mit einer Referenzdosis bestrahlt werden. Dieses Verfahren ist bei $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ -Systemen jedoch nicht anwendbar.

Besondere Beachtung gilt auch den Kalibrierdosimetern, die gleichzeitig mit den Felddosimetern wärmebehandelt und während des Überwachungszeitraumes in einer Abschirmung bei Zimmertemperatur gelagert werden. Abb. 6/6 verdeutlicht, wie sich das Ansprechvermögen dieser Kalibrierdosimeter während der Lagerungszeit bei Zimmertemperatur ändert, wobei hier die Art der Wärmevorbehandlung und die Methode der Detektorauswertung eine Rolle spielen. Die Ergebnisse des vorliegenden Fadingprogrammes lassen erstmalig eine gesicherte Kalibrierung und Fadingkorrektur

von TLD700-Umgebungsdosimetern zu und verdeutlichen die Notwendigkeit, für das jeweilige Dosimetersystem die Bedingungen für die Wärmebehandlung und Ausmessung zu optimieren und im Hinblick auf eine Korrektur des Langzeitfading festzulegen.

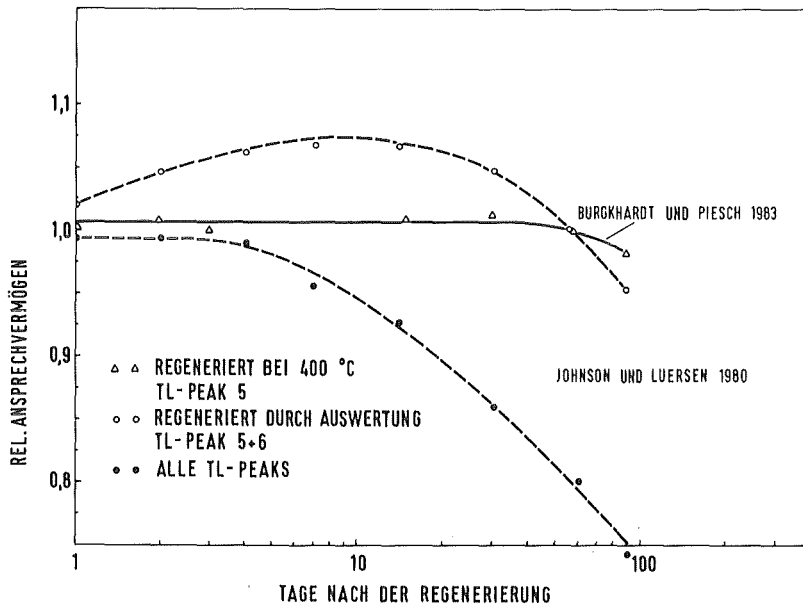


Abb. 6/6: Änderung des Ansprechvermögens von unbestrahltem LiF:Mg,Ti (Harshaw) bei Zimmer-temperatur für eine Regenerierung bei 400 °C und Messung des TL-Peaks Nr. 5 im Vergleich zu einer Messung von TL-Peak Nr. 5 + 6 bzw. von allen TL-Peaks und einer Regenerierung durch Auswerten

6.2.4 Statistische Meßunsicherheit beim Einsatz von Festkörperdosimetern zur Umgebungsüberwachung

E. Piesch, B. Burgkhardt

Aufgabe der Umgebungsüberwachung mit Festkörperdosimetern ist die Ermittlung zeitlicher und örtlicher Änderungen des natürlichen Strahlenpegels und die Langzeitüberwachung kerntechnischer Anlagen hinsichtlich zusätzlicher anlagenbedingter Expositionen. Die Ermittlung einer zivilisatorischen Strahlenexposition setzt die genaue Kenntnis des natürlichen Strahlenpegels voraus, der u. a. auch klimatischen, jahreszeitlichen und ortsabhängigen Einflüssen unterliegt. Die natürliche Strahlungsdosis wird daher mit Referenzdosimetern möglichst genau ermittelt und zur Interpretation des Ortsdosismesswertes herangezogen. Je nach vorgegebener Überwachungsaufgabe werden zur Überwachung kurzzeitiger Strahlenexpositionen Überwachungszeiträume zwischen 2 und 12 Wochen, für die Langzeitüberwachung kerntechnischer Anlagen Überwachungszeiten zwischen 3 Monaten und 1 Jahr angewandt. Nach 1 Monat beträgt die natürliche Strahlungsdosis beispielsweise 50 μ Sv, so daß in diesem Fall noch relativ kleine zusätzliche Expositionen nachweisbar sind, die bei einer Jahresüberwachung wegen des relativ hohen Anteiles der natürlichen Strahlungsdosis offensichtlich nicht mehr nachzuweisen wären. Hierbei stellt sich die Frage, welche Dosimetersysteme sich bevorzugt für eine Kurzzeit- bzw. Langzeitüberwachung eignen.

Am Beispiel verschiedener Festkörperdosimetersysteme (Abb. 6/7) wurde die Aufgabe gestellt, die statistische Meßunsicherheit für die Ermittlung einer zivilisatorischen Strahlenexposition von $H_x = 0,2 \cdot H_{nat}$ zu ermitteln unter der Annahme, daß bei zeitlich gleichmäßiger Exposition des Ortsdosimeters nach 1 Jahr eine natürliche Strahlungsdosis von $H_{nat} = 600 \mu$ Sv erwartet wird. Das Ergebnis der durchgeführten Berechnung zeigt Abb. 6/8 für die in Abb. 6/7 wiederge-

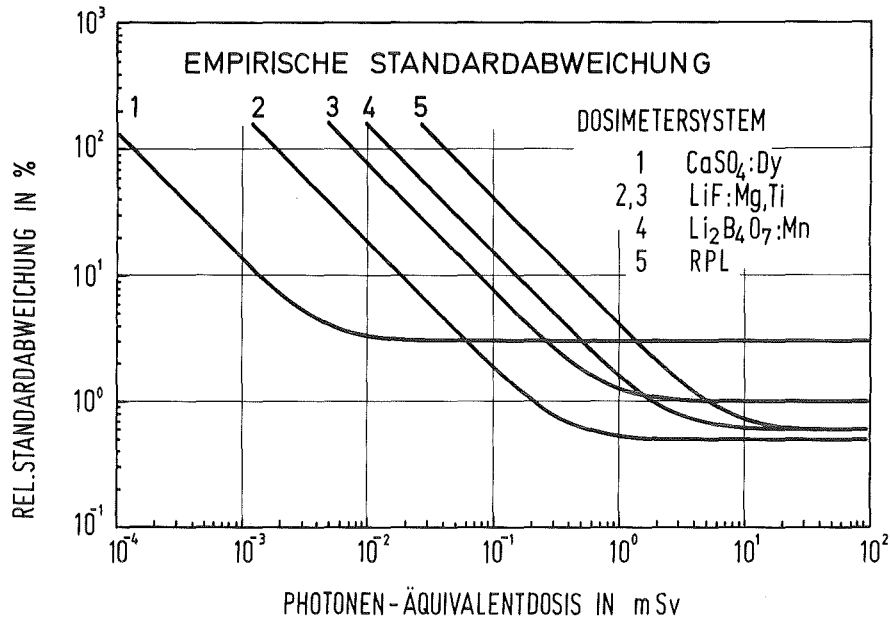


Abb. 6/7: Relative Standardabweichung der Dosisanzeige in Abhängigkeit von der Äquivalentdosis für verschiedene Dosimetersysteme

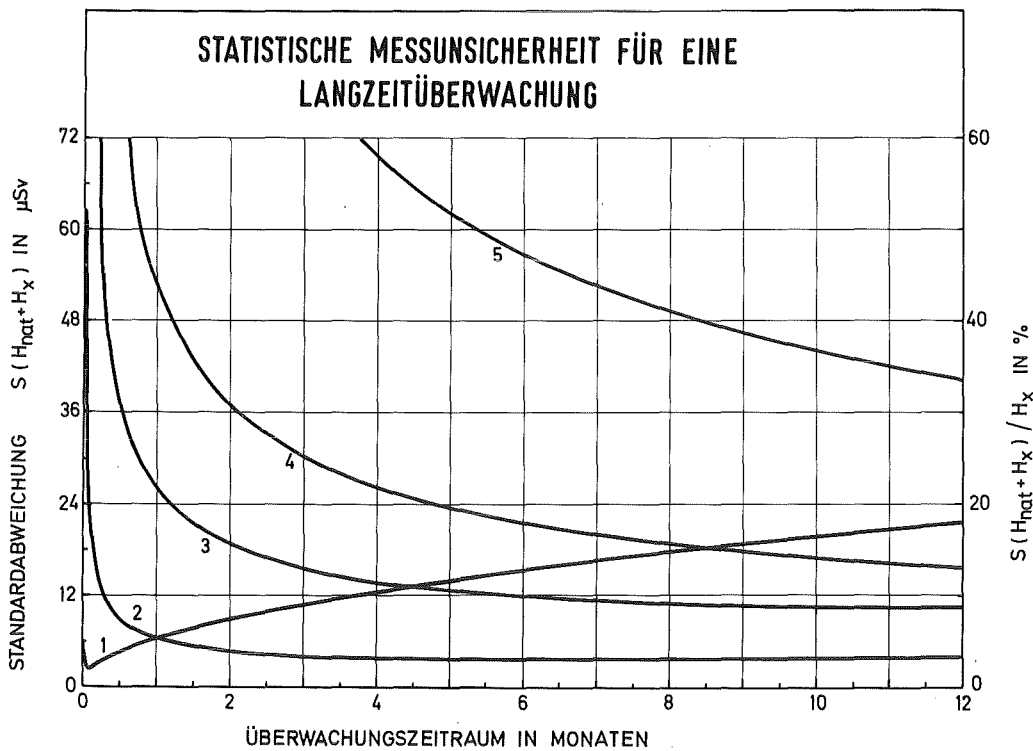


Abb. 6/8: Statistische Meßunsicherheit für eine kontinuierliche Strahlenexposition mit einem zivilisatorischen Anteil H_x und einem natürlichen Anteil H_{nat} mit $H_x = 0,2 \cdot H_{nat}$ und $H_{nat} = 0,6$ mSv/Jahr in Abhängigkeit vom Überwachungszeitraum für die in Abb. 6/7 wiedergegebenen Dosimetersysteme

gebenen Dosimetersysteme. Die Standardabweichung ist hier für den jeweiligen Dosiserwartungswert in Abhängigkeit vom Überwachungszeitraum wiedergegeben. Bei der Bestimmung der relativen Standardabweichung von H_x wurde angenommen, daß H_{nat} ausreichend genau bekannt, d. h. die statistische Meßunsicherheit für die zusätzliche Messung von H_{nat} vernachlässigbar ist. Ebenso bleiben systematische Meßunsicherheiten unberücksichtigt.

Die Ergebnisse in Abb. 6/8 zeigen, daß der optimale Überwachungszeitraum in extremer Weise von den Eigenschaften des Dosimetersystems abhängt. Auch ein hochempfindliches Dosimetersystem (Nr. 1) kann bei einem längeren Überwachungszeitraum u. U. schlechtere Ergebnisse liefern, als ein vergleichsweise unempfindlicheres Dosimetersystem. Bei der kurzzeitigen Messung kleiner Dosen sind hochempfindliche TLD-Systeme mit vernachlässigbarer Nullanzeige gegenüber Phosphatglasdosimetern mit relativ hoher Vordosis von etwa 500 μSv vorzuziehen.

6.2.5 Bestimmung der Ortsdosisleistung an Bildschirmarbeitsplätzen

H. Doerfel

Nach der Röntgen-Verordnung (RÖV) sind alle "Anlagen, Geräte oder Vorrichtungen, in denen Röntgenstrahlen erzeugt werden, ohne daß sie zu diesem Zweck betrieben werden", als Störstrahler zu betrachten. Der Betrieb von Störstrahlern bedarf im allgemeinen einer Genehmigung der zuständigen Behörde. Ausgenommen von der Genehmigungspflicht sind alle Störstrahler, bei denen die Ortsdosisleistung in einem Abstand von 5 cm von der Oberfläche nicht größer als 0,5 mrem/h (5 000 nSv/h) ist.

Im Sinne der RÖV sind alle Bildschirmgeräte Störstrahler, da durch die Kathodenstrahlen im Innern der Bildröhre eine intensive Röntgen-Bremsstrahlung (Maximalenergie ca. 20 keV) erzeugt wird. Allerdings wird diese Röntgen-Bremsstrahlung bei neueren Geräten durch Schwermetallzusätze in der Bildröhrenwandung so stark absorbiert, daß sie außerhalb der Geräte auch mit hochempfindlichen Dosisleistungsmeßgeräten nicht mehr nachweisbar ist.

Bei älteren Bildschirmgeräten wurden zur Hochspannungserzeugung noch Gleichrichterröhren verwendet, in denen ebenfalls eine sehr intensive Röntgen-Bremsstrahlung erzeugt wurde. Da diese Gleichrichterröhren relativ dünnwandig waren, mußten sie zur Reduzierung der äußeren Strahlenbelastung mit speziellen Abschirmungen versehen werden. Seit etwa 1970 werden zur Hochspannungserzeugung ausschließlich Halbleiterbauelemente verwendet, die absolut störstrahlungsfrei arbeiten.

Dennoch kann man auch bei modernen Geräten mit sehr empfindlichen Meßmethoden eine von der Bildröhre ausgehende Strahlung nachweisen. Da diese Strahlung bei der momentanen Diskussion um die Bildschirmarbeitsplätze von Bedeutung ist, wurden verschiedene Bildschirmgeräte mit einem hochempfindlichen Phoswich-Detektor von HS/D eingehend untersucht. Der Phoswich-Detektor besteht aus einem dünnen NaI(Tl)-Kristall (1 mm Dicke, 200 mm Durchmesser) zum Nachweis der niederenergetischen Photonenstrahlung bis zu etwa 100 keV und einem dicken CsI(Tl)-Kristall (50 mm Dicke, 200 mm Durchmesser) zum Nachweis der höherenergetischen Photonenstrahlung. Der CsI(Tl)-Kristall dient gleichzeitig als Anti-Compton-Shield zur Reduzierung des Nulleffektes des NaI(Tl)-Kristalls. Auf diese Weise wird speziell in dem hier besonders interessierenden Energiebereich der Röntgen-Bremsstrahlung eine hohe Meßempfindlichkeit und ein sehr niedriger Nulleffekt erzielt.

Der Detektor wurde zunächst mit Hilfe von verschiedenen Standard-Strahlern kalibriert. Die Strahler wurden dabei in einem so großen Abstand gehalten, daß die Strahlungsintensität in der Ebene des Strahleneintrittsfensters des Detektors praktisch konstant war. Danach wurde anhand von Literaturwerten der Dosisleistungskonstanten eine Beziehung zwischen dem Meßsignal des Detektors und der mittleren Dosisleistung am Strahleneintrittsfenster hergestellt.

Für die Messungen wurde der Detektor jeweils so angeordnet, daß der Abstand zwischen Bildschirm und Strahleneintrittsfenster gerade 5 cm beträgt und daß die Achsen von Bildröhre und Detektor

etwa zusammenfallen. In dieser Geometrie wurden die Bildschirme eines Textverarbeitungssystems (Rank-Xerox) und eines Tischcomputers (Hewlett-Packard) sowie eines handelsüblichen Schwarz-Weiß-Monitors und eines handelsüblichen Farb-Monitors ausgemessen. Die drei erstgenannten Geräte hatten eine Bildschirmdiagonale von etwa 31 cm, der Farb-Monitor von 52 cm.

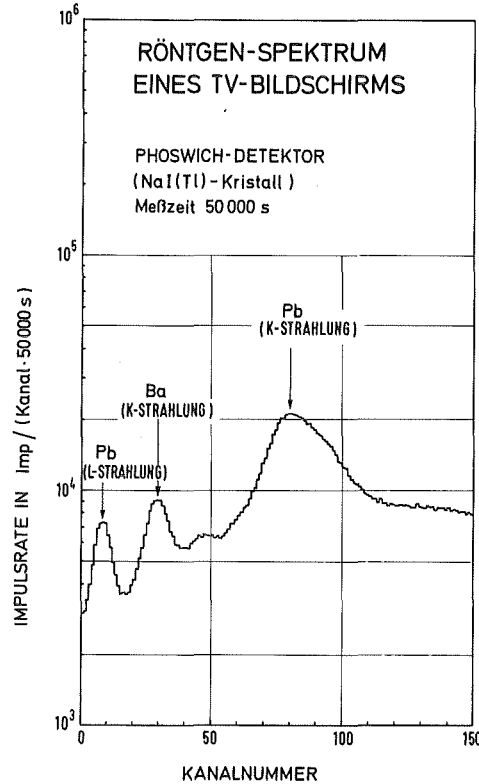


Abb. 6/9: Röntgen-Spektrum eines Farb-Fernsehmonitors gemessen mit dem NaI(Tl)-Kristall eines Phoswich-Detektors in 5 cm Abstand von der Bildschirmoberfläche

Die Abb. 6/9 und 6/10 zeigen als Beispiel die für den Farb-Monitor erhaltenen Spektren. Das Spektrum des NaI(Tl)-Kristalls (Abb. 6/9) erstreckt sich von etwa 5 keV bis 150 keV und umfaßt somit in erster Linie die vom Bildschirm emittierte Röntgenstrahlung. Das Spektrum des CsI(Tl)-Kristalls (Abb. 6/10), das sich von etwa 20 keV bis etwa 2 MeV erstreckt, umfaßt hauptsächlich die vom Bildschirm emittierte Gamma-Strahlung. Im Röntgen-Spektrum erkennt man drei deutliche Peaks, die auf die charakteristische Röntgen-Strahlung von Blei und Barium zurückzuführen sind. Die Blei-Strahlung stammt zumindest zum überwiegenden Teil aus der Bleiauskleidung der Meßzelle, die Barium-Strahlung stammt ausschließlich aus der Bildröhre. Die Peaks im Gamma-Spektrum sind in erster Linie auf die Strahlung von K-40, Bi-214 und Ac-228 zurückzuführen. Die in der Abb. 6/10 nicht näher bezeichneten Peaks stammen von Nukliden, die wie Bi-214 und Ac-228 zu den Zerfallsreihen von Uran/Radium und Thorium gehören. Bei den anderen untersuchten Bildschirmgeräten ergab sich qualitativ das gleich Bild.

Eine betriebsbedingte Röntgen-Bremsstrahlung konnte bei keinem der untersuchten Geräte nachgewiesen werden. Durch Abschätzung der unteren Nachweisgrenze der Meßanordnung wurde festgestellt, daß die betriebsbedingte Röntgen-Bremsstrahlung in 5 cm Abstand vom Bildschirm höchstens einen Fluß von etwa 0,0001 Photonen/(s·cm²) haben könnte. Bei Zugrundelegung einer mittleren Energie von 10 keV ergibt sich hieraus eine Ortsdosisleistung von weniger als 0,001 nSv/h. Dieser Wert liegt mehr als sechs Größenordnungen unter dem Grenzwert der RÖV.

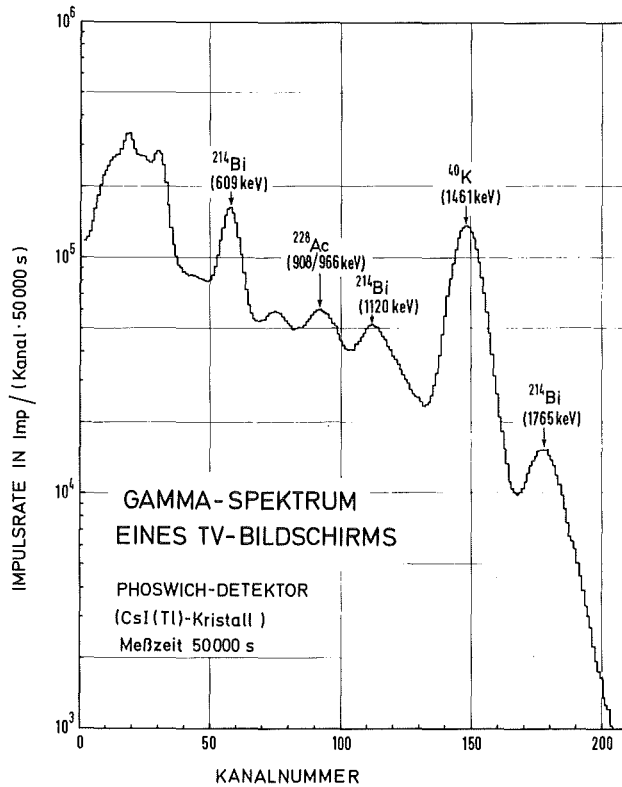


Abb. 6/10: Gamma-Spektrum eines Farb-Fernsehmonitors gemessen mit dem CsI(Tl)-Kristall eines Phoswich-Detektors in 5 cm Abstand von der Bildschirmoberfläche

Die durch die Gamma-Strahlung von K-40 bzw. von den Nukliden der Uran/Radium-Zerfallsreihe bewirkten Ortsdosisleistungen sind in Tab. 6/2 zusammengestellt. Die aus der Thorium-Zerfallsreihe stammenden Beiträge zur Ortsdosisleistung sind dagegen vernachlässigbar klein.

	Ortsdosisleistung in nSv/h		
	K-40	Uran/Radium	Gesamt
Textsystem	3,9	1,0	4,9
Tischcomputer	3,9	0,4	4,3
SW-Monitor	3,5	0,1	3,6
Farb-Monitor	19,8	5,7	25,5

Tab. 6/2: Ortsdosisleistung der Gammastrahlung von K-40 bzw. von den Nukliden der Uran/Radium-Zerfallsreihe in 5 cm Abstand vom Bildschirm der untersuchten Geräte

Es handelt sich bei allen genannten Strahlenqualitäten allerdings nicht um Störstrahlungen im Sinne der RÖV, sondern um materialbedingte natürliche Strahlungen. In ergänzenden Messungen mit einem Scanner wurde festgestellt, daß die Uran/Radium-Aktivität an der vorderen Front des Bildschirms konzentriert ist, während die K-40-Aktivität über die gesamte Bildröhre verteilt ist. Dies deutet darauf hin, daß das Kalium im Glas der Bildröhre und das Uran bzw. das Radium im Leuchtstoff an der Innenseite des Bildschirms konzentriert ist.

Vergleichende Messungen an anderen Glasgegenständen lieferten ähnliche Ergebnisse. So beträgt beispielsweise die Ortsdosisleistung an einem gefüllten Bierkasten in ähnlicher Meßgeometrie etwa 2 nSv/h.

6.3 Neutronendosimetrie

6.3.1 Neutronen-Energieabhängigkeit des Karlsruher Albedodosimeters

B. Burgkhardt, W. Comper, E. Piesch

Das Ansprechvermögen des Karlsruher Albedoneutronendosimeters konnte in den vergangenen Jahren experimentell durch Kalibrierbestrahlungen bei der PTB für thermische Neutronen und Neutronen im Energiebereich oberhalb 2 keV ermittelt werden. Für den Energiebereich mittelschneller Neutronen lagen bisher jedoch nur Berechnungen von Alsmiller und Barrish aus dem Jahre 1974 für einen Albedodetektor mit Cadmiumfilter vor. Im Hinblick auf eine Verbesserung der Einkugel-Albedomeßtechnik und der Bereitstellung von Kalibriermethoden im Neutronenstreustrahlungsfeld war es von besonderem Interesse, für die borhaltige Albedodosimeterkapselung das Ansprechvermögen von ^6LiF im Bereich mittelschneller Neutronen zu bestimmen. Diese Aufgabe wurde in Zusammenarbeit mit KTB/FR 2 bearbeitet.

Für die Berechnung des Ansprechvermögens wurden die Abmessungen der Borplastikkapselung, die genaue Position der TLD600/TLD700-Detektoren in der Kapselung sowie ein angenäherter Polyäthylen-Kugelmoderator von 30 cm Durchmesser mit einer Abflachung von 6 cm Durchmesser zugrundegelegt. Die zweidimensionale Neutronentransportrechnung wurde für 20 Energiegruppen durchgeführt.

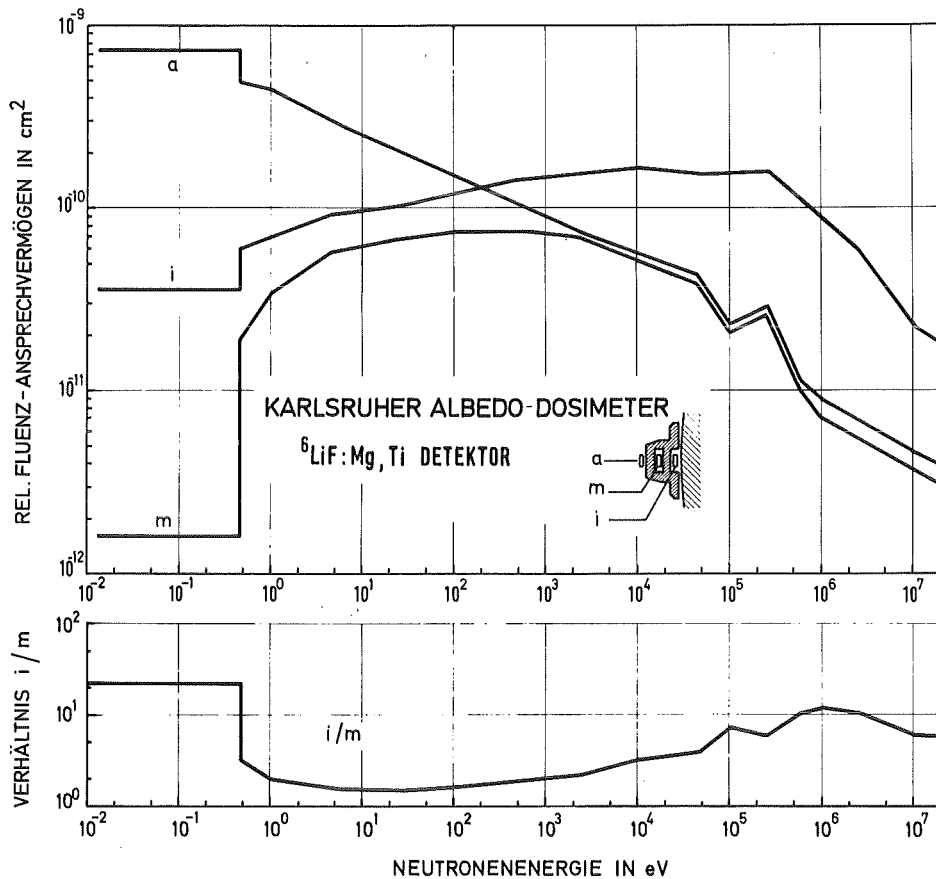


Abb. 6/11: Neutronenfluenz-Ansprechvermögen der TLD600-Detektoren in den Positionen a, m, i der Borplastik-Kapselung des Karlsruher Albedodosimeters. Für den Energiebereich bis 10^4 eV wurde eine zweidimensionale Transportrechnung zugrundegelegt

Das berechnete Neutronenfluenz-Ansprechvermögen ist in Abb. 6/11 in Abhängigkeit von der Neutronenenergie wiedergegeben. Gute Übereinstimmung ergab sich mit den Kalibrierwerten bei thermischen Neutronen sowie im Energiebereich 10^4 bis 10^5 eV. Für höhere Neutronenenergien wurden in der Abbildung experimentelle Werte verwendet, da die Berechnung hier insbesondere wegen der breiten Energiegruppen zu kleine Werte lieferte. Im Gegensatz zu einem cadmiumabgedeckten Albedodetektor zeigt der borabgedeckte Albedodetektor eine Abnahme des Ansprechvermögens unterhalb 10^3 eV. Die hier wiedergegebenen Ergebnisse für das Meßwertverhältnis i/m zeigen, daß das Ansprechvermögen eines allseitig mit Bor abgedeckten Albedodetektors, der nur epithermische Neutronen nachweist, im Vergleich zum thermischen Albedoneutronendetektor eine andere Energieabhängigkeit im Energiebereich intermediärer Neutronen aufweist. Die vorliegenden Ergebnisse werden zur Neukalibrierung der Einkugel-Albedomeßtechnik herangezogen.

6.3.2 Universelles Beta-, Gamma-, Neutronendosimeter mit TLD- und Kernspurdetektoren

E. Piesch, B. Burgkhardt, J. Jasiak, H.-G. Röber

Die langjährigen Arbeiten zur Entwicklung eines universellen Albedoneutronendosimeters für die Personenüberwachung in Photonen-Neutronen-Mischstrahlungsfeldern wurde mit der kommerziellen Herstellung einer Spritzgußkapselung aus Borplastik innerhalb eines Technologie-Transfer-Vorhabens abgeschlossen. Nach Optimierung des Albedoneutronenfensters und der magnetischen Verriegelung der Kapselung konnte die erste Spritzgußserie für die TLD-Systeme der Hersteller Alnor, Harshaw, Panasonic und Vinten bereitgestellt werden (Abb. 6/12). Für die gleichzeitige Verwendung von Thermolumineszenzdetektoren und Kernspurdetektoren ist eine magnetische Verriegelung der Kapselung vorgesehen. Hierfür wurde ein Öffnungsgerät bereitgestellt. Bei Verzicht auf die Verriegelung kann zum Austausch der TLD-Kapseln ein einfacher Handöffner benutzt werden.

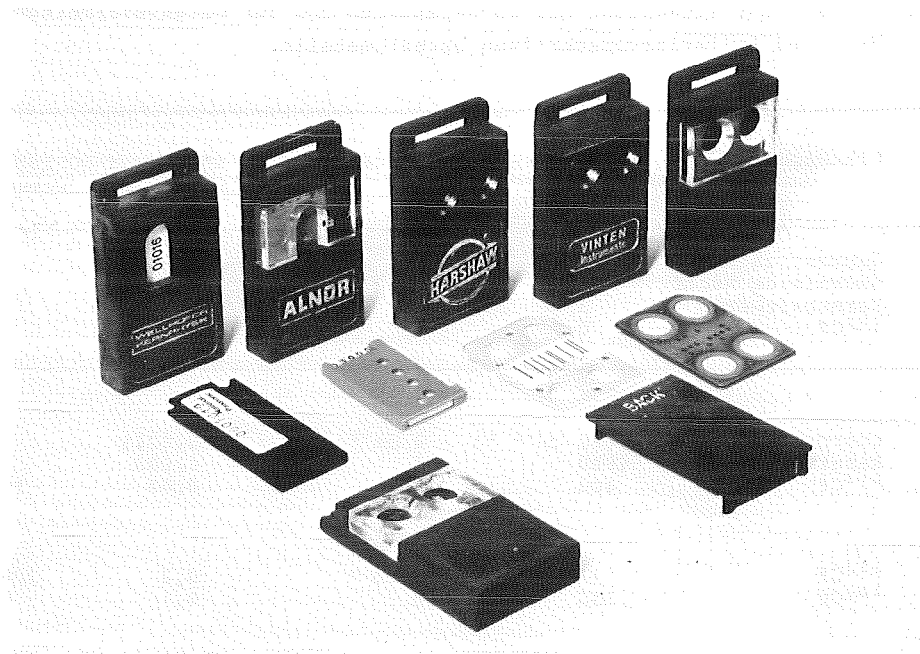


Abb. 6/12: Universelles Beta-, Gamma-, Neutronendosimeter für verschiedene kommerzielle TLD-Systeme mit automatischer Auswertung

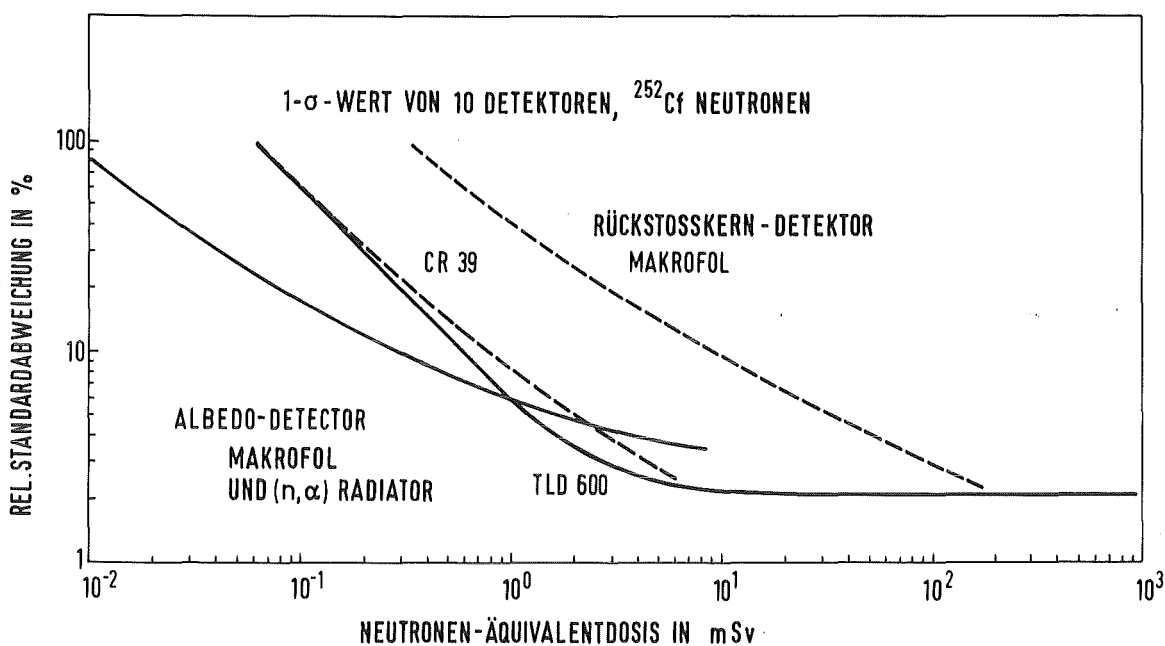


Abb. 6/13: Relative Standardabweichung der Neutronendosisanzeige im universellen Albedo-Neutronendosimeter (System Alnor) für TLD600 und für Kernspurdetektoren zum Nachweis von Albedoneutronen über einen BN1-Radiator bzw. von Rückstoßkernen in CR 39 und Makrofol E für unmoderierte Cf-252-Neutronen

Das universelle Beta-, Gamma-, Neutronendosimeter soll innerhalb eines BMI-Vorhabens u. a. von 4 amtlichen Meßstellen mit TLD-Systemen der oben angeführten Hersteller zunächst probeweise innerhalb der Personenüberwachung eingesetzt werden. Hierbei sollen die TL-Detektoren automatisch ausgewertet werden. Zur Auswertung der TL-Detektoren und zur Datenverarbeitung wurden im Berichtszeitraum Meß- und Kalibriervorschriften bereitgestellt.

NEUTRONEN-DETEKTOR	STRAHLUNG	NEUTRONEN-ANSPRECHVERMÖGEN mSv ⁻¹	NULLANZEIGE	NEUTRONEN-DOSISBEREICH kleinster Wert mSv	höchster Wert mSv
<u>Thermolumineszenzdosimeter</u> TLD600	Gammastrahlung	1 mSv ¹⁾			
	thermische Neutr.	2	0,02 mSv	0,03	10 ³
	Kernkraftwerke	3		0,01	10 ³
	²⁵² Cf	0,25		0,12	10 ³
<u>Kernspurätzdetektoren</u> (n,α)-Radiator mit Makrofol	thermische Neutr.	3200 cm ^{-2 2)}	3 cm ⁻²	0,0025	1,2
	Kernkraftwerke	4000	3	0,002	1
	²⁵² Cf	400	3	0,02	10
<u>Rückstoßkern-Detektor</u> Makrofol CR 39	²⁵² Cf	12 cm ⁻²	3 cm ⁻²	0,2	300
	²⁵² Cf	336	80	0,1	8

¹⁾ Detektoranzeige in Einheiten der Photonen-Äquivalentdosis
²⁾ Detektoranzeige in Anzahl der Kernspuren pro cm²

Tab. 6/3: Neutronen-Ansprechvermögen der Thermolumineszenz- und Kernspurdetektoren im universellen Albedoneutronendosimeter, Ausführung Alnor

Für die in der Dosimeterkapselung vorgesehene Kombination von TL-Detektoren und Kernspurdetektoren wurden im Jahre 1983 Routineauswerteverfahren für die Kernspurdetektoren Makrofol E und CR 39 bereitgestellt [44]. Dies betrifft die elektrochemische Ätzung von Rückstoßkerndetektoren sowie von (n,α)-Detektoren zum Nachweis thermischer Neutronen. Das Zweikomponenten-Albedodosimeter kann damit wahlweise mit (n,α)-Konvertern in Kontakt mit Makrofol anstelle von bzw. gleichzeitig mit TL-Detektoren ausgerüstet werden. Für die elektrochemische Ätzung der Kernspurdetektoren wurden kommerzielle Ätzzellen und Generatoren bereitgestellt, die eine gleichzeitige Ätzung von 20 Detektoren zulassen. Die Auszählung der Kernspurdetektoren erfolgt wahlweise mit einem Microfiche-Leser-Drucker in einer Detektorfläche von 1 cm² bzw. bei höheren Kernspurdichten im Zeiss-Bildanalysatorsystem Mikrovideomat.

Für das im KfK eingesetzte Alnor-System und die Kernspurdetektoren Makrofol E und CR 39 wurden die dosimetrischen Eigenschaften des Dosimeters hinsichtlich Detektor-Körperabstand, Ansprechvermögen, Energie- und Richtungsabhängigkeit der Dosisanzeige, statistische Meßunsicherheit für Photonen- und Neutronenstrahlung ermittelt [45,47] (siehe auch Abschnitt 6.2.1). Abb. 6/13 zeigt als Beispiel die relative Standardabweichung als Funktion der Neutronendosis für den Nachweis von Albedoneutronen mit TL- und Kernspurdetektoren sowie für den Nachweis von Rückstoßkernen in Makrofol E und CR 39 jeweils für ein Cf-252-Spektrum. Die kleinste nachweisbare Dosis wird durch die Nullanzeige der Detektoren bestimmt. Entsprechende Angaben über das Ansprechvermögen der Neutronendetektoren in verschiedenen Neutronenfeldern sowie über den Dosismeßbereich sind in Tab. 6/3 wiedergegeben. Im Hinblick auf eine Personenüberwachung an Reaktoren können mit dem hier verwendeten Alnor-System Neutronen-Äquivalentdosen bis zu 200 µSv, mit gammaunempfindlichen (n,α)-Kernspurdetektoren jedoch bis zu 20 µSv nachgewiesen werden.

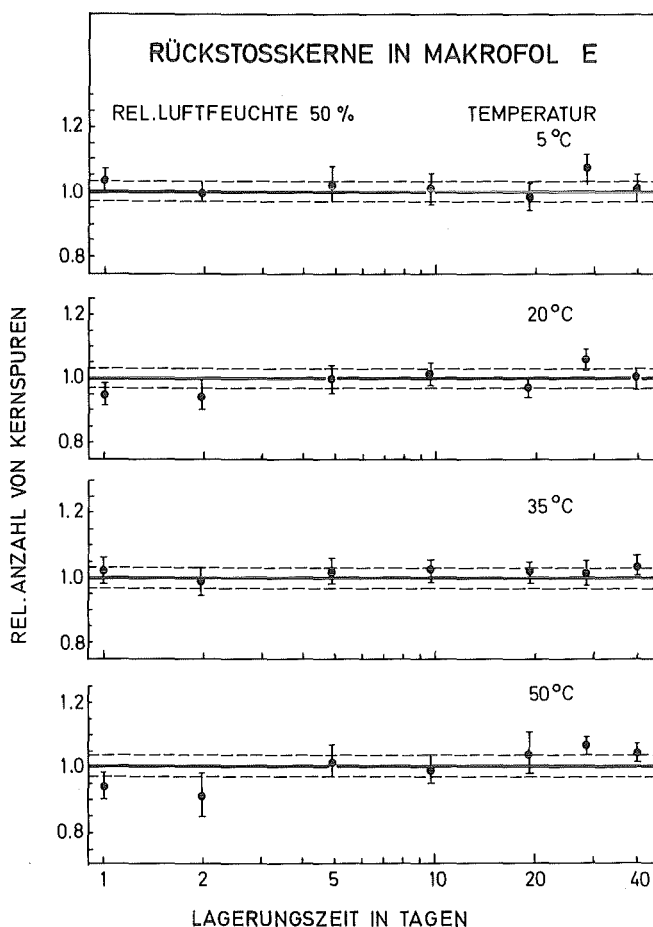


Abb. 6/14: Relative Anzahl neutroneninduzierter Kernspuren in Makrofol E nach elektrochemischer Ätzung in Abhängigkeit von Lagerungszeit und Lagerungstemperatur

6.3.3 Fading von Kernspurätzdetektoren

M. Urban, B. Burgkhardt, E. Piesch

Im Vergleich zum NTA-Kernspurfilm ist das Fading von Kernspurätzdetektoren nach konventioneller Ätzung vernachlässigbar klein. Entsprechende Untersuchungen wurden im Jahre 1974 für den Nachweis von Spaltfragmenten und Rückstoßkernen in Makrofol durchgeführt. Über das Fading von elektrochemisch geätzten Kernspurdetektoren liegen bisher keine Untersuchungen vor. Im vorliegenden Fadingprogramm wurden mit Cf-252-Neutronen vorbestrahlte Makrofol E-Detektoren bei Temperaturen von 5 °C, 20 °C, 35 °C und 50 °C und bei relativen Luftfeuchten von 0 %, 50 % und 95 % über einen Zeitraum von bis zu 40 Tagen gelagert [71].

Für den Nachweis neutroneninduzierter Rückstoßkerne ist in Abb. 6/14 die Änderung der Meßwertanzeige in Abhängigkeit von der Lagerungs- bzw. Überwachungsdauer für die verschiedenen Lagerungstemperaturen dargestellt. Die Meßwertanzeige wurde hierbei auf eine Referenzanzeige unmittelbar nach Bestrahlung bezogen. Für den Temperaturbereich 5 °C und 50 °C konnte demnach kein signifikantes Fading festgestellt werden. Ähnliche Ergebnisse zeigen die Versuche bei hoher Luftfeuchtigkeit. Für den Nachweis von α -Teilchen in Makrofol wurde ein ähnliches Ergebnis gefunden, obgleich hier die Streuung der Referenzdosimeter bei 7 % lag.

6.3.4 Untersuchungen des Streustrahlungsfeldes an einer Cf-252-Neutronenquelle

D. Singh, E. Piesch

Im Hinblick auf die Bereitstellung von Kalibrierverfahren für Albedoneutronendosimeter in Streustrahlungsfeldern wurde das Streustrahlungsfeld einer Cf-252-Neutronenquelle unter Freiluftbedingungen in der Kalibrierhalle der HS/D untersucht [48]. Die Neutronenquelle wurde

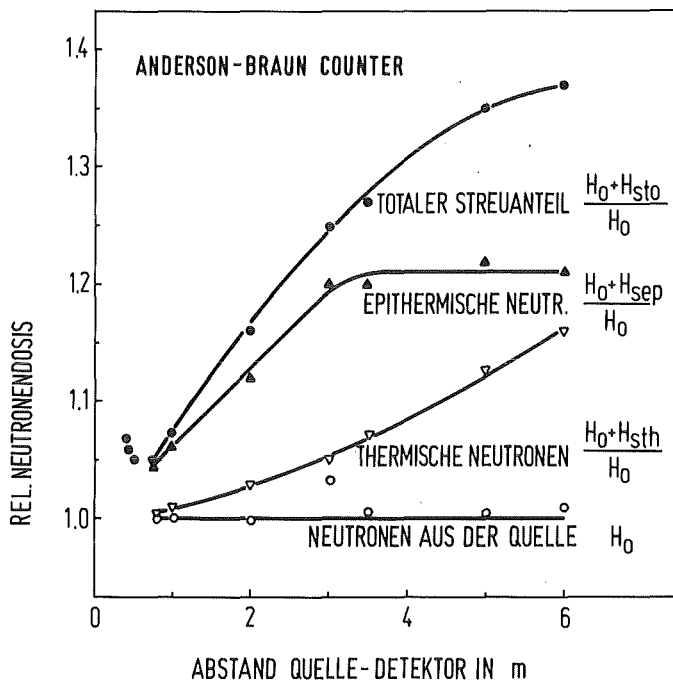


Abb. 6/15: Änderung der normierten Äquivalentdosis infolge rückgestreuter Neutronen in Abhängigkeit vom Abstand zu einer Cf-252-Neutronenquelle in 1,5 m Höhe über Boden

zunächst in 1,5 m Höhe über Boden in der Mitte des Raumes aufgestellt und die Äquivalentdosis in gleicher Höhe mit einem Anderson-Braun-Dosisleistungsmessgerät in Abhängigkeit vom Abstand zur Quelle gemessen. Zur Bestimmung des Streustrahlungsanteiles wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, nämlich die Direktmessung mit einem Schattenkegel und eine halbempirische Methode nach Schwartz und Eisenhauer, bei der das auf den Abstand von 1 m normierte Ansprechvermögen über dem Quadrat des Abstandes aufgetragen wird (Abb. 6/15). Die für den Anderson-Braun-Zähler erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß im Kalibrierraum der Äquivalentdosisanteil durch Streustrahlung bis zu einem Abstand von 2 m von der Quelle um etwa 4 % pro Meter zunimmt und in 2 m Entfernung etwa 17 % beträgt. Die halbempirische Methode führt zu einem Streustrahlungsanteil, der im Vergleich zur Schattenkegelmessung um etwa 3 % höher liegt.

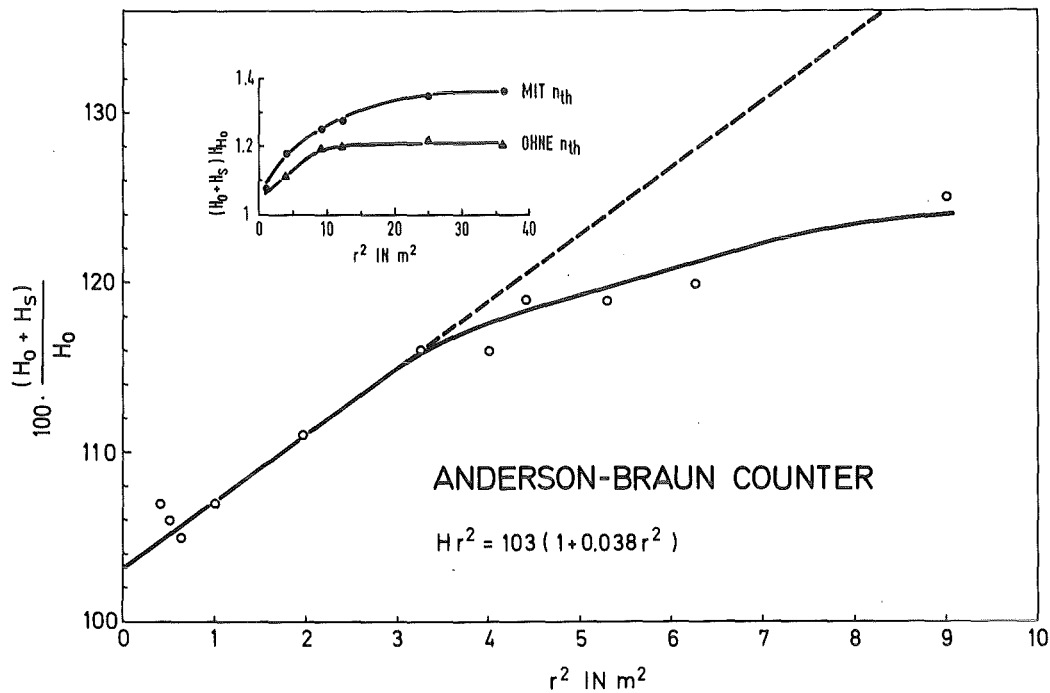


Abb. 6/16: Änderung des mit dem Quadrat des Abstandes multiplizierten Ansprechvermögens eines Anderson-Braun-Äquivalentdosisleistungsmessers in Abhängigkeit vom Quadrat des Abstandes

Abb. 6/16 zeigt das Ergebnis der Schattenkegelmessungen. Zusätzliche Messungen mit einem BF_3 -Zählrohr ermöglichten die getrennte Bestimmung der Streustrahlungsanteile thermischer und epithermischer Neutronen. Der Anstieg auf 37 % in 6 m Entfernung ist hauptsächlich auf thermische Neutronen zurückzuführen.

Weitere Untersuchungen wurden mit der 30 cm Polyäthylenkugel und dem universellen Albedoneutronendosimeter unter verschiedenen Einfallsrichtungen und Detektor-Phantomabständen durchgeführt. Die Meßreihen werden in verschiedenen Höhen über Boden fortgesetzt.

6.4 Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide

6.4.1 Ansprechvermögen des Karlsruher Radondosimeters für Makrofol und verschiedenen Ätzverfahren

M. Urban

Mit Hilfe eines mathematischen Modells [69] wurde die Empfindlichkeit des Radondosimeters unter der Annahme verschiedener Oberflächendepositionsraten der Zerfallsprodukte in der Diffusionskammer für Auswertungen in verschiedenen α -Energiebereichen ermittelt. Im Dosimeter wird Gleichgewicht zwischen Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten angenommen. In Abb. 6/17 sind für den Ort des Kernspurdetektors die zu erwartenden α -Energiespektren für verschiedene Wandabscheidezustände der Isotope Po-218 und Po-214 dargestellt.

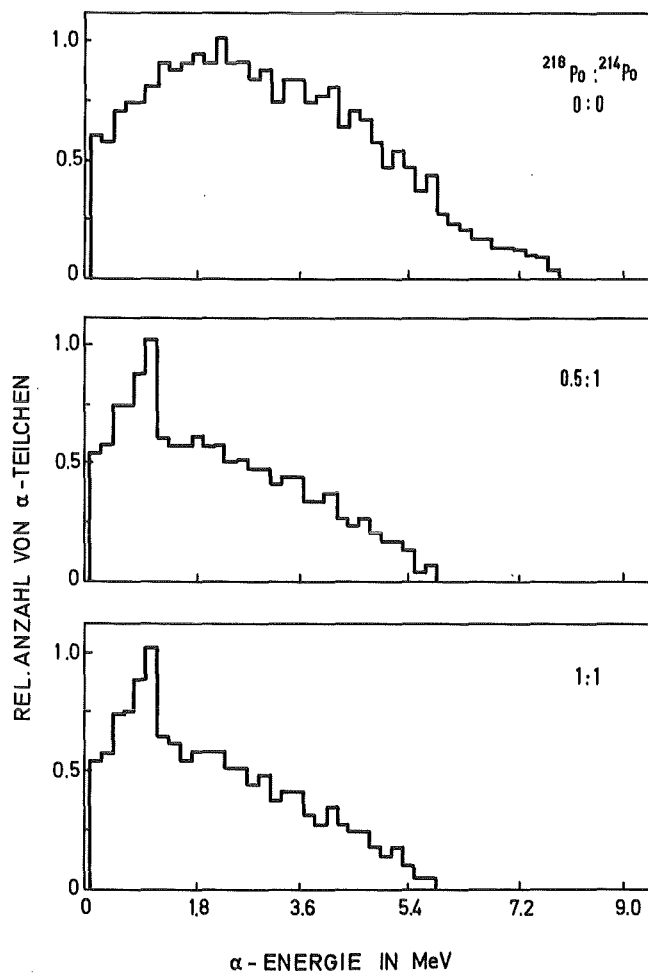


Abb. 6/17: Einfluß unterschiedlicher Wandabscheideraten von Po-218 und Po-214 in der Diffusionskammer auf das vom Detektor erfaßte α -Energiespektrum

Aufgrund dieser Spektren werden bei unterschiedlicher Auswertung der Energiebereiche auch unterschiedliche Empfindlichkeiten erwartet. Bei Anwendung eines elektrochemischen Ätzverfahrens kann ein Makrofol-Kernspurdetektor ein Energiefenster von ca. 1,5 MeV Breite erfassen. Durch Änderung der Vorätzzeit, der Lösungsmittelzusammensetzung und der Ätztemperatur läßt sich dieses Energiefenster verschieben. In Abb. 6/18 werden die berechneten Empfindlichkeiten für die drei betrachteten Wandabscheidezustände mit experimentell ermittelten Empfindlich-

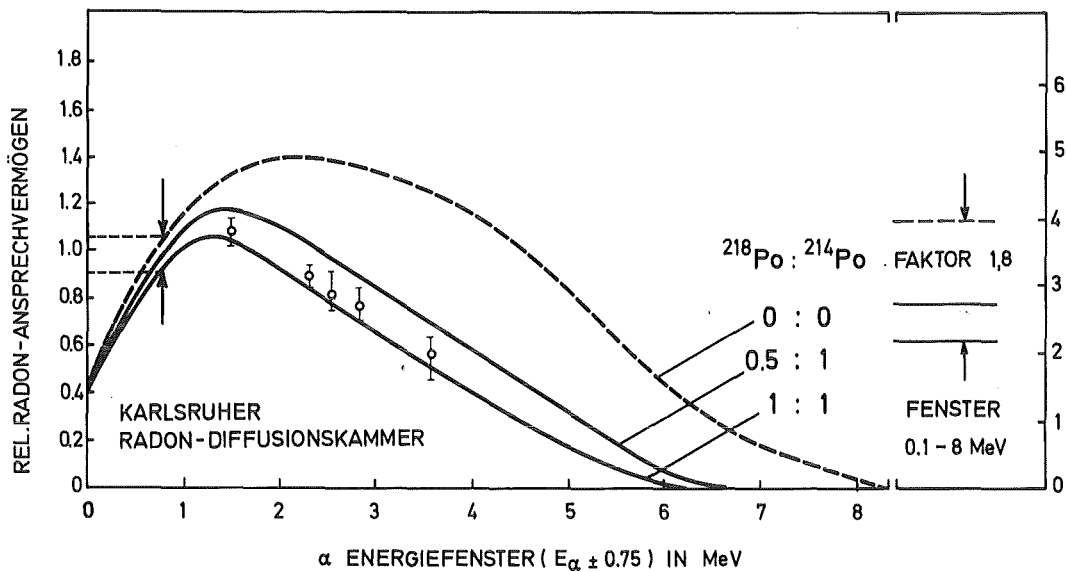


Abb. 6/18: Vergleich der berechneten und gemessenen relativen Empfindlichkeit der Diffusionskammer als Funktion des ausgewerteten α -Energiebereiches und der Wandabscheideraten

keiten verglichen. Dabei wird jeweils die Standardabweichung für 5 gleichzeitig exponierte und ausgewertete Dosimeter angeglichen.

Das Wandabscheideverhalten der Zerfallsprodukte im Dosimeter durch unterschiedliche Oberflächenladungen des Kunststoffes hat je nach ausgewerteten α -Energiebereichen verschiedene Empfindlichkeiten zur Folge. Um eine möglichst gute Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse zu erreichen, ist es wichtig, einen solchen Energiebereich auszuwerten, in dem der Einfluß des Wandabscheideverhaltens möglichst gering ist. Dies wird bei den vorgegebenen Ätzbedingungen erreicht.

6.4.2 Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Radon in Wohnhäusern

M. Urban, S. Heitz

Zur Ermittlung der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Radon und dessen kurzlebigen Zerfallsprodukten wurden 1982 im Rahmen des BMI-Forschungsvorhabens "Messung der Raumluftkonzentration von Radonfolgeprodukten in Wohnhäusern, Abschätzung der Lungendosis der Bewohner" die bundesweiten Erhebungsmessungen fortgeführt. An dem Vorhaben sind neben dem Kernforschungszentrum noch 7 weitere Meßstellen beteiligt. Es wurden bis Ende 1983 ca. 25 000 Dosimeter zentral in Karlsruhe ausgewertet. Die Messungen wurden Ende 1983 mit mehr als 5 000 ausgewerteten Wohnungen abgeschlossen. Die statistische Auswertung der Meßreihe wird 1984 in Zusammenarbeit mit dem Bundesgesundheitsamt erfolgen.

Der Median-Wert der log-normalen Verteilungsfunktion der Radonkonzentration beträgt im Bundesgebiet $42 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Die zu erwartende effektive Äquivalentdosis der Bevölkerung in Wohnhäusern beträgt $0,9 - 1,2 \text{ mSv/a}$.

Hauptinflußfaktoren für die Radonkonzentration in Wohnungen scheinen die Lebensgewohnheiten der Bewohner (insbesondere Lüftungsverhalten) sowie der geologische Untergrund zu sein. Anhaltspunkte für den Einfluß der Geologie ist die Radonkonzentration im Freien. Da die Radonkonzentration im Freien zusätzlich von meteorologischen Parametern und der Höhe über dem Erdboden abhängt, wurden die Dosimeter vom Deutschen Wetterdienst in mehr als 100 Wetterhäuschen in Baden-Württemberg für 1 Jahr unter "Standardbedingungen" exponiert. Die mittleren Radonkonzentrationen variierten von $8 - 50 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Die höchsten Konzentrationen wurden im Südschwarzwald gemessen.

6.4.3 Radonbelastung in Häusern durch Aufhaltung von Bergbau- und Aufbereitungsrückständen

J. Schmitz, M. Urban

Bei der Untersuchung von aufgelassenen Bergbauhalden und in Betrieb befindlichen Gruben, Aufbereitungen und Steinbrüchen war aufgrund der gemessenen Dosiswerte und analysierten Radiumgehalte bei einigen Rückstandshalden eine vermehrte Radonabgabe an die Umgebung anzunehmen. Daraufhin wurden fünf ehemalige Grubengelände in ein besonderes Radonmeßprogramm mit integrierenden Passivdosimetern einbezogen.

Im Außenbereich der Haldenablagerungen zeigten sich jahreszeitliche Schwankungen bei den zweimonatlichen Mittelwerten von mehr als dem Faktor 5. Die mittlere Radonkonzentration in 1,5 m Höhe über granitischen Böden betrug 45 Bq pro m³, während in der direkten Nachbarschaft der Halden Radonkonzentrationen von 350 Bq pro m³ üblich waren. Da sich in unmittelbarer Nachbarschaft oder direkt auf den Halden Wohnhäuser bzw. bewohnte ehemalige Grubengebäude befanden, wurden in diesen Häusern wiederholt Radondosimeter bis zu drei Monaten exponiert.

Die mittlere Radonkonzentration in diesen ausgewählten Gebäuden betrug zwischen 100 und 1 000 Bq pro m³, offensichtlich auch stark abhängig von geologischen Gegebenheiten und der Zusammensetzung des unmittelbaren Untergrundes. In einem ehemaligen Grubengebäude, das sich direkt am Fuß einer Halde befand, wurden die bisher höchsten Radonkonzentrationen gemessen: Sie überschritten witterungsabhängig einen Mittelwert von ca. 2 000 Bq pro m³.

6.4.4 Analyse der Strahlenschutzdaten aus der Uranversuchsgrube "Krunkelbach"

J. Schmitz

In Zusammenarbeit mit der Technischen Hochschule Darmstadt (Prof. Bächmann) und der Gewerkschaft Brunhilde wurden die in den Jahren 1979 bis 1982/83 angefallenen Strahlenschutzdaten der Versuchsgrube Krunkelbach nach statistischen Gesichtspunkten geordnet, bewertet und miteinander korreliert. Verwendung fanden die Ergebnisse der amtlichen Film dosimetrie, die Werte der versuchsweise eingeführten Thermolumineszenz- bzw. Phosphatglasdosimetrie und der untertägigen Working-level-Messungen. Darüber hinaus standen die Produktionszahlen der Grube und die neueren Abwasserwerte zur Verfügung.

Aufgrund der statistischen Betrachtung des Personenkollektivs ergibt sich eine zweigipfelige Verteilung der Personendosis mit zwei Schwerpunkten bei ca. 0,4 mSv/Monat und 1,6 mSv/Monat, die sich auch einzelnen Beschäftigungsgruppen in der Grube zuordnen lassen. Der arithmetische Mittelwert für die Beschäftigten beträgt 0,9 mSv/Monat für die externe Dosis. Der entsprechende Wert für die Lungenexposition beträgt 0,6 WLM, ist jedoch aufgrund der vorgegebenen Meßtechnik mit großem Fehler behaftet.

Weitgehend alle Daten des Jahres 1980 wurden miteinander verknüpft, um aus diesen Ergebnissen signifikante Berechnungen für den Gesamtzeitraum auszuwählen. Für den Förderzeitraum 1979 bis 1982 ist die Korrelation zwischen Erz und erhaltener Personendosis unbefriedigend, und lediglich bei den höher exponierten Personen kann ein eindeutiger Zusammenhang gefunden werden, was auf eine hohe Grundlast in der Grube hinweist. Die Extrapolation der stark streuenden Ergebnisse ergibt für eine Verdopplung der Erzförderung eine Verdopplung der externen Dosis, während sich die Lungenexposition nur um den Faktor 0,7 erhöht. Dieser Wert hängt jedoch in starkem Maße von der noch möglichen Verbesserung der Wettertechnik ab.

Die gereinigten Grubenwässer enthalten deutliche Restkonzentrationen an natürlichen Radionukliden, auch wenn keine Arbeiten mit Erz durchgeführt werden. Diese Grundlast beträgt ca. 0,25 Bq/l für Ra-226 und ca. 1,5 Bq/l für Gesamt-Alpha. Aufgrund der Verbesserungen in der Reinigungsanlage für die Grubenwässer pendelte sich 1982 ein Wert von 0,75 Bq/l für Ra-226 und von ca. 2,7 Bq/l für Gesamt-Alpha mit fallender Tendenz ein.

In mehreren Einzelmeßreihen wurde versucht, vor allem die Lungenexposition durch Radon und Folgeprodukte mit dem Streckenvortrieb zu korrelieren. Hier zeigten sich sehr deutlich die Grenzen der derzeitigen Erfassungsmethode zur Ermittlung der Lungendosis. Kurzfristig erhöhte Belastungen können selbst mit 2 bis 3 WL-Einzelmessungen pro Schicht am belegten Ort unter Einrechnen der entsprechenden Aufenthaltsdauer der Einzelperson nicht erfaßt werden. Ein Ausweg aus dieser Tatsache kann nur mit Hilfe personenbezogener WL-Dosimetrie gesehen werden.

Die kollektive effektive Gesamtdosis (externe Strahlung und Lungendosis) für die Zeit von 1979 bis 1983 betrug bei Zugrundelegen des WL-Konversionsfaktors der StrlSchV ca. 1,3 Sv. Die Lungenexposition zeigt fallende Tendenz. Bei Anwendung des ICRP-Konversionsfaktors für die Lungenexposition ergibt sich eine kollektive effektive Dosis für die Grube von ca. 6,8 Sv. Diese Belastung führt zu einem Verhältnis Ertrag/Dosis von 13 t Erz/mSv bzw. 2,5 t Erz/mSv.

6.4.5 Untersuchung bergmännischer Abraumhalden

J. Schmitz, H. Klein

Über 130 Halden aus umgehendem und aufgelassenem Bergbau in Baden-Württemberg wurden begangen, ausgemessen und auf ihre Umweltbelastung hin beurteilt. Den Schwerpunkt der vom Bundesministerium des Innern geförderten Untersuchung bildeten alte, relativ kleine Halden aus dem Blei/Zink- bzw. Eisenerzbergbau und alle bekannten Halden der Uranexploration in Baden-Württemberg und Bayern.

Die höchsten Gamma-Ortsdosiswerte in 1 m Höhe über dem Boden zeigten sich erwartungsgemäß auf den Halden der Uranexploration, wobei die auf eingezäuntem Betriebsgelände betriebsplanmäßig abgelagerten Armerze bis zu 0,1 Sv Jahresdosis erreichen können, während rekultivierte Nebengesteinshalden etwa bei 1 mSv/a und darunter liegen. Die höchste Dosisleistung der nicht gekennzeichneten oder eingezäunten Halden erreichten die Halde am Alten Schmiedestollen in Wittichen (20 mSv/a) und die Halde vor dem Kirchheimer Stollen (8 mSv/a). Als nächste Gruppe, der externen Strahlenexposition nach, folgen die Steinbrüche, deren Mehrzahl eine Jahresdosis von 1 bis 2 mSv aufweisen. Im Bereich von 0,5 bis 1 mSv liegen nur wenige Pb/Zn-, Fe/Mn- und eine große Kohleabraumhalde. Die Mehrzahl der Halden weist Dosisleistungen von unter 0,5 mSv/a auf, wobei es sich dabei meist um hydrothermale Lagerstätten handelt. Mit Baryt als Hauptgangart, insbesondere im granitischen Muttergestein, kommt es bei kleinen Halden häufig zur Selbstabschirmung und zu "negativen" Jahresdosen gegenüber der Umgebung. Eine Sonderstellung nehmen die umfangreichen Schlackenhalde aus der Verhüttung der Doggererze in Wasseralfingen ein, die einen deutlich erhöhten Radionuklidgehalt - vor allem Thorium - besitzen. Aus diesem Material wurden zwischen 1880 und 1920 große Mengen Bausteine hergestellt, die heute noch als eine "Dosisanomalie" im württembergischen Raum wiederzufinden sind.

Bei einer graphischen Darstellung der Häufigkeitsverteilung der gefundenen Jahresdosisleistungen ergibt sich eine deutlich positive Schiefe des Histogramms, die hauptsächlich von den hohen Werten der Uranhalden herrührt.

Die analytischen Ergebnisse brachten für die untersuchten Granite und Quarzporphyre aus den Steinbrüchen Ra-226-Konzentrationen bis zu 0,1 Bq/g, was bei einer Jahresproduktion von über 300 000 t rechnerisch einer Emission von ca. 1 g Ra-226 entspricht. Die Pb/Zn-Halden und Auf-

bereitungsrückstände zeigten Ra-226-Werte von unter 0,04 Bq/g. Verhüttungsschlacken und Steinkohleberge zeigten Werte um 0,2 Bq/g. Die alten Halden mit der höchsten Dosisleistung brachten Radiumwerte von 0,7 bis 7 Bq/g, wobei sich ein erhebliches Ungleichgewicht zugunsten von Pb-210 zeigt, was eventuell auf eine Radonrückhaltung in den oberen, feuchten Schichten zurückzuführen ist. Ein Vergleich zwischen natürlichem Anhydrit und Industriegips ergab eine um den Faktor 50 erhöhte Radionuklidkonzentration bei dem Industrieprodukt.

Bei den Wasserproben konnten nur bei Halden- und Stollenwässern aus dem Wittichener Revier, im Bereich der Fe/Ni-Grube Horbach und der Barytgrube Käfersteige eine Überschreitung der zulässigen Trinkwasserkonzentration von 35 mBq/l festgestellt werden. Die meisten der untersuchten Wässer besitzen Ra-226-Konzentrationen im Bereich von 7 bis 20 mBq/l.

Die Untersuchung einer repräsentativen Anzahl von Bergbauhalden hat deutlich gemacht, daß ein beachtenswerte Emission natürlicher Radionuklide nur von den bereits bekannten, mit Uranmineralien kontaminierten Halden, wenn man von den Aufbereitungsschlacken absieht, ausgehen kann. Diese sind aber durch die Prospektionsbemühungen der letzten Jahre bekannt bzw. unterliegen noch der Bergaufsicht. Darüber hinaus haben die Untersuchungen ergeben, daß mit einer wesentlichen Exposition durch Radionuklidfreisetzung bei Rückstandshalden, die einer bestimmten Lagerstättengense wie z. B. hydrothermalen, reinen Blei/Zink- oder Eisenerzgängen angehören, nicht zu rechnen ist.

In analoger Weise laufen zur Zeit Untersuchungen im aufgelassenen Bergbau des Westharzes und Messungen auf Industriebalden des Harzvorlandes. Die Vorauswertungen der Dosimetrie und Ra-226/Pb-210-Analytik ergaben für die überwiegende Mehrzahl der bis jetzt aufgenommenen 170 Halden keine Erhöhung der Radioaktivität. Sie gehören größtenteils zum hydrothermalen Pb/Zn/Ag-Lagerstättentyp.

6.5 Inkorporationsmessung

6.5.1 Routine- und Sondermessungen

F. Milbich-Münzer, H. Doerfel

Alle Mitarbeiter von KfK, KBG, GWK und TU, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, werden routinemäßig auf inkorporierte Radionuklide untersucht. Die Häufigkeit der Untersuchungen richtet sich nach dem Inkorporationsrisiko sowie nach der effektiven Halbwertszeit der gehandhabten Stoffe. So genügt bei schwerflüchtigen und langlebigen Stoffen bereits eine routinemäßige Inkorporationsmessung pro Jahr, während bei leichtflüchtigen und kurzlebigen Stoffen bis zu zwölf Routinemessungen pro Jahr erforderlich sein können. Ergeben sich bei der Handhabung radioaktiver Stoffe konkrete Hinweise auf die Möglichkeit einer akuten Inkorporation, so werden zusätzlich zu den Routinemessungen sofortige Sondermessungen durchgeführt.

Die Inkorporationsüberwachung erfolgt durch direkte Messung der Körperaktivität im Ganzkörperzähler bzw. im Lungenzähler von HS/D sowie durch Messung der Aktivität in den Ausscheidungen bei Med/Tox. Im Ganzkörperzähler können prinzipiell alle Radionuklide mit Photonenenergien zwischen etwa 50 keV und 2500 keV nachgewiesen werden. Die Nachweisgrenze variiert dabei zwischen 9 und 35 Bq bezogen auf eine Photonenemissionswahrscheinlichkeit von 100 % und eine Meßzeit von 5 min. Die Lungenzähler sind speziell für den Nachweis von Plutonium und Uran in der Lunge konzipiert. Sie können allerdings auch zum Nachweis anderer niederenergetischer Photonenstrahler wie z.B. Pm-147 (siehe Abschn. 6.5.6) herangezogen werden.

Die Tab. 6/4 vermittelt zunächst einen Überblick über die mit dem Ganzkörperzähler durchgeführten Inkorporationsmessungen. Bedingt durch die im letzten Jahr erfolgte Neufestsetzung der routinemäßigen Inkorporationsüberwachung hat sich die Anzahl der überwachten Mitarbeiter um etwa 25 % auf 1624 verringert. Die Anzahl der routinemäßigen Inkorporationsmessungen ist um 35 % auf

Überwachungs- bereich	Anzahl der überwachten Mitarbeiter	Routinemäßige Inkorporationsmessungen		Inkorporationsmessungen aus besonderem Anlass	
		Gesamtanzahl der Messungen	Anzahl der Messungen mit pos. Befund	Gesamtanzahl der Messungen	Anzahl der Messungen mit pos. Befund
AV	9	9	-	-	-
HDB	382	903	46	9	1
HS	1	-	-	1	-
IAK	20	19	-	4	-
IGT	5	4	-	1	1
IHCh	16	19	2	2	-
IK	49	49	-	-	-
IMF I	39	38	-	1	1
INE	3	2	-	-	-
INR	14	11	-	5	2
IRCh	7	7	1	2	2
IT	7	1	-	6	-
KTB	119	131	2	1	1
LAF II	6	9	2	-	-
LIT	29	28	-	5	4
SKT	6	6	-	-	-
VBW	39	64	4	2	1
ZYKL	61	61	3	7	5
KNK	124	124	-	-	-
MZFR	209	279	67	-	-
WAK	448	477	16	4	3
TU	31	32	-	1	-
Gesamt	1624	2254	143	51	21

Tab. 6/4: Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung im Ganzkörperzähler

Überwachungs- bereich	Anzahl der überwachten Mitarbeiter	Routinemäßige Inkorporationsmessungen		Inkorporationsmessungen aus besonderem Anlass	
		Gesamtanzahl der Messungen	Anzahl der Messungen mit pos. Befund	Gesamtanzahl der Messungen	Anzahl der Messungen mit pos. Befund
HDB	19	18	-	5	1
HS	5	7	-	-	-
IHCh	2	-	-	2	-
IKVT	53	53	-	-	-
IMF I	1	-	-	1	-
INR	2	-	-	2	-
KTB	1	-	-	1	-
LIT	1	1	-	-	-
TU	77	0	80	1	-
Gesamt	161	159	-	12	1

Tab. 6/5: Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung im Lungenzähler

Inkorporiertes Nuklid	Anzahl der Inkorporationen				
	0 - 0.099 %	0.1 - 0.99 %	1 - 9.9 %	10 - 99 %	100 - 200 %
	MPBB	MPBB	MPBB	MPBB	MPBB
P-32	1	-	-	-	-
Co-60	67	55	2	-	-
Rb-84	-	1	-	-	-
Nb/Zr-95	2	-	-	-	-
Tc-99m	5	-	-	-	-
Mo-99	2	-	-	-	-
Ru-103	1	-	-	-	-
Ru/Rh-106	-	-	1	-	-
Sb-124	-	1	-	-	-
Sb-125	1	-	-	-	-
I-123	5	-	-	-	-
I-131	3	-	-	-	-
Cs-137	41	6	-	-	-
Pu-238	-	-	1	-	-
Pu-239	-	-	1	-	-
Am-241	-	1	-	-	-
Gesamt	128	64	5	-	-

Tab. 6/6: Übersicht über die im Ganzkörperzähler und im Lungenzähler nachgewiesenen Inkorporationen in Prozenten der maximal zulässigen Körperbelastung (MPBB)

2254 gesunken. Trotz dieser Reduzierung hat sich die Anzahl der bei den Routinemessungen nachgewiesenen Inkorporationen mehr als verdoppelt. Die routinemäßige Inkorporationsüberwachung ist demnach durch die Neufestsetzung wesentlich effektiver geworden.

Die Anzahl der im Lungenzähler untersuchten Mitarbeiter (siehe Tab. 6/5) hat sich durch die Neufestsetzung der Inkorporationsüberwachung gegenüber dem Vorjahr um etwa 25 % auf 161 erhöht. Abgesehen von einer zwischenfallsbedingten Messung wurde bei keiner Untersuchung im Lungenzähler eine Inkorporation festgestellt.

Die Tab. 6/6 vermittelt einen Überblick über die bei den Inkorporationsmessungen festgestellten Aktivitäten bezogen auf die maximal zulässige Körperbelastung (MPBB). In allen Fällen, in denen der Inkorporationszeitpunkt bekannt war, wurde aus den Meßergebnissen anhand der ICRP-Modelle (siehe Abschn. 6.5.4) die Aktivitätszufuhr abgeschätzt und auf den Grenzwert der jährlichen Aktivitätszufuhr bezogen. In allen übrigen Fällen wurden die Meßergebnisse ohne weitere Umrechnungen auf die entsprechenden Grenzwerte der Körper- bzw. Organaktivität bei Dauerbelastung bezogen. Bei 31 Messungen wurden zwei bzw. drei Radionuklide gleichzeitig festgestellt. In diesen Fällen müssen die durch die verschiedenen Radionuklide bedingten relativen Körperbelastungen addiert werden. Dadurch ergibt sich in einem Fall (Pu-238/Pu-239) eine Körperbelastung von etwa 18 % des zulässigen Grenzwertes. In allen übrigen Fällen ist die resultierende Körperbelastung wesentlich kleiner als 10 % der zulässigen Grenzwerte.

6.5.2 Cs-137-Erhebungsmessungen

H. Doerfel

Seit 1961 wird an einer Referenzgruppe aus etwa 10 Mitarbeitern von HS in monatlichen Messungen die mittlere Körperaktivität von Cs-137 aus dem radioaktiven Fallout bestimmt. Die Messungen werden normalerweise im Ganzkörperzähler bei einer Meßzeit von 50 min durchgeführt. Unter der Voraussetzung, daß das Cs-137 vollständig metabolisiert ist (quasihomogene Verteilung) und daß keine höherenergetischen Störstrahler inkorporiert sind, beträgt die untere Nachweisgrenze des neuen Ganzkörperzählers bei dieser Meßzeit etwa 5 Bq. Dies entspricht einer spezifischen Körperaktivität von etwa 0,07 Bq/kg beim Standardmenschen. Die in 1983 festgestellten Cs-137-Körperaktivitäten sind in der Tab. 6/7 zusammengestellt.

Monat	Anzahl der untersuchten Personen	Spezifische Körperaktivität in Bq Cs-137 pro kg	
		Mittelwert	Standardabw.
Januar	4	0.38	0.18
Februar	8	0.29	0.15
März	9	0.46	0.22
April	9	0.33	0.15
Mai	6	0.38	0.18
Juni	9	0.43	0.19
Juli	10	0.37	0.09
August	7	0.32	0.17
September	9	0.45	0.15
Oktober	11	0.34	0.20
November	5	0.39	0.18
Dezember	6	0.28	0.21
Gesamt	93	0.37	0.18

Tab. 6/7: Ergebnisse der Cs-137-Erhebungsmessungen

Der Mittelwert der spezifischen Cs-137-Körperaktivität liegt mit 0.37 Bq pro kg Körpergewicht etwa 20 % über dem Vorjahreswert. Angesichts der relativ hohen Streubreite der Meßergebnisse ist diese Zunahme jedoch nicht signifikant.

6.5.3 Optimierung der Meßgeometrie des Ganzkörperzählers

Ausgehend von den im ersten Betriebsjahr des neuen Ganzkörperzählers gesammelten Erfahrungen wurde die Meßgeometrie der Anlage nochmals verändert. Das Ziel dieser Veränderung war eine Verbesserung der Homogenität des Wirkungsgrades für beliebige Nukliddepositionen im gesamten Körperbereich zwischen dem Kopf und den Knien des Probanden. Zu diesem Zweck wurde zunächst für die einzelnen Detektoren die Ortsabhängigkeit der Ansprechwahrscheinlichkeit für punktförmige Gamma-Strahler (Cs-137) bestimmt. Danach wurde mit Hilfe eines speziellen Rechenprogramms die Position der Detektoren rechnerisch so lange variiert, bis die Summe der Ansprechwahrscheinlichkeiten aller vier Detektoren für beliebige Punktstrahlerverteilungen im interessierenden Körperbereich weitgehend konstant war.

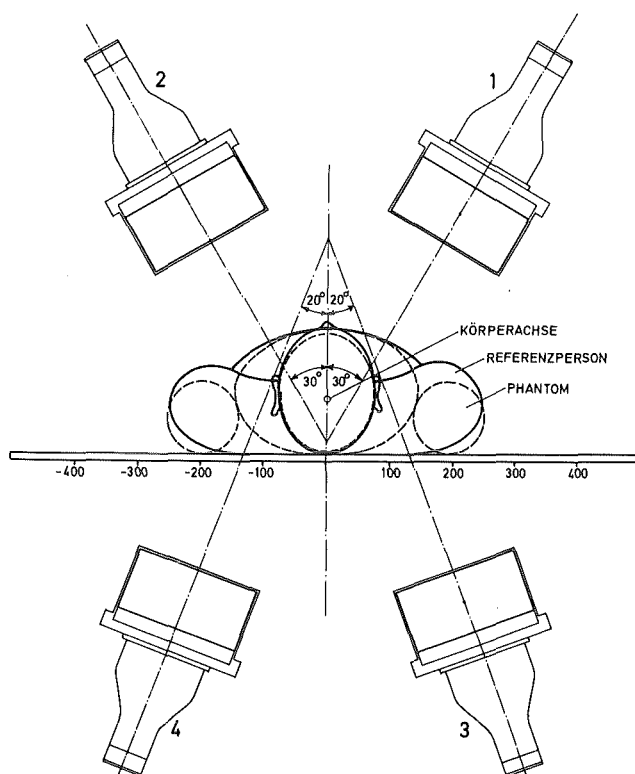


Abb. 6/19: Optimierte Detektoranordnung des neuen Ganzkörperzählers im Aufriß

Die Abb. 6/19 zeigt die auf diese Weise optimierte Detektoranordnung im Aufriß. Die einzelnen Detektoren sind längs der Körperachse gegeneinander verschoben, so daß Detektor 1 rechts über dem Kopf, Detektor 2 links über den Knien, Detektor 3 rechts unter dem Verdauungstrakt und Detektor 4 links unter dem Atemtrakt des Probanden angeordnet ist. Die Abb. 6/20 zeigt die für diese Detektoranordnung ermittelte Ortsabhängigkeit der Detektoransprechwahrscheinlichkeit für Punktstrahler in der Körperachse. Die unteren Kurven geben die gemessenen Ansprechwahrscheinlichkeiten (ausgezogene Linien) bzw. die aus den Messungen extrapolierten Ansprechwahrscheinlichkeiten (gestrichelte Linien) als Funktion der Lagekoordinate des Punktstrahlers wieder. Die obere Kurve stellt die Summe der vier unteren Kurven dar. Zur Verdeutlichung ist in der Abb. 6/20 die Lage eines normal proportionierten Probanden angedeutet. Die strichpunktierte Linie gibt die Körperachse an, während die beiden vertikalen Linien den bei der Ganzkörpermessung interessierenden Körperbereich markieren. In diesem Körperbereich ist die Summenkurve innerhalb einer Schwankungsbreite von etwa 3 % konstant. Demnach ist das Gesamtansprechvermögen des Ganzkörperzählers für Punktstrahler in der Körperachse (zentrale Punktstrahler) in diesem Körperbereich praktisch homogen. Die Abb. 6/21 zeigt die entsprechenden Summenkurven für Punktstrahler, die 100 mm von der Körperachse entfernt sind (dezentrale Punktstrahler). Hier variiert das Gesamtansprechvermögen je nach Lage des Strahlers um bis zu 20 % nach oben bzw. 30 % nach unten. Im Bereich des oberen Atemtraktes haben die in Abb. 6/21 dargestellten Kurven einen Knoten, d.h. in diesem Bereich ist die Gesamtansprechwahrscheinlichkeit auch für dezentrale Strahler weitgehend homogen. Dies ist insbesondere bei zwischenfallsbedingten Inkorporationsmessungen, bei denen von einer Aktivitätsdeposition im oberen Atemtrakt auszugehen ist, von großer Bedeutung. Ergänzende Messungen mit Co-57- und Co-60-Punktstrahlern ergaben qualitativ das gleiche Bild.

Weitere Untersuchungen galten dem Einfluß der Absorption der Strahlung im Körper auf die Homogenität des Detektorwirkungsgrades. Diese Untersuchungen zeigten, daß die absorptionsbedingten Inhomogenitäten bei zentralen Punktstrahlern etwa 10 % und bei dezentralen Punktstrahlern etwa

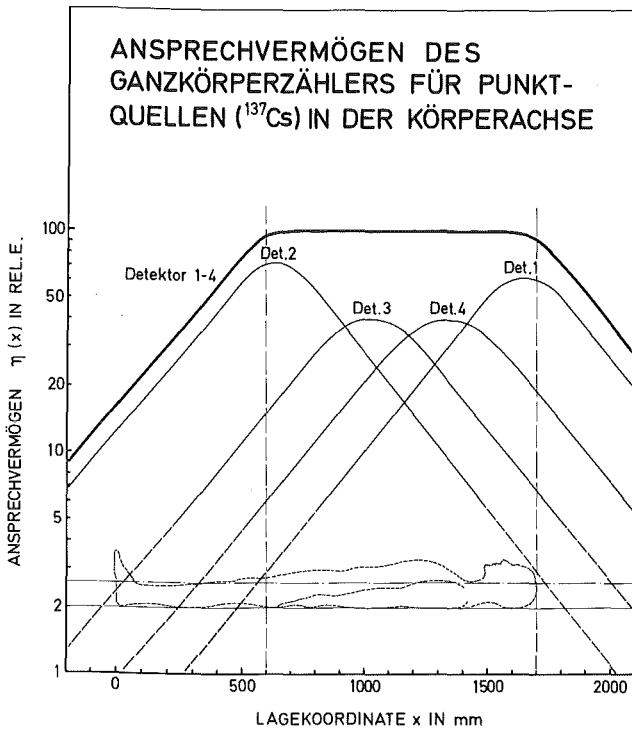


Abb. 6/20: Ansprechwahrscheinlichkeit der vier Detektoren des Ganzkörperzählers für zentrale Punktstrahler

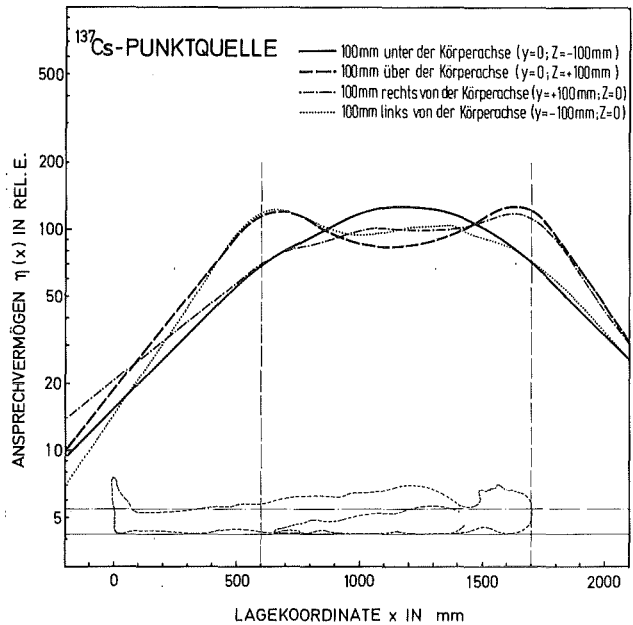


Abb. 6/21: Gesamtansprechwahrscheinlichkeit des Ganzkörperzählers für dezentrale Punktstrahler

50 % betragen können. Bei Volumenstrahlern sind die Inhomogenitäten wesentlich geringer. Sie betragen je nach Lage und Ausdehnung des Strahlers zwischen etwa 5 % und 20 %. Demnach ist in den meisten Fällen für eine hinreichend genaue Aktivitätsbestimmung keine explizite Nuklidlokalisierung erforderlich.

6.5.4 Rechenprogramm zur Bestimmung von Aktivitätszufuhren

Nach den in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Prinzipien orientiert sich die interne Dosimetrie nicht unmittelbar an den Grenzwerten der Körperdosis, sondern an den abgeleiteten Grenzwerten der Jahresaktivitätszufuhr. Erst bei einer möglichen Überschreitung der abgeleiteten Grenzwerte sollen die eigentlichen Körperdosen ermittelt werden. Das Ziel der Inkorporationsüberwachung besteht daher primär in der Bestimmung der Aktivitätszufuhr und sekundär in der Bestimmung der Körperaktivität. Bei der In-vivo-Messung werden die Meßergebnisse allerdings in der umgekehrten Reihenfolge gewonnen. Aus Konsistenzgründen müssen daher bei der Bestimmung der Aktivitätszufuhr aus der Körperaktivität die gleichen biokinetischen Modelle zugrunde gelegt werden wie bei der Ermittlung der Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr aus den Grenzwerten der Körperdosis. Entsprechendes gilt auch für die Bestimmung der Aktivitätszufuhr aus den Meßergebnissen der Ausscheidungsanalytik.

Die biokinetischen Modelle sind in der ICRP-Publikation 30 zusammengestellt. Es handelt sich dabei allerdings um rein dosimetrische Modelle, in denen die Aktivitätsausscheidung nur implizit berücksichtigt wird. Um dennoch zu einer konsistenten Berechnungsgrundlage zu gelangen, wurde durch Verknüpfung der dosimetrischen Modelle für den Atemtrakt und den Verdauungstrakt ein umfassendes biokinetisches Modell für den Aktivitätstransport durch den Körper entwickelt, in dem die Aktivitätsausscheidung explizit berücksichtigt wird. Auf der Basis dieses Modells wurde ein Differentialgleichungssystem für den Aktivitätstransport nach einer einmaligen Aktivitätszufuhr

durch Inhalation aufgestellt. Für dieses Differentialgleichungssystem kann allerdings keine analytische Lösung angegeben werden, da die Differentialgleichungen für das Transfer-Kompartiment (Blut) und für die kritischen Organe miteinander verkoppelt sind. Unter der Annahme, daß im Anfangsstadium der Inkorporation der Aktivitätstransfer vom Blut in die kritischen Organe den Rücktransfer stark überwiegt und daß im späteren Verlauf der Inkorporation der Rücktransfer dominiert, können die Differentialgleichungen entkoppelt und in eine lösbbare Form übergeführt werden.

Aus den Lösungen dieses Differentialgleichungssystems kann der zeitliche Verlauf der Organaktivitäten bzw. der Aktivität in den Ausscheidungen berechnet werden. Die erforderlichen Modellparameter sind nahezu vollständig in der ICRP-Publikation 30 enthalten. Es fehlen lediglich Angaben über das Verhältnis der im Urin ausgeschiedenen Aktivität zur insgesamt über das Transfer-Kompartiment ausgeschiedenen Aktivität. Für dieses Verhältnis wird aufgrund des verfügbaren Datenmaterials der Wert 1/2 angenommen.

Mit Hilfe der Lösungen des Differentialgleichungssystems wurden vier verschiedene Programme zur Interpretation von Inkorporationsmeßergebnissen bereitgestellt. Mit dem ersten Programm können für die drei Transportabilitätsklassen D, W und Y bei Vorgabe der Aktivitätszufuhr und der Korngröße des zugeführten Materials alle Organaktivitäten sowie die Aktivität in den Ausscheidungen als Funktion der Zeit nach der Aktivitätszufuhr berechnet werden. Bei dem zweiten Programm kann außer der Aktivitätszufuhr und der Korngröße auch die biologische Halbwertszeit des Lungendepots frei vorgegeben werden. Hierbei werden die für die Transportabilitätsklassen D, W und Y geltenden Modellparameter durch logarithmische Interpolation auf die jeweilige biologische Halbwertszeit umgerechnet. Die dritte Programmvariante stellt eine Umkehrung des ersten Programms dar. Hier können bis zu 25 verschiedene Meßwerte der Organaktivitäten und der Aktivitätsausscheidungen eingegeben werden. Das Programm berechnet dann für jede vorgegebene Transportabilitätsklasse diejenigen Werte der Aktivitätszufuhr und der Korngröße, für die die Summe der Abstandsquadrate zwischen den gemessenen und den nach dem Modell berechneten Werten minimal ist. Das vierte Programm schließlich stellt die entsprechende Umkehrung des zweiten Programms dar.

Für einen ersten Test der Programme wurden die Ergebnisse von Inkorporationsmessungen nach einer Plutonium-Inkorporation im Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung (EIR) herangezogen. Es handelt sich dabei um umfangreiche Messungen der Aktivitätsausscheidung im Stuhl und im Urin der betroffenen Person über einen Zeitraum von mehr als drei Jahren. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden zuvor bereits im EIR und in anderen Institutionen (KFA Jülich, BGA München, Chalk River Nuclear Laboratories Canada) analysiert, wobei Aktivitätszufuhren zwischen 700 Bq und 9250 Bq Plutonium ermittelt wurden. Die aus der Stuhlausscheidung ermittelten Aktivitätszufuhren waren

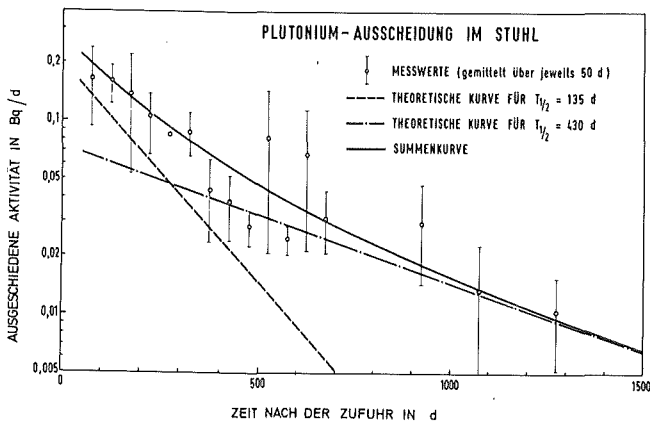


Abb. 6/22: Plutonium-Ausscheidung im Stuhl nach einer einmaligen Zufuhr von 840 Bq Plutonium durch Inhalation (380 Bq mäßig, 460 Bq schwer transportabel)

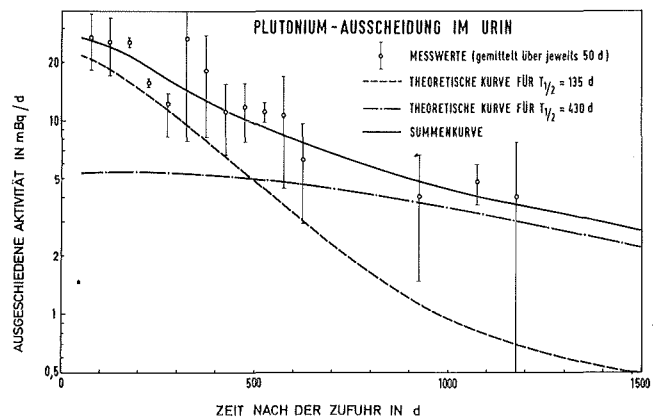


Abb. 6/23: Plutonium-Ausscheidung im Urin nach einer einmaligen Zufuhr von 840 Bq Plutonium durch Inhalation (380 Bq mäßig, 460 Bq schwer transportabel)

dabei generell wesentlich kleiner als die aus der Urinausscheidung ermittelten Aktivitätszufuhren. Mit den vorliegenden Programmen ergibt sich sowohl aus der Stuhlausscheidung als auch aus der Urinausscheidung eine Aktivitätszufuhr von etwa 840 Bq Plutonium bei einer mittleren Korngröße von 1 μm (AMAD). Weiterhin ergibt sich, daß das inhalede Material in zwei Fraktionen vorliegt, die mit einer biologischen Halbwertszeit von 135 d bzw. 430 d aus der Lunge abgebaut werden. Der vom Transfer-Kompartiment in die beiden kritischen Organe Leber und Skelett transferierte Aktivitätsanteil beträgt 96 % (ICRP-Empfehlung 90 %). Die unter diesen Voraussetzungen resultierenden Ausscheidungskurven sind in Abb. 6/22 und in Abb. 6/23 im Vergleich zu den Meßwerten dargestellt. Bei den Meßwerten handelt es sich jeweils um Mittelwerte über einen Zeitraum von 50 d. Die Balken sind dabei ein Maß für die mittlere Schwankungsbreite der täglichen Ausscheidung in dem betreffenden Zeitraum. Bei Berücksichtigung dieser Schwankungsbreite sind die Meßergebnisse mit den Ergebnissen der Rechnungen weitgehend konsistent.

6.5.5 Untersuchung einer Plutonium-Inkorporation

Nach einem Zwischenfall im Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung (EIR) wurde ein Mitarbeiter des EIR am 1.7.83 und am 4.11.83 im Lungenzähler von HS/D auf Plutonium und Americium untersucht. Die Inkorporation lag zum Zeitpunkt der ersten Messung bereits einen Monat zurück, so daß von einer Aktivitätsdeposition in der Lunge, in den pulmonalen Lymphknoten, in der Leber und im Skelett auszugehen war. Das Ziel der Untersuchungen war, die Verteilung der Americium-Aktivität auf diese Organe zu ermitteln und das Verhältnis der Aktivitäten von Plutonium und Americium zu bestimmen.

Zu diesem Zweck wurden außer den normalen Lungenmessungen auch spezielle Leber- und Skelettmessungen durchgeführt. Bei den Lebermessungen wurden die Detektoren des Lungenzählers in maximalem Körperkontakt über der Leber des Probanden angeordnet, bei den Skelettmessungen über dem Schädel. Obwohl der Rumpf des Probanden bei der Schädelmessung mit einer Bleischürze abgedeckt war, wurde die aus dem Schädel stammende Strahlungskomponente merklich von einer aus der Lunge stammenden Strahlungskomponente überlagert. Da die aus der Lunge stammende Strahlungskomponente in dieser Meßgeometrie mit dem Lungenphantom nicht reproduziert werden kann, war eine Separierung der aus dem Schädel stammenden Strahlungskomponente nicht möglich.

Depot	Am-241-Aktivität in Bq		Plutonium-Aktivität* in Bq	
	01.07.83	04.11.83	01.07.83	04.11.83
Linker Lungenflügel	148 ± 10	136 ± 19	} 2370 ± 850	3220 ± 1070
Rechter Lungenflügel	114 ± 10	92 ± 19		
Leber	13 ± 7	29 ± 14		

*) bezogen auf 5,3 % Pu-238, 63,1 % Pu-239, 31,1 % Pu-240

Tab. 6/8: Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

Zur Bestimmung der Aktivitätsverteilung auf Lunge und Leber wurde zunächst mit Hilfe eines Ultraschall-Scanners die Brustwandstärke des Probanden im Bereich der Detektoren ermittelt (25 mm). Danach wurden mit dem Phantom für vergleichbare Brustwandstärken (22 mm und 27 mm) die Kalibrierfaktoren für alle involvierten Organe und Meßpositionen bestimmt. Nach logarithmischer Interpolation dieser Kalibrierfaktoren auf die Brustwandstärke des Probanden konnten die in den verschiedenen Meßpositionen gewonnenen Spektren in die organspezifischen Komponenten zerlegt werden. Dabei mußte berücksichtigt werden, daß die Aktivität in den Rippen eine Aktivität in der Lunge und in der Leber vortäuscht. Da dieser Einfluß mit dem vorhandenen Phantom nicht bestimmt

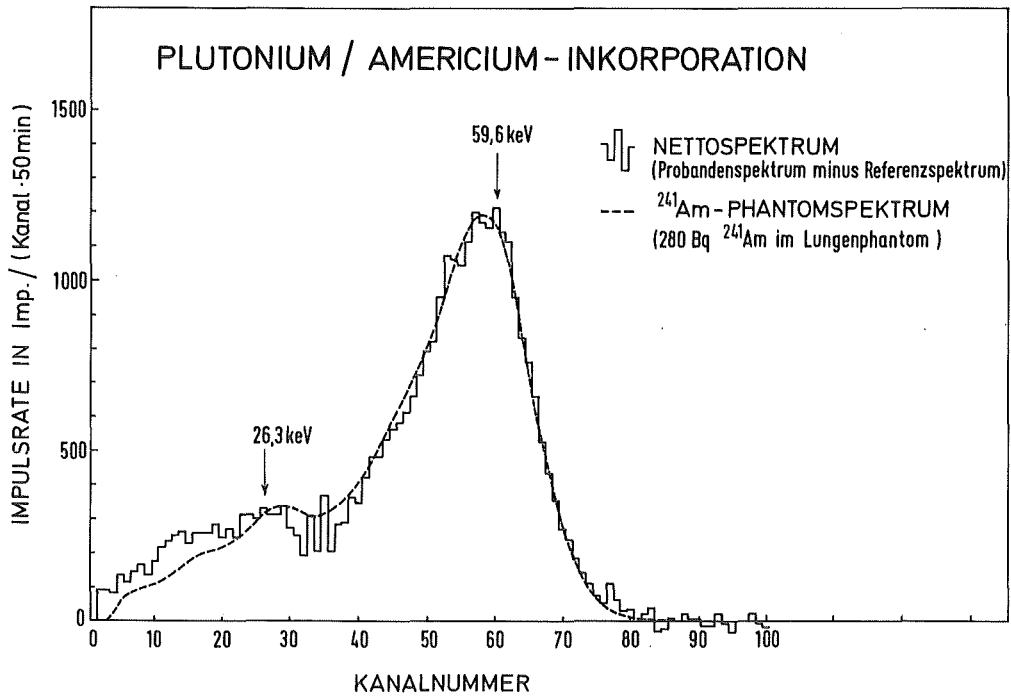


Abb. 6/24: Probandenspektrum im Vergleich zum Phantomspektrum für ein Lungendepot von 280 Bq Am-241 bei einer Meßzeit von 50 min

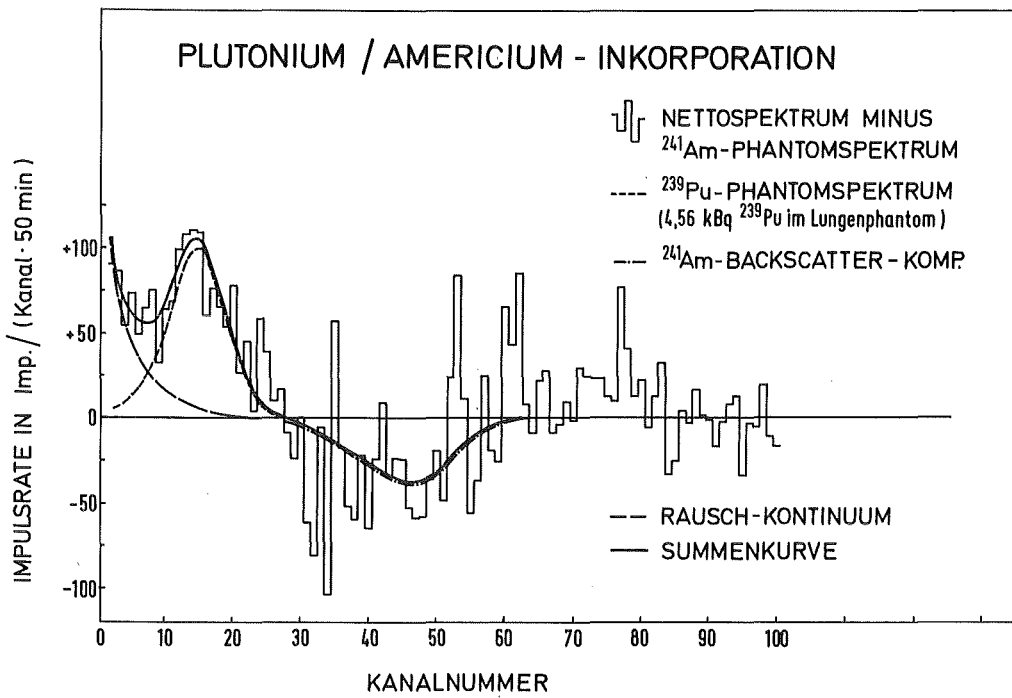


Abb. 6/25: Komponentenerlegung für die Differenz zwischen dem Probandenspektrum und dem Am-241-Phantomspektrum

werden kann, wurde eine rechnerische Abschätzung vorgenommen. Diese Abschätzung zeigte, daß eine Skelettaktivität von 10 Bq Am-241 in der Lungenmeßposition eine Lungenaktivität von $5 \pm 1,5$ Bq Am-241 und in der Lebermeßposition eine Leberaktivität von 3 ± 1 Bq Am-241 vortäuscht. Bei Berücksichtigung dieser Einflüsse ergeben sich die im linken Teil der Tab. 6/8 angegebenen Am-241-Organaktivitäten. Die für die Lungen angegebenen Aktivitäten umfassen auch die Aktivität in den pulmonalen Lymphknoten, die bei den vorliegenden Aktivitätsverhältnissen nicht separat ermittelt werden kann.

Bei der Berechnung der biologischen Halbwertszeit des Am-241-Lungendepots muß berücksichtigt werden, daß 25 % der aus der Lunge abgebauten Aktivität in die pulmonalen Lymphknoten eingelagert wird und dort mit etwa dem gleichen Wirkungsgrad nachgewiesen wird wie die Lungenaktivität. Die tatsächliche Aktivitätsabnahme in der Lunge ist daher etwa 30 % größer als die aus Tab. 6/8 ersichtliche Aktivitätsabnahme. Bei Berücksichtigung dieses Effekts ergibt sich eine biologische Halbwertszeit von etwa 450 d.

Bei der vorliegenden Aktivitätsverteilung stammen etwa 95 % der über der Lunge gemessenen Strahlung aus der Lunge. Bei der Bestimmung des Aktivitätsverhältnisses von Plutonium und Americium kann man daher von einem reinen Lungendepot ausgehen. Die Abb. 6/24 zeigt als Beispiel das bei der zweiten Untersuchung über der Lunge gemessene Nettospektrum des Probanden im Vergleich zu dem auf die gleiche Brustwandstärke und auf eine äquivalente Am-241-Lungenaktivität bezogene Spektrum des Lungenphantoms. Die Differenz zwischen diesen beiden Spektren (Abb. 6/25) ist im niederenergetischen Bereich positiv, im Bereich zwischen etwa 30 keV und etwa 60 keV negativ und im höherenergetischen Bereich innerhalb der zählstatistischen Schwankungsbreite gleich Null. Als Ursache für die negative Komponente stellte sich nach umfangreichen Untersuchungen heraus, daß der bei etwa 48 keV liegende Backscatter-Peak der Gamma-Strahlung von Am-241 bei der Phantommessung größer als bei der Probandenmessung war. Dies ist wahrscheinlich auf die unrealistische Rückenstruktur des Phantoms zurückzuführen. Bedingt dadurch ergibt sich im Differenzspektrum ein negativer Backscatter-Peak bei 48 keV, der auf die Bestimmung der Plutoniumaktivität allerdings keinen nennenswerten Einfluß hat.

Das Rauschkontinuum im niederenergetischen Bereich ist auf Störimpulse der Photomultiplier zurückzuführen, die bei Erschütterungen der Detektoren bzw. der Hochspannungszuführungen entstehen können. Dieses Kontinuum läßt sich durch logarithmische Extrapolation leicht von der Plutonium-Komponente separieren und führt im vorliegenden Fall zu keinem nennenswerten Fehler. Die Plutonium-Komponente, die in der gleichen Weise wie die Americium-Komponente durch Messungen mit dem Lungenphantom bestimmt wurde, entspricht einem Lungendepot von 4560 Bq Pu-239. Bei Berücksichtigung der unterschiedlichen Emissionswahrscheinlichkeiten für die charakteristische Röntgenstrahlung der verschiedenen Plutoniumisotope ergibt sich hieraus für das zugrundeliegende Plutoniumgemisch eine Gesamtaktivität von 3220 Bq (siehe Tab. 6/8). Der relativ große Fehler ist in erster Linie auf die Unsicherheiten bei der Bestimmung der Brustwandstärke bzw. bei der darauf basierenden Separierung der Americium-Komponente zurückzuführen. Bei den vorliegenden Aktivitätsverhältnissen führt ein Fehler von 3 % in der Brustwandstärke bereits zu einem Fehler von 30 % in der Plutoniumaktivität. Trotz dieses relativ großen Fehlers liegt das Verhältnis der Lungenaktivitäten von Plutonium und Americium mit etwa 11:1 sehr nahe an dem Verhältnis der ursprünglich inkorporierten Aktivitäten (12:1).

6.5.6 In-vivo-Messung von Pm-147 mit dem Lungenzähler

Promethium-147 wird vorwiegend bei der Herstellung von Leuchtzifferblättern und Rauchmeldern verwendet. Es handelt sich bei diesem Nuklid um einen reinen Beta-Strahler mit einer Halbwertszeit von 2,62 a und einer maximalen Beta-Energie von etwa 200 keV. Der qualitative Inkorporationsnachweis kann daher prinzipiell am einfachsten mit den Methoden der Ausscheidungsanalytik geführt werden. Allerdings sind bislang nur sehr wenige Stoffwechselfdaten von Promethium be-

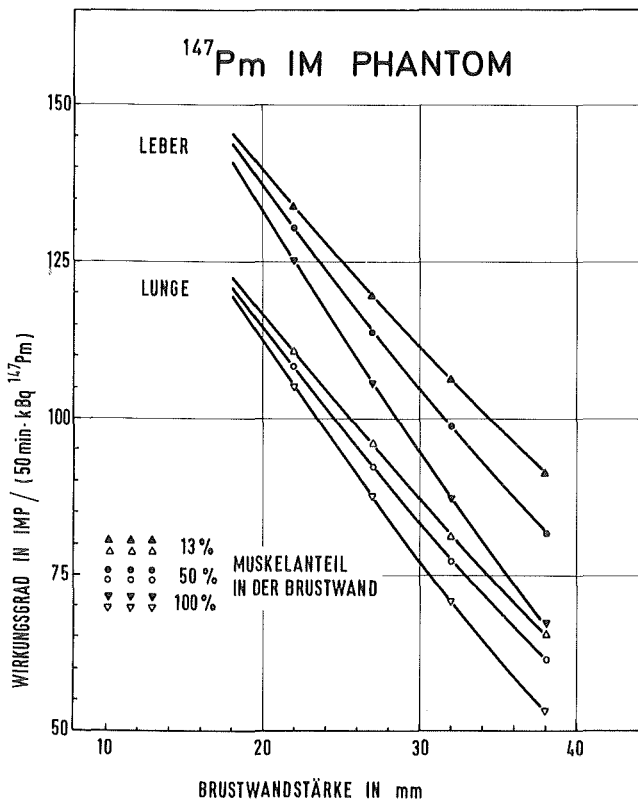


Abb. 6/26: Wirkungsgrad des Karlsruher Lungenzählers für Pm-147 in der Lunge bzw. in der Leber in Abhängigkeit von der Brustwandstärke

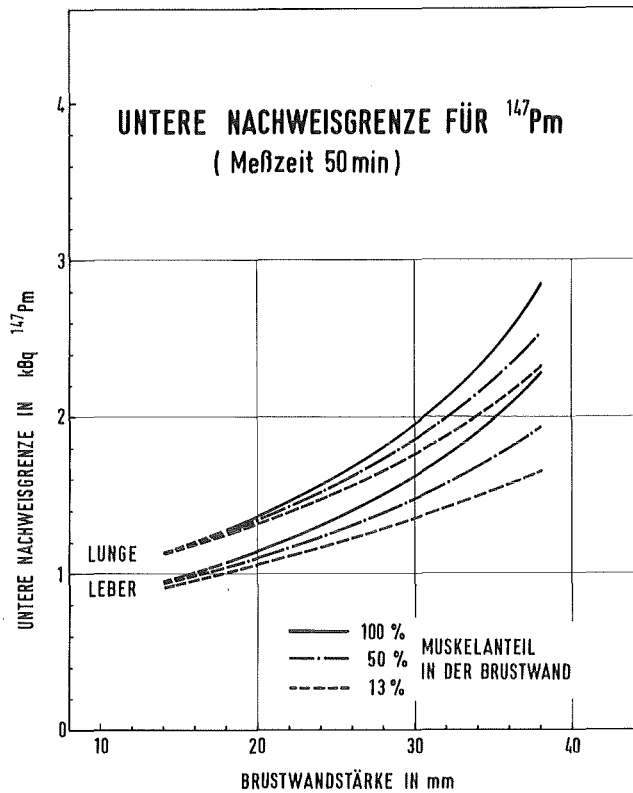


Abb. 6/27: Untere Nachweisgrenze des Karlsruher Lungenzählers für Pm-147 in der Lunge bzw. in der Leber bei einer Meßzeit von 50 min

kannt, so daß eine Bestimmung der Körperaktivität oder der Aktivitätszufuhr aus den Ergebnissen der Ausscheidungsanalytik außerordentlich schwierig ist. Für den quantitativen Inkorporationsnachweis ist daher die In-vivo-Messung im Prinzip besser geeignet.

Aus diesem Grund wurde bei HS/D ein neues Verfahren zur In-vivo-Messung von Pm-147 in der Lunge und in der Leber entwickelt. Bei diesem Verfahren wird die aus dem Körper austretende Bremsstrahlung mit zwei großflächigen Phoswich-Detektoren nachgewiesen, die in direktem Körperkontakt über der Lunge bzw. der Leber des Probanden angeordnet sind. Die Phoswich-Detektoren werden mit einer speziellen Impulsform-Diskriminierungs-Elektronik betrieben, die so abgestimmt ist, daß im Energiebereich der Bremsstrahlung von Pm-147 (Intensitätsmaximum bei etwa 35 keV) ein optimales Verhältnis von Empfindlichkeit zu Nulleffekt erzielt wird.

Die Empfindlichkeit wurde dabei mit Hilfe eines anthropomorphen Torso-Phantoms bestimmt, das mit einer promethiumhaltigen Lungennachbildung bzw. mit einer promethiumhaltigen Lebernachbildung bestückt war. Zur Simulierung unterschiedlicher Brustwandstärken wurde das Torso-Phantom mit verschiedenen zusätzlichen Abdeckungen belegt. Die Materialkomposition dieser Abdeckungen entsprach einem Muskelanteil von 13 %, 50 % bzw. 100 % in der Brustwand. Auf diese Weise konnte der Wirkungsgrad der Meßanordnung für praktisch alle realistischen Körperproportionen bestimmt werden. Die Abb. 6/26 zeigt das Ergebnis dieser Kalibrierung. Bedingt durch die unterschiedliche Rippenbelegung ist der Wirkungsgrad für das Leberdepot größer als für das Lungendepot. Bei sehr korpulenten Personen ist der Wirkungsgrad etwa halb so groß wie bei sehr schlanken Personen. Für eine hinreichend genaue Aktivitätsbestimmung ist daher eine individuelle Bestimmung der Brustwandstärke unumgänglich.

Zur Bestimmung der unteren Nachweisgrenze wurden die Spektren von etwa 20 nichtexponierten Referenzpersonen aufgenommen. Die mittlere Schwankungsbreite der Impulsrate im Energiebereich der Bremsstrahlung von Pm-147 ist mit 550 Imp/50 min etwa siebenmal so groß wie die zählstatistische Schwankungsbreite. Für eine möglichst empfindliche Messung ist daher die Auswahl geeigneter Referenzspektren von großer Bedeutung. Die Abb. 6/27 zeigt die untere Nachweisgrenze für den Fall, daß zur Auswertung der Messung ein geeignetes Referenzspektrum zur Verfügung steht. In diesem Fall ist die Nachweisgrenze kleiner als 3 kBq Pm-147 für das Lungendepot bzw. kleiner als 2,3 kBq Pm-147 für das Leberdepot.

Bei der routinemäßigen Inkorporationsüberwachung von Personen, die regelmäßig unter konstanten Arbeitsbedingungen mit Pm-147 umgehen, muß man im allgemeinen von einer Dauerzufuhr durch Inhalation ausgehen. Der Grenzwert der jährlichen Aktivitätszufuhr für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A beträgt in diesem Fall 5833 kBq Pm-147. Bei konstanter Dauerzufuhr stellen sich nach bestimmten Relaxationszeiten konstante Organaktivitäten in der Lunge und in der Leber ein. Die Relaxationszeiten und die Höhe der Grenzaktivitäten richten sich nach der Korngröße des inhalierten Materials sowie nach dessen chemischer Löslichkeit.

Organ	Grenzaktivität in kBq Pm-147		Relaxationszeit in d		Nachweisbarer Bruchteil des JAZ-Grenzwertes in %	
	Kl. W	Kl. Y	Kl. W	Kl. Y	Kl. W	Kl. Y
Lunge	165	1112	150	800	1,82	0,27
Leber	899	179	2000	3000	0,26	1,28

Tab. 6/9: Grenzaktivitäten, Relaxationszeiten und Nachweisgrenzen für Pm-147 in der Lunge und in der Leber bei Dauerzufuhr in Höhe des JAZ-Grenzwerts für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A

Die Tab. 6/9 zeigt in der zweiten bzw. in der dritten Spalte die nach ICRP 30 berechneten Grenzaktivitäten und Relaxationszeiten in der Lunge sowie in der Leber für eine konstante Dauerzufuhr von 5833 kBq Pm-147 pro Jahr. Diese Werte wurden mit Hilfe des in Abschn. 6.5.4 beschriebenen Programms für mäßig transportables Material (Klasse W) und für schwer transportables Material (Klasse Y) mit einer mittleren Korngröße von jeweils 1 µm (AMAD) berechnet. Die Umrechnung von Einmalzufuhr auf Dauerzufuhr erfolgte dabei durch Integration der Organaktivitäten über der Zeit. Dividiert man die Nachweisgrenzen durch die Grenzaktivitäten, so erhält man die im rechten Teil der Tab. 6/9 aufgeführten Bruchteile des JAZ-Grenzwertes, die mit der In-vivo-Messung nachweisbar sind. Aufgrund dieser Ergebnisse empfiehlt sich bei mäßig transportablem Material eine Lebermessung und bei schwer transportablem Material eine Lungenmessung. Auf diese Weise kann bei beiden Löslichkeitsklassen nach Ablauf der entsprechenden Relaxationszeit eine Dauerzufuhr in Höhe von etwa 0,5 % der zulässigen Grenzwerte sicher erkannt werden.

6.5.7 Aufbau eines Low-level-Meßplatzes zur Direktmessung von Nasen-Rachen-Abstrichen

Die Aktivität in Nasen-Rachen-Abstrichen ist ein sehr wichtiger Indikator für kurz zurückliegende Inkorporationen. Bei den im kerntechnischen Arbeitsbereich auftretenden Aerosoldurchmessern von etwa 1 µm bis etwa 10 µm (AMAD) wird nach dem ICRP-Lungenmodell etwa 30 % bis 90 % der zugeführten Aktivität im Nasen-Rachen-Raum deponiert. Diese Aktivität wird durch Verschlucken mit einer effektiven Halbwertszeit von etwa 10 h abgebaut. Geht man von einer Probenahme innerhalb von drei Stunden nach der Aktivitätszufuhr und einer Aktivitätsausbeute von etwa 20 % aus,

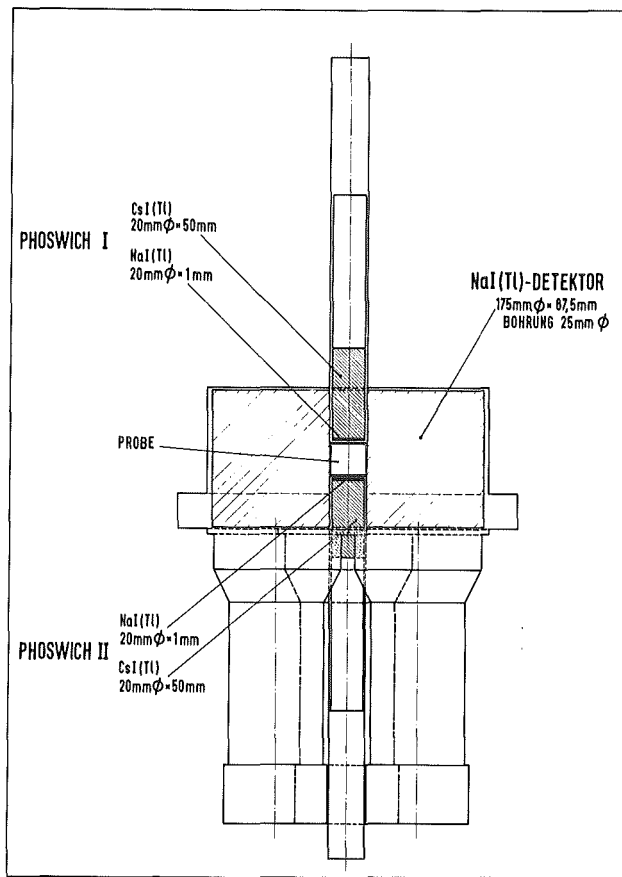


Abb. 6/28: Detektoranordnung des neuen Low-level-Meßplatzes zur Aktivitätsbestimmung in Kleinproben

so befinden sich auf dem Nasen-Rachen-Abstrich mindestens 5 % der insgesamt zugeführten Aktivität. Durch eine spektroskopische Untersuchung der Nasen-Rachen-Abstriche kann man daher im Prinzip sehr schnell erkennen, ob eine relevante Inkorporation vorliegt bzw. welche Radionuklide inkorporiert wurden. Diese Informationen sind für einen gezielten Einsatz der verschiedenen Inkorporationsmeßmethoden außerordentlich wichtig.

Aus diesem Grund wurde bei HS/D ein spezieller Low-level-Meßplatz zur Direktmessung der Aktivität in Nasen-Rachen-Abstrichen und anderen Kleinproben wie z.B. Schneuzproben oder Wischtests aufgebaut. Kernstück dieses Meßplatzes ist ein NaI(Tl)-Detektor mit einem Durchmesser von 175 mm und einer Dicke von 87,5 mm (siehe Abb. 6/28). Der Detektor hat eine axiale Bohrung mit einem Durchmesser von 25 mm, in die von oben und unten zwei Phoswich-Detektoren eingeführt sind. Die Phoswich-Detektoren haben jeweils einen NaI(Tl)-Kristall mit 20 mm Durchmesser und 1 mm Dicke und einen CsI(Tl)-Kristall mit 20 mm Durchmesser und 50 mm Dicke. Der obere Phoswich-Detektor kann herausgenommen werden, so daß das Probengefäß in das Zentrum der Meßanordnung eingebracht werden kann. Die Phoswich-Detektoren dienen zum Nachweis der charakteristischen Röntgen-Strahlung und der niederenergetischen Gamma-Strahlung bis zu einer Energie von etwa 100 keV. Die höherenergetische Gamma-Strahlung wird mit dem NaI(Tl)-Detektor nachgewiesen. Der NaI(Tl)-Detektor dient darüberhinaus noch als Anti-Compton-Shield für die beiden Phoswich-Detektoren. Die gesamte Meßanordnung befindet sich in der Abschirmkammer des Lungenzählers von HS/D.

Die Abb. 6/29 zeigt den berechneten und gemessenen Wirkungsgrad der beiden Phoswich-Detektoren für niederenergetische Photonenstrahlung. Die Rechnung wurde mit einigen vereinfachenden Annahmen für homogene Proben mit verschiedenen Dichten zwischen 0 und 1 g/cm³ durchgeführt. Für die Messungen wurden zylindrische Präparate mit einer Dichte von 1 g/cm³ verwendet. Die Ergebnisse

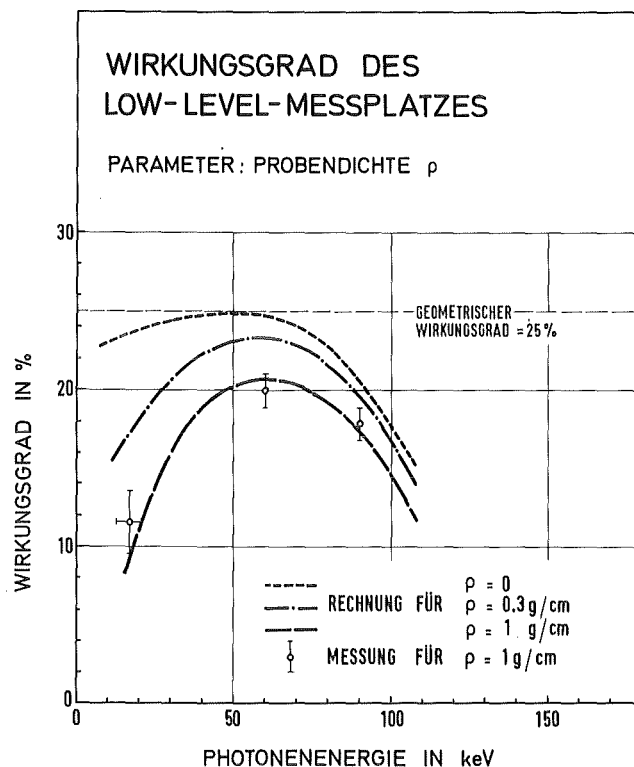


Abb. 6/29: Wirkungsgrad des neuen Low-level-Meßplatzes für niederenergetische Photonenstrahlung aus homogenen Kleinproben

dieser Messungen stimmen recht gut mit den entsprechenden Rechenergebnissen überein, so daß eine rechnerische Extrapolation des gemessenen Wirkungsgrades auf kleinere Probendichten gerechtfertigt ist. Geht man davon aus, daß der Nasen-Rachen-Abstrich eine mittlere Dichte von $0,1 \text{ g/cm}^3$ hat, so ergibt sich für die charakteristische Röntgen-Strahlung von Pu-239 ein Wirkungsgrad von etwa 21 %.

Der Nulleffekt der Phoswich-Detektoren ist im gesamten Energiebereich so niedrig, daß zur Bestimmung der unteren Nachweisgrenze mit der Poisson-Statistik gerechnet werden muß. Bei einer Zugrundelegung einer Meßzeit von 50 min ergibt sich dabei für Pu-239 eine untere Nachweisgrenze von etwa $0,35 \text{ Bq}$. Dieser Wert entspricht einer Aktivitätszufuhr von mindestens 7 Bq Pu-239 entsprechend $4,4 \%$ des Grenzwertes der Jahresaktivitätszufuhr für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A (JAZ-Grenzwert). Bei allen anderen Radionukliden, die für die interne Dosimetrie von Bedeutung sind, ist das Verhältnis von unterer Nachweisgrenze zu JAZ-Grenzwert kleiner als bei Pu-239. Wenn also nach Zwischenfällen auf dem Nasen-Rachen-Abstrich keine Aktivität festgestellt wird, so kann eine Inkorporation von mehr als 5% des JAZ-Grenzwertes generell ausgeschlossen werden.

Befindet sich auf dem Abstrich dagegen ein energiereicher Gamma-Strahler, so kann zunächst im Ganzkörperzähler die Körperaktivität dieses Strahlers bestimmt und danach - eventuell nach radiochemischer Aufarbeitung des Abstrichs - die Körperaktivität der übrigen Nuklide aus der Nuklidkomposition auf dem Abstrich ermittelt werden.

Wird auf dem Abstrich ein weicher Gamma-Strahler oder ein Röntgen-Strahler nachgewiesen, so wird eine Messung im Lungenzähler durchgeführt. Anschließend wird das Lungenphantom nacheinander mit allen auf dem Abstrich nachgewiesenen Nukliden beladen. Die Phantomspektren werden danach so überlagert, daß das resultierende Spektrum genau der inhalierten Nuklidkomposition entspricht. Mit Hilfe dieses hypothetischen Inkorporationsspektrums kann das Probandenspektrum dann wesentlich leichter interpretiert werden.

6.6 Strahlenschutzmeßgeräte

6.6.1 Aufgaben

A. Schmitt

Nach der Strahlenschutzverordnung wird an Strahlenschutzmeßgeräte generell die Forderung gestellt, daß sie dem Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen, den Anforderungen des Meßzweckes genügen, in ausreichender Anzahl vorhanden sind und regelmäßig auf Funktionstüchtigkeit geprüft und gewartet werden müssen.

Der Bestand an elektronischen Geräten, der von der Hauptabteilung Sicherheit betreut wird, setzt sich aus einer großen Anzahl von tragbaren Dosisleistungs- und Kontaminationsmonitoren, aus Meßplätzen zur Aktivitätsbestimmung, den ortsfesten Anlagen zur Pegel- und Luftüberwachung und wenigen, aber teureren und komplizierten Anlagen zur Spektroskopie zusammen. Da sich diese Geräte weiträumig in den verschiedenen Instituten und Abteilungen des Kernforschungszentrums befinden, ergibt sich zwangsläufig eine gewisse Unterteilung im Service, der soweit wie möglich selbst durchgeführt wird. Die Arbeitsgruppe "Geräteelektronik" erfüllt hierbei folgende Aufgaben:

- regelmäßige elektronische Wartung und Kalibrierung der tragbaren Dosisleistungsmeßgeräte der KfK sowie von 5 Fremdfirmen,
- Mitarbeit bei der Eichung von Dosisleistungsmeßgeräten durch die amtliche Eichabfertigungsstelle,
- Reparatur und Kalibrierung aller HFK- und Kontaminationsmonitoren der KfK,
- Reparatur und Kalibrierung der Luftüberwachungsanlagen in den verschiedenen Instituten und Abteilungen der KfK,
- Reparatur sonstiger elektronischer Geräte aus dem Bereich der Hauptabteilung Sicherheit,
- Eingangskontrolle der von der Hauptabteilung Sicherheit beschafften Geräte, Untersuchung neuer Geräte und Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Detektoren,
- Entwicklung von kommerziell nicht erhältlichen Geräten für den Bedarf der Hauptabteilung Sicherheit,
- Beratung von Instituten und Abteilungen bei der Beschaffung von Strahlenmeßgeräten,
- routinemäßige Dichtheitsprüfung aller umschlossenen Strahler.

Die Betreuung von Strahlenschutzmeßgeräten und Anlagen durch die Hauptabteilung Sicherheit beginnt gewöhnlich schon vor der Beschaffung mit der Beratung über das jeweilig zweckmäßigste Meßverfahren und die Geräteauswahl und geht über die Abwicklung der Bestellung bis zur Kalibrierung und Abnahme.

6.6.2 Wartung und Reparatur

Kontrollen auf Funktionstüchtigkeit werden vor Ort vom Personal der Arbeitsplatzüberwachung regelmäßig durchgeführt. Defekte Geräte werden soweit wie möglich in einer Elektronikwerkstatt instandgesetzt. Die Tabelle 6/10 zeigt den Umfang an Wartungs- und Reparaturarbeiten dieser Werkstatt an tragbaren Strahlenschutzmeßgeräten, HFK-Monitoren und Aktivitätsmeßplätzen, die Tabelle 6/11 die Art der Reparatur.

In der Elektronikwerkstatt wurde auch eine Reihe von Umbauarbeiten und kleineren elektronischen Entwicklungen durchgeführt, u. a. 16 Zählrohrmeßköpfe als Ersatz gefertigt.

Kontaminationsmonitoren	259
HFK-Monitoren	157
Fußbodenmonitoren	-
Wäschemonitoren	10
Aktivitätsmeßplätze	15
Probenwechsler	17
Dosisleistungsmeßgeräte	47
Taschenwarngeräte	20
Neutronenmonitoren	2
sonstige Geräte	6
Summe	533

Tab. 6/10: Reparatur und Wartungsarbeiten an Strahlenmeßgeräten, Art der Geräte

Zur kontinuierlichen Registrierung von Strahlungspegel und Luftaktivität werden von der Hauptabteilung Sicherheit z. Z. rund 215 Meßstellen betreut, die in 30 Gebäuden des Kernforschungszentrums installiert sind, weiterhin 43 Meßstellen zur Umgebungsüberwachung. Zur Instandhaltung dieser Meßstellen waren im Berichtsjahr 477 Reparatursätze erforderlich.

Zeitraubende Beratungen, Beschaffungen und Installationsarbeiten waren für die Erweiterung der Strahlenschutzüberwachung am Zyklotron nötig.

Folie	202
Zähl draht	46
Elektronik	207
Kabel	24
mechanische Reparatur	44
Batterie	34
Summe	557

Tab. 6/11: Reparatur und Wartungsarbeiten an Strahlenmeßgeräten, Art der Reparatur

6.6.3 Routinekalibrierung

B. Burgkhardt, A. Schmitt

Die routinemäßige Kalibrierung von Dosis- und Dosisleistungsmeßgeräten dient der Gewährleistung der innerhalb der Strahlenschutzüberwachung erforderlichen Meßgenauigkeit der Geräteanzeige. Die für die Strahlenschutzmeßgeräte vorgeschriebene Meßgenauigkeit ergibt sich aus den Anforderungen der PTB an Strahlenschutzdosimeter für die Zulassung und Eichung und den PTB-Prüfregeln für Strahlenschutzdosimeter.

Innerhalb der Dosimetrie stehen vor allem folgende Aufgaben im Vordergrund:

- Übertragung der Meßgröße vom Primärstandard der PTB und Gewährleistung der Meßgenauigkeit an allen Bestrahlungsanlagen durch den Einsatz von Normaldosimetern sowie durch Teilnahme

- an nationalen und internationalen Kontroll- und Vergleichsbestrahlungen,
- Kalibrierung von Dosisleistungsmeßgeräten, Dosimetern, Dosiswarngeräten innerhalb der Routinebetreuung, nach einer Reparatur sowie innerhalb der Eingangskontrolle bei neu angeschafften Geräten,
 - Bestrahlung von Dosimeterchargen zur Kalibrierung von TLD- und RPL-Auswertegeräten,
 - Kalibrierbestrahlungen von einfachen Strahlenschutzdosimetern, aber auch für die Auswerteautomaten innerhalb des Gerätetests.

Der Umfang der routinemäßigen Kalibrierungen ist in Tab. 6/12 wiedergegeben. Innerhalb des Wartungsplanes werden alle Arten von Dosisleistungsmeßgeräten und Taschenwarngeräten kalibriert.

Gerätetyp	Routineüberprüfung und Kalibrierung	Kalibrierung nach Reparatur	neue Geräte: Eingangskontrolle und Kalibrierung
Jordankammer	9	-	-
Graetz X-10	-	-	-
Graetz X-50	43	-	-
Graetz X-500	4	-	-
Graetz X-1000	3	-	-
Total 6150	12	-	-
Total 6122	23	3	-
Weichstrahlkammer	10	-	-
Taschenwarngerät	41	-	3
Neutronenmeßgerät	19	2	3
sonstige	30	3	-
Summe	204	8	6

Tab. 6/12: Wartungsarbeiten an tragbaren Dosisleistungsmeßgeräten und Taschenwarngeräten

Neben diesen routinemäßig durchgeführten Kalibrierungen wurden an den Eichständen der Eichhalle noch 457 Bestrahlungen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt.

Kontrollmessungen an den Cs-137-Bestrahlungsanlagen wurden im gesamten interessierenden Dosisleistungsbereich regelmäßig durchgeführt.

6.6.4 Amtliche Eichabfertigungsstelle

A. Schmitt

Aufgrund der 2. Verordnung über die Eichpflicht von Strahlenschutzmeßgeräten ist es Aufgabe des Landes Baden-Württemberg Eichungen von Personen- und Ortsdosimetern vorzunehmen. Entsprechend einem Vertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und der KfK werden hierfür die im Kernforschungszentrum Karlsruhe vorhandenen technischen Einrichtungen zur Verfügung gestellt. Bei der amtlichen Eichabfertigungsstelle werden Beamte der Aufsichtsbehörde hoheitlich tätig. Der Beitrag der Hauptabteilung Sicherheit besteht in der Bereitstellung der Bestrahlungseinrichtungen und der Normaldosimeter wie auch in der Unterstützung bei der Durchführung der Eichungen.

Im Jahre 1983 wurden für KfK 1 291 Stabdosimeter und 79 Geräte geeicht.

6.6.5 Dichtheitsprüfungen

H. Junker

Aufgrund einer Ermächtigung der Aufsichtsbehörde ist die Abteilung HS/D berechtigt, die nach § 7 der StrSchV vorgeschriebenen Dichtheitsprüfungen an umschlossenen, radioaktiven Stoffen für den Bereich des KfK in Eigenüberwachung durchzuführen. Diese Dichtheitsprüfungen werden nach den Richtlinien des Fachnormenausschusses Kerntechnik FB2 "Umschlossene, radioaktive Stoffe" durchgeführt.

Im Jahre 1983 wurden insgesamt 343 Dichtheitsprüfungen durchgeführt. Hierbei wurden keine undichten, radioaktiven Stoffe festgestellt. Vor einem externen Transport einer radioaktiven Quelle wurde auf Veranlassung der Aufsichtsbehörde eine Sonderprüfung durchgeführt.

6.7 Entwicklungen zur Strahlenschutzmeßtechnik

6.7.1 Proportionalzähler mit Pulse-Shape-Diskriminator

H. Kiefer, B. Reinhardt, S. Ugi

Die Aufmerksamkeit bei der Optimierung des im letzten Jahresbericht vorgestellten Meßverfahrens zur gleichzeitigen Messung und Trennung von α - und β -Strahlung nach dem Pulse-Shape-Verfahren richtete sich in der letzten Zeit auf die elektrische Anpassung der Auswertelektronik an den Detektor. Voraussetzung dafür ist, daß die elektrische Kapazität des Detektors und der an den Detektor angeschlossenen Eingangsstufe der Auswertelektronik minimalisiert wird. Wenn dies der Fall ist, ist mit einem nur geringfügig integrierendem Verhalten der Meßanordnung zu rechnen, so daß man zu einer fast reinen Strommessung gelangen müßte.

Die Schwierigkeit bei der Anpassung der Eingangsstufe der Auswertelektronik an den Detektorausgang ist vor allem in dem ungenügend bekannten elektrodynamischen Ersatzschaltbild des Detektors begründet. Dieses Ersatzschaltbild gestaltet sich nach den bisherigen Erfahrungen recht komplex, so daß eine mathematische Beschreibung, wie in der Literatur vorhanden, nicht ohne weiteres übernommen werden kann. Empirisch ermittelte Werte in bezug auf die Hochspannungseinkopplung und Meßsignalauskopplung lassen den Schluß zu, daß ein Betriebsoptimum gefunden werden kann.

Herkömmliche elektrische Verfahren zur Kapazitätskompensation lassen sich bei den sehr schnellen elektrischen Impulsen des Detektors nicht mehr anwenden, so daß die einzige Möglichkeit zu einem vernünftigen Meßergebnis zu gelangen, in der Optimierung der elektrischen Größen und der geometrischen Abmessungen des Zählgasvolumens besteht.

Ein extrem schneller Hybrid-Vorverstärker, Bandbreiteprodukt 5 GHz, sorgt für die nötige Verstärkung des Detektorsignals. Die hohen Anforderungen an diesen Verstärker resultieren daraus, daß in diesem Frequenzbereich ein Großsignalbetrieb erforderlich ist, um den 50- Ω -Eingang des angeschlossenen, von einem Mikroprozessor gesteuerten Analog-Digital-Wandlers mit dem erforderlichen Spannungspegel zu versorgen. Nur auf diese Weise ist es möglich, die Anfangssteigung des Impulses digital abzuspeichern und schließlich vom Prozessor verrechnet auf einen X-Y-Schreiber als Verteilungskurve oder von einem Drucker als Meßwert auszugeben.

Parallel zu dieser Anordnung wurde eine für den tragbaren Einsatz gedachte Schaltungsvariante entwickelt. Hier werden mittels ultraschnellem Komparator zwei Spannungsschwellen realisiert. Damit lassen sich die Meßimpulse in zwei Bereiche unterschiedlicher Anfangssteigung zuordnen.

Durch den Übergang auf ECL-Technik bei den Komparatoren läßt sich die Schwellenzuordnung schon 5 ns nach Impulsbeginn vornehmen. Die sowohl in den Abmessungen als auch in der Stromaufnahme für den tragbaren Betrieb minimalisierte Elektronik liegt vor. Die mechanischen Gerätekomponenten sind in Arbeit.

6.7.2 Einfluß von Konversionselektronen und Auger-Elektronen auf die Alpha/Beta-Diskriminierung bei Proportionalzählern

H. Doerfel, R. Schartz

Bei Proportionalzählern mit Alpha/Beta-Diskriminierung wird häufig beobachtet, daß reine Alpha-Strahler eine mehr oder weniger große Beta-Aktivität vortäuschen. Als Ursachen für diesen Effekt werden Oberflächeneffekte im Zähler, Feldinhomogenitäten, Zählgasverunreinigungen oder mangelnde elektronische Trennschärfe angegeben. Außer diesen zählerspezifischen Ursachen gibt es jedoch auch eine rein physikalische Ursache, die bisher noch nicht berücksichtigt wurde.

Die Tochterkerne von nahezu allen Alpha-Strahlern befinden sich nach dem Alpha-Zerfall mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit in einem angeregten Zustand mit einer Anregungsenergie zwischen etwa 40 keV und 60 keV. Die beim Übergang in den Grundzustand aus den Tochterkernen emittierten Gamma-Quanten werden zum Teil in der L-Schale der Atomhülle absorbiert. Die bei diesem inneren Photo-Effekt erzeugten Elektronen werden als Konversionselektronen bezeichnet. Sie haben eine Energie von etwa 35 keV. Nach der Emission der Konversionselektronen gehen andere Elektronen aus höheren Niveaus in die freigewordenen Niveaus über. Bei diesen Übergängen wird eine charakteristische Röntgen-Strahlung mit einer Energie von etwa 15 keV erzeugt, die ihrerseits wieder mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit in der M-Schale absorbiert wird. Hierbei entstehen Auger-Elektronen mit einer Energie in der Größenordnung von 10 keV. Der Auger-Effekt setzt sich in den höheren Schalen der Elektronenhülle fort. Die dabei entstehenden Auger-Elektronen haben jedoch eine so geringe Energie, daß sie im vorliegenden Zusammenhang nicht berücksichtigt werden müssen.

Nuklid	Energie-niveau in keV	Übergangs-wahrsch. in %	Gamma-Emissions-wahrsch. in %	Konv.- El. Emissions-wahrsch. in %	L-Strahl. Emissions-wahrsch. in %	Auger-El. Emissions-wahrsch. in %	Gemessene Elektronen-emission in %
Pu-239	51,7	11,5	0,02	11,5	4,6	6,9	9 ± 7
Pu-242	44,9	26	0,04	26	10	16	41 ± 8
Am-241	26	5,8	2,6	74	36	38	124 ± 8
	43	9,3	0,22				
	60	94,5	36				
	103	3,2	0,02				

Tab. 6/13: Daten zur Berechnung der Emissionswahrscheinlichkeiten von Konversionselektronen bzw. Auger-Elektronen und gemessene Elektronenemissionswahrscheinlichkeiten

Die Konversionselektronen und auch die Auger-Elektronen werden praktisch gleichzeitig mit den Alpha-Partikeln emittiert, so daß sie in einem Proportionalzähler mit 100 %-igem Alpha-Wirkungsgrad zu keiner Vortäuschung einer Beta-Aktivität führen können. Da die Proportionalzähler im allgemeinen jedoch keinen 100 %-igen Alpha-Wirkungsgrad haben, tritt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit der Fall ein, daß ein Konversionselektron oder ein Auger-Elektron nachgewiesen wird, ohne daß das dazugehörige Alpha-Teilchen registriert wird (nicht-koinzidenter Elektronennachweis). In diesem Fall täuscht das Elektron eine Beta-Aktivität vor, die effektiv nicht vorhanden ist. Die Wahrscheinlichkeit für diesen Fall kann aus den Emissionswahrscheinlichkeiten

der Konversionselektronen bzw. der Auger-Elektronen und den Ansprechwahrscheinlichkeiten des Zählers für Alpha- bzw. Beta-Strahlung relativ leicht abgeschätzt werden. Die Emissionswahrscheinlichkeiten der Konversionselektronen und der Auger-Elektronen werden in den einschlägigen Kern- bzw. Atomdatensammlungen nicht explizit aufgeführt. Sie können allerdings aus den Zerfallsschemata und den Emissionswahrscheinlichkeiten der Gamma-Strahlung und der L-Strahlung - sofern diese bekannt sind - ohne Schwierigkeiten ermittelt werden. Die Tab. 6/13 vermittelt einen Überblick über diese Daten sowie über die daraus berechneten Emissionswahrscheinlichkeiten für die drei Alpha-Strahler Pu-239, Pu-242 und Am-241.

Zum experimentellen Nachweis der Elektronenemission wurde mit einem Durchfluß-Proportionalzähler die Abhängigkeit der Impulsrate von der Zählerspannung für verschiedene Alphastrahler gemessen. Die Abb. 6/30 zeigt diese Zählercharakteristiken für die Alpha-Strahler Po-210, Pu-239, Pu-242 und Am-241 (elektrolytisch abgeschiedene Standardpräparate). Zum Vergleich zeigt die Abb. 6/30 auch die entsprechende Zählercharakteristik für einen reinen Beta-Strahler (C-14). Wie aus der Abb. 6/30 hervorgeht, hat nur Po-210 die für einen reinen Alpha-Strahler zu erwartende Zählercharakteristik. Die Zählercharakteristiken der übrigen Alpha-Strahler weichen oberhalb von etwa 2,3 kV signifikant von dem zu erwartenden Verlauf ab. Mit Hilfe eines speziellen Fits konnte gezeigt werden, daß die Abweichungen genau den gleichen Verlauf haben wie die Zählercharakteristik von C-14. Dies legt den Schluß nahe, daß die Abweichungen auf die Konversionselektronen bzw. auf die Auger-Elektronen zurückzuführen sind. Zur quantitativen Bestimmung der Elektronenemission wurde angenommen, daß der Zählerwirkungsgrad bei 3,3 kV Zählerspannung für niederenergetische Elektronen genauso groß ist wie für Alpha-Teilchen. Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Wahrscheinlichkeit für den nicht-koinzidenten Elektronennachweis sehr einfach berechnen. Bei Zugrundelegung dieser Wahrscheinlichkeit ergeben sich aus den Zählercharakteristiken für Pu-239, Pu-242 und Am-241 die in der letzten Spalte von Tab. 6/13 aufgeführten relativen Elektronenemissionen. Diese Werte stimmen recht gut mit der Gesamtemissionswahrscheinlichkeit für Konversionselektronen und Auger-Elektronen überein.

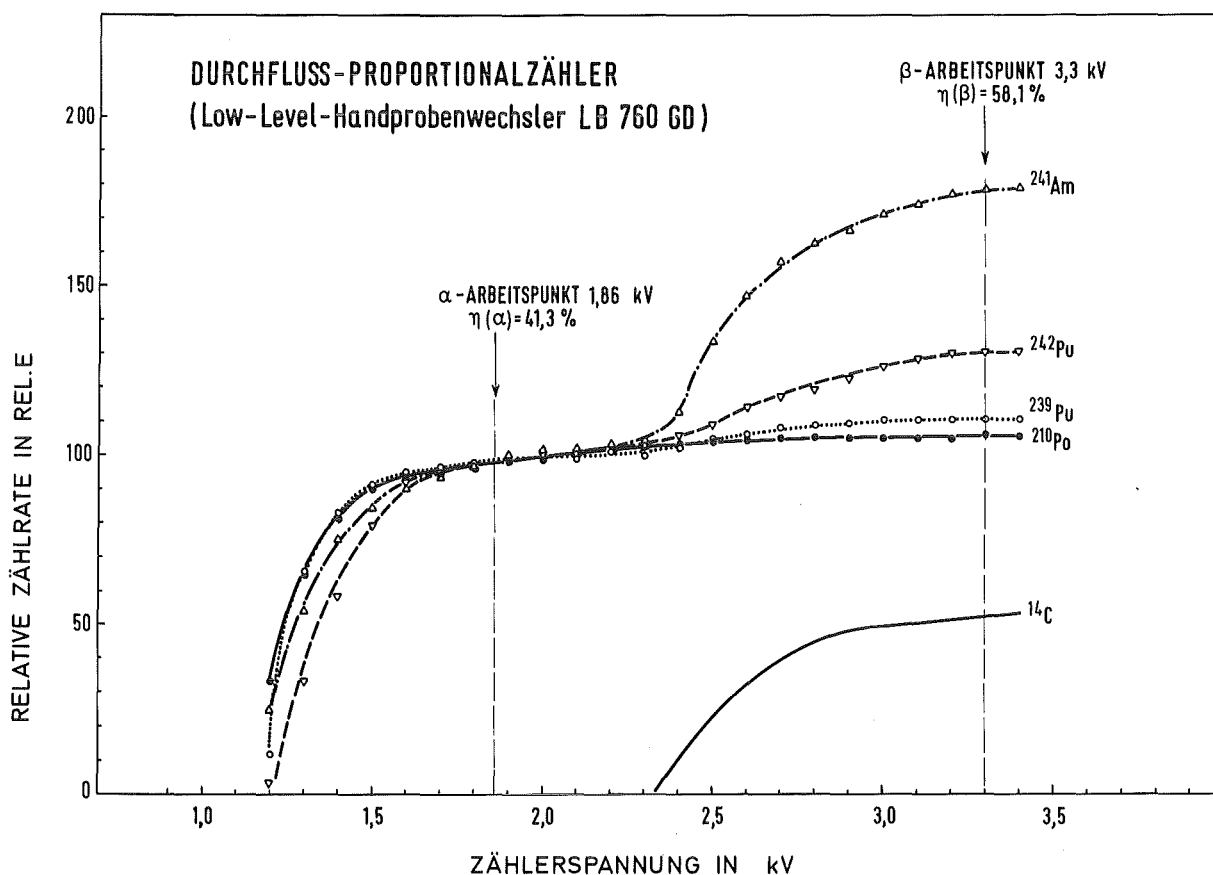


Abb. 6/30: Zählercharakteristiken eines Durchfluß-Proportionalzählers für verschiedene Alpha-Strahler (Po-210, Pu-239, Pu-242, Am-241) und für einen Beta-Strahler (C-14)

Aufgrund dieser Übereinstimmung kann gefolgert werden, daß die von Alpha-Strahlern vorge-täuschte Beta-Aktivität zumindest zum Überwiegenden Teil auf Konversionselektronen und Auger-Elektronen zurückzuführen ist. Eine Separierung der Elektronen von den Alpha-Partikeln durch eine Folie ist nicht möglich, da beide Teilchenarten etwa die gleiche Reichweite haben. Aus diesem Grund kann bei Proportionalzählern eine exakte Alpha/Beta-Diskriminierung prinzipiell nur dann erfolgen, wenn die Nuklidkomposition der Alpha-Aktivität bekannt ist.

6.7.3 Proportionalzähler mit Stickstoff-Zählgas

L. Leidner, E. Sadri

Konventionelle Großflächendetektoren zum Nachweis von α - und β - bzw. γ -Strahlung werden entweder im Gasdurchfluß für den Dauerbetrieb verwendet oder als dichte, mit einer Gasfüllung versehene Zählkammern. Nachteil der ersten Anordnung ist ihre Abhängigkeit von einer permanenten, in vielen Fällen sehr aufwendigen, externen Gasversorgung. Dichte, herkömmliche Zähler sind zwar weitgehend unabhängig von Flaschengas. Da sich jedoch die Gaszusammensetzung im Zählvolumen durch das Eindiffundieren von Luft und durch chemische Zersetzung mit der Zeit ändert, ist die Verwendung der Füllung zeitlich sehr beschränkt.

Ziel des TT-Projektes war es, einen Zähler zu entwickeln, dessen Zählgas trotz des Verzichtes auf Spülung eine lange Lebensdauer hat. Die Lösung der Neuentwicklung besteht darin, Stickstoff als Zählgas in einem dichten Zähler zu verwenden. Eine angeschlossene Gasreinigungspatrone mit Gasumwälzung garantiert über lange Zeiträume die gleiche Zusammensetzung des Zählgases.

Die Aufgaben des Jahres 1983 waren:

- Entwurf und Bau eines Prototypes,
- Dauertests ohne externe Gasversorgung,
- Optimierung des Absorbersystems,
- Erprobung verschiedener Methoden der Gasumwälzung.

Nach dem Abschluß der Arbeiten wurde die Apparatur dem Lizenzpartner übergeben. Eine Patentanmeldung erfolgte.

6.7.4 Erweiterung des automatischen TLD-Auswertegerätes Studsvik 1313B zum HP-IB (IEEE 488) kompatiblen Systemgerät

S. Ugi

Das automatische TLD-Auswertegerät Studsvik 1313B hat im bisherigen Betrieb die Kapselnummer und nach erfolgter Messung den Meßendwert über ein BCD-Interface an den Rechner HP 9825 zur Weiterverarbeitung übergeben. Alle Geräteeinstellungen mußten manuell an der Gerätefront vorgenommen werden. Dies galt insbesondere für den Gerätetest und die Pelletzählung, wobei die Werte abgelesen werden mußten.

Ziel der Erweiterung war es, die gesamte Gerätevoreinstellung sowie die Einstellung bei laufender Messung oder bei Testbetrieb von dem Rechner HP 9816 zu steuern, und alle dabei anfallenden relevanten Informationen an den Rechner zu übertragen. Als gravierend ist dabei anzusehen, daß nun der während der Meßzeit auflaufende Wert in sehr kurzen Intervallen abgefragt werden kann, so daß eine Glowkurvendarstellung möglich wird. Statt der bisher vorhandenen Pelletzählung sollte sowohl beim Einschieben als auch beim Herausziehen des Pelletträgers eine Lokalisierung erfolgen. Außerdem sollten Bedienungsfunktionen für Servicezwecke ganz oder teilweise an die Gerätefront zurückgegeben werden können. Schließlich sollte das Gerät bei fehlendem Rechneranschluß in seiner ursprünglichen Version weiterhin betriebsfähig sein.

-Um auf der Rechnerseite universell zu sein, wurde für die IEEE 488 Standardbusschnittstelle entschieden. Zur Übertragung der sechsstelligen BCD-Werte, der dazugehörigen Kennung und der 16 möglichen Pelletpositionen wurden 30 parallele Inputleitungen benötigt. Zur Gerätevoreinstellung und Betriebssteuerung genügten 10 parallele Outputleitungen. Der Rechneraufruf geschieht über eine Servicerequestleitung. Als günstige Lösung wurde ein Schnittstellenwandler der Firma Hopp ausgewählt. Die Baugruppe Hopp 280 im Europakartenformat arbeitet als Listener, wie auch als Talker. Mittels Listenaufruf wird die Baugruppe in ihrer Funktionsart sowie die Datenausgabe stimuliert. Talkaufrufe dienen der Datenübermittlung zum IEC-Bus-Controller, in unserem Fall dem Tischrechner 9816, sowie der Kontrolle über die Betriebsart. Die Baugruppe besteht aus mehreren komplexen integrierten Schaltkreisen, einem μP 8085, einem GPIB TMS 9914, einer PIO 8255, PIO 8155 und einer im Eprom 2764 residenten Firmware, die für unseren Zweck nur geringfügig angepaßt werden mußte. Die Baugruppe wandelt den IEEE 488 Bus auf parallele Input/Output in 5 Ports je 8 Bit + 1 Port mit 6 Bit. Dadurch sind für eventuelle zusätzliche Aufgaben noch 6 Output-Leitungen zur Verfügung. Da das Gerät in seiner ursprünglichen Version betriebsfähig bleiben sollte, mußten alle Bedienungselemente mit Tri-state-Treiber abkoppelbar gemacht werden. Zur Pelletlokalisierung waren entsprechende Zähl- und Speicherschaltungen notwendig. Die Anordnung der vorhandenen Sensoren konnte verwendet werden, allerdings mußte der Lesekopf für die Kapselnummer wegen schlechter Ergebnisse neu konstruiert werden. Die zusätzlichen Schaltungen konnten in den jeweiligen Einschüben untergebracht werden. Der Schnittstellenwandler wurde in einen vorhandenen freien Einschub eingebaut. Die Verbindung erfolgt über Flachkabel, an der Rückwand wurde die Buchse für den Systembus sowie der Schalter zur Einstellung der Geräteadresse angebracht. Zusätzlich wurde zur Hilfe beim Softwaretest ein Adapter zur Pegelüberwachung aller I/ O Leitungen aufgebaut. Bei der ersten Routineauswertung wurden 1 046 Pellets ausgewertet und regeneriert.

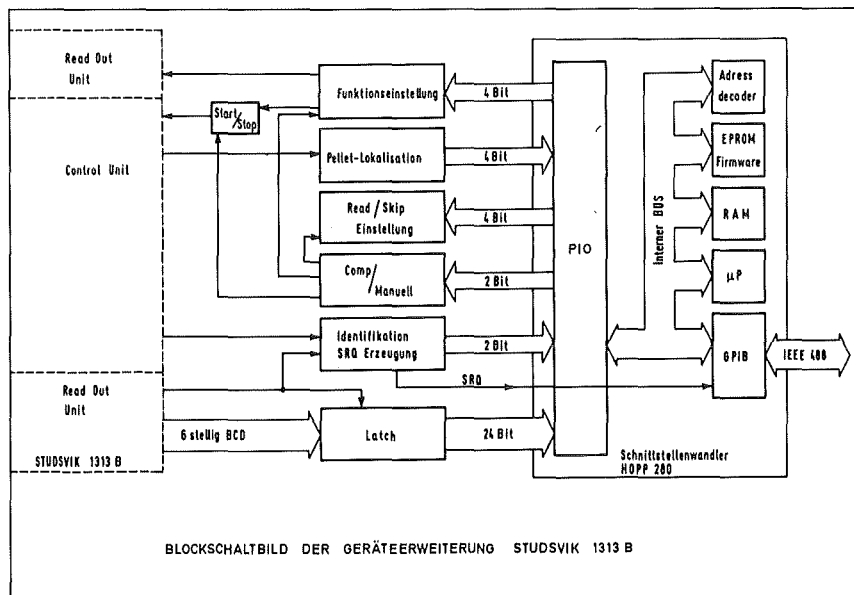


Abb. 6/31: Blocksaltbild der Geräteerweiterung

7. Umweltmeteorologie

W. Hübschmann

In der Abteilung Umweltmeteorologie werden Forschungs- und Dienstleistungsaufgaben im Rahmen des nuklearen Umweltschutzes durchgeführt. Die Arbeiten gliedern sich in die Bereiche:

- Meteorologische Messungen und Datenverarbeitung,
- atmosphärische Ausbreitung,
- Dosisberechnung und Risikoanalysen.

Meteorologische Parameter werden an einem 200-m-Mast und auf einer Meßwiese gemessen und auf Datenträgern gespeichert. Die Meßinstrumente sind an ein eigenständiges DV-System mit zwei Prozeßrechnern angeschlossen. Daneben werden SODAR-Geräte getestet. Diese dienen der Fernmessung des Windvektors bis in über 400 m Höhe. Das erste Gerät wurde 1981, das zweite 1982 je etwa ein Jahr für Vergleichsmessungen im KfK aufgestellt. Während dieser Testperioden haben die SODAR-Geräte sich bewährt.

Der Untersuchung der Luftströmung und der Schadstoffausbreitung im mesoskaligen Bereich dienen radarverfolgte Tetraonflüge. Drei solcher Flugserien wurden zusammen mit einem Radar des DWD durchgeführt. Gleichzeitig mit einer dieser Flugserien wurde - in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Ispra - ein mesoskaliger Ausbreitungsversuch mit SF₆ als Tracer ausgeführt.

Das Kühlturmfahnen-Simulationsprogramm WALKÜRE wurde hinsichtlich der Simulation chemischer Schadstoffreaktionen weiterentwickelt, es simuliert nun sowohl die heterogene als auch die homogene SO₂-Oxidation für den Fall der Überlagerung einer Abgas- und einer Kühlturmfahne.

Die Mitarbeit an der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B wurde 1983 beendet. Mit den dabei gesammelten Erfahrungen wird im Auftrag der Europäischen Kommission eine Methodologie der Unfallfolgenermittlung erarbeitet.

Die Strahlendosis in der Umgebung des KfK wurde erstmalig in Anlehnung an ICRP 26 in Form der effektiven Äquivalentdosis berechnet. Die dafür notwendigen Dosisfaktoren wurden u. a. aus ICRP 30 entnommen. In Vergleichsrechnungen wurde gezeigt, daß der Abstand vom Dosisgrenzwert sich bei Übergang auf die effektive Äquivalentdosis vergrößert, wenn für diese der Grenzwert der Ganzkörperdosis gilt.

7.1 Auswertung meteorologischer Messungen

S. Vogt

7.1.1 Ausbreitungsstatistik

Zur Berechnung von Langzeitausbreitungsfaktoren sowie von Schadstoffkonzentrationen wurde die Ausbreitungsstatistik des Jahres 1983 erstellt. Tab. 7/1 zeigt die dreiparametrische Häufigkeitsverteilung der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungskategorie. Der Windgeschwindigkeit und -richtung liegen Halbstundenmittelwerte der Höhe 60 m zugrunde. Die Windrose ist in 30°-Sektoren eingeteilt, der Sektor 360° enthält die Richtungen von 345° bis 15°. Die Gesamthäufigkeit in den Sektoren ist über jeder Einzeltabelle in Prozent angegeben. Die Ausbreitungskategorie wurde aus den Halbstundenmittelwerten der Streuung der vertikalen

Windgeschwindigkeitsstufe (Mehöhe 60m) in m/s	Ausbreitungskategorie							Ausbreitungskategorie						
	A	B	C	D	E	F	Summe	A	B	C	D	E	F	Summe
	Windrichtungssektor Windrichtungshäufigkeit							Windrichtungssektor Windrichtungshäufigkeit						
	30 Grad 6.10 %							210 Grad 21.21 %						
0.6- 1.0	0.0	0.10	0.39	0.58	0.78	0.48	2.33	0.0	0.0	0.11	0.20	0.14	0.06	0.50
1.1- 1.5	0.58	0.39	0.78	2.13	1.75	1.26	6.89	0.0	0.22	0.20	0.42	0.45	0.28	1.56
1.6- 2.0	0.97	0.97	1.45	2.91	1.94	1.45	9.70	0.08	0.03	0.31	1.06	0.89	0.53	2.90
2.1- 4.0	3.20	4.07	7.18	22.11	13.19	12.51	62.27	0.36	1.28	2.34	7.48	9.38	4.74	25.59
4.1- 8.0	0.0	0.48	3.98	8.05	4.66	1.65	18.82	0.03	0.75	5.55	35.46	12.64	5.02	59.46
8.1-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.93	8.06	0.0	0.0	9.99
15.1-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	4.75	6.01	13.77	35.79	22.31	17.36	100.00	0.47	2.29	10.44	52.68	23.49	10.63	100.00
	60 Grad 14.60 %							240 Grad 21.97 %						
0.6- 1.0	0.0	0.08	0.20	0.32	0.57	0.28	1.46	0.03	0.08	0.08	0.22	0.24	0.08	0.73
1.1- 1.5	0.41	0.24	0.32	0.77	0.97	0.53	3.24	0.03	0.08	0.19	0.32	0.32	0.30	1.24
1.6- 2.0	0.65	0.57	0.89	2.27	1.70	0.49	6.57	0.13	0.19	0.11	0.51	0.59	0.30	1.83
2.1- 4.0	1.54	5.76	8.72	13.17	13.34	5.59	48.12	0.70	2.29	3.10	7.35	5.12	2.42	20.99
4.1- 8.0	0.16	3.81	13.82	14.35	6.24	2.15	40.54	0.0	1.05	9.91	41.35	5.60	0.89	58.81
8.1-15.0	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	2.45	13.74	0.05	0.0	16.24
15.1-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	0.13	0.0	0.0	0.16
Summe	2.76	10.46	24.04	30.89	22.82	9.04	100.00	0.89	3.69	15.87	63.63	11.93	3.99	100.00
	90 Grad 6.46 %							270 Grad 6.24 %						
0.6- 1.0	0.09	0.09	0.46	0.37	0.55	0.46	2.01	0.09	0.19	0.38	0.47	0.38	0.47	1.99
1.1- 1.5	0.55	0.82	0.73	1.56	1.37	1.65	6.68	0.09	0.38	0.38	1.14	1.04	0.95	3.98
1.6- 2.0	0.73	1.56	1.28	2.84	2.11	1.28	9.80	0.28	0.57	1.04	1.52	1.33	1.04	5.78
2.1- 4.0	2.75	6.59	5.77	7.69	14.74	7.78	45.33	2.94	6.07	5.97	12.89	8.25	3.51	39.62
4.1- 8.0	0.82	9.43	9.89	9.07	5.59	1.28	36.08	0.0	0.57	9.86	27.20	4.83	0.76	43.22
8.1-15.0	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.47	4.93	0.0	0.0	5.40
15.1-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	4.95	18.50	18.22	21.52	24.36	12.45	100.00	3.41	7.77	18.10	48.15	15.83	6.73	100.00
	120 Grad 3.75 %							300 Grad 2.98 %						
0.6- 1.0	0.16	0.47	0.79	0.32	0.79	0.79	3.31	0.40	0.60	0.20	1.59	1.79	0.60	5.17
1.1- 1.5	0.63	0.47	0.79	4.10	3.79	1.10	10.88	0.99	1.59	0.60	2.58	1.59	1.39	8.75
1.6- 2.0	0.79	0.79	1.10	1.89	5.68	3.79	14.04	3.18	1.99	0.99	3.18	1.39	0.80	11.53
2.1- 4.0	1.89	2.84	2.68	7.41	17.98	18.14	50.95	8.75	9.34	5.96	20.48	6.76	0.99	52.29
4.1- 8.0	0.0	0.32	2.68	1.58	6.78	9.46	20.82	0.0	0.60	3.98	13.32	2.98	0.60	21.47
8.1-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.40	0.20	0.0	0.80
15.1-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	3.47	4.89	8.04	15.30	35.02	33.28	100.00	13.32	14.12	11.93	41.55	14.71	4.37	100.00
	150 Grad 3.07 %							330 Grad 3.10 %						
0.6- 1.0	0.19	0.58	0.58	1.54	1.16	0.58	4.62	0.19	0.38	0.96	1.34	1.72	0.19	4.78
1.1- 1.5	0.19	0.77	1.73	4.05	2.89	2.31	11.95	1.34	0.57	1.72	4.21	2.29	0.76	10.90
1.6- 2.0	0.58	0.58	1.35	6.17	5.78	3.85	18.30	2.29	1.72	1.91	3.82	2.29	1.53	13.58
2.1- 4.0	0.39	0.58	1.16	10.02	21.19	15.80	49.13	5.93	9.94	8.22	19.31	8.03	4.78	56.21
4.1- 8.0	0.0	0.0	0.77	2.12	5.59	7.51	15.99	0.0	1.53	5.35	6.50	0.76	0.38	14.53
8.1-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.1-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	1.35	2.50	5.59	23.89	36.61	30.06	100.00	9.75	14.15	18.16	35.18	15.11	7.65	100.00
	180 Grad 3.73 %							360 Grad 6.13 %						
0.6- 1.0	0.32	0.48	0.48	0.48	0.95	0.48	3.17	0.0	0.10	0.19	0.68	0.48	0.29	1.74
1.1- 1.5	0.32	0.32	0.48	2.54	1.75	1.90	7.30	0.29	0.19	0.68	0.97	1.93	0.77	4.83
1.6- 2.0	0.48	0.48	1.43	4.29	5.08	2.70	14.44	0.77	0.97	0.77	2.90	1.93	1.16	8.50
2.1- 4.0	0.16	0.16	2.70	16.03	23.49	14.44	56.98	2.71	5.89	4.44	20.48	10.34	5.89	49.76
4.1- 8.0	0.0	0.0	0.16	7.30	6.83	3.33	17.62	0.29	2.22	8.12	17.29	5.22	1.84	34.98
8.1-15.0	0.0	0.0	0.0	0.48	0.0	0.0	0.48	0.0	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	0.19
15.1-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	1.27	1.43	5.24	31.11	38.10	22.86	100.00	4.06	9.37	14.20	42.51	19.90	9.95	100.00

Summiert über alle Windrichtungssektoren einschließlich Windstillen (WG ≤ 0,5 m/s)

WG (m/s)	Ausbreitungskategorie						Summe
	A	B	C	D	E	F	
0.0- 0.5	0.0	0.02	0.05	0.15	0.25	0.17	0.65
0.6- 1.0	0.06	0.14	0.26	0.43	0.51	0.27	1.67
1.1- 1.5	0.27	0.33	0.46	1.21	1.10	0.74	4.12
1.6- 2.0	0.54	0.56	0.73	1.94	1.72	0.99	6.48
2.1- 4.0	1.71	3.75	4.58	11.42	10.62	6.08	38.16
4.1- 8.0	0.10	1.83	7.78	23.53	6.88	2.66	42.80
8.1-15.0	0.0	0.0	1.00	5.08	0.02	0.0	6.10
15.1-30.0	0.0	0.0	0.01	0.03	0.0	0.0	0.04
Summe	2.69	6.64	14.87	43.80	21.10	10.91	100.00

Tab. 7/1: Ausbreitungsstatistik 01.12.1982 - 30.11.1983, Häufigkeit in %
WG = Windgeschwindigkeit

Windrichtungsfluktuation einer in 100 m Höhe installierten Vektorfahne bzw. bei deren Ausfall aus der horizontalen Windrichtungsfluktuation einer in 100 m Höhe installierten Schwertwindfahne bestimmt. Fällt auch dieses Meßgerät aus, so wird der Temperaturgradient zwischen 30 m und 100 m sowie die Windgeschwindigkeit in 40 m Höhe zur Kategorienbestimmung herangezogen. Durch diese Redundanz ist die Ausbreitungsstatistik mit nur etwa 3,6 % Ausfall behaftet, davon wurden 2,7 % durch Ausfall der Datenerfassung (s. Kap. 7.2.1) verursacht. Am Ende der Tab. 7/1 ist die Häufigkeitsstatistik auf die Windgeschwindigkeit und Ausbreitungskategorie reduziert, indem über alle Windrichtungssektoren summiert wurde.

Der Vergleich mit der Ausbreitungsstatistik des Jahres 1982 zeigt einen Anstieg der neutralen Ausbreitungskategorie D um 5 % sowie einen Rückgang in gleicher Höhe für die stabile Kategorie F. Vor allem die Zunahme der Kategorie D ist auf die größere Häufigkeit der Windgeschwindigkeiten über 4 m/s im Jahr 1983 zurückzuführen.

7.1.2 Weitergabe meteorologischer Daten

Für Wasserhaushaltsberechnungen im Gebiet um Liedolsheim wurden dem Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim die Meßwerte der Windgeschwindigkeit, des Taupunkts, der Temperatur, des Niederschlags und der Strahlung eines 4jährigen Zeitraums bereitgestellt.

Das Geophysikalische Institut der Universität Karlsruhe benötigte meteorologische Daten, um deren Einfluß auf die Erdzeiten abzuschätzen. Taupunkt, Lufttemperatur sowie Strahlungswerte für drei Jahre wurden auf Magnetband zur Verfügung gestellt.

Vom Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe wurden opto-elektronische Entfernungsmessungen über den Rheingraben hinweg durchgeführt. Für zwei Meßperioden im Jahr 1978 wurden bereits früher diejenigen meteorologischen Parameter bereitgestellt, die diese Entfernungsmessung beeinflussen können. Nachträglich wurden auch die vollständigen Strahlungsmeßwerte übergeben.

7.2 Meßwernerfassung und -verarbeitung

R. von Holleuffer-Kypke, P. Thomas

7.2.1 Betrieb des Meteorologischen Informations Systems (MIS)

In der Zeit vom 01.12.1982 bis zum 30.11.1983 gingen durch Pannen, Reparaturen und Wartung des MIS zunächst 1430 10-min-Datenblöcke verloren. Das entspricht einer Ausfallrate von 2,7 %. Große Datenlücken traten in der Zeit vom 10. bis 15. Dezember 1982 und 21. bis 24. Oktober 1983 auf: Am 10. Dezember 1982 wurde das MIS durch Blitzeinwirkung schwer beschädigt; im Oktober 1983 fiel der Erfassungsrechner über ein Wochenende aus. Zum teilweisen Ausgleich wurden die während der Ausfälle des MIS parallel erfaßten Daten nachträglich in das meteorologische Datenkollektiv eingefügt. Es handelt sich dabei um

- die Windgeschwindigkeit in 40 m, 60 m, 100 m, 200 m Höhe,
- die Windrichtung in 40 m, 100 m, 200 m Höhe,
- die Standardabweichungen σ_{ϕ} und σ_{θ} der vertikalen und horizontalen Windrichtung in 100 m Höhe,

- den Niederschlag.

Damit fehlen nur mehr 834 Datenblöcke, was einer Ausfallrate von 1,6 % entspricht.

Die Tab. 7/2 gibt an wie häufig die Meßwertgeber zusätzlich ausfielen oder fehlerhafte Werte lieferten. Diese Ausfälle wurden ebenfalls teilweise durch die genannte Blitzeinwirkung verursacht. Sie beinhalten aber auch die Daten, die bei der Kontrolle am Sichtgerät als fehlerhaft erkannt und nachträglich gelöscht wurden.

Die gegenüber früheren Jahren erhöhten Ausfälle der Schwertwindfahnen beruhen auf einem systematischen Fehler des neuen MIS. Der Fehler wurde durch eine Software-Änderung inzwischen abgefangen.

Instrument	Ausfallrate in %	
	1983	7Jahres-Mittel
Anemometer	4,9	2,0
Schwertwindfahnen	1,9	0,3
Taupunktfühler	16,5	10,1
Temperaturfühler	4,2	1,1
Vektorfahnen, σ_θ	12,4) 11,4
σ_ϕ	10,4	
horizontale Richtung	5,3	6,1
vertikale Richtung	20,0	14,2
Geschwindigkeit	38,5	26,3
Luftdruck	6,8	2,5
Niederschlag	2,8	1,0
Strahlungsbilanzmesser (Ein- und Ausstrahlung)	7,9	1,1
MIS	2,7	2,3

Tab. 7/2: Mittlere Ausfallraten der meteorologischen Instrumente und des MIS

Inzwischen wurde die Hardware des MIS so erweitert, daß bei Ausfall des Erfassungsrechners der Zentralrechner die Datenerfassung übernehmen kann. Dazu müssen manuell in beiden Rechnern je eine Steckkarte gezogen werden und der CAMAC-Controller mit dem Unibus des Zentralrechners über ein Datenkabel verbunden werden. Die Funkuhr steht dem Zentralrechner nicht zur Verfügung. Deshalb müssen Datum und Uhrzeit dem Zentralrechner bei Programmstart mitgeteilt werden. Die sonst auf dem Zentralrechner laufenden Programme lassen sich dann nicht mehr aufrufen.

7.2.2 Meßeinrichtung

Der Blitzeinschlag am 10.12.1982 führte in der Meßeinrichtung zu Schäden an den Anemometern und dem Pyrradio-/Pyranometer. Während in den Anemometern die Elektronik durch Überspannungen zerstört wurde, fiel das Pyrradio-/Pyranometer durch einen Thermistorendefekt ganz aus. Allerdings wurden seit dem 01.12.1982 die Meßwerte des Pyrradiometers nicht mehr verwendet, da sie durch den genaueren Strahlungsbilanzmesser (nach Schulze) geliefert wurden. Der entstandene Datenverlust erstreckte sich somit lediglich auf das Pyranometer.

Am 18.07.1983 konnte die Messung der kurzwelligen Strahlung wieder aufgenommen werden, nachdem ein Albedometer (s. Abb. 7/1) installiert war.

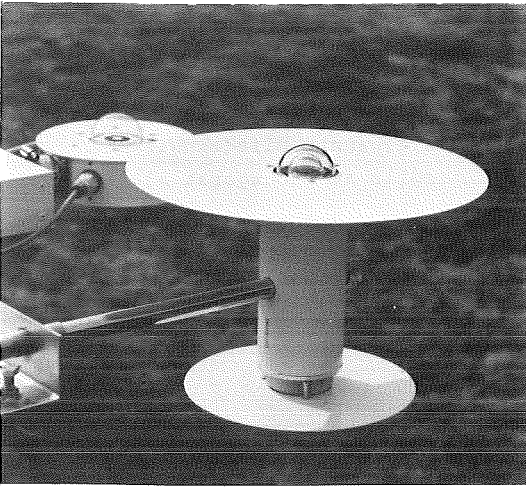


Abb. 7/1: Albedometer

Der von Jahr zu Jahr wachsende Baumbestand am Rande der meteorologischen Wiese legt die Vermutung nahe, daß die Messungen des Niederschlages durch Abschattungseffekte der Bäume verfälscht werden. Seit September 1983 wird deshalb der Niederschlag auch in der Wiesenmitte gemessen. Er wird mit einer Kanne (nach Hellmann) gesammelt und mittels eines schreibenden Regenmessers (nach Hellmann) registriert. Die Auswertung der drei Monate September bis November 1983 ergab bei anhaltenden Niederschlägen bis 5 % höhere Werte an der neuen Meßstelle. Ob diese Differenzen tatsächlich auf eine Abschattung seitens der Bäume zurückzuführen sind, kann jedoch erst nach längerer Zeit beurteilt werden.

7.2.3 Zeitintegral der bodennahen Aktivitätskonzentration

Das MIS erlaubt die Berechnung des Zeitintegrals der bodennahen Aktivitätskonzentration in der Umgebung einer Quelle und die Darstellung auf Bildschirm in Abhängigkeit der wechselnden meteorologischen Bedingungen. Die resultierenden Äquivalentdosen sind, mit Ausnahme der Gammadosis durch äußere Bestrahlung, dieser Aktivitätskonzentration proportional. Sie können mit Hilfe des nuklidspezifischen Dosisfaktors daraus berechnet werden. Bei der Berechnung wird angenommen, daß die Verteilung der Aktivitätskonzentration in der Abluftfahne durch eine doppelte Gaußfunktion angenähert werden kann. Die Konzentrationen werden in Quellentfernungen von 0,1 - 20 km an 3312 Rasterpunkten berechnet und in Zeitschritten von 10 min aufsummiert. Innerhalb der Schrittdauer von 10 min werden stationäre Ausbreitungsbedingungen angenommen.

Die Ausbreitungskategorie wird vom Rechner aus der Standardabweichung der vertikalen Windrichtung berechnet. Diese wird mit einer Vektorfahne 100 m über Grund gemessen. Die in der doppelten Gaußfunktion benutzten Ausbreitungsparameter sind die experimentell am Kernforschungszentrum ermittelten.

Der Benutzer ruft das Programm über die Tastatur auf. Anschließend muß er folgende Daten eingeben:

- Anfangsdatum und -zeit,)
- Enddatum und -zeit,) zwischen denen das Konzentrationsintegral gebildet werden soll,
- Emissionshöhe in m,)
- Emissionsrate in Bq/h.

Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm angezeigt und kann geplottet werden (s. Abb. 7/2). Das Maximum wird dabei in Bq h/m³ angegeben. Die 50-%-, 10-%-, 1-%- und 0,1-%-Isolinien - jeweils bezogen auf das Maximum - sind auf dem Bildschirm verschiedenfarbig.

Nach Beendigung der Rechnung und Darstellung auf dem Bildschirm kann jeweils durch Knopfdruck oder automatisch die Summation in 10-min-Schritten fortgesetzt werden. Nach jedem Schritt erscheint die neue Verteilung am Bildschirm. Das erlaubt, den zeitlichen Anstieg des Konzentrationsintegrals zu beobachten.

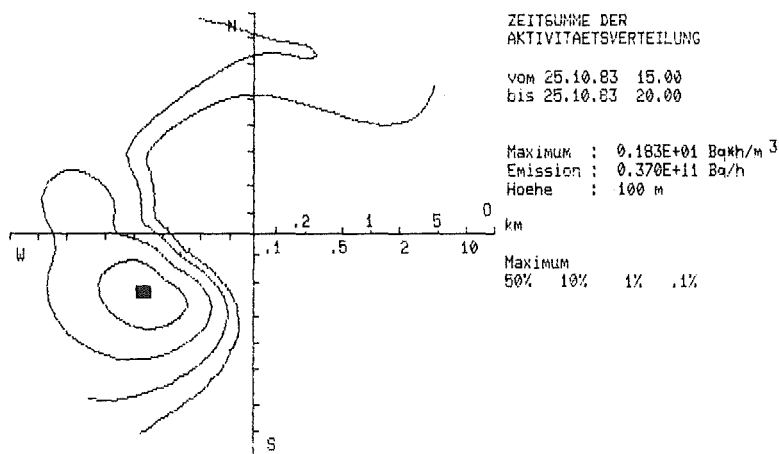


Abb. 7/2: Mehrstündige Zeitsumme der Aktivitätsverteilung

Bei Ausfall einzelner oder aller meteorologischen Daten, die zur Berechnung benötigt werden, fordert der Rechner die Eingabe über die Tastatur an. Damit läßt sich die Konzentrationsverteilung auch zur Demonstration in Abhängigkeit von willkürlich gewählter Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungskategorie darstellen. Zur Demonstration werden Anfang und Ende der Berechnung in die Zukunft gelegt.

7.2.4 Datenfernübertragung

Anlässlich der von der International Union of Geodesy and Geophysics im August 1983 in Hamburg organisierten Ausstellung wurden On- und Off-line-Daten des MIS auf einem Bildschirm vorgeführt. Die On-line-Datenübertragung erfolgte mit 300 Baud mittels Akustikkoppler und Telefonwahlleitung. Bei der Off-line-Vorführung wurden die Daten mit 19 200 Baud von einer Magnetband-Kassetten-Station zum Bildschirm-Steuergerät übertragen. Die Magnetband-Kassetten waren im KfK bespielt worden.

7.3 Doppler-SODAR

R. von Holleuffer-Kypke, W. Hübschmann, P. Thomas

7.3.1 Allgemeines

Ein Doppler-SODAR (Sonic-Detection and Ranging) arbeitet nach dem Prinzip des Echolotes. Kurze hörbare Schallimpulse werden gebündelt in die Atmosphäre abgestrahlt. Aus jeder Höhe wird ein geringer Bruchteil der Schallenergie zurückgestreut und wieder empfangen. Die Frequenz des empfangenen Signals ist gegen die Sendefrequenz auf Grund der Bewegung des Streuvolumens verschoben (Dopplereffekt). Aus der Laufzeit, Intensität und der Frequenzverschiebung des zurückgestreuten Schalls werden die Höhenprofile von Rückstreuamplitude, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Standardabweichung der vertikalen Windgeschwindigkeit bestimmt.

Im Oktober 1981 beauftragte die VGB-Kraftwerkstechnik GmbH, Essen (Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber) die Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (KfK), zwei Doppler-SODAR-Geräte auf dem Gelände des KfK aufzustellen und jeweils für die Dauer eines Jahres zu betreiben. Die SODAR-Geräte wurden von VGB beschafft. Die Meßwerte wurden fortlaufend gespeichert, um sie

mit den entsprechenden Meßwerten des 200 m hohen KfK-Meßmastes zu vergleichen. Der Meßhöhenbereich betrug 40 bis 420 m über Grund, in Schritten von jeweils 20 m (40 m, 60 m, 80 m, 420 m). Die Abbn. 7/3 und 7/4 zeigen die beiden getesteten SODAR-Geräte auf der Meßwiese.

Die Testperiode des Doppler-SODAR-R (Typ DS 108 der Firma Rosenhagen) wurde Ende 1982 abgeschlossen. Das Gutachten wurde Anfang 1983 erstellt. Die Ergebnisse, soweit sie nicht schon im Jahresbericht 1982 der HS, (23), vorweggenommen sind, werden hier ergänzt und zusammengefaßt. Der Bericht über das SODAR-B2 /Typ AO der Firma Remtech) beschränkt sich zunächst auf die Betriebserfahrungen.

7.3.2 Betrieb des SODAR-R

Der regelmäßige Betrieb begann am 17. November 1981, d. h. seit diesem Datum wurden die Meßdaten archiviert. Beendet wurden die Messungen auf der meteorologischen Wiese am 19. November 1982. Anschließend wurde das SODAR-R auf einem Platz bei der Kerntechnischen Hilfsdienst GmbH (KHG) vom 27. November 1982 bis 30. Dezember 1982 betrieben, um festzustellen, ob der Wald an der Meßwiese die SODAR-Meßwerte beeinträchtigt hat. Die Betriebserfahrungen können in folgenden Punkten zusammengefaßt werden:

- Das Gerät ist problemlos zu transportieren und aufzustellen.
- Der Aufstellungsort ist sorgfältig im Hinblick auf mögliche Störechos durch Wald, höhere Gebäude oder andere Hindernisse auszuwählen.
- Bei der Aufstellung ist auch auf einen ausreichenden Blitzschutz zu achten.
- Die Antennen überstehen extreme Witterung (u. a. Schnee, gefrierende Nässe) ohne erkennbare Einflüsse.
- Im Herbst verstopft allerdings herabfallendes Laub die Abflußkanäle der Antennen. Dann sammelt sich Wasser in den Lautsprechern an und kann diese unbrauchbar machen. Da die Antennen kippar und begehbar sind, sind sie leicht zu reinigen.

Die drei SODAR-Antennen strahlen im 3-s-Rhythmus einen 1675-Hertz-Impuls ab. Diese regelmäßigen Schallimpulse stellen in der Nähe der Schalltrichter eine Lärmbelästigung dar, die mit zunehmender Entfernung rasch abnimmt, bis die Töne nur noch auf Grund der Frequenz und der gleichmäßigen Wiederholung erkennbar sind. Schalldruckmessungen im Bereich bis zu den nächstliegenden Bürogebäuden haben gezeigt, daß der Schalldruck linear mit ca. 6 dB pro Abstandsverdoppelung abnimmt (Strahler nullter Ordnung). Es ist eine deutlich hörbare Abhängigkeit der Schalldrücke von der Neigungsrichtung der Antennen vorhanden: Ist die Antenne zum Beobachter hin geneigt, ist der Lärmpegel höher. In 100 m Entfernung im Freien beträgt er 50 dB(A) bis 55 dB(A). An einem erhöhten Beobachtungspunkt liegt er erwartungsgemäß höher (um 5 dB(A) bis 10 dB(A) in 40 m Höhe). Innerhalb der Bürogebäude, in 120 m bis 135 m Entfernung, ist auch bei schräg geöffneten Fenstern die Schalldruckerhöhung kaum noch meßbar (ca. 0,5 dB(A)). Allerdings kann der Einzelton deutlich wahrgenommen werden, wenn kein Untergrundlärm stört. Die in der Arbeitsstättenverordnung, § 15, geforderte maximale Grenze des Lärmpegels von 55 dB(A) für geistige Tätigkeiten wird dort nicht überschritten.

7.3.3 Betrieb des SODAR-B2

Im Oktober 1982 wurde ein neu entwickeltes Doppler-SODAR mit DEC-Rechner LSI 1103 geliefert. Es arbeitet mit zwei Frequenzen von 1585 Hz und 1615 Hz. Die Doppler-Verschiebung wird mit einer schnellen Fourieranalyse ermittelt. Das SODAR-B2 wurde zunächst am Wasserwerk Süd aufgestellt, um gegenseitige Störungen der SODAR-Geräte zu vermeiden. Bei der Lieferung fehlte die für unsere Breiten notwendige Abtaueinrichtung für den Winterbetrieb. Deren Installation erfolgte Ende Oktober 1982. Dabei wurde der Antennenboden mit einer heizbaren Karbon-Matte ausgekleidet. Die Gleichstromversorgung zur Beheizung wurde jedoch nicht geliefert. Ende November 1982 wurde das SODAR-B2 zur Nordwest-Ecke der meteorologischen Wiese gebracht, wo vorher das SODAR-R betrieben worden war. Seit dieser Zeit läuft es im kontinuierlichen Betrieb. Die drei Antennen sind fest auf einem Anhängerchassis montiert (s. Abb. 7/4). Die Einnordung der Antennen erfolgt deshalb nur einmal für das gesamte System. Die Antenneninnenräume sind regelmäßig zu inspizieren. Auf dem Antennen-Spiegel deponierter Schmutz (Blätter, Staub, Aststückchen) kann zu einer Verstopfung der Wasserablauffröhrchen führen. Nach längerem oder heftigem Regen sammelt sich dann Wasser an und verfälscht die Daten. Die Kontrolle und die Reinigung der Antennen ist mühsam und zeitraubend. Die Abtaueinrichtung konnte nicht im Winterbetrieb getestet werden; denn die für den Betrieb notwendige Spannungsversorgung stand nur im März 1982 zur Verfügung, als keine winterlichen Bedingungen mehr herrschten.

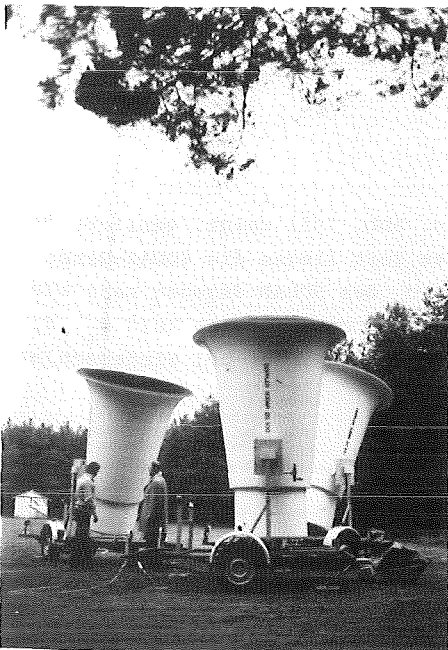


Abb. 7/3: Doppler-SODAR-R

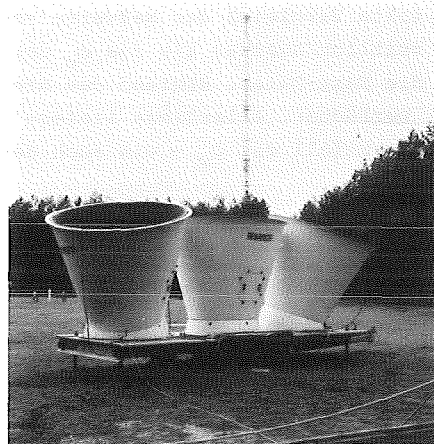


Abb. 7/4: Doppler-SODAR-B2

7.3.4 Vergleich der Meßwerte vom Mast und vom SODAR-R

Über den Vergleich von Windrichtung θ und -geschwindigkeit u mit Hilfe der linearen Regression wurde bereits im Jahresbericht 1982 (23) berichtet. Dieser Bericht wird hier ergänzt durch die Tab. 7/3 und den Vergleich der Standard-Abweichung σ_w der Vertikalgeschwindigkeit. Vom SODAR wird σ_w unmittelbar geliefert, beim Mast wird σ_w annähernd berechnet:

$$\sigma_w = u \cdot \tan \sigma_\phi \quad (7-1)$$

- u : Mittelwert der horizontalen Windgeschwindigkeit, gemessen mit Schalensternanemometern,
- σ_ϕ : Mittelwert der Standardabweichung der vertikalen Windrichtung, gemessen mit den Vektorfahnen.

Höhe	40 m	60 m	80 m	100 m	160 m	200 m	
B in m/s	1,4	1,4	0,9	0,8	1,0	0,5	Windgeschw.
A	0,82	0,86	0,95	0,98	0,94	1,04	
R	0,63	0,77	0,89	0,91	0,93	0,94	
B in Grad	24,1	7,0	2,6	5,8	6,7	5,9	Wind- richtung
A	0,82	0,91	0,94	0,92	0,94	0,94	
R	0,89	0,94	0,96	0,95	0,96	0,97	
B in cm/s	-19			2,1	12,7		Stand.-Abw. σ_w
A	0,74			0,63	0,53		
R	0,59			0,72	0,72		

Tab. 7/3: Lineare Regression der Mast- und SODAR-Daten
 Zeitraum 12. Juli 1982 bis 19. November 1982
 $y = Ax + B$
 y : Meßwert am Mast; x : Meßwert des SODAR
 R : Korrelations-Koeffizient

Wie der direkte Vergleich der Meßwerte vom 24. Juli 1982 (s. Abb. 7/5) zeigt, variiert das σ_w des SODAR zeitlich stärker als das σ_w des Mastes. Die meiste Zeit liegen die SODAR-Daten höher als die Mast-Daten. Während des Niederschlags ist das σ_w des SODAR dagegen sehr klein oder nicht verfügbar. Allerdings liefern dann auch die Vektorfahnen zeitweise kein σ_ϕ . Ein solcher Datenausfall des σ_w - wie auch des θ und u - tritt allerdings nur bei Niederschlag auf.

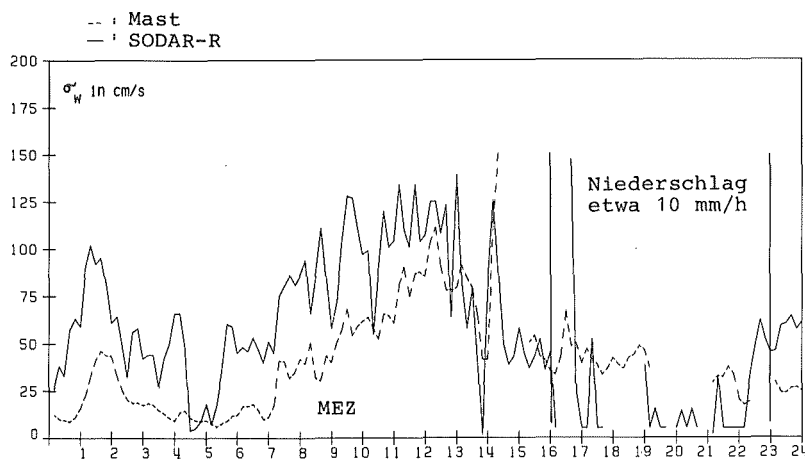


Abb. 7/5: Zeitreihe der Standardabweichung σ_w der Vertikalgeschwindigkeit in 100 m Höhe am 24. Juli 1982

In der Abb. 7/6 ist die Punktwolke der Wertepaare von σ_w der Höhe 100 m und die daraus errechnete Regressionsgerade des Zeitabschnittes Juli 1982 bis November 1982 dargestellt. Aus der Tab. 7/3, der Abb. 7/6 sowie den Ergebnissen der anderen Zeitabschnitte wurden folgende Schlüsse gezogen:

- Die Windrichtung wird in allen Höhen zuverlässig gemessen.
- Die Windgeschwindigkeit wird ab 80 m an beiden Standorten zuverlässig gemessen.
- Bei Stationierung des SODAR auf der Meßwiese war der Meßwert der Windgeschwindigkeit in 40 m und 60 m Höhe teilweise beeinträchtigt.
- Die mit dem SODAR gemessenen Windgeschwindigkeiten sind im Mittel kleiner als die des Mastes; die Unterschiede nehmen mit steigender Höhe ab.
- Die Verfügbarkeit der Meßinformation (s. Abb. 7/7) ist stark von den atmosphärischen Bedingungen beeinflusst.
- Folgende Korrelationskoeffizienten wurden beim Vergleich der Meßwerte des SODAR-R mit denen des Meßmastes ermittelt:

$R \geq 0,9$ Windrichtung,
 $R \geq 0,9$ Windgeschwindigkeit ab 80 m,
 $R \geq 0,72$ Standardabweichung σ_w ab 100 m.

- Gelegentlich weichen die Meßwerte des SODAR stark von denen des Mastes ab. Sie wurden allerdings auch nicht - wie das bei den Mastwerten geschieht - durch Plausibilitätsprüfungen in der DV-Anlage oder durch Kontrolle am Bildschirm überprüft und dabei teilweise verworfen.

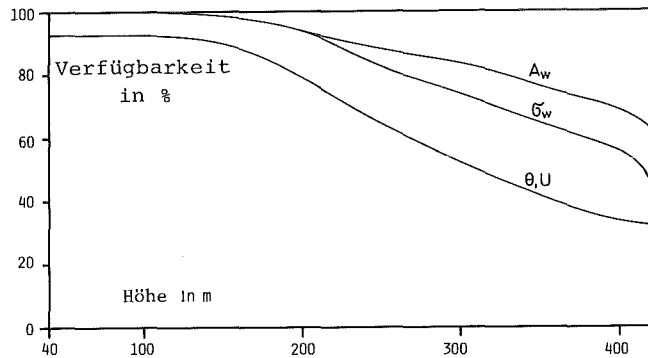
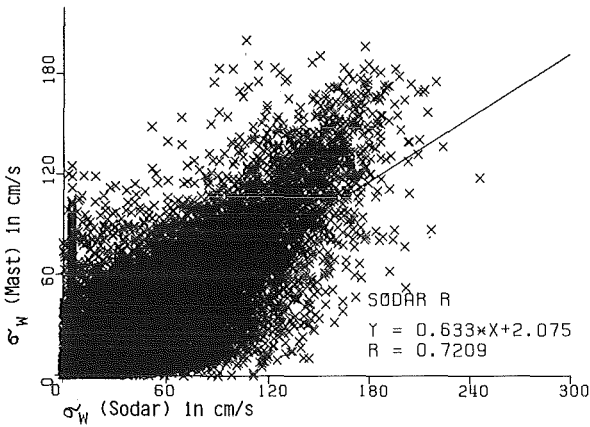


Abb. 7/6: Standardabweichung σ_w in 100 m Höhe, Zeitraum 12. Juli 1982 bis 19. November 1982

Abb. 7/7: Verfügbarkeit der SODAR-Daten,
 A_w vertikale Rückstreumplitude,
 σ_w Standardabweichung der Vertikalgeschwindigkeit,
 θ, u Windrichtung und -geschwindigkeit

7.4 Tetroonflüge

S. Vogt, P. Thomas

7.4.1 Meßkampagnen

Im Jahr 1983 wurden während dreier Meßkampagnen insgesamt 27 Tetroons verfolgt. Die wichtigsten Daten der Tetroonflüge sind in Tab. 7/4 zusammengestellt. Die Verfolgung der Tetroons übernahm in allen Fällen das Radar WF 100-4 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aus Essen. Dieses Gerät war mit Operateur angemietet worden. Es ist für die Tetroonverfolgung gut geeignet und läßt sich auf die Verfolgung von Transpondern umrüsten (s. Kap. 7.4.1.2).

Nr. des Tetroon	Startplatz	Startzeit in MEZ	mittlere Wind- richtung in Grad	mittlere Geschwin- digkeit in m/s	mittlere Flughöhe in m	Radarkontakt ging verloren bei		Ortung mit
						Entfernung in km	Flugzeit in h:min	
MI8301	Galgenberg bei Minfeld	19.04. 11:00	210	7,9	1600	49,6	1:48	passivem Reflektor
MI8302	"	19.04. 13:00	201	5,4	1300	30,0	1:53	"
MI8303	"	20.04. 7:00	191	4,4	500	41,6	2:49	"
MI8304	"	20.04. 14:00	132	5,6	450	8,2	0:25	"
MI8305	Rohrbacher Hof bei Bruchsal	20.04. 16:00	136	9,2	700	30,0	0:55	"
MI8306	"	20.04. 17:10	119	7,3	200	8,2	0:19	"
MI8307	Galgenberg	27.04. 7:15	221	9,3	200	51,6	1:33	"
MI8308	"	27.04. 9:10	222	9,4	400	55,9	1:40	"
MI8309	"	27.04. 11:00	-	-	<200	9,0	-	"
MI8310	"	27.04. 12:03	243	6,1	300	51,3	2:23	"
MI8311	"	27.04. 14:44	-	-	<200	-	-	"
MI8312	"	28.04. 9:00	194	3,2	300	29	2:40	"
MI8313	"	28.04. 12:02	223	3,4	450	32	3:14	"
MI8314	"	28.04. 15:22	160	2,6	400	10	1:38	"
ES8301	Laupendahl südl. Essen	05.07. 13:00	75	4,2	400	67	4:40	Transponder T007
ES8302	"	05.07. 18:00	59	7,3	500	52	2:00	T008
MH8301	Galgenberg	06.09. 11:00	258	5,3	300	37	2:01	passivem Reflektor
MH8302	"	06.09. 14:00	271	9,1	500	46	1:30	"
MH8303	"	06.09. 16:00	272	7,9	600	51	1:50	"
MH8304	"	06.09. 18:00	282	7,6	600	35	1:15	"
MH8305	"	06.09. 19:25	291	9,1	450	63	1:56	"
MH8306	"	06.09. 22:05	292	9,0	250	20	0:36	"
MH8307	Herxheim	07.09. 13:00	271	6,9	500	56	2:23	Transponder T004
MH8308	"	07.09. 16:00	272	7,3	-	6	0:18	T007
MH8309	"	07.09. 17:00	277	7,0	500	57	2:21	T016
MH8310	"	07.09. 20:10	281	7,8	300	64	2:20	T033
MH8311	Weingarten	08.09. 15:00	78	2,5	250	8	1:10	passivem Reflektor

Tab. 7/4: Tetroonflüge 1983

7.4.1.1 Tetroonverfolgung und Tracereperiment

Die erste Meßkampagne fand zwischen dem 19. April 1983 und 28. April 1983 in der Umgebung des KfK statt. Transponder kamen nicht zum Einsatz.

Am 27. April 1983 wurde in Zusammenarbeit mit der Gemeinsamen Forschungsstelle (GFS) Ispra ein mesoskaliges Ausbreitungsexperiment durchgeführt. Dieses Experiment läßt sich zusammengefaßt so beschreiben:

- Radarverfolgung von 5 Tetroons (s. Tab. 7/4).
- Emission von SF₆ (22,6 g/s) über den 100 m hohen Schornstein des FR-2; die zeitlich konstante Emission dauerte 3,5 h.
- Probenahme an insgesamt 52 Positionen auf drei Kreisbögen (Quellentfernungen ca. 12 km, 24 km und 48 km, s. Abb. 7/8), in sechs aufeinanderfolgenden Perioden von jeweils 30 min Dauer.
- Radiosondenaufstiege durch die Landesanstalt für Umweltschutz in Karlsruhe.
- Mast- und SODAR-Messungen im KfK. Die am Mast mit Vektorfahnen gemessenen Windwerte wurden im 1-s-Rhythmus gespeichert.

Die Proben wurden in der GFS gaschromatographisch analysiert. Die Abb. 7/9 zeigt die Konzentrationsverteilung des Tracers in der 6. Periode mit simultaner Probenahme auf allen Kreisbögen. Die Probenahmestellen sind als offene Quadrate eingezeichnet.

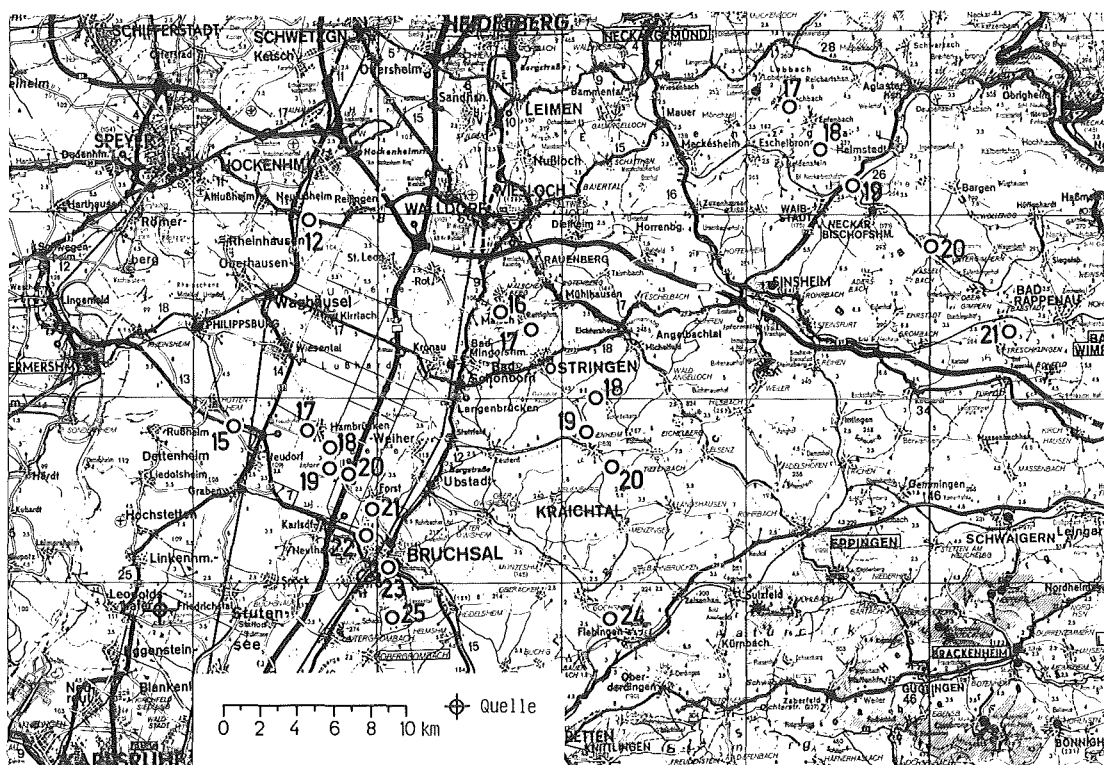


Abb. 7/8: Probenahmegebiet mit Probenahmestellen

7.4.1.2 Test des DWD-Radar mit Transpondern

Zweck dieser Meßkampagne war es, zu prüfen, ob das DWD-Radar WF 100-4 mit Transpondern bestückte Tetroons verfolgen kann. Der Transponder antwortet dem Radar auf leicht verschobener Frequenz. Der Test fand im Mai 1983 in Essen, dem Standort des Radar, statt. Zuvor war in drei Transpondern die Pulswiederholfrequenz von 1000 Hz auf 800 Hz geändert worden. Am Radar war der Lokaloszillator von 9476 MHz auf 9200 MHz zu verstimmen. Ein vor dem Verstärker liegendes Filter war jedoch nur zwischen 9500 MHz und 9300 MHz verstimmbar. Erst nachdem im

Juli 1983 ein neues Filter verfügbar war, konnte der Test erfolgreich durchgeführt werden. Dabei wurden zwei Tetroons mit Transpondern gestartet und über die geforderte Mindestreichweite von 50 km verfolgt. Die automatische Verfolgung beider Flüge wurde aus Zeitgründen bei 67 km bzw. 52 km abgebrochen.

7.4.1.3 Herbstkampagne

Die dritte Meßkampagne fand Anfang September 1983 im Oberrheingraben statt. An drei Tagen wurden elf Tetroons verfolgt, die teilweise Transponder trugen. Erstmals wurden drei Flüge in den Abend- bzw. Nachtstunden durchgeführt. Derartige Flüge sind möglich, wenn der Startplatz gut ausgeleuchtet wird und der Tetroon bei passiver Verfolgung zusätzlich mit einer batteriegespeisten Taschenlampenbirne versehen wird.

Am dritten Tag wurde bei windschwacher Lage und starken Windrichtungsscherungen ein Tetroon über den nordöstlichen Vorstädten Karlsruhes verfolgt. Dieser Tetroon konnte nur solange verfolgt werden, wie er für den Operateur im Zielmonitor des Radar sichtbar war; denn vielfältige Störechos von Hochhäusern, Kaminen und Stromleitungsmasten vereitelten schon im Nahbereich eine automatische Verfolgung. Daher sollten bei Flügen über Stadtgebiet, wie sie im Rahmen einer Stadtklimaanalyse Karlsruhes geplant sind, anstelle des hier verwendeten passiven Reflektors Transponder eingesetzt werden.

7.4.2 Auswertungen

7.4.2.1 Meßkampagnen im Oberrheingraben

Die Meßkampagnen, die von 1978 bis einschließlich Mai 1982 im Oberrheingraben bei Karlsruhe stattfanden, wurden ausgewertet. Es handelt sich um drei Meßkampagnen mit 19 Tetroonflügen. Die Ausbreitungskategorien reichten von labil bis neutral. Aus den Trajektorien dafür geeigneter Flugserien wurde der horizontale Ausbreitungsparameter σ_y berechnet. Während frühere Auswertungen (s. (23) S. 260) noch keine ausgeprägte Abhängigkeit des σ_y vom Turbulenzzustand der Atmosphäre zeigten, steigen die σ_y -Kurven (s. Abb. 7/10) jetzt bei labiler Schichtung (Kategorie B, C) steiler an und liegen die σ_y -Werte in größeren Entfernungen höher als bei neutraler Schichtung. Dieser Effekt wurde bei früheren Auswertungen durch die stark unterschiedlichen Zeitspannen Δt (Zeit zwischen dem Start des ersten und letzten Tetroons der Serie) überdeckt. Die Daten der fünf Flugserien sind in Tab. 7/5 zusammengestellt.

7.4.2.2 Horizontaler Ausbreitungsparameter σ_y in Abhängigkeit der Zeitspanne Δt

Weitere Auswertungen der während PUKK bei durchweg neutraler Wetterlage gemessenen Tetroontrajektorien (Jahresbericht 1981 der HS, KfK 3272, S. 250-251) zeigen die Abhängigkeit des σ_y von der Zeitspanne Δt . (Δt entspricht der Sammelzeit bei Tracereexperimenten, bei der Immissionsberechnung infolge Kurzzeitemissionen stellt Δt die Dauer der Emission dar.) Die insgesamt 30 Flüge wurden meist im Abstand von ein bis zwei Stunden gestartet. Damit ergeben sich die in Tab. 7/6 angegebenen Serien mit Δt zwischen zwei und sechs Stunden.

Die Abhängigkeit des σ_y von Δt kann durch folgende Funktion angenähert werden:

$$\sigma_y = \sigma_{y1} \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_1} \right)^\alpha \quad (7-2)$$

Der Mittelwert von α bis 50 km beträgt bei der ausgewerteten Meßkampagne (neutrale Wetterlage, Nordseeküste) 0,55.

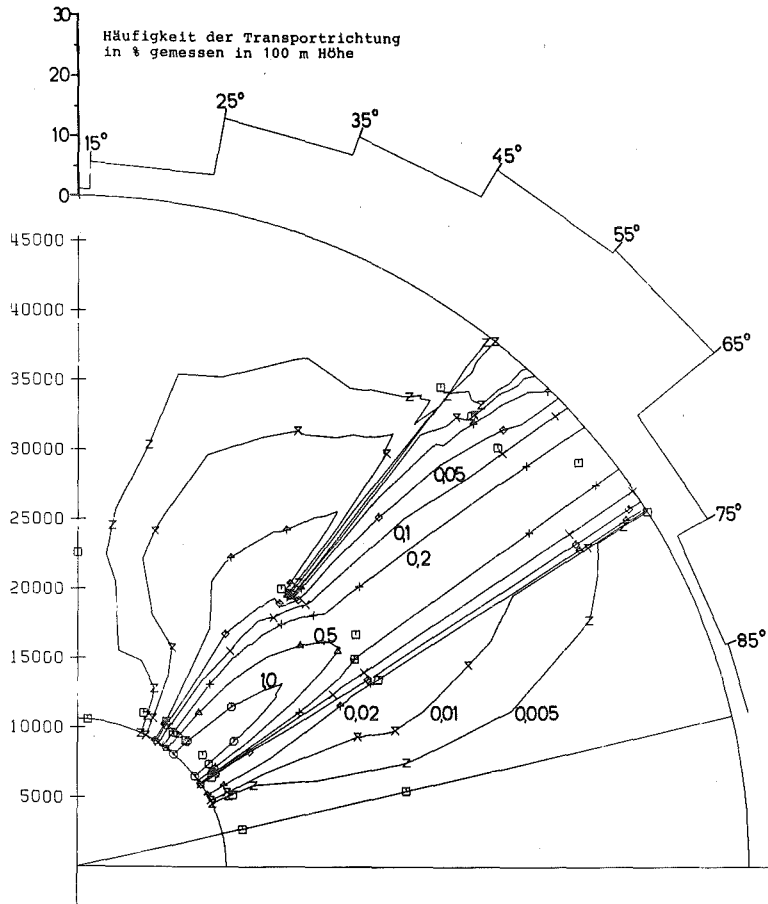


Abb. 7/9: Konzentrationsverteilung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der Sammelperiode 6
□ Sammelstelle

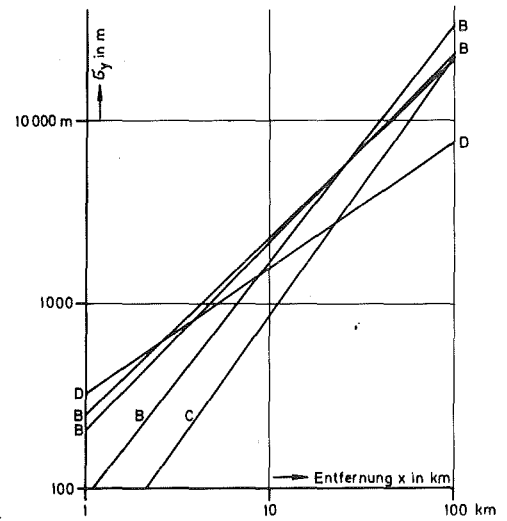


Abb. 7/10: Horizontaler Ausbreitungsparameter σ_y , Meßkampagnen im Oberrheingraben

Flugserie vom	Ausbreitungskategorie am KfK	$\Delta t^*)$ in h:min	ausgewertete Flugstrecke in km	σ_0	p
27.04.1978	B	4:30	28	0,170	1,027
12.05.1982	B	4:50	60	0,012	1,289
13.05.1982	B	7:55	64	0,305	0,971
17.05.1982	C	5:45	55	0,002	1,411
08.10.1980	D	5:00	44	2,78	0,689

Tab. 7/5: Zur Bestimmung des horizontalen Ausbreitungsparameters $\sigma_y = \sigma_0 x^p$ (x und σ_y in m)
*) Zeitspanne zwischen Start des ersten und letzten Tetröon einer Serie

Δt	Anzahl der Serien	Anzahl der Trajektorien in jeder Serie	σ_o	P	σ_y bei $x = 30 \text{ km}$
2 h	12	2	0,345	0,882	3 066 m
3 h	8	2÷3	0,407	0,867	3 099 m
5 h	6	3÷4	0,576	0,868	4 432 m
6 h	4	4÷5	0,478	0,905	5 385 m

Tab. 7/6: Abhängigkeit der σ_y von der Zeitspanne Δt (Auswertung der PUKK-Daten)

7.5 Numerische Simulationsmodelle

K. Nester, H. Verenkotte

7.5.1 Überlagerung von Kühlturm- und Abgasfahnen

Das Modell WALKÜRE-C zur Überlagerung von Kühlturm- und Abgasfahnen rechnet jetzt auch die Umwandlung von SO_2 in Sulfat (SO_4). Die Bildung von SO_4 erfolgt sowohl durch homogene als auch durch heterogene Oxidation. Das Modell enthält für diese Rechnungen vier weitere Differentialgleichungen.

- Die Erhaltungsgleichung für SO_2 ,
- die Erhaltungsgleichung für nichtreaktive Gase und Partikel,
- die Produktionsgleichung von SO_4 über heterogene Prozesse,
- die Produktionsgleichung von SO_4 über homogene Prozesse.

Die Oxidation von SO_2 wird hauptsächlich durch OH-Radikale bewirkt. Die Konzentration von OH (als [OH] bezeichnet) wird durch Ozonphotolyse und verschiedene gekoppelte Reaktionen mit Wasserdampf, Kohlenwasserstoffen, NO_x und SO_2 bestimmt. Die Berechnung der [OH] geht von einem Schema aus, das von Cocks und Fletcher (CERL-REPORT RD/L/R 1999, 1979) aufgestellt wurde. Dieses Schema wurde auf die bei starker Sonneneinstrahlung dominanten Reaktionen reduziert. Dieser Ansatz stellt einen Kompromiß zwischen der aufwendigen Behandlung einer Vielzahl von Reaktionsgleichungen und der Annahme einer konstanten Abbaurate von SO_2 dar.

Die heterogene Sulfatbildung auf feuchten Flugascheteilchen wurde auf Grund von Experimenten in einer Reaktionskammer des LAF I bestimmt. Die Reaktionsprozesse werden dabei ganz wesentlich von der Zusammensetzung der Teilchen und von der relativen Feuchte in der Atmosphäre beeinflusst.

Es wurden Rechnungen mit dem Modell WALKÜRE-C für mehrere Kraftwerksblöcke durchgeführt, deren gesamte Emissionen über einen Kamin abgeleitet werden. Die gewählten Anordnungen a, b und c von Kamin und Kühlturm zeigt Abb. 7/11.

Zwei unterschiedliche Wettertypen wurden den Rechnungen zugrundegelegt:

Wettertyp	atmosphärische Feuchte	Länge der sichtbaren Kühlturmfahne	Sonneneinstrahlung	atmosphärische Schichtung
I	hoch	5 km	gering	neutral
II	gering	0,25 km	stark	labil

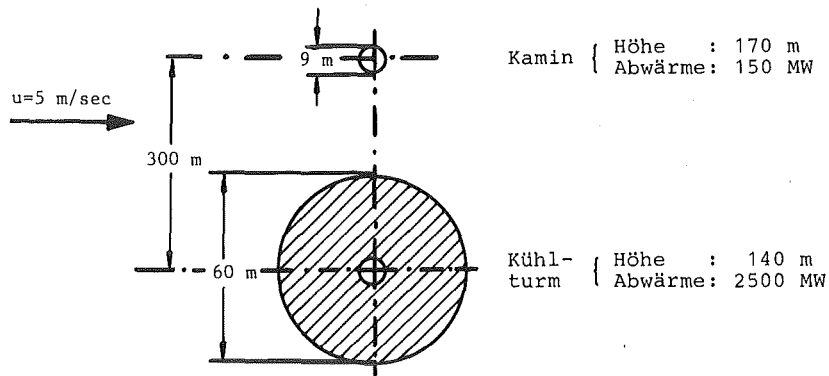


Abb. 7/11: Anordnung von Kamin und Kühlturm
Fall a) Kamin ohne Kühlturm
Fall b) Kamin im Kühlturm
Fall c) Kamin 300 m neben dem Kühlturm

Die Abb. 7/12 zeigt die über den Fahnenquerschnitt gemittelte SO_2 -Abbaurrate, Abb. 7/13 die entsprechende Produktion von SO_4 , bezogen auf die SO_4 -Emissionsrate. Dabei wird angenommen, es wird 0,43 % des emittierten Schwefels als SO_4 abgeleitet. Aus den Abbildungen lassen sich die folgenden Schlüsse ziehen:

- 1) Bei hoher Feuchte in der Atmosphäre und geringer Sonneneinstrahlung (Wettertyp I) erfolgt die Sulfatbildung in der Abgasfahne hauptsächlich durch heterogene chemische Reaktionen. Bei diesen Situationen führt die Mischung einer Kühlturmfahne mit der Abgasfahne zu bis um den Faktor 2 erhöhter Sulfatbildung.
- 2) Bei geringer atmosphärischer Feuchte und hoher Sonneneinstrahlung (Wettertyp II) spielen die heterogenen Oxidationsprozesse nach wenigen 100 Metern keine Rolle mehr; danach dominieren die homogenen Reaktionen und bestimmen im Fernbereich der Quelle (über 16 km) den Sulfatgehalt der Fahne.

Weitere aus den Abbn. 7/12 und 7/13 ablesbare Effekte beruhen u. a. auf der im Rechenbeispiel mit zunehmender Höhe ansteigenden relativen Luftfeuchte und deren Einfluß auf die heterogene Oxidation.

7.5.2 Mesoskaliges massenkonsistentes Windfeld

Im mesoskaligen Bereich beeinflußt sowohl die Druck- und Temperaturverteilung als auch die Orographie die Strömung. Die Bestimmung des Windfeldes über die numerische Lösung der Navier-Stokes- und der thermodynamischen Gleichungen ist zwar die bestmögliche Methode, erfordert aber einen erheblichen Rechenaufwand. Wenn eine Vielzahl von Fällen zu berechnen ist, dann stellt die Abschätzung des Windfeldes auf Grund vereinfachter theoretischer Ansätze zusammen mit vorhandenen Messungen eine brauchbare Alternative dar. Dieses "Schätzfeld" erfüllt im allgemeinen nicht die Kontinuitätsgleichung, da normalerweise die Vertikalgeschwindigkeit nicht bekannt ist. Um ein realistischeres Windfeld zu erhalten, ist es erforderlich, das Schätzfeld so zu modifizieren, daß die Kontinuitätsgleichung erfüllt wird. Dies geschieht mittels eines Verfahrens, das unter minimaler Modifizierung des Schätzfeldes ein massenkonsistentes Strömungsfeld erzeugt. Das dafür entwickelte Computerprogramm MAKOS erlaubt auch die Berücksichtigung einer beliebigen Orographie. Das Verfahren enthält einen freien Parameter, der die Modifikation des vertikalen Windfeldes im Verhältnis zur Modifikation

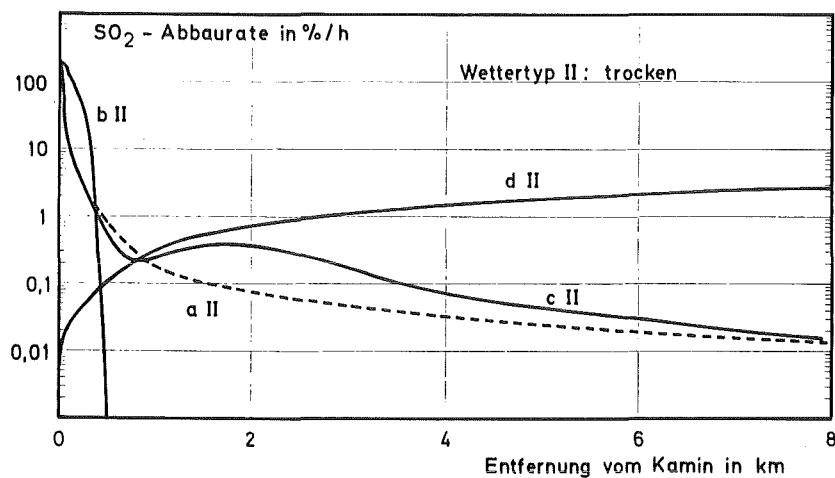
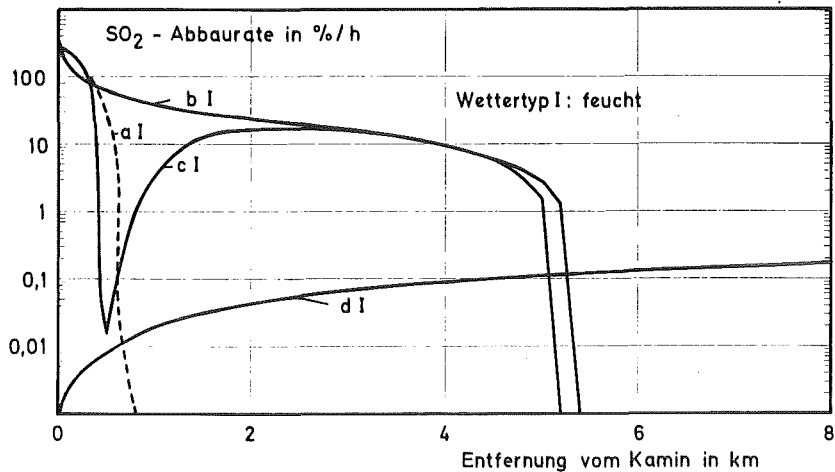


Abb. 7/12: SO₂-Abbaurrate durch heterogene (a, b und c) und homogene (d) Oxidation

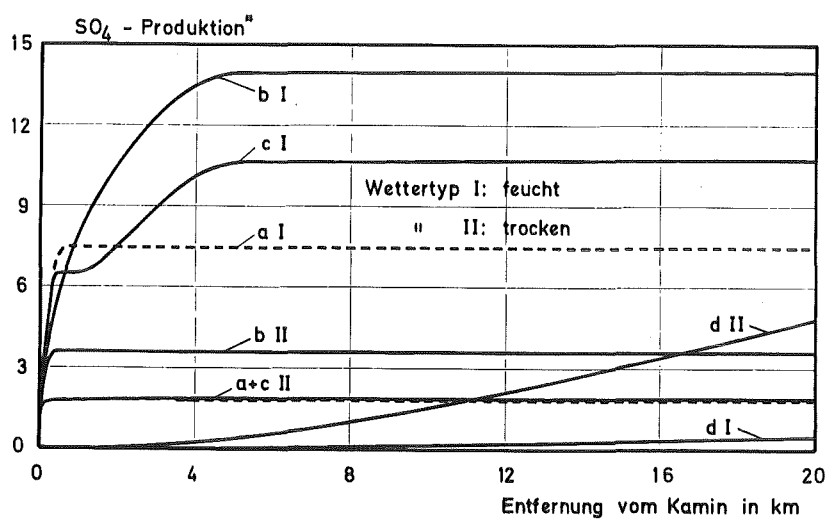


Abb. 7/13: SO₄-Produktion* durch heterogene (a, b und c) und homogene (d) Oxidation
 *bezogen auf die SO₄-Emission
 Kurve a: Kamin ohne Kühlturm
 Kurve b: Kamin im Kühlturm
 Kurve c: Kamin neben dem Kühlturm

des horizontalen Windfeldes steuert. Mit diesem Parameter läßt sich die Intensität der Vertikalgeschwindigkeit beeinflussen. Damit ist es indirekt möglich, die Abhängigkeit der Strömung von der Stabilität der Atmosphäre zu berücksichtigen. Zur Demonstration des Verfahrens wurde ein Windfeld einer Küstengegend konstruiert (s. Abb. 7/14), bei dem in den untersten Schichten der Atmosphäre Kaltluft vom Meer zum Land fließt. Dort steigt die Luft an einem Hang auf. In den oberen Schichten strömt die warme Luft zurück zum Meer. Das "Schätzfeld" (s. Abb. 7/14) wird nun mittels MAKOS in das massenkonsistente Strömungsfeld (s. Abb. 7/15), transformiert.

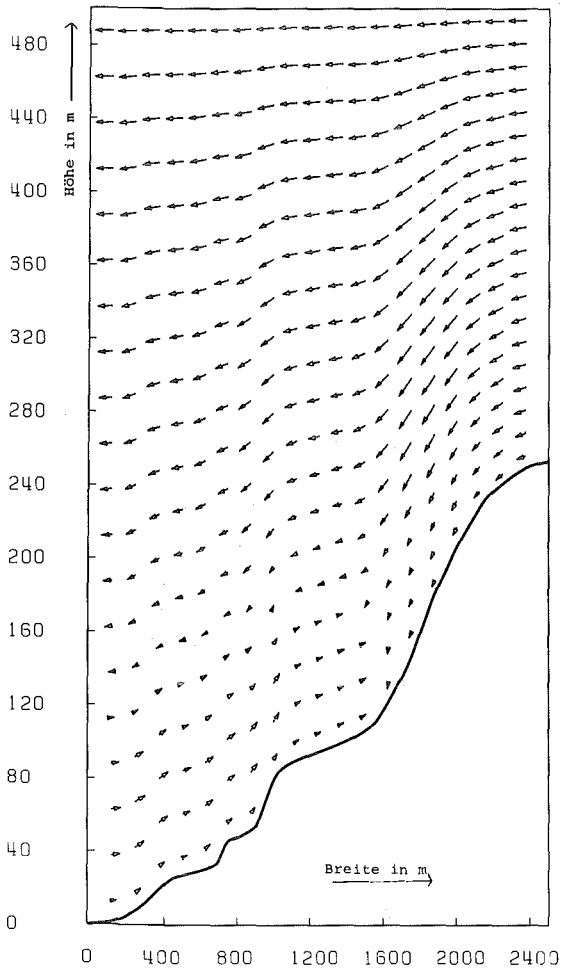


Abb. 7/14: Geschätztes Windfeld

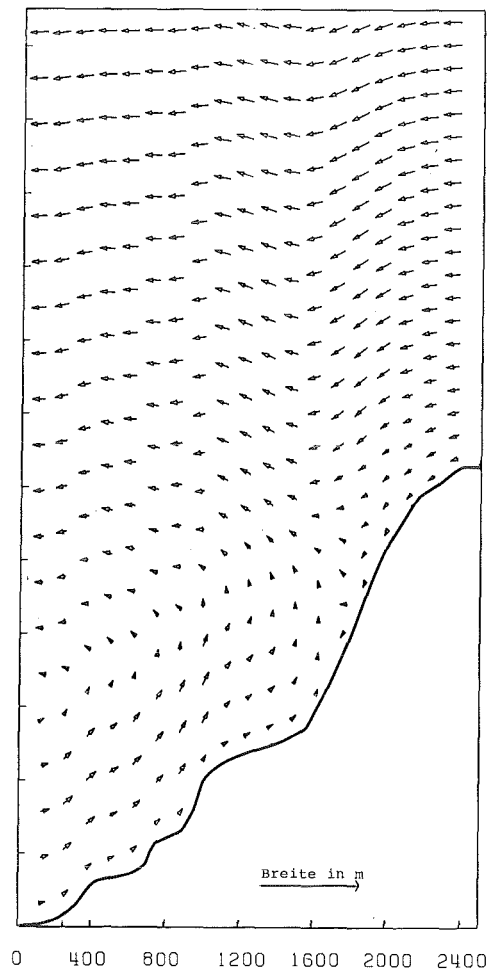


Abb.: 7/15: Massenkonsistentes Windfeld an einer Küste

7.5.3 Schadstoffpuffmodell SPALT

Das Modell SPALT (Schadstoffpuffausbreitung längs Trajektorien) simuliert die Ausbreitung einer Schadstoffwolke in einem sich ändernden Windfeld. Es wurde erweitert, um auch Änderungen der turbulenten Diffusion zu berücksichtigen. Diese wird durch die Streuungen ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) der Schadstoffverteilung in den drei Raumrichtungen beschrieben. Dabei wird

$$\sigma_x = \sigma_y$$

gesetzt.

Bei einer Änderung der Turbulenz in der Atmosphäre ändert sich auch die Streuung. Der Streuungsparameter σ (σ_v, σ_n) folgt zunächst dem Verlauf des σ_v , gültig vor dem Zeitpunkt t_1 der Änderung, sodann dem Verlauf des σ_n gültig nach diesem Zeitpunkt, wie in Abb. 7/16 schematisch dargestellt.

$$\sigma(t) = \sigma_v(t) \text{ für } t \leq t_1 \quad (7-3)$$

$$\sigma(t) = \sigma_n(t-t_1+t^*) \text{ für } t \geq t_1 \quad (7-4)$$

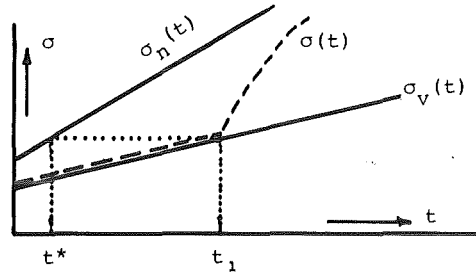


Abb. 7/16: Streuungsparameter $\sigma(t)$ bei Änderung der Turbulenz

Durch eine Programmverbesserung wurde die Rechenzeit wesentlich reduziert, so daß jetzt auch längere Wetterabläufe durchgerechnet werden können. Interessant sind Situationen, bei denen die Schadstoffe zunächst von der Quelle weg transportiert werden, um auf Grund sich ändernder Windrichtung wieder in Quellnähe zurückzukehren. Abb. 7/17 zeigt die Trajektorie (dicker Streckenzug Nr. 1) einer solchen real gemessenen 12stündigen Situation, bei der die Ausbreitungskategorie von F (gestrichelte Strecken) nach D (durchgezogene Strecken) Übergang. Die Trajektorien der folgenden elf Stunden sind dünn überlagert und numeriert. Dabei treten nennenswerte Schadstoffkonzentrationen in Bodennähe bis fünf km Entfernung nur bei Kategorie D (letzte 4 h des 12-h-Intervalls) auf. Abb. 7/18 zeigt die Konzentrationsverteilung für diesen Fall bei einer Aktivitätsfreisetzung von 10^8 Bq über einen 200 m hohen Kamin. Die durchgezogenen Kurven sind mit dem Computerprogramm SPALT berechnet. Zum Vergleich ist (gestrichelt) diejenige Konzentrationsverteilung angegeben, die sich bei geradliniger Ausbreitung ergeben würde. Dies bedeutet, daß sich alle Puffs in die Richtung bewegen, die sie zum Zeitpunkt ihres Startes innehatten. Da Einstundenmittelwerte zugrundegelegt wurden, liefert das "geradlinige" Puffmodell eine sehr unausgeglichene Verteilung, wohingegen das SPALT-Modell eine gleichmäßige Verteilung errechnet, wie es auch auf Grund der überlagerten Trajektorien (s. Abb. 7/17) zu erwarten ist.

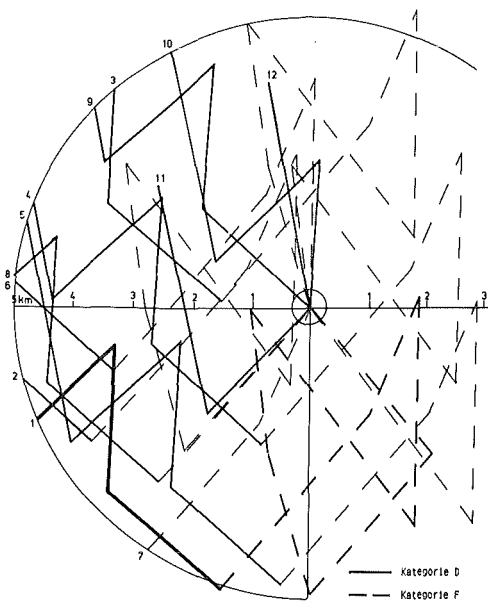


Abb. 7/17: Trajektorien einer zwölfstündigen Emission

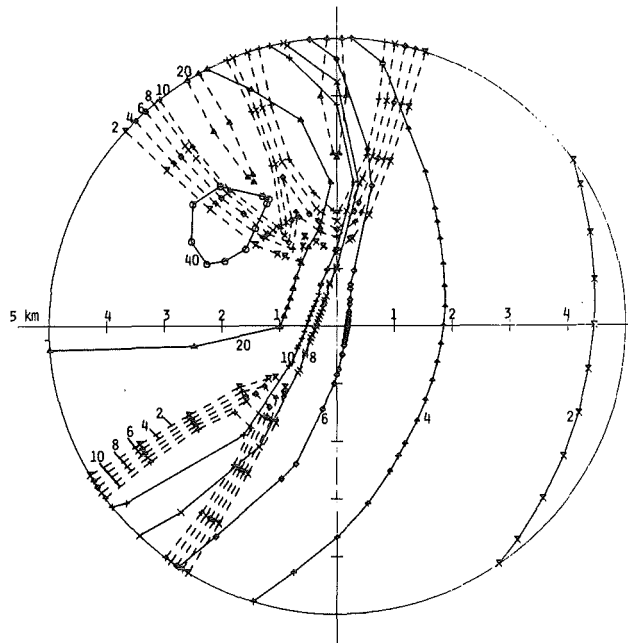


Abb. 7/18: Konzentrationsverteilung in Bq/m³

7.6 Unfallfolgenmodell der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke (DRS)

W. Hübschmann, S. Vogt, P. Wittek

7.6.1 Arbeiten im Rahmen der Phase B

7.6.1.1 Nasse Ablagerung

Das Modell der nassen Ablagerung der Aktivität auf dem Boden (Washout) lehnte sich in der Phase A der DRS eng an das der amerikanischen Reactor Safety Study, WASH 1400, an. Für die Phase B wurde ein verbessertes Auswaschmodell entwickelt, das mit Hilfe der fein aufgelösten Niederschlagsmessungen des KfK hergeleitet wurde (76). Neben einer Trennung elementaren und organischen Jods werden unterschiedliche mittlere Niederschlagsdauern in den drei Intensitätsstufen eingeführt (s. Tab. 7/7). Den Schlüsselzahlen, die der Deutsche Wetterdienst zur Charakterisierung des Niederschlages aufzeichnet, wurde jeweils eine Niederschlags-Intensitätsstufe zugeordnet. Die Washout-Konstanten wurden in weitgehender Anlehnung an in der Kerntechnik empfohlene Werte gewählt und unter Berücksichtigung der Niederschlagsverteilung (Intensität und Dauer) gemittelt. Die Anwendung dieses Washout-Modells führt zu einer Reduzierung der Zahl der Frühschäden (Mittelwert) in der Freisetzungskategorie 1 um mehr als eine Größenordnung, in der Freisetzungskategorie 2 etwa um den Faktor 1,4 jeweils bezogen auf die Ergebnisse der Phase A.

Niederschlagsintensität \dot{i} in mm/h		$\bar{\lambda}$ in 1/s	$\bar{\Delta t}$ in h
$0,02 < \dot{i} < 1,0$	Aerosol	$0,34 \cdot 10^{-4}$	0,50
	Jod, elementar	$0,42 \cdot 10^{-4}$	0,47
	Jod, organisch	$0,42 \cdot 10^{-6}$	0,56
$1,0 \leq \dot{i} < 3,0$	Aerosol	$1,17 \cdot 10^{-4}$	0,73
	Jod, elementar	$1,06 \cdot 10^{-4}$	0,73
	Jod, organisch	$1,06 \cdot 10^{-6}$	0,78
$\dot{i} \geq 3,0$	Aerosol	$3,33 \cdot 10^{-4}$	0,58
	Jod, elementar	$2,33 \cdot 10^{-4}$	0,62
	Jod, organisch	$2,33 \cdot 10^{-6}$	0,67

Tab. 7/7: Mittlerer Washout-Koeffizient $\bar{\lambda}$ und mittlere Niederschlagsdauer $\bar{\Delta t}$ im Washout-Modell der DRS, Phase B

7.6.1.2 Zur Anwendung von UFOMOD in großen Entfernungen

Das Modell der geradlinigen Ausbreitung der Schadstoffe wurde in der Phase A bis zu einer Entfernung von 500 km angewandt. Dieses Modell ist im Nahbereich bis etwa 25 km experimentell abgesichert, in dem Bereich also, in welchem mit Frühschäden zu rechnen ist. Im Fernbereich sind nur noch Spätschäden zu erwarten. Deren Umfang wird durch das atmosphärische Ausbreitungsmodell sowie die darin enthaltenen Modellparameter nur in geringem Maße beeinflusst. Dies ist im wesentlichen durch die Annahme der linearen Dosis/Risiko-Beziehung ohne Schwellenwert bedingt. Diese Annahme wird möglicherweise in Phase B geändert. Neuere Erkenntnisse lassen auf einen nichtlinearen Zusammenhang und auf das Vorhandensein von Schwellenwerten schließen. Dadurch wird es wünschenswert, die Aktivitätskonzentration in der Luft und die Bodenkontamination auch in größerer Entfernung genauer zu berechnen. Um den möglichen Einfluß auf die Ergebnisse

abzuschätzen, wurden Vergleichsrechnungen mit dem Lagrange-Modell MESOS, das für den Entfernungsbereich von 100 km bis zu einigen Tausend km konzipiert wurde, und mit dem Ausbreitungsmodell der DRS UFOMOD durchgeführt (77).

Zunächst wurde verglichen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Aufpunkt im Umkreis des Standortes der KFA Jülich von einer Schadstoff-Fahne getroffen und überstrichen wird (s. Abb. 7/19). Während in MESOS die Fahne entsprechend dem aktuellen Windfeld verlagert wird, geht UFOMOD von einer geradlinigen Ausbreitung aus. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Aufpunkt überstrichen wird, ergibt sich dann aus der Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsrichtung am Standort (dick ausgezogene Kurve). In größeren Entfernungen führt diese Annahme zu beträchtlichen Unterschieden hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einen Aufpunkt zu überstreichen, siehe die Kurven für 200 km bis 900 km.

Für das auffällige Maximum der Ausbreitungsrichtung in WNW-Richtung dürften lokal ausgeprägte Windsysteme verantwortlich sein. In allen Entfernungen zieht die Mehrzahl der Trajektorien aufgrund der vorherrschenden Wetterlagen in östliche Richtungen. Ein zweites Maximum findet man in westsüdwestlicher Richtung, hervorgerufen durch länger anhaltende kontinentale Hochdruckwetterlagen, die insbesondere im Winter und Sommer unser Wetter bestimmen. Ein interessantes Phänomen stellt dabei das Maximum in südsüdwestlicher Richtung in 750 km Entfernung von der Quelle dar. Offensichtlich werden im Bereich der Alpen viele Trajektorien mit ursprünglich südöstlicher Zugrichtung in südliche Richtungen gelenkt. Solch eine Trajektorienrose könnte bei Unfallfolgenberechnungen statt einer Windrose verwendet werden, um in größeren Entfernungen die Schadstoffverteilung realistischer wiederzugeben. Immerhin weichen die mit MESOS in größeren Entfernungen berechneten Erwartungswerte der Schadstoffkonzentration um bis zu einer Größenordnung von den mit UFOMOD berechneten Werten ab. Die möglichen Unterschiede der Anzahl der Spätschäden sind allerdings geringer.

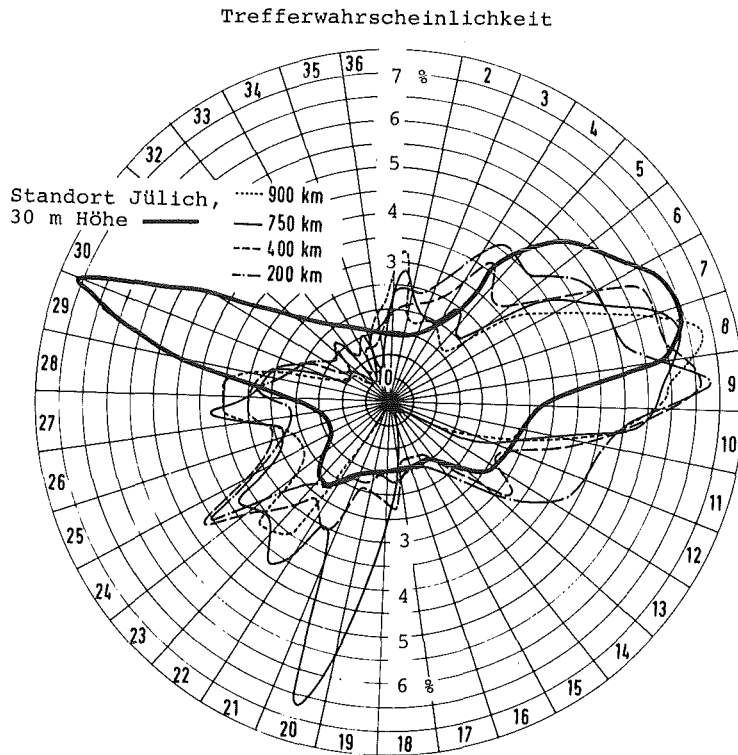


Abb. 7/19: Trefferwahrscheinlichkeit in % für Aufpunkte in verschiedenen Entfernungen von der KFA Jülich

7.6.2 Methodologie der Unfallfolgenermittlung

Im Rahmen des von der Europäischen Gemeinschaft geförderten Forschungsvorhabens "Methodology for evaluating the radiological consequences of radioactive effluents released in accidents" mit dem Arbeitstitel MARIA (Methods for Assessing the Radiological Impact of Accidents) werden folgende Projekte bilateral vom NRPB (National Radiological Protection Board, U. K.) und vom KfK (HS und INR) bearbeitet:

- 1) Atmosphärische Ausbreitung unter Berücksichtigung topographischer Effekte (KfK - HS).
- 2) Auswahlverfahren für repräsentative Abbildung des Wettergeschehens (NRPB).
- 3) Externe Strahlung von am Boden abgelagerten Nukliden (NRPB).
- 4) Radionuklidtransfer über Nahrungsketten (NRPB).
- 5) Atmosphärische Ausbreitung im Mesoskale-Bereich (KfK - HS).
- 6) Unsicherheitsanalyse (KfK - INR).

Die Aufgabe des Projektes 1 ist darin zu sehen, die Einbeziehung topographischer Effekte in ein für Risikostudien geeignetes Ausbreitungsmodell zu fördern. Dazu wurde an Hand der topographischen Höhendaten der Datenbank "Topographie" der Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft, Ottobrunn, eine Klassifizierung der Orographie der Standorte kerntechnischer Anlagen auf der Basis von kumulativen Häufigkeitsverteilungen der Steigungswinkel vorgenommen. Die untersuchten Standorte können in folgenden Klassen zusammengefaßt werden:

- flaches Gelände ohne nennenswerte Erhebungen (z. B. Stade),
- flaches Gelände mit Höhenzügen (z. B. Philippsburg (s. Abb. 7/20)),
- gebirgiges Gelände (z. B. Mülheim-Kärlich).

Diese objektive Einteilung ermöglicht die Zuordnung z. B. von Ausbreitungsparametern, die an einem Standort bestimmter orographischer Struktur ermittelt sind, zu anderen Standorten ähnlicher Struktur.

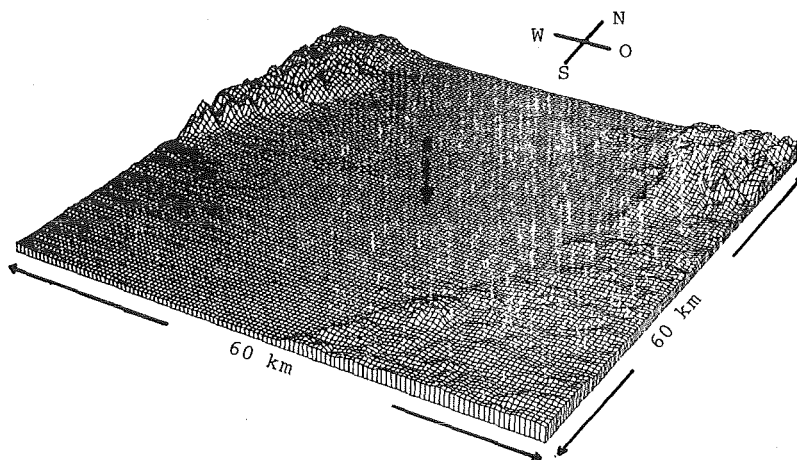


Abb. 7/20: Orographische Struktur des Standortes Philippsburg

7.7 Strahlenexposition in der Umgebung des KfK

M. Bär, S. Honcú, W. Hübschmann

7.7.1 Berechnungsgrundlagen

Im Jahr 1983 wurde erstmals - entsprechend den revidierten "Grundsätzen für die Ableitung radioaktiver Stoffe in die Luft aus dem KfK" vom Mai 1983 - anstatt der Ganzkörperdosis die effektive Äquivalentdosis (kurz: Effektivdosis) abgeschätzt. (Dosis und Dosisleistung bedeutet im folgenden Text stets Äquivalentdosis und Äquivalentdosisleistung.) Die Berechnung der Organdosen folgt der "Allgemeinen Berechnungsgrundlage für die Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder in Oberflächengewässer" des BMI, Gemeinsames Ministerialblatt, Ausgabe A, 30, 369 (1979) und 33, 735 (1982). Von den dort beschriebenen Verfahren und Parametern wird in folgenden Punkten abgewichen:

- Es werden die durch Experimente des KfK ermittelten Ausbreitungsparameter σ_y und σ_z verwendet.
- Bei der Berechnung des Langzeitausbreitungsfaktors wird eine azimutale Gleichverteilung nicht der Aktivitätskonzentration - wie vom BMI empfohlen - sondern der Windrichtung über jeden Sektor angenommen. Das ist sachlich richtiger und vermeidet Sprünge an den Sektor-grenzen.
- Es werden die dem Stand der Wissenschaft entsprechenden Dosisfaktoren aus ICRP 30 sowie von D. C. Kocher und anderen neueren Quellen verwendet (s. Kap. 7.7.1.2).
- Die Einzelorgan- bzw. Teilkörperdosen werden nach ICRP 26 gewichtet und für jeden Expositionspfad zu einer Effektivdosis zusammengefaßt. Dazu ist es erforderlich, jeweils 20 einzelne Organ- bzw. Teilkörperdosen zu berechnen. Diese Rechenoperationen leistet das Programm EFFDOS (s. KfK 3631).
- Zeitlich ungleichmäßige Emissionen werden durch Einsetzen einer fiktiven, erhöhten Jahres-emission berücksichtigt (s. Kap. 7.7.2).

7.7.1.1 Meteorologische Parameter

Die für die Ausbreitungsrechnung benötigten meteorologischen Parameter werden am 200 m hohen Meßturm gemessen. Für die Berechnung der Strahlenexposition im Vorjahr (Diagnose) werden die aktuellen meteorologischen Meßwerte des Vorjahres verwendet. Für die Vorausberechnung der Strahlenexposition im Folgejahr (Prognose) wird die vierparametrische meteorologische Statistik der Jahre 1972 bis 1982 (s. KfK 3477) zugrunde gelegt. Die Ausbreitungsparameter σ_y und σ_z entsprechen den Ergebnissen der Ausbreitungsversuche im KfK mit Emissionshöhen von 60 m und 100 m (s. KfK 2775).

7.7.1.2 Dosisfaktoren

Die zur Berechnung der Organ- und der effektiven Äquivalentdosen durch Inhalation und In-gestion benötigten Dosisfaktoren wurden vom Bundesgesundheitsamt, Neuherberg zur Verfügung gestellt. Sie entsprechen bis auf wenige Ausnahmen den in ICRP 30 publizierten Dosisfaktoren. Da neben der Kenntnis der zu emittierenden Radionuklide gleichzeitig deren chemischen Spezies

zur Auswahl der Inhalations- und Ingestionsklassen bekannt sein muß, wurden diese entsprechend den Angaben der Tab. 2 in KfK 3664 (Jan. 1984) festgelegt. Die Organ- und effektive Äquivalentdosis durch den Expositionspfad "γ-Strahlung über kontaminiertem Boden" wurden mit Hilfe der von D. C. Kocher veröffentlichten Dosis-Konversionsfaktoren (Health Phys. 38, 543 (1980)) bestimmt, wobei Dosisbeiträge durch Tochternuklide mitberücksichtigt wurden. Organ- und Effektivdosisfaktoren für den Expositionspfad "γ-Strahlung aus der radioaktiven Abluftfahne" wurden für die wenigen relevanten Nuklide auf Grund neuerer Literatur berechnet. Organ- und Effektivdosisfaktoren für die wichtigsten Nuklide bzw. Nuklidgruppen sind in Tab. 7/8 aufgelistet.

Expositionspfad	Organ	Nuklidgruppe bzw. Nuklid	chemische Verbindung	Dosisfaktor in $\frac{\text{Sv m}^3}{\text{Bq s}}$	γ-Dosisfaktor in $\frac{\text{Sv m}^2}{\text{Bq s}}$	
γ-Submersion	effektiv	Ar-41	-	-	$27,0 \cdot 10^{-18}$	
		Xe-133	-	-		$1,1 \cdot 10^{-18}$
γ-Bodenstrahlung*	effektiv	β-lang alt	-	$146 \cdot 10^{-12}$		
		β-lang frisch	-	$4,9 \cdot 10^{-12}$		
Inhalation	effektiv	α-lang alt	Nitrate oder leicht lösliche Verbindung	$2,45 \cdot 10^{-8}$		
						β-kurz alt
		β-kurz frisch	Oxide	$0,21 \cdot 10^{-12}$		
		β-lang alt	"	$11,3 \cdot 10^{-12}$		
		β-lang frisch	"	$3,9 \cdot 10^{-12}$		
		Lunge	α-lang alt	"		$4,12 \cdot 10^{-8}$
			β-lang alt	"		$79,3 \cdot 10^{-12}$
			β-lang frisch	"		$23,5 \cdot 10^{-12}$
		rotes Knochenmark	α-lang alt	Nitrate oder leicht lösliche Verbindung		$3,42 \cdot 10^{-8}$
			β-lang alt	"		$3,5 \cdot 10^{-12}$
			β-lang frisch	Oxide		$1,4 \cdot 10^{-12}$
		Knochenoberfläche	α-lang alt	Nitrate oder leicht lösliche Verbindung		$42,9 \cdot 10^{-8}$
			β-lang alt	"		$8,6 \cdot 10^{-12}$
			β-lang frisch	"		$36,1 \cdot 10^{-12}$
Ingestion*	effektiv	α-lang alt	"	$0,22 \cdot 10^{-8}$		
		β-kurz alt	"	$0,08 \cdot 10^{-12}$		
		β-kurz frisch	Oxide	$0,23 \cdot 10^{-12}$		
		β-lang alt	Nitrate oder leicht lösliche Verbindung	$480 \cdot 10^{-12}$		
		β-lang frisch	Oxide	$43 \cdot 10^{-12}$		
		Schilddrüse Kleinkind	I-131	elementar	$7,11 \cdot 10^{-8}$	

*nur der zur trockenen Ablagerung der Aktivität auf Boden und Pflanze gehörige Anteil des Dosisfaktors.

Tab. 7/8: Organ- und Effektivdosisfaktoren

7.7.1.3 Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide

Im Abluftplan 1984 des KfK sind folgende Nuklidgruppen unterschieden ($T_{1/2}$ = Halbwertszeit):

α-kurz ($A_{\alpha K}$) alpha-aktive Aerosole mit $T_{1/2} < 8$ d

α-lang ($A_{\alpha L}$) alpha-aktive Aerosole mit $T_{1/2} \geq 8$ d

β -kurz ($A_{\beta K}$)	beta-aktive Aerosole mit $T_{1/2} < 8$ d
β -lang ($A_{\beta L}$)	beta-aktive Aerosole mit $T_{1/2} \geq 8$ d
E	radioaktive Edelgase
G_K	kurzlebige aktivierte Gase
I	radioaktives Iod (I-131-Äquivalent).

Im folgenden wird auf die Nuklidzusammensetzung der einzelnen Gruppen eingegangen.

- α -kurz

Die Emission von kurzlebigen α -aktiven-Aerosolen ist nur für KTB/IT, KTB/HZ, TEKO und WAK geplant. Bei KTB/IT und KTB/HZ werden diese Emissionen konservativerweise der Gruppe α -lang zugeschlagen. Bei TEKO wird die Emission von Rn-222, bei der WAK die Emission von Rn-220 unterstellt.

- α -lang

Filteranalysen zeigen, daß unter den von den Instituten abgegebenen Nukliden das Pu-239 als Leitnuklid gelten kann. Es wurde daher bei allen Emittenten - mit Ausnahme der HDB, der WAK, des IKVT und des IMF I - angenommen, daß die Aktivität als Pu-239 abgegeben wird. Für IKVT und IMF I wurde die Emission von U-238 und für die WAK und HDB die Emission eines α -aktiven Kernbrennstoffes (" α -lang alt", Abbrand 34000 MWD/t, Kühlzeit 3 Jahre) angenommen. Das zugehörige Nuklidgemisch wurde KfK 1945 entnommen.

- β -kurz

Für die meisten Institute und Reaktoren wird der kurzlebige Anteil eines β -aktiven Spaltproduktgemisches ohne Kühlzeit angenommen (s. WASH 1400, " β -kurz frisch"). Für die folgenden Institute wird das angegebene Leitnuklid eingesetzt.

<u>Institut</u>	<u>Gebäude-Nr.</u>	<u>Leitnuklid</u>
IRCh	321a	Mo-99
IK III/Zyklotron	351	Cl-38
LIT	403/404	Na-24

Für IRCh/321 und KTB/IT wird die Aktivität der Gruppe β -kurz derjenigen der Gruppe β -lang zugeschlagen. Für die WAK wird die Zusammensetzung kurzlebiger Zerfallsprodukte eines Spaltproduktgemisches aus KfK 1945 übernommen (" β -kurz alt", Abbrand des Brennstoffes 34 000 MWD/t, Kühlzeit 3 Jahre).

- β -lang

Die Nuklide sind meist Spaltprodukte, deren Alter die Zusammensetzung bestimmt. Für die Reaktoren und Institute - mit Ausnahme des IK III/Zyklotron (hier ist Be-7 das Leitnuklid) - wurde der längerlebige Anteil eines frischen Spaltproduktgemisches ohne Kühlzeit (ohne Berücksichtigung des Sr-Anteils) angenommen (" β -lang frisch", s. WASH 1400). Für die WAK und HDB wurde die Zusammensetzung des Spaltproduktgemisches aus KfK 1945 übernommen (" β -lang alt", Brennstoff-Eigenschaften wie oben). Zusätzlich werden für alle Emittenten - mit Ausnahme des IK III/Zyklotron - 10 % der Emissionsrate der Gruppe β -lang als Sr-90 angenommen. Weitere 10 % werden bei WAK, der HDB-Verbrennungsanlage, IRCh und TU als Pu-241 berücksichtigt.

- E und G_K

Leitnuklid beider Nuklidgruppen ist für den MZFR Xe-133, für die WAK Kr-85, für alle anderen Reaktoren und Institute Ar-41.

- Radioaktives Iod

Das Alter der Spaltprodukte bestimmt das radiologisch überwiegende Isotop. In der WAK werden z. B. so alte Brennelemente aufgearbeitet, daß dort das Nuklid I-129 dominiert. Da nicht die Aktivität, sondern die Dosis in der Umgebung begrenzt werden soll, wird im Abluftplan die Iod-Emission als Iod-131-Äquivalent angegeben. Dieses erzeugt bei einem Kleinkind durch Ingestion über den Luft-Weide-Kuh-Milch-Pfad jeweils die gleiche Schilddrüsendosis unabhängig vom emittierten Iodisotop. Zur Berechnung der zulässigen Abgabe eines bestimmten Iodnuklids aus dem Iod-131-Äquivalent (s. Kap. 5.1.1).

- Emission von KKP I und KKP II

Für die Nuklidgruppe E wird Xe-133 als Leitnuklid angenommen; für die Gruppen α -lang und β -lang wird bei KKP I ein Siedewasserreaktor-Aerosolgemisch, bei KKP II ein Druckwasserreaktor-Aerosolgemisch entsprechend der Empfehlung des BMI angenommen.

7.7.1.4 Dosisberechnungsverfahren

β -Submersions-, Inhalations- und Ingestionsdosen werden als proportional zur Aktivitätskonzentration in der Nähe des Aufpunktes angenommen. Das Berechnungsverfahren für diese Dosen bzw. -Dosisleistungen ist daher einheitlich. Das Rechenprogramm ISOLA III (KfK 2698) berechnet und zeichnet die Isolinien für gegebene Dosisleistungen.

Wegen der geringen Schwächung der γ -Strahlung in Luft kann das obige Verfahren für die Berechnung der γ -Submersionsdosis nicht angewendet werden. Hier muß für jeden Aufpunkt die γ -Dosis als Summe der Dosisbeiträge der im Raum verteilten γ -Aktivität berechnet werden. Das Verfahren zur Berechnung der γ -Dosis langzeitiger radioaktiver Emissionen in die Atmosphäre ist in KfK 2172 beschrieben. Das FORTRAN-IV-Rechenprogramm WOLGA 1 (s. KfK 2189) berechnet die γ -Dosis an Aufpunkten in der Umgebung eines oder mehrerer Emittenten als Summe der Dosisbeiträge der Aktivität im Raum; es berechnet und zeichnet die Isolinien für gegebene Dosisleistung.

Bei den berechneten externen γ - und β -Strahlendosen handelt es sich um Ortsdosen, die am Aufpunkt mit einem Strahlenmeßgerät als zusätzliche Dosis - zusätzlich zur natürlichen Strahlung an diesem Ort - gemessen worden wären. Zur Ermittlung der Personendosis müßte demgegenüber berücksichtigt werden, daß sich eine Person nicht die ganze Zeit am selben Ort aufhält (das gilt auch für die Inhalationsdosis) und daß Gebäude und Kleidung die Strahlung teilweise abschirmen. Die berechneten Schilddrüsendosen können nur dann entstehen, wenn an dem betreffenden Ort Weidewirtschaft mit Kühen betrieben wird und die Milch dieser Kühe unvermischt von Kleinkindern, z. B. in einer der benachbarten Ortschaften, kurz nach der Produktion konsumiert wird. Ähnliche Annahmen gelten für die berechneten Ingestionsdosen.

7.7.2 Vorausgeschätzte Strahlenexposition auf Grund des Abluftplanes 1984

Tab. 7/9 enthält die gemäß Abluftplan 1984, Fassung vom Februar 1984, gemeldeten Emissionen. Allerdings wurde der Abluftplan 1984 wegen noch ungeklärter Fragen im Zusammenhang mit der

Nr.	Emittent	Gebäude Nr.	Kamin H in m	α		β		E TBq	G _k TBq	HTO TBq	I _{elem.} MBq	C-14 GBq
				kurz MBq	lang MBq	kurz GBq	lang GBq					
1	HS	123	15	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-
2a	IRCh	321	16	-	0,17	0	0,092	4	-	1,8	10	-
2b	"	321a	15	-	0,037	2	0,19	40	-	0,037	380	-
2c	"	341	15	-	0,16	0,1	0,092	0,38	-	5,6	10	-
3	BFE	324/5	12,5	-	-	-	0	-	0	0	-	0,11
4a	Zyklotron	351	36	-	-	150	1,5	0	33	-	3,7	-
4b	"	"	15	-	-	150	1,5	0	33	-	3,7	-
4c	"	"	11	-	-	-	-	-	-	-	3,7	-
5	LIT	403/4	10	-	-	1	0,1	0	-	0	-	1
6	LAF II	415	8	-	-	-	-	-	-	-	15,2	-
7	INR	423	5	-	-	-	-	0	0,009	0,2	-	0
8	INFP)	424/5/6	10	-	-	-	-	0,3	0,3	0,2	-	-
)	434										
9	SNEAK	452	50	-	7	-	3	7	-	-	50	-
10	HDB-Betr.	534	8	-	0,37	-	0,37	-	-	0,037	-	-
11	" -Verbr.Anl.	536	70	-	70	-	15	-	-	30	370	700
12	" -Rep.	543	8	-	0	-	0,002	-	-	0,01	0	-
13	" -Deko)	545/55	19	-	2	-	1	-	-	5	150	90
14	flüssig)											
15	" -Ger.-)	547/8	15	-	1,9	-	0,401	-	-	2	10	-
16	Deko)											
17a	INE)											
17b	INE	712	60	-	30	-	0,3	-	-	0	-	-
18	IMF III	573/4	5	-	1	-	-	-	-	0,7	-	-
19a	FR-2	607/8	99	-	1	-	0,1	3	-	5	30	-
19b	"	615	3	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
19c	KTB/IT	601/5	22	0	0,8	0	0,003	0	0	0	4	-
20	TEKO	630	22,6	30	0,3	0,04	0	-	-	-	-	-
21	IMF I	681	9	-	0,59	-	-	-	-	-	-	-
23	KTB/HZ	701	60	2	30	-	10	37	-	0,4	300	-
25a	IHCh	721/4/6	60	-	37	-	3,7	37	-	0,37	370	3,7
25b	"	725	10	-	0,37	-	0,37	1,5	-	0	3,7	0,4
26	KNK	741	99	-	11	-	5,6	150	-	-	370	-
27	TU	806	50	-	1	-	0,3	2	-	-	70	-
28	MZFR	901	99,5	-	10	-	5,6	100	-	100	1900	900
29	WAK	1501	60	2000	370	37	37	9300	-	37	1000	370
	KKP I u. II		100/150	-	-	-	74	4070	-	-	29,6	-

- keine Emission.
0 Beitrag zur Nuklidgruppe < 0,1 %.

Tab. 7/9: Emission im Bereich des KfK laut Abluftplan 1984

Novellierung der Strahlenschutzverordnung von der zuständigen Genehmigungsbehörde noch nicht in Kraft gesetzt; gültig ist zur Zeit (Februar 1984) der Abluftplan 1983. Der Abluftplan 1984 wurde entsprechend den revidierten "Grundsätzen für die Ableitung radioaktiver Stoffe in die Luft aus dem KfK" vom Mai 1983 von HS/R erstellt. Dabei wurde insbesondere eine Neudefinition der Nuklidgruppen notwendig (s. Kap. 7.7.1). Zu bemerken ist, daß der Sr-90-Anteil der Nuklidgruppe β-lang auf 10 % beschränkt ist. Auch die Pu-241-Emission der WAK, der HDB-Verbrennungsanlage, des IHCh und des TU wurde auf 10 % der in Nuklidgruppe β-lang zugelassenen Aktivitätswerte beschränkt. Tritium wurde nur, soweit es als HTO abgegeben wird, in Tab. 7/9 aufgenommen (kein HT). In der Gruppe Iod-Äquivalent ist organisches Iod mit 0,01 gewichtet und mit elementarem Iod zusammengefaßt.

Die Berechnung der Dosen basiert auf konstanter Emissionsrate. Eine kontinuierliche Emission über das ganze Jahr entspricht meist nicht dem tatsächlichen Emissionsverlauf. Um einer diskontinuierlichen Emission Rechnung zu tragen, wurde folgendermaßen verfahren: Im Abluftplan ist neben der zulässigen Jahres- die zulässige Wochenemission angegeben. Beträgt diese bis zu 1/50 der Jahresemission, wird die Emission als kontinuierlich angenommen. Wird diese Grenze nicht eingehalten, dann müßte ein erhöhter Ausbreitungsfaktor für nichtkontinuierliche Emission angewendet werden. Stattdessen wird mit einer erhöhten fiktiven Jahresemission gerechnet. Diese ist gleich der 50fachen Wochenemission, aber nicht höher als der dreifache Jahresemissionswert. Ist kein Wochenwert angegeben, so ist die fiktive Jahresemission gleich dem dreifachen Jahresemissionswert. Eine Ausnahme bildet die WAK, sie muß etwa 200 Tage pro Jahr in

Betrieb sein, um die Jahresemission an radioaktiven Stoffen ausschöpfen zu können und wird deshalb als gleichmäßiger Emittent angesehen.

Die Abbn. 7/21 bis 7/28 zeigen die Isodosenlinien der wichtigeren Strahlendosen in der Umgebung des KfK. Die effektive γ -Submersionsdosis (Abbn. 7/21) und die Inhalationsdosen (Abbn. 7/22 und 7/23) sind jeweils unter der Annahme des ständigen Aufenthaltes eines gegenüber der Strahlung ungeschützten Menschen am jeweiligen Aufpunkt errechnet. Zur Berechnung der Schilddrüsen-Ingestionsdosis (Abbn. 7/24) wird angenommen, daß am jeweiligen Aufpunkt Milchwirtschaft mit Kühen betrieben und die erzeugte Milch unvermischt kurze Zeit nach der Produktion zur Ernährung eines Kleinkindes verwendet wird, auch wenn sich an diesem Ort keine Weide, sondern z. B. Wald befindet. In ähnlicher Weise wird zur Errechnung der übrigen Ingestionsdosen (Abbn. 7/25 bis 7/28) angenommen, daß am betreffenden Aufpunkt Gemüse usw. angebaut und von einer Person in einer der umliegenden Ortschaften verzehrt wird. Die Strahlendosen in den umliegenden Ortschaften sowie die jeweiligen Maxima der einzelnen Expositionspfade sind in Tab. 7/10 enthalten.

Expositionspfad Organ	Inhalation*				Ingestion*					Submersion		γ -Bodenstrahlung effektiv $\mu\text{Sv/a}$
	Lunge $\mu\text{Sv/a}$	Knochen- ober- fläche $\mu\text{Sv/a}$	rotes Knochen- mark $\mu\text{Sv/a}$	effektiv $\mu\text{Sv/a}$	Knochen- ober- fläche $\mu\text{Sv/a}$	rotes Knochen- mark $\mu\text{Sv/a}$	unterer Dick- darm $\mu\text{Sv/a}$	Schild- drüse Klein- kind $\mu\text{Sv/a}$	effektiv $\mu\text{Sv/a}$	γ -Sub- mersion effektiv $\mu\text{Sv/a}$	β -Sub- mersion Haut $\mu\text{Sv/a}$	
O r t												
Graben	2,0	36,2	3,1	2,3	33,1	18,1	24,6	59,5	10,7	1,6	13	1,7
Neudorf	1,5	25,9	2,3	1,7	24,3	13,4	17,9	45,4	7,8	1,1	10	1,3
Friedrichstal	2,4	34,6	3,1	2,1	36,5	20,2	25,9	72,8	11,1	2,3	11	1,6
Spöck	1,4	20,5	1,8	1,3	21,7	12,0	15,2	41,6	6,5	0,8	7	1,0
Neuthard	1,6	24,6	2,2	1,6	25,6	14,0	17,9	45,3	7,8	1,2	9	1,3
Karlsdorf	1,1	17,8	1,6	1,1	18,9	10,3	13,1	33,2	5,7	0,8	6	1,0
Staffort	0,9	12,9	1,2	0,7	13,4	7,4	9,5	27,5	3,8	0,6	4	0,7
Blankenloch	0,9	13,1	1,2	0,7	13,1	7,3	9,5	27,7	3,6	0,5	4	0,6
Hagsfeld	0,6	9,3	0,9	0,6	9,3	5,2	6,8	19,5	2,7	0,5	3	0,5
Karlsruhe Markt	0,6	8,5	0,8	0,5	8,4	4,7	6,2	18,2	2,6	0,3	3	0,5
Neureut	1,2	17,5	1,6	1,1	16,4	9,3	12,7	36,0	5,4	0,7	6	0,8
Eggenstein	2,9	40,0	3,5	2,6	37,4	21,4	29,7	85,0	13,0	3,5	13	1,5
Leopoldshafen	3,6	62,9	5,5	3,9	51,4	29,0	42,9	109,3	17,6	3,5	23	2,2
Linkenheim	2,2	41,3	3,6	2,3	34,3	19,1	28,1	73,4	10,7	1,9	14	1,5
Hochstetten	1,7	31,1	2,7	1,8	25,7	14,3	20,9	55,5	8,1	1,2	11	1,2
Liedolsheim	1,1	18,8	1,7	1,1	15,8	8,8	12,7	39,4	5,1	0,7	7	0,9
Rußheim	0,8	13,0	1,2	0,8	11,4	6,4	9,0	35,9	3,9	0,5	5	0,9
Leimersheim	1,0	17,2	1,5	1,0	14,5	8,2	11,7	34,3	4,7	0,7	6	0,8
Nordtor	12,2	254	21,9	18,5	253	136	188	370	83,7	16,7	120	14,1
Südtor	10,5	117	11,2	8,2	151	87,5	110	660	53,7	12,2	56	4,7
Maximale Dosis außerhalb des KfK	19,6	300	26,4	19,6	353	199	270	806	118	31,3	120	14,1
Koordinaten des Dosismaximums**												
x in m	200	520	200	200	200	200	-565	-565	200	200	520	520
y in m	750	1480	750	750	750	750	0	0	750	750	1480	1480

*Über 50 Jahre integrierte Folgedosen.

**Koordinatenuersprung ist der FR-2-Kamin.

Tab. 7/10: Ortsdosen in der Umgebung des KfK, abgeschätzt auf der Basis des Abluftplanes 1984 (Stand Februar 1984)

Die direkte Effektivdosis (Summe der externen und der Inhalationsdosis) erreicht 65 $\mu\text{Sv/a}$, die Schilddrüsendosis eines Kleinkindes durch Iod-Ingestion 806 $\mu\text{Sv/a}$, jeweils am Zaun des KfK. Damit werden die beiden Grenzwerte von 300 $\mu\text{Sv/a}$ Effektivdosis sowie 900 $\mu\text{Sv/a}$ Schilddrüsendosis durch Iod-Ingestion unterschritten. (Dabei ist unterstellt, daß der Grenzwert der Effektivdosis gleich dem bisherigen Grenzwert der Ganzkörperdosis, nämlich 300 $\mu\text{Sv/a}$, ist.) In beiden Fällen handelt es sich um fiktive Dosen, da sich an diesen Stellen nicht ständig eine Person aufhält bzw. keine Milchwirtschaft betrieben wird.



Abb. 7/21: Effektivdosis durch γ -Submersion, Prognose 1984

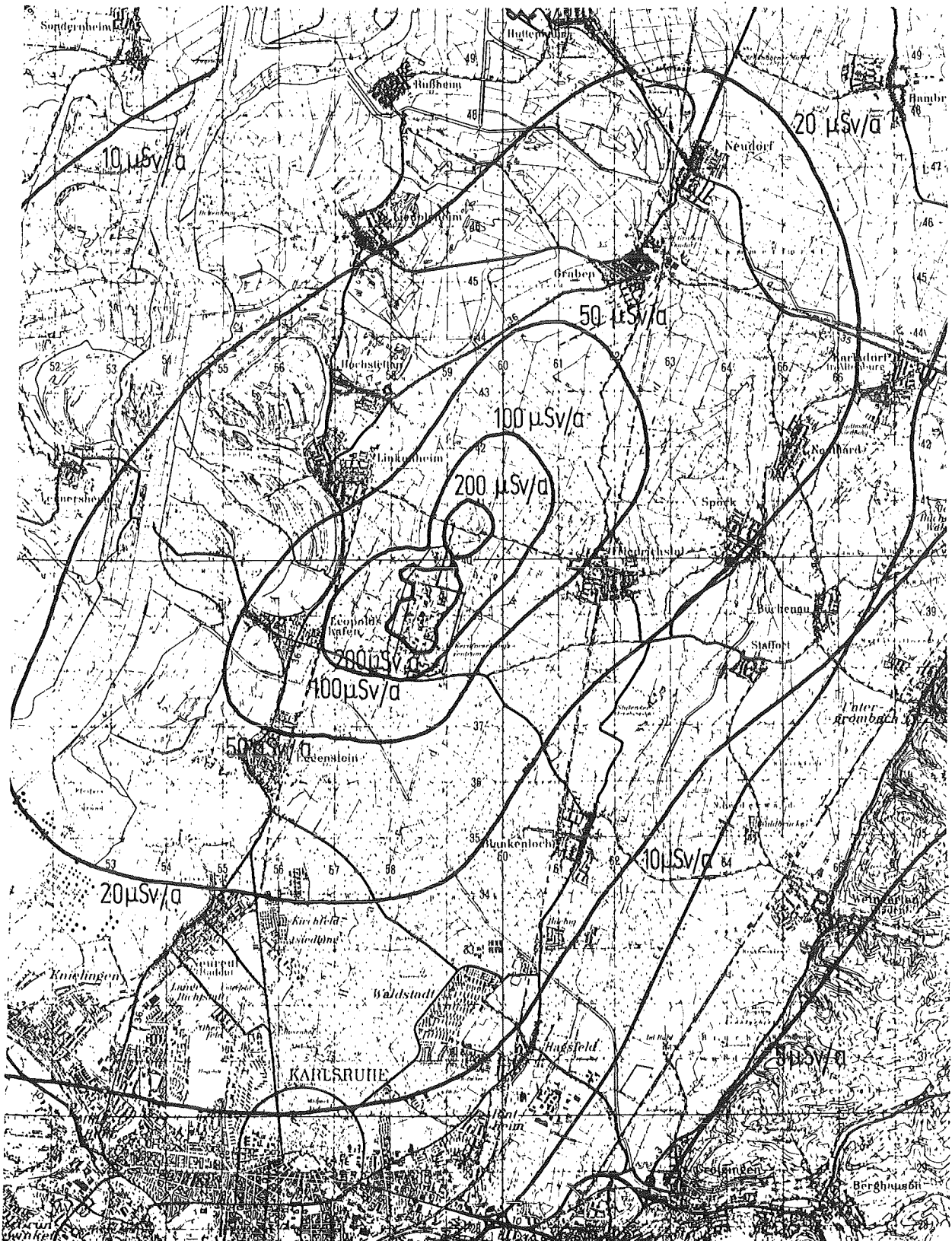


Abb. 7/22: Knochenoberflächendosis durch Inhalation, Prognose 1984



Abb. 7/23: Effektivdosis durch Inhalation, Prognose 1984



Abb. 7/24: Schilddrüsensendosis durch Iod-Ingestion (Kleinkind), Prognose 1984

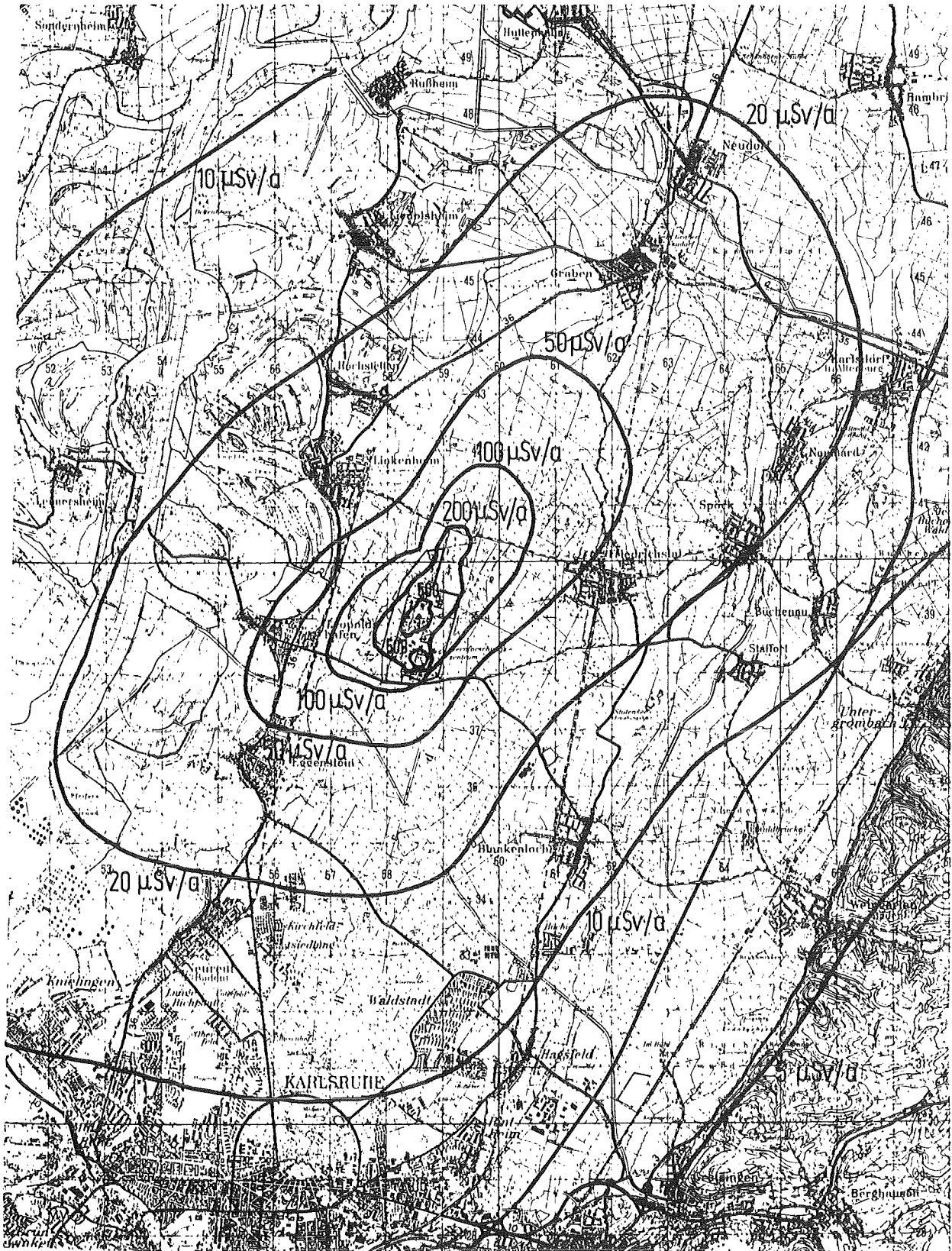


Abb. 7/25: Knochenoberflächendosis durch Ingestion, Prognose 1984

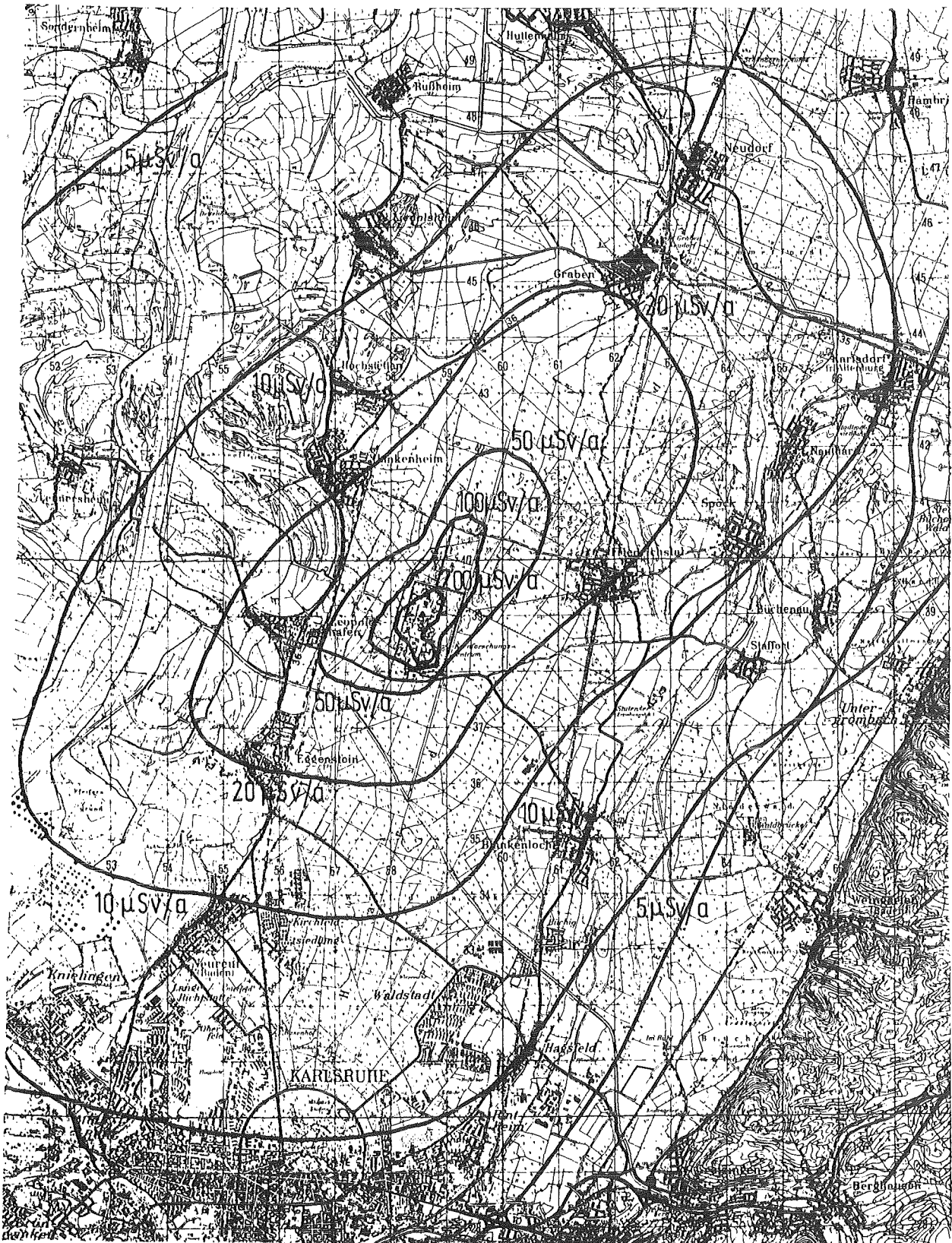


Abb. 7/26: Dosis des roten Knochenmarks durch Ingestion, Prognose 1984



Abb. 7/27: Dosis des unteren Dickdarms durch Ingestion, Prognose 1984



Abb. 7/28: Effektivdosis durch Ingestion, Prognose 1984

Auch unter Berücksichtigung der übrigen Ingestionspfade werden die genannten Dosisgrenzwerte nicht überschritten: Dazu wird zu der höchsten tatsächlich zu erwartenden direkten Effektivdosis (in Leopoldshafen sind (3,5 + 2,2 + 3,9) $\mu\text{Sv/a}$ = 9,6 $\mu\text{Sv/a}$ zu erwarten) die höchste in der Umgebung zu erwartende effektive Ingestionsdosis addiert. Konservativerweise wird dafür das fiktive Dosismaximum (118 $\mu\text{Sv/a}$) gewählt. Die gesuchte Effektivdosis unter Berücksichtigung des Ingestionspfades ist daher in Leopoldshafen (ungünstigster Ort) kleiner als 128 $\mu\text{Sv/a}$. Die mittlere γ -Submersionsdosis (Effektivdosis) der Bevölkerung in der Umgebung des KfK beträgt pro Jahr

$$\bar{D} = \frac{\sum_i P_i D_i}{\sum_i P_i} = \begin{matrix} 3,2 \mu\text{Sv im Umkreis von 3 km,} \\ 0,36 \mu\text{Sv im Umkreis von 20 km.} \end{matrix}$$

Hier ist P_i die Einwohnerzahl und D_i die errechnete γ -Effektivdosis des Ortes i .

7.7.3 Strahlenexposition durch die im Jahre 1983 mit der Abluft abgeleitete Aktivität

Die Tab. 7/11 enthält die im Jahre 1983 auf dem Gelände des KfK mit der Abluft abgegebene Aktivität. Die Zahlen entsprechen den Messungen im Rahmen der Abluftüberwachung. In Tab. 7/11 wurden nur diejenigen Emittenten berücksichtigt, die zu mehr als 5 % zur Gesamtemission eines Nuklides bzw. einer Nuklidgruppe beigetragen haben. Bei den in Gruppe β -lang bilanzierten Radionukliden der Emittenten HDB-Deko, Geb.-Nr. 545/555 und KTB/HZ handelt es sich zu über 95 % um Te-125 m (s. Kap. 5.1.1). Soweit eine Aufschlüsselung der Einzelnuklide für diese beiden Emittenten vorlag, wurden diese in der Diagnose-Rechnung berücksichtigt.

Emittent ¹⁾	Gebäude Nr.	Emissionshöhe m	α -lang MBq	β -lang GBq	E + G _K TBq	Kr-85 TBq	H-3 TBq	C-14 GBq	Sr-90 ²⁾ MBq	Pu-241 ²⁾ MBq	I-131-Äquivalent-elementar MBq
IRCh	321a	15			2,7						2,4
IRCh	341	15									3,5
Zyklotron	351	36			5,2						
"	351	15			0,13						
LAF II	415	8									3,5
SNEAK	452	50									5,2
HDB-Verbr.Anl.	536	70	15	5,4			1,1		(540)	(540)	19
HDB-Deko-flüss.	545/555	19		0,17			0,15				55
HDB-Ger.Deko	548	15									7,8
FR-2	607/8	99					1,2				
KTB/HZ	701	60		0,19	0,95						16
IHCh	721/4/6	60			2,3						64
IHCh	725	10									9,4
KNK	741	99			1,5						
MZFR	901	99,5			27,5		51	50			50,5
WAK	1501	60	38	1,5		2800	5,1	170	150	(150)	210

¹⁾ Es werden nur diejenigen Emittenten berücksichtigt, die zu mehr als 5 % zur Emission eines Nuklids bzw. einer Nuklidgruppe beigetragen haben.

²⁾ Die Zahlen in Klammern sind fiktive Emissionen entsprechend dem Abluftplan (1/10 der Emission der Gruppe B).

Tab. 7/11: Mit der Abluft im Jahre 1983 emittierte Radioaktivität

Zur Berechnung der Umgebungsbelastung liegen monatliche Emissionswerte vor. Da diese z. T. stark schwanken, wurde mit monatlich unterschiedlichen, allerdings über einen Monat konstanten Emissionsraten gerechnet. Die berechneten Organ- und Effektivdosen in den umliegenden Ortschaften, am Zaun des KfK sowie die jeweiligen Dosismaxima enthält Tab. 7/12. Die Verteilung der Effektivdosis, verursacht durch die Expositionspfade Inhalation und Ingestion, zeigen die Abbn. 7/29 und 7/30.

Ein Erwachsener in Eggenstein, Leopoldshafen oder Friedrichstal erhielt eine Effektivdosis von < 6,7 µSv bei Verzehr von hypothetisch am KfK-Zaun erzeugten Lebensmitteln, ein Erwachsener am KfK-Zaun eine solche von 4,4 µSv bei Verzehr von in diesen Ortschaften erzeugten Lebensmitteln. Diese Dosismaxima liegen unter der nach § 45 der Strahlenschutzverordnung zulässigen Ganzkörperdosis von 300 µSv. Die mittlere γ-Submersionsdosis der Bevölkerung im Umkreis von 3 km bzw. 20 km um das Kernforschungszentrum Karlsruhe betrug im Jahre 1983 0,1 µSv bzw. 0,02 µSv.

7.7.4 Strahlenexposition durch die mit der Abluft der WAK im Jahre 1982 abgeleitete Aktivität

Die gesonderte Berechnung der Strahlenexposition der Umgebung des KfK durch die mit der Abluft der WAK abgeleitete Aktivität wird von der Genehmigungsbehörde gefordert. Die Ganzkörper- bzw. Organdosen wurden abweichend von dem in Kap. 7.7.1 beschriebenen Verfahren nach der bisherigen Methode des kritischen Organs (s. (23) S. 266 ff.) berechnet. Bei der Ganzkörperdosis durch Inhalation von H-3 wurde die Hautatmung mitberücksichtigt. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe der monatlichen Emissionswerte und der monatlichen meteorologischen Statistiken des Jahres 1982. Die maximalen Ortsdosen enthält Tab. 7/13.

Expositionspfad	Inhalation*				Ingestion*					γ-Submersion	β-Submersion	γ-Bodenstrahlung
	Lunge	Knochenoberfläche	rotes Knochenmark	effektiv	Knochenoberfläche	rotes Knochenmark	unterer Dickdarm	Schilddrüse Kleinkind	effektiv			
Organ	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv	µSv
Ort												
Graben	0,2	2,2	0,2	0,2	1,8	1,0	1,6	2,9	0,7	0,1	3,1	0,2
Neudorf	0,1	1,6	0,2	0,1	1,3	0,7	1,1	2,0	0,5	-	2,1	0,1
Friedrichstal	0,2	1,7	0,2	0,2	2,2	1,2	1,9	3,1	0,7	0,1	2,2	0,2
Spöck	0,1	1,0	0,1	0,1	1,3	0,7	1,1	1,7	0,5	-	1,4	0,1
Neuthard	0,1	1,4	0,2	0,1	1,5	0,8	1,3	2,0	0,5	-	2,0	0,1
Karlsdorf	0,1	1,0	0,1	0,1	1,1	0,6	0,9	1,4	0,4	-	1,5	0,1
Staffort	0,1	0,6	0,1	-	0,9	0,5	0,6	1,0	0,3	-	0,8	0,1
Blankenloch	-	0,5	0,1	-	0,6	0,3	0,5	0,9	0,2	-	0,6	0,1
Hagsfeld	-	0,3	-	-	0,3	0,2	0,3	0,6	0,1	-	0,4	-
Karlsruhe Markt	-	0,3	-	-	0,3	0,2	0,2	0,6	0,1	-	0,3	-
Neureut	0,1	0,7	0,1	0,1	0,6	0,3	0,5	1,4	0,2	-	0,7	-
Eggenstein	0,2	1,7	0,2	0,2	1,4	0,8	1,4	4,0	0,6	0,1	1,6	0,1
Leopoldshafen	0,2	3,4	0,3	0,3	2,3	1,3	2,2	5,7	0,9	0,2	3,8	0,2
Linkenheim	0,2	2,5	0,2	0,2	1,8	1,0	1,6	3,7	0,7	0,1	3,6	0,1
Hochstetten	0,1	1,6	0,2	0,1	1,3	0,7	1,1	2,4	0,5	-	2,4	0,1
Liedolsheim	0,1	0,9	0,1	0,1	0,7	0,4	0,7	1,3	0,3	-	1,3	0,1
Rußheim	-	0,6	0,1	-	0,5	0,3	0,5	0,8	0,2	-	0,8	-
Leimersheim	0,1	0,9	0,1	0,1	0,8	0,4	0,7	1,3	0,3	-	1,2	0,1
Nördtor	1,1	16,6	1,4	1,1	15,3	8,2	12,3	17,5	5,3	1,0	27,1	1,1
Südtor	0,3	3,0	0,3	0,3	2,9	1,6	2,7	28,1	1,2	0,3	3,4	0,2
Maximale Dosis außerhalb des KfK	1,1	22	2	1,4	16	8,7	14	60	6,0	1,0	36	1,1
Koordinaten des Dosismaximums**												
x in m	390	520	520	520	520	520	520	200	520	420	520	420
y in m	680	1480	1480	1480	1480	1480	1480	750	1480	1480	1480	1480

*Über 50 Jahre integrierte Folgedosen.
 **Koordinatenursprung ist der FR-2-Kamin.
 - Dosis < 0,05 µSv.

Tab. 7/12: Ortsdosen durch die im Jahre 1983 emittierten radioaktiven Stoffe

Expositionspfad Körperteil/Organ Aktivität	Submersion	Inhalation			Ingestion		
	Haut β-Aktivität	Lunge Gruppe A+B, Pu-241	Ganzkörper H-3, C-14, Gruppe B, Pu-241	Knochen* Gruppe A+B, Pu-241	Ganzkörper C-14, Sr-90	Knochen* Sr-90	Schilddrüse Iod
maximale Dosis außerhalb des KfK in μSv	15,4	1,5	0,15	21,1	0,7	4,1	2,5
Koordinaten des Dosismaximums ** x in m y in m	-170 1080	-170 1080	-170 1080	-170 1080	-170 1080	-170 1080	-170 1080

*Bei den Knochendosen handelt es sich um die über 50 Jahre integrierten Folgedosen.

**Koordinatenursprung ist der FR-2-Kamin.

Tab. 7/13: Maximale Ortsdosen durch die mit der Abluft der WAK im Jahre 1982 abgeleiteten radioaktiven Stoffe

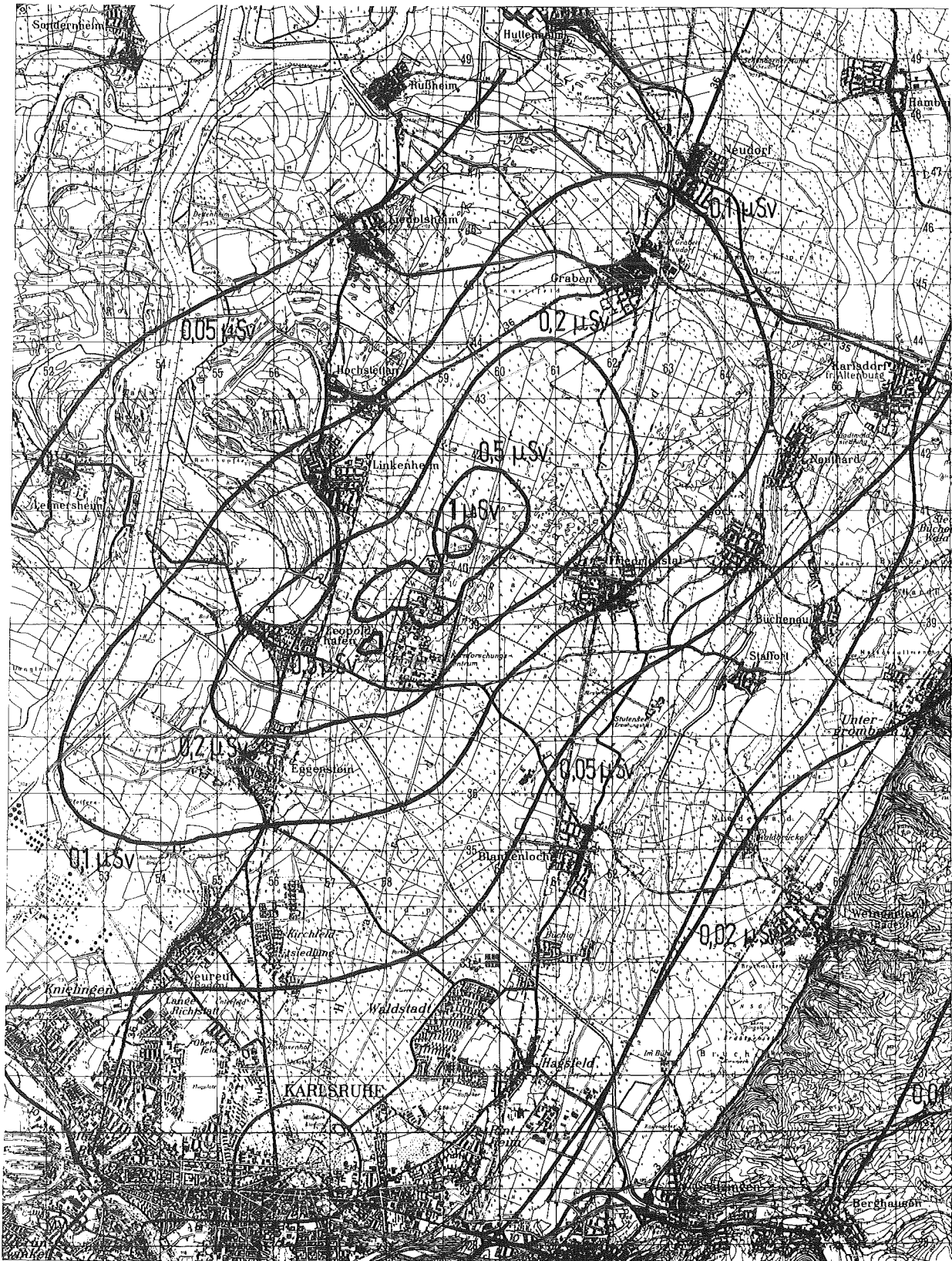


Abb. 7/29: Effektivdosis durch Inhalation im Jahre 1983

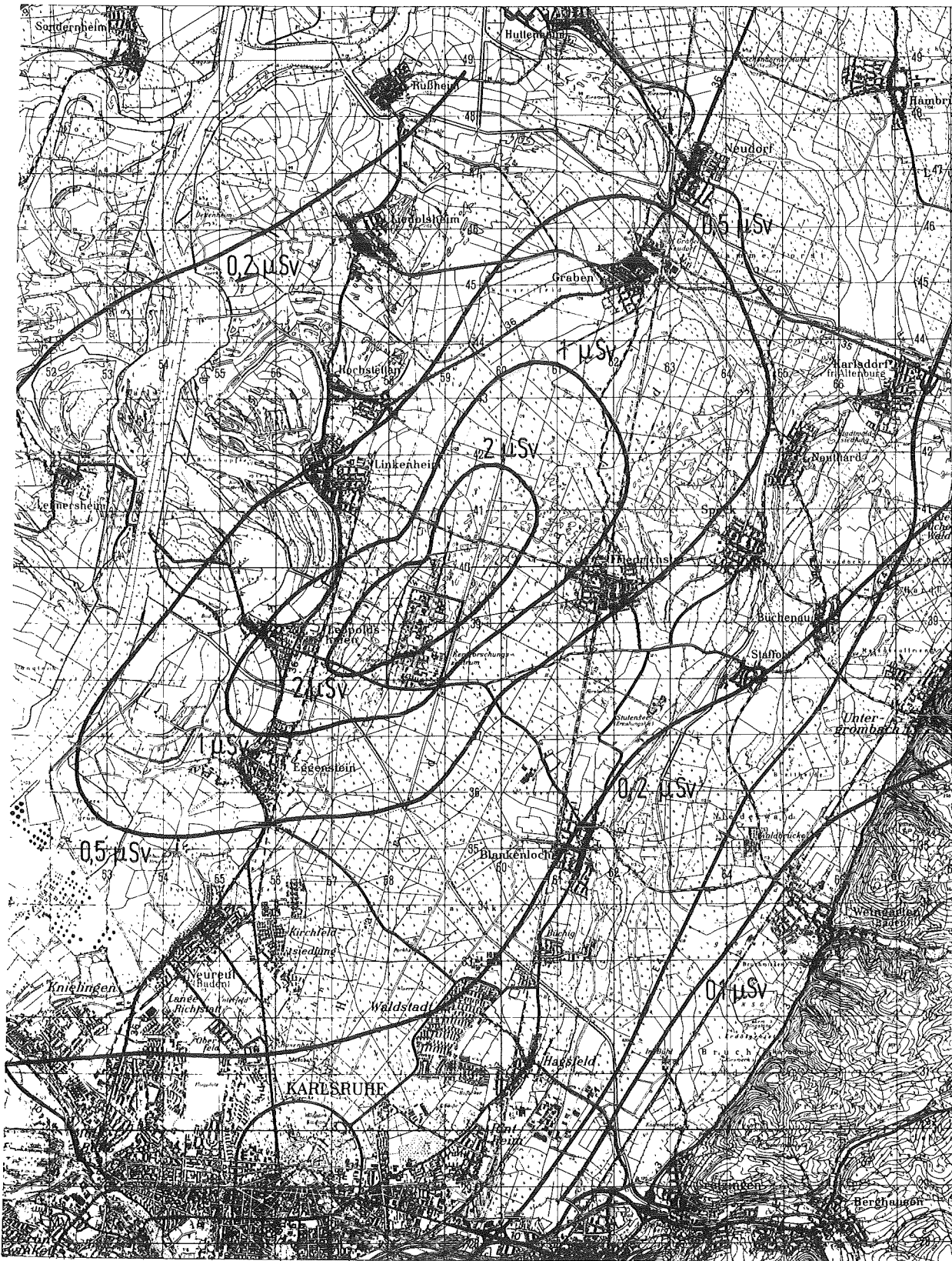


Abb. 7/30: Effektivdosis durch Ingestion im Jahre 1983

8. Bibliographie, Beratertätigkeit

8.1 Veröffentlichungen 1983

- (1) Bachner, D., Koelzer, W.
Tagungsbericht: Biologische Wirkungen geringer Strahlendosen.
Atomwirtschaft - Atomtechnik, 28 (1983) S. 582-83
- (2) Bär, M., Honcu, S., Hübschmann, W.
Whole body versus effective dose equivalent.
Broerse, J.J. (Hrsg.) Dosimetry, Radionuclides and Technology: Proc. of the 7th Internat. Congress of Radiation Research, Amsterdam, NL, July 3-8, 1983. Amsterdam: Nijhoff, 1983. - Sess. E. - S. E2/05
- (3) Bayer, A., Braun, J., Burkart, K., Ehrhardt, J., Helton, J., Zoeller, U., Hübschmann, W., Vogt, S., Wittek, P.
Fortentwicklung des Unfallfolgenmodells. Phase B der Deutschen Risikostudie.
In: Projekt Nukleare Sicherheit. Jahresbericht 1982. KfK-3350 (Juli 1983) S. 4800/44 - 4800/45
- (4) Bayer, A., Ehrhardt, J., Fischer, U., Fröhlich, R., Heusener, G., Maschek, W., Roysl, P., Struwe, D., Vogt, S. (KfK-Mitarbeiter), u. a.
Risikoorientierte Analyse zum SNR-300.
GRS-51 (Oktober 1982)
- (5) Berger, H.-U., Burck, W., Dilger, H.
Strahlenschutzmaßnahmen bei der Sanierung einer Heißen Zelle.
17. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V., Aachen, 8.-10. Juni 1983, Tagungsbericht FS-83-32-T, November 1983, S. 255-266
- (6) Burgkhardt, B., Piesch, E.
Actual fading characteristic of LiF and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ TLD-systems dependent on the ambient temperature, the monitoring period and the intervall between irradiation and readout.
7th Internat. Conf. on Solid State Dosimetry, Ottawa, CDN, September 27-30, 1983
- (7) Burgkhardt, B., Piesch, E., Röber, H.G., Heist, W., Häfner, M.
Dosimeterkapselung mit einem Verschuß.
DE-OS 32 02 143 (28.07.1983)
- (8) Burgkhardt, B., Röber, H.G., Piesch, E.
Phosphate glass energy compensation filters for the measurement of operational dose quantities.
7th Internat. Conf. on Solid State Dosimetry, Ottawa, CDN, September 27-30, 1983
- (9) Ehrhardt, J., Vogt, S.
Unfallfolgenrechnungen und Risikoabschätzungen für Druckwasserreaktoren mit dem Rechenprogramm UFOMOD/B3.
KfK-3373 (Mai 1983)
- (10) Godoy, J.M.
Entwicklung einer Analysenmethode für die Bestimmung von U-238, U-234, Th-232, Th-230, Th-228, Ra-228, Ra-226, Pb-210 und Po-210 und ihre Anwendung auf Umweltproben.
KfK-3502 (Februar 1983), Dissertation, Technische Universität München, 1983

- (11) Godoy, J.M.
Development of an analyse method for the determination of U-238, U-234, Th-232, Th-230, Th-228, Ra-228, Ra-226, Pb-210 and Po-210 and its application to environmental samples.
Martins, L.A. (Hrsg.), Radiological Protection and Dosimetry: Proc., Rio de Janeiro, BR, March 21-26, 1983/Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Rio de Janeiro: CNEN, 1983. - S.E.17, 2 Seiten
- (12) Godoy, J.M., Schüttelkopf, H.
The measurement of Pu-241 in exhaust air, liquid effluents and environmental samples.
Martins, L.A. (Hrsg.), Radiological Protection and Dosimetry: Proc., Rio de Janeiro, BR, March 21-26, 1983/Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Rio de Janeiro: CNEN, 1983. - S.E.21, 2 Seiten
- (13) Godoy, J.M., Schüttelkopf, H.
Determination of Ra-228 by measurement of the Cerenkov radiation of Ac-228.
Martins, L.A. (Hrsg.), Radiological Protection and Dosimetry: Proc., Rio de Janeiro, BR, March 21-26, 1983/Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Rio de Janeiro: CNEN, 1983. - S.E.19, 2 Seiten
- (14) Godoy, J.M., Schüttelkopf, H.
Die Bestimmung von Pu-241 durch Flüssigszintillationsspektrometrie in der Abluft der Verbrennungsanlage FERAB und der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe WAK.
KfK-3510 (März 1983)
- (15) Godoy, J.M., Schüttelkopf, H.
Bestimmung von Ra-228 durch Messung der Cerenkov-Strahlung des Ac-228.
KfK-3532 (April 1983)
- (16) Godoy, J.M., Schüttelkopf, H., Pimpl, M.
Die Bestimmung von Pu-241 durch Flüssigszintillationsspektrometrie in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe.
KfK-3531 (April 1983)
- (17) Godoy, J.M., Schüttelkopf, H., Pimpl, M.
Die Bestimmung von Pu-241 durch Flüssigszintillationsspektrometrie im Abwasser des Kernforschungszentrums Karlsruhe.
KfK-3530 (April 1983)
- (18) Hassib, G.M., Piesch, E.
Effect of some manufacturing parameters on the application of CR-39 in neutron dosimetry.
12th Internat. Conf. on Solid State Nuclear Track Detectors, Acapulco, MEX, September 4-10, 1983
- (19) Holleuffer-Kypke, R. von, Hübschmann, W., Nester, K., Thomas, P., Vogt, S., Halbritter, G., Neumann-Hauf, G.
Untersuchung der atmosphärischen Ausbreitung nuklearer Schadstoffe im Nah- und Fernbereich.
In: Projekt Nukleare Sicherheit. Jahresbericht 1982. KfK-3350 (Juli 1983) S. 4800/19 - 4800/37

- (20) Hübschmann, W.
Übersicht über Forschungsarbeiten im Bereich der AGF auf dem Gebiet der atmosphärischen Diffusion und der Schadstoffablagerung auf dem Boden.
AGF-Vortragsveranstaltung "Luftreinhalteung - Luftverschmutzung", Bonn-Bad Godesberg, 3.-4. November 1983
- (21) Kiefer, H.
Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen.
Deutsches Atomforum, Informationstagung "Radioaktive Stoffe und ionisierende Strahlung", Bonn, 27.-28. September 1983
- (22) Kiefer, H., Hock, R.
Bedeutung der Strahlenschutzgrundsätze und ihre Konkretisierung im Genehmigungsverfahren von Kernkraftwerken - Berechnungsmethode und ihre Bedeutung -.
Jahrestagung Kerntechnik: Berlin, 14.-16. Juni 1983/Deutsches Atomforum, Fachsitzung Atomrechtliches Genehmigungsverfahren, Bonn: Deutsches Atomforum, 1983. - S. 3-20
- (23) Kiefer, H., Koelzer, W., König, L.A. (Hrsg.)
Jahresbericht 1982 der Hauptabteilung Sicherheit.
KfK-3535 (April 1983)
- (24) Koelzer, W.
Ökologische Auswirkungen durch die radioaktiven und thermischen Emissionen der Kraftwerke am Oberrhein.
Hailer, N. (Hrsg.), Natur und Landschaft am Oberrhein. Versuch einer Bilanz. Referate und Aussprachen der Arbeitstagung vom 27.-28. Oktober 1977 in Speyer.
Veröffentlichungen der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, 70 (1982) S. 51-65
- (25) Koelzer, W.
Natürliche und künstliche Radionuklide - Entdeckung, Vorkommen, Strahlendosis.
Radioaktivität: Risiko, Sicherheit, Vortrag einer Informationsveranstaltung, Karlsruhe, September 1982. Karlsruhe: KfK, 1983. - S. 3-11
- (26) Koelzer, W.
Radioactivity emissions from LWR nuclear power stations in the Federal Republic of Germany. Survey and experience accumulated over twenty years.
Nuclear Power Experience: Proc. of an Internat. Conf., Wien, A, September 13-17, 1982
Vienna: IAEA, 1983. - Vol. 4. - S. 509-28 (International Atomic Energy Agency; STI/PUB/627)
- (27) Koelzer, W.
Risk analysis for nuclear power plants.
Martins, L.A. (Hrsg.), Radiological Protection and Dosimetry: Proc., Rio de Janeiro, BR, March 21-26, 1983/Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Rio de Janeiro: CNEN, 1983. - P06, 4 Seiten
- (28) Koelzer, W.
Strahlenexposition der Mitarbeiter im Kernforschungszentrum Karlsruhe von 1969 bis 1981.
KfK-3600 (Juli 1983)

- (29) König, L.A.
Radioaktivität von Wässern und Strahlenbelastung.
Die Naturwissenschaften, 70 (1983) S. 224-34
- (30) König, L.A.
Meeresversenkung radioaktiver Abfälle.
Die Naturwissenschaften, 70 (1983) S. 430-33
- (31) König, L.A.
Spätfolgen des Reaktorunfalls von Windscale.
Die Naturwissenschaften, 70 (1983) S. 512-13
- (32) König, L.A.
Coordination of radioactivity releases into the atmosphere from the various emitters located on the site of the Karlsruhe Nuclear Research Center.
6th World Congress on Air Quality, Paris, F, May 16-20, 1983. Proc. Paris: SEPIC, 1983. - Vol. 4, S. 57-64
- (33) König, L.A.
Meßmethoden zur Umgebungsüberwachung. Bericht über das 5. Fachgespräch "Überwachung der Umweltradioaktivität - ausgewählte Verfahren zur Radioaktivitätsüberwachung" vom 22. bis 24. März 1983 in Karlsruhe.
Atomwirtschaft - Atomtechnik, 28 (1983) S. 474-475
- (34) König, L.A.
Umweltkontamination als Schadensereignis.
Vortrag, 17. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V., 8.-10. Juni 1983, Aachen, Tagungsbericht FS-83-32-T, November 1983, S. 483
- (35) König, L.A., Fessler, H., Langguth, K.G., Papadopoulos, D., Radziwill, A.
Radioökologische Auswirkungen des langjährigen Betriebs der kerntechnischen Anlagen des Kernforschungszentrums Karlsruhe auf dessen nähere Umgebung. Befristete Einzeluntersuchungen in Erweiterung und Ergänzung des routinemäßigen Überwachungsprogramms.
KfK-3459 (Februar 1983)
- (36) Mendonca, A.H., Nobrega, A.W., Mulder, R.U., Vianna, M.E.C., Almeida, C.E., Winter, M.
Preoperational environmental monitoring of the Angra reactor site - program and results.
KfK-3448 (März 1983)
CNEN-1001 (März 1983)
- (37) Mendonca, A.H., Nobrega, A.W., Vianna, M.E.C.M., Mulder, R.U., De Almeida, C.E., Winter, M.
Pre-operational environmental monitoring of the Angra nuclear power plant site - program and results.
Martins, L.A. (Hrsg.), Radiological Protection and Dosimetry: Proc., Rio de Janeiro, BR, March 21-26, 1983/Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Rio de Janeiro: CNEN, 1983. - S.E.01, 2 Seiten
- (38) Nester, K., Verenkotte, H., Dlugi, R., Bunz, H., Jordan, S.
Modeling of photochemical and heterogeneous sulfate aerosol formation in plumes.
11. Jahrestagung der Gesellschaft für Aerosolforschung, München, 14.-16. September 1983

- (39) Papadopoulos, D., Bär, M., Honcu, S.
Kollektiv-Äquivalentdosen in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe.
KfK-3574 (August 1983)
- (40) Piesch, E.
State of the art in radiophotoluminescence dosimetry.
4th Information Euratom Seminar on the Radiation Protection Dosimeter Intercomparison Programme, Bilthoven, NL, October 9-12, 1982
- (41) Piesch, E.
Measurement of neutron dose and neutron field data using albedo neutron detectors.
Vortrag, CERN, Technical Inspection and Safety Commission, Geneva, CH, April 27, 1983
- (42) Piesch, E., Böhm, H., Heinzelmann, M.
Generalized concept for the estimation of body dose of radiation workers exposed to external β -rays.
Internat. Symp. on Beta Dosimetry and Measurement, Washington, D.C., February 15-17, 1983
- (43) Piesch, E., Burgkhardt, B.
Vorrichtung zum Bestimmen des Äquivalentdosiswertes von Neutronen mit einem innerhalb einer Abschirmung angeordneten Albedo-Neutronendetektor.
DE-PS 22 60 094 (13.07.1983)
GB-PS 1 446 625 (14.12.1976)
FR-PS 73 43870 (19.09.1977)
JA-PS 1112751 (16.09.1982)
US-PS 3 932 758 (13.01.1976)
- (44) Piesch, E., Burgkhardt, B.
Multipurpose neutron dosimeter system with standardized evaluation technique for TLD and track etch detectors.
10th Internat. DOE Neutron Dosimetry Workshop/EURATOM-CENDOS Conf., Acapulco, MEX, September 4-10, 1983
- (45) Piesch, E., Burgkhardt, B.
A universal beta/gamma/neutron albedo dosimeter for personnel monitoring.
7th Internat. Conf. on Solid State Dosimetry, Ottawa, CDN, September 27-30, 1983
- (46) Piesch, E., Burgkhardt, B., Hassib, G.M.
Albedodosimeterkapselung.
DE-OS 32 01 243 (01.09.1983)
- (47) Piesch, E., Jasiak, J., Urban, M.
Makrofol and CR-39 recoil track etch detectors as a supplement of a universal albedo neutron dosimeter.
12th Internat. Conf. on Solid State Nuclear Track Detectors, Acapulco, MEX, September 4-10, 1983
- (48) Piesch, E., Singh, D.
Measurement of reflected neutrons in a calibration room simulating realistic field conditions.
10th Internat. DOE Neutron Dosimetry Workshop/EURATOM-CENDOS Conf., Acapulco, MEX, September 4-10, 1983

- (49) Piesch, E., Johns, T.F.
Personnel monitoring for beta rays.
Radiation Protection Dosimetry, 4 (1983) S. 71-77
- (50) Pimpl, M., Schüttelkopf, H..
Untersuchungen zum Migrationsverhalten von Pu, Am und Cm in verschiedenen Böden.
European Seminar on the Transfer of Radioactive Materials in the Terrestrial Environment Subsequent to an Accidental Release to the Atmosphere, Dublin, IRL, April 11-15, 1983
- (51) Pimpl, M., Schüttelkopf, H., Schmidt, W., Hefner, G., Hiller, J.
Untersuchung des physikalischen und chemischen Verhaltens von Pu, Am, Cm und Np in der Umwelt.
In: Projekt Nukleare Sicherheit. Jahresbericht 1982. KfK-3350 (Juli 1983) S. 4800/1-4800/14
- (52) Röber, H.G., Piesch, E., Burgkhardt, B.
Einrichtung zum Öffnen einer verriegelten Dosimeterkapsel.
DE-OS 32 12 089 (06.10.1983)
- (53) Schmitz, J., Klein, H.
Untersuchung einer repräsentativen Zahl bergmännischer Abraumhalden in Baden-Württemberg auf eine mögliche Freisetzung radioaktiver Elemente.
KfK-3577B (Juli 1983)
- (54) Schüttelkopf, H.
Meßmethoden für wichtige Aktiniden in Ableitungen und Umweltproben: Th, U, Pu, Np, Am und Cm.
5. Fachgespräch "Überwachung der Umweltradioaktivität", Karlsruhe, 22.-24. März 1983
- (55) Schüttelkopf, H.
A radiochemical procedure for americium and curium in environmental samples and in effluents of nuclear installations.
6th World Congress on Air Quality, Paris, F, May 16-20, 1983
Abstracts S. 269-70
- (56) Schüttelkopf, H.
A sensitive radiochemical procedure for I-129 in environmental samples and in samples of the Karlsruhe nuclear fuel reprocessing plant.
6th World Congress on Air Quality, Paris, F, May 16-20, 1983. Proc. Paris: SEPIC, 1983. - Vol. 4, S. 73-80
- (57) Schüttelkopf, H.
Die Dosisexposition durch Freisetzung radioaktiver Stoffe bei der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen.
Vortrag: Gesundheitspolitischer Arbeitskreis der CSU, München, 1. Juli 1983
- (58) Schüttelkopf, H., Hiller, J.
A gaschromatographic procedure for multitracer dispersion measurements at the Karlsruhe Nuclear Research Center.
6th World Congress on Air Quality, Paris, F, May 16-20, 1983
Abstracts S. 62-63

- (59) Schüttelkopf, H., Pimpl, M.
A fast radiochemical procedure to measure plutonium in environmental samples and in effluents of nuclear installations and applications to ecological research.
6th World Congress on Air Quality, Paris, F, May 16-20, 1983. Proc. Paris: SEPIC, 1983. - Vol. 4, S. 65-72
- (60) Strack, S., König, L.A.
Anwendung der Plasmaoxidationstechnik zur Bestimmung von organisch gebundenem Tritium in Umweltproben.
5. Fachgespräch "Überwachung der Umweltradioaktivität", Karlsruhe, 22.-24. März 1983
- (61) Strack, S., König, L.A.
Untersuchung des dynamischen Verhaltens von Tritium in Pflanzen nach Kurzzeitabgaben von tritiiertem Wasserdampf in die Atmosphäre.
European Seminar on the Transfer of Radioactive Materials in the Terrestrial Environment Subsequent to an Accidental Release to the Atmosphere, Dublin, IRL, April 11-15, 1983
- (62) Strack, S., Müller, A., Riedel, A.
Mikrobiologische Einflüsse auf die Mobilität und Bioverfügbarkeit von Radionukliden in Böden und Sedimenten.
In: Projekt Nukleare Sicherheit. Jahresbericht 1982. KfK-3350 (Juli 1983) S. 4800/15-4800/18
- (63) Strack, S., Schulte, S., Pagliosa, G.
Verhalten von Tritium in Bäumen.
Tagung "Saure Niederschläge - Eine Herausforderung für Europa", Karlsruhe, 19.-21. September 1983. Poster
- (64) Thomas, P.
Ein Jahr Betriebserfahrungen mit Doppler-Sodar am Kernforschungszentrum Karlsruhe.
Vortrag, Doppler-Sodar-Kolloquium, Hamburg, 13. Januar 1983
- (65) Thomas, P.
Performance test of two Doppler Sodars at the Karlsruhe Nuclear Research Center.
Vortrag, Gemeinsame Forschungsstelle Ispra, I, 17. November 1983
- (66) Thomas, P., Holleuffer-Kypke, R. von, Hübschmann, W.
Doppler acoustic sounding performance test.
2nd Internat. Symp. on Acoustic Remote Sensing of the Atmosphere and Oceans, Roma, I, August 29 - September 1, 1983
- (67) Thomas, P., Hübschmann, W., Schüttelkopf, H., Vogt, S.
Experimental determination of the atmospheric dispersion parameters at the Karlsruhe Nuclear Research Center for 160 m and 195 m emission heights. Part 1: Measured data.
KfK-3456 (März 1983)
- (68) Thomas, P., Vogt, S.
Untersuchung mesoskaliger Luftströmungen mit Tetroons.
AGF-Vortragsveranstaltung "Luftreinhaltung - Luftverschmutzung", Bonn-Bad Godesberg, 3.-4. November 1983

- (69) Urban, M.
Bestimmung der Radonkonzentration in Wohnhäusern - Erhebungsmessungen in Baden-Württemberg.
5. Fachgespräch "Überwachung der Umweltradioaktivität", Karlsruhe, 22.-24. März 1983
- (70) Urban, M.
Calculated and measured sensitivity of the Karlsruhe radon diffusion chamber using Makrofol track etch detectors and different etching techniques.
12th Internat. Conf. on Solid State Nuclear Track Detectors, Acapulco, MEX, September 4-10, 1983
- (71) Urban, M., Burgkhardt, B., Piesch, E.
Temperature and humidity dependent fading of neutron induced recoil and alpha particle tracks in Makrofol E.
12th Internat. Conf. on Solid State Nuclear Track Detectors, Acapulco, MEX, September 4-10, 1983
- (72) Vogt, S.
Radarverfolgte Tetroons erforschen den mesoskaligen Transport von Schadstoffen innerhalb der Atmosphäre.
Vortrag, Universität Karlsruhe, 11. Januar 1983
- (73) Vogt, S.
Radarverfolgte Tetroons - eine Möglichkeit zur Erforschung des Schadstofftransportes.
Vortrag, Universität München, 10. Juni 1983
- (74) Vogt, S.
Die Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke - Eine allgemeine Einführung mit Betonung des atmosphärischen Ausbreitungsmodells.
Radioaktivität: Risiko, Sicherheit, Vortrag einer Informationsveranstaltung, Karlsruhe, September 1982. Karlsruhe: KfK, 1983. - S. 21-29
- (75) Vogt, S.
Three- and four-parameter diffusion statistics as a basis for calculating the long-term pollution load.
- (76) Vogt, S., Hübschmann, W., Wittek, P.
Niederschlag und Washout im Unfallfolgenmodell der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke.
KfK-3548 (Juli 1983)
- (77) Vogt, S., Neumann-Hauf, G.
Vergleich der Ausbreitungsmodelle UFOMOD und MESOS.
KfK-3566 (November 1983)
- (78) Vogt, S., Thomas, P.
Investigation of meso-scale atmospheric transport by means of radar tracked tetroons during PUKK.
Beiträge zur Physik der Atmosphäre, 55 (1982) S. 409-16
- (79) Vogt, S., Thomas, P.
Analysis of tetroon flights performed during the PUKK meso-scale experiments.
14th Internat. Technical Meeting on Air Pollution Modeling and its Application, Kopenhagen, DK, September 27-30, 1983

- (80) Vogt, S., Thomas, P.
Investigation of atmospheric diffusion in the meso-scale by means of tetroon and tracer techniques. - Description and preliminary results of the first experiment in the upper Rhine Valley.
Vortrag, Gemeinsame Forschungsstelle Ispra, I, 17. November 1983
- (81) Weber, H.W., Schüttelkopf, H.
Einfaches Verfahren zur Bestimmung der Tritiumkonzentration in der Luftfeuchte der Fortluft kerntechnischer Anlagen oder in der Umgebungsluft.
KfK-3480 (April 1983)
- (82) Wicke, A., Urban, M.
Radon survey program in German houses.
6th World Congress on Air Quality, Paris, F, May 16-20, 1983. Proc. Paris: SEPIC, 1983. - Vol. 4, S. 81-86
- (83) Winter, M.
Environmental monitoring of nuclear facilities.
Martins, L.A. (Hrsg.), Radiological Protection and Dosimetry: Proc., Rio de Janeiro, BR, March 21-26, 1983/Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Rio de Janeiro: CNEN, 1983. - P05, 5 Seiten
- (84) Winter, M.
Programm und Meßverfahren zur Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen.
Sommerschule für Strahlenschutz, Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz, Berlin, 20.-25. Juni 1983

8.2 Beratertätigkeit

"Notfallschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen", Ausschuß bei der Strahlenschutzkommission, BMI (Koelzer)

"Radioökologie", Ausschuß bei der Strahlenschutzkommission, BMI (Nester)

"Atmosphärische Ausbreitung", Arbeitsgruppe des Ausschusses Radioökologie, BMI (Nester)

"Sedimentforschung", Arbeitsgruppe des Ausschusses Radioökologie bei der Strahlenschutzkommission, BMI (Winter)

"Umgebungsüberwachung bei Endlagern für radioaktive Abfälle", Arbeitsgruppe des Ausschusses Radioökologie bei der Strahlenschutzkommission, BMI (Winter)

"Radioaktive Mineralien", ad hoc-Arbeitsgruppe des Ausschusses Strahlenschutztechnik bei der Strahlenschutzkommission, BMI (Kiefer, Schmitz)

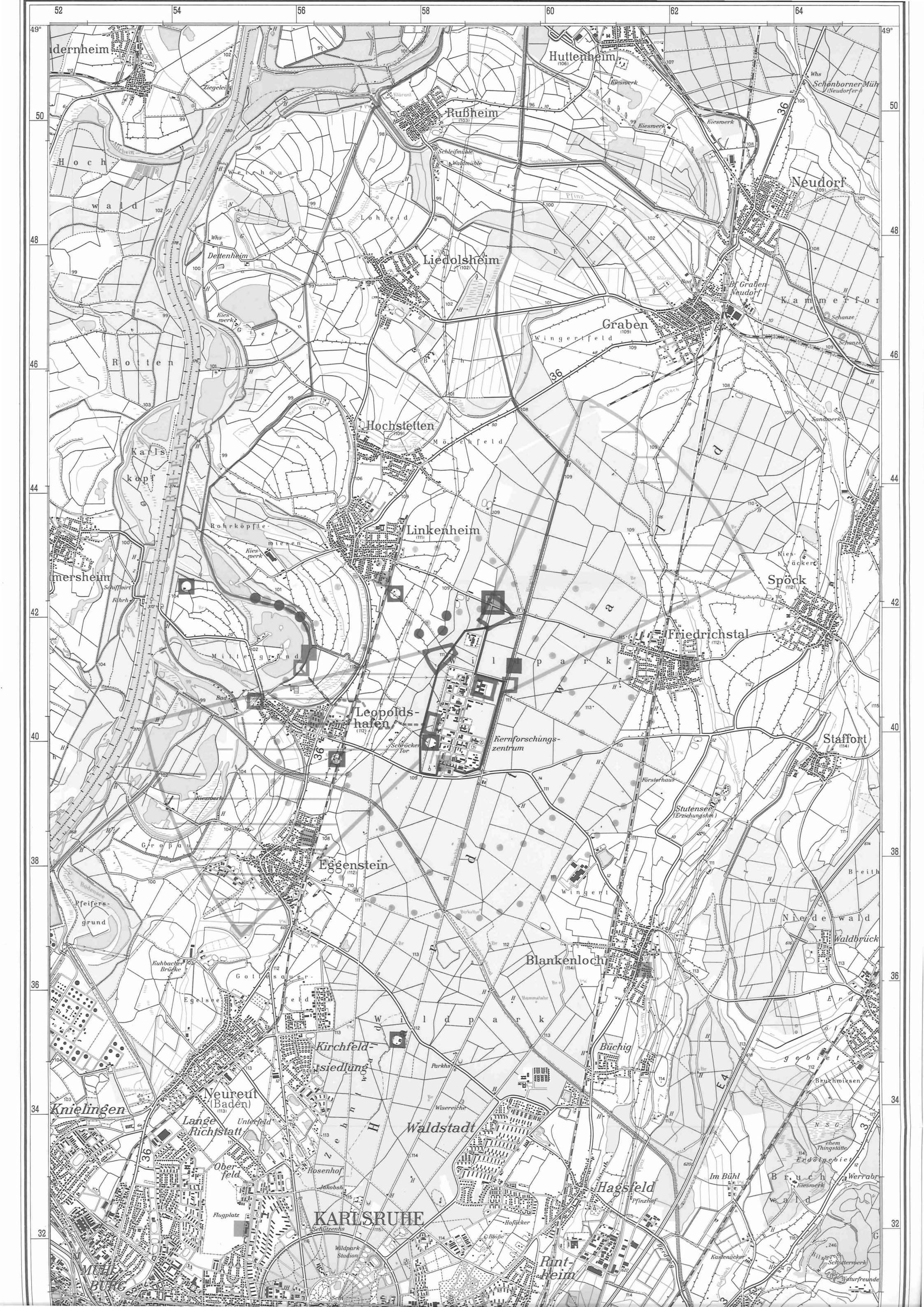
"Radon in Wohnräumen", ad hoc-Arbeitsgruppe des Ausschusses Strahlenschutztechnik bei der Strahlenschutzkommission, BMI (Kiefer, Urban)

"Beratergruppe der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Unfällen", BMI (Hübschmann, Kiefer, Koelzer)

"Strahlenschutz im Uranerz- und anderem Bergbau", Arbeitskreis des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr Baden-Württemberg (Kiefer, Schmitz)

- "Beirat des Normenausschusses Kerntechnik", Deutsches Institut für Normung, DIN (Kiefer)
- "Strahlenschutztechnik", Fachbereich 2 des Normenausschusses Kerntechnik des DIN (Hübschmann, Kiefer, Piesch)
- "Nachweisgrenzen radioaktiver Stoffe", Normenausschuß Kerntechnik des DIN (Berger, Winter)
- "Oberflächendekontaminationsverfahren", Normenausschuß Kerntechnik des DIN (Berger)
- "Radioaktivitätsüberwachung der Luft", Normenausschuß Kerntechnik des DIN (Berger, Hübschmann)
- "Sicherheitsanforderungen an die Aufbewahrung radioaktiver Stoffe", Normenausschuß Kerntechnik des DIN (Roock)
- "Umgebungsüberwachung", Normenausschuß Kerntechnik des DIN (Piesch)
- "Umschlossene Strahler", Normenausschuß Kerntechnik des DIN (Doerfel)
- "Dosimetrie", Normenausschuß Radiologie des DIN (Piesch)
- "Thermolumineszenzdosimetrie", Normenausschuß Radiologie des DIN (Piesch)
- "Meteorologische Instrumentierung von Kernkraftwerken", KTA-Arbeitsgremium zur Regelerstellung, KTA 1508 (Thomas)
- "Überwachung der Radioaktivität in der Raumluft von Kernkraftwerken, Teil 2: Kernkraftwerke mit Hochtemperaturreaktor, KTA-Arbeitsgremium zur Regelerstellung, KTA 1502 (Hübschmann)
- "Messung gasförmiger, aerosolgebundener und flüssiger radioaktiver Stoffe zur Überwachung der Ableitungen bei Forschungsreaktoren", KTA-Arbeitsgremium zur Regelerstellung, KTA 1507 (König)
- "Messen meteorologischer Daten", Ausschuß der VDI-Kommission "Reinhaltung der Luft" (von Holleuffer-Kypke)
- "Ausbreitung von Kühlturmmissionen", Arbeitsgruppe des VDI (Nester)
- "Grundlagen des Transportes und der turbulenten Diffusion", VDI-Ausschuß (Nester)
- "Gaußsche Ausbreitungsmodelle", VDI-Ausschuß (Nester)
- "Arbeitsplatzüberwachung", Arbeitskreis des Fachverbandes für Strahlenschutz (Berger)
- "Dosismessung externer Strahlung", Arbeitskreis des Fachverbandes für Strahlenschutz (Burghardt, Piesch)
- "Inkorporationsüberwachung", Arbeitskreis des Fachverbandes für Strahlenschutz (Doerfel)
- "Strahlenschutzgesetzgebung", Arbeitskreis des Fachverbandes für Strahlenschutz (Kiefer)
- "Umweltüberwachung", Arbeitskreis des Fachverbandes für Strahlenschutz (Winter)
- "Nachweisgrenzen", ad hoc-Ausschuß des Arbeitskreises Umweltüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz (Berger, Winter)

- "Personendosimetrie", Sachverständigenausschuß der Direktion Gesundheitsschutz, Euratom (Piesch)
- "Messung von Pu in der Lunge", Arbeitsgruppe der Direktion Gesundheitsschutz, Euratom (Doerfel)
- "Strahlenschutzmedizin", Beirat des Instituts für Strahlenschutz des Hauptverbandes der Berufsgenossenschaften (Kiefer)
- "Arbeitssicherheit", Arbeitskreis des Landesverbandes Südwestdeutschland der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Windbühl)
- "Informationskreis Kernenergie", Deutsches Atomforum (Koelzer)
- "Öffentlichkeitsarbeit und Presse", Deutsches Atomforum (Koelzer)
- "Arbeitsgruppe Schriften", Deutsches Atomforum (Koelzer)
- "Geheimchutz in der Wirtschaft - Personeller Geheimchutz", Landesstelle für Betriebsschutz, Stuttgart (Wolf)
- "Strahlenschutz bei der Erzaufbereitung", Arbeitsausschuß des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr Baden-Württemberg (Schmitz)
- "OECD/IAEA Working Group on Long Term Aspects of Uranium Mill Tailings" (Schmitz)
- "Durchfluß und Menge", Gemeinschaftsausschuß der Gesellschaft für Meß- und Regeltechnik (Schmitz)
- "Fachliche Berater der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen"; Regierungspräsidium Karlsruhe (Dilger, Thomas, Winter)



dernheim

Huttenheim

Rußheim

Neudorf

Liedolsheim

Graben

Hochstetten

Linkenheim

Spöck

Friedrichstal

Leopoldshafen

Kernforschungszentrum

Staffort

Eggenstein

Blankenloch

Kirchfeldsiedlung

Büchig

Knielingen

Neureut (Baden)

Waldstadt

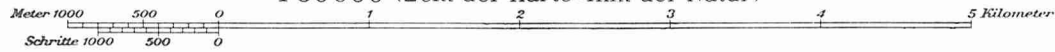
Hagsfeld

KARLSRUHE

Ruitheim



1:50000 (2cm der Karte=1km der Natur)



Ausschnitt aus der topographischen Karte L 6916, Karlsruhe-Nord; mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg

Legende

Bearbeitungsstand November 1981







- | | | | | |
|---------------------|---------------------------|---|---|------------------------------|
| Zählrohrstation | Trinkwasser (Wasserwerke) | Seston und kontinuierliche Probenahme von Oberflächenwasser | Vorflutkanal der Abwässer des KfK zum Altrhein | Boden |
| Festkörperdosimeter | Grundwasser (Brunnen) | Schlamm | Verlauf der als Vorfluter dienenden Oberflächengewässer | Landwirtschaftliche Produkte |
| Aerosole | Oberflächenwasser | Fisch und Wasserpflanzen | | Hauptwindrichtungs-sektoren |

Lageplan der Meß- und Probenahmestellen zur Umgebungsüberwachung des Kernforschungszentrums Karlsruhe






LEGENDE

Bearbeitungsstand: November 1981








ZÄHLROHR-MONITOR-ANLAGE

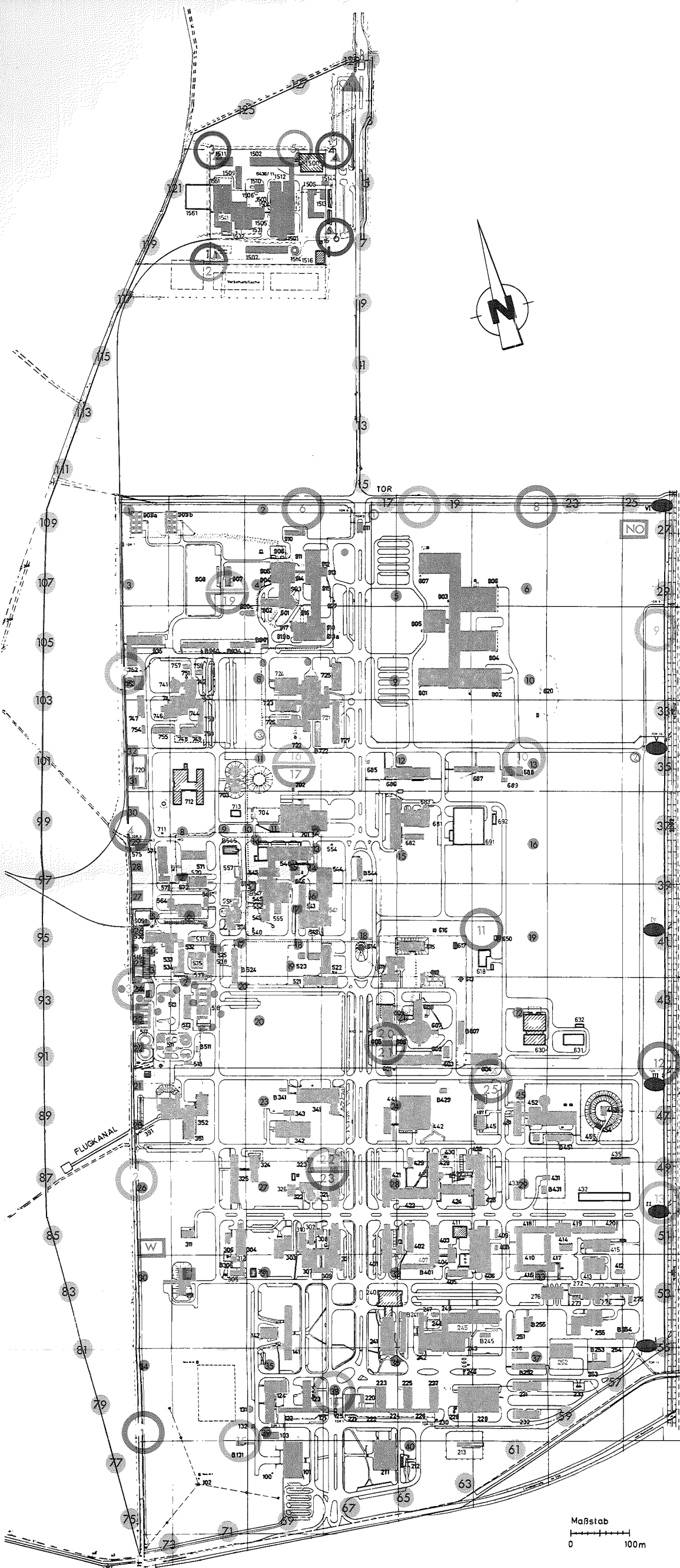
-  Niederdosisleistungsmessstelle
-  GM-Zählrohr, Meßbereich: 10^{-2} - 10 mrem/h
-  Hochdosisleistungsmessstelle
-  GM-Zählrohr, Meßbereich: 10^{-2} - 10^3 rem/h
-  ($\beta + \gamma$)-Strahlungspegelmessstelle
-  GM-Zählrohr, Meßbereich: $2 \cdot 10^2$ - $2 \cdot 10^5$ Impulse pro Minute

FESTKÖRPERDOSIMETER

-  Dosimeter zur Überwachung der Grenze des betrieblichen Überwachungsbereiches (129 Standorte)
-  Dosimeter zur Überwachung der westlichen Betriebsgeländegrenze im Bereich der ADB (13 Standorte)
-  Dosimeter zur Überwachung des Betriebsgeländezaunes der ADB (20 Standorte)
-  Dosimeter zur Überwachung der Betriebsgelände im KfK, ohne WAK (40 Standorte)
-  Dosimeter zur Überwachung der WAK (5 Standorte)

PROBENAHMEEINRICHTUNGEN

-  Meßhütte West
mit γ -Dosisleistungsmessanlage und mit Sammel-einrichtungen für Niederschläge, Aerosole (auf Faserfiltern) und elementares Jod (auf Aktivkohle)
-  Meßhütte Nordost
wie Meßhütte West, jedoch außerdem mit Sammel-einrichtung für Oberflächenwasser aus dem Hirschkanal
-  Niederschlagssammelstelle WAK
-  Niederschlagssammelstelle
zur Überwachung der Tritiumkonzentration (3 Standorte)
-  6 Sandfänge der Regen- und Kühlwasserkanalisation des KfK
-  Grundwasserkontrollbrunnen
-  Wasserwerk



Lageplan der Meßstellen und Probenahmeeinrichtungen innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereiches des Kernforschungszentrums Karlsruhe