



Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Wissenschaftliche Berichte
FZKA 7230

Jahresbericht 2005 der Hauptabteilung Sicherheit

Redaktion: M. Urban, A. Bickel
Hauptabteilung Sicherheit

Mai 2006

Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft
Wissenschaftliche Berichte
FZKA 7230

Jahresbericht 2005
der Hauptabteilung Sicherheit

Redaktion: M. Urban, A. Bickel
Hauptabteilung Sicherheit

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe
2006

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

ISSN 0947-8620

urn:nbn:de:0005-072305

Zusammenfassung

Die Aufgabenstellung der Hauptabteilung Sicherheit umfasst Genehmigungsverfahren sowie die Kontrolle und die Durchführung von Arbeitssicherheits-, Strahlenschutz- und Werkschutzmaßnahmen in den und für die Institute und Abteilungen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH sowie die Abwasser- und Umgebungsüberwachung für alle Anlagen und kerntechnischen Einrichtungen auf dem Gesamtgelände des Forschungszentrums.

Der vorliegende Bericht informiert über die einzelnen Aufgabengebiete der Hauptabteilung und berichtet über die im Jahr 2005 erarbeiteten Ergebnisse.

Central Safety Department, Annual Report 2005

Summary

The Central Safety Department is responsible licensing procedures and for supervising, monitoring and executing measures of industrial health and safety, radiation protection and security service at and for the institutes and departments of the Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (Karlsruhe Research Centre), and for monitoring liquid effluents and the environment of all facilities and nuclear installations on the premises of the Research Centre.

This report gives details of the different duties and reports the results of 2005 routine tasks, investigations and developments of the working groups of the Department.

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

1	Hauptabteilung Sicherheit: Aufgaben und Organisation.....	1
1.1	Aufgaben	1
2	Genehmigungsverfahren	10
3	Arbeitssicherheit.....	13
3.1	Organisation und Aufgaben der Gruppe konventionelle Arbeitssicherheit	13
3.2	Unfallgeschehen	13
3.3	Arbeitsplatzüberwachungen	14
3.4	Aus- und Fortbildung	15
3.5	Arbeitsschutzausschuss	15
3.6	Pilotprojekt „Arbeitssicherheitsmanagementsystem“	16
3.7	Umgang mit Gefahrstoffen.....	17
3.8	Wiederkehrende Prüfungen.....	18
4	Strahlenschutz	19
4.1	Strahlenschutzorganisation im Forschungszentrum.....	19
4.2	Administrativer Strahlenschutz.....	20
4.2.1	Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung.....	20
4.2.2	Umsetzung des atomrechtlichen Regelwerkes	21
4.2.3	Betriebsüberwachung	21
4.2.4	Zentrale Erfassung und Überwachung von Personen nach Röntgen- und Strahlenschutzverordnung.....	21
4.2.4.1	Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen.....	22
4.2.4.2	Überwachung von Personen, die keine beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorien A oder B nach StrlSchV sind.....	22
4.2.4.3	Überwachung von Besuchern in Kontrollbereichen des Forschungszentrums	22
4.2.4.4	Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum	23
4.2.4.5	Ergebnisse der Personendosisüberwachung.....	23
4.2.5	Personen in fremden Strahlenschutzbereichen.....	25
4.2.5.1	Fremdfirmenpersonal in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums.....	25
4.2.5.2	Personal des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen oder Einrichtungen	26
4.2.5.3	Strahlenpassstelle	27
4.2.6	Zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe	28
4.2.6.1	Kernmaterialbuchführung und Euratom-Aufsicht.....	28
4.2.6.2	Buchführung sonstiger radioaktiver Stoffe	29
4.2.6.3	Buchführungs- und Berichtspflicht für nach § 29 StrlSchV freigegebene Stoffe.....	30
4.2.7	Transport radioaktiver Stoffe	32

4.3	Verpflichtungen aufgrund des Verifikationsabkommens zur Kernmaterial überwachung und des Zusatzprotokolls zum Verifikationsabkommen	33
4.4	Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung	34
4.5	Operationeller Strahlenschutz	35
4.5.1	Arbeitsplatzüberwachung	35
4.5.1.1	Personendosimetrie	35
4.5.1.2	Kontaminationskontrollen	37
4.5.1.3	Arbeitserlaubnisse Strahlenschutz	38
4.5.1.4	Schichtdienst und Rufbereitschaft	38
4.5.1.5	Aus- und Weiterbildung	39
4.5.2	In-vivo Messlabor	39
4.5.2.1	Routine- und Sondermessungen	39
4.5.2.2	Cs-137-Referenzmessungen	42
4.5.2.3	Kalibrierung eines 0,8''-Phoswich-Detektors zur direkten Bestimmung der Am-241-Aktivität in begrenzten oberflächennahen Gewebebereichen	43
4.5.2.4	Wiederinbetriebnahme von HPGe-Sandwich-Detektoren	45
4.5.2.5	Qualitätsmanagement / Verifizierung und Validierung neuer Elektronikbauteile	45
4.5.2.6	Radonvergleichsmessungen	45
4.5.3	Betrieb der Eichhalle	46
4.5.3.1	Routinekalibrierung	47
4.5.3.2	Amtliche Eichabfertigungsstelle	47
4.5.3.3	Auftragsarbeiten	47
4.5.4	Strahlenschutzmesstechnik	47
4.5.4.1	Aufgaben	47
4.5.4.2	Wartung und Reparatur	48
4.6	Freigabe nach § 29 StrlSchV	48
4.6.1	Standardverfahren	48
4.6.2	Einzelfallverfahren	49
4.7	Physikalisches Messlabor	49
4.7.1	Aufgaben	49
4.7.2	Messsysteme	50
4.7.2.1	Alpha-Beta-Messtechnik	50
4.7.2.2	Gammaspektrometrie	51
4.7.2.3	Alphaspektrometrie	51
4.7.2.4	Flüssigszintillationsspektrometrie	52
4.8	Chemische Analytik	53

4.8.1	Aufgaben	53
4.8.2	Radiochemische Arbeiten.....	54
4.9	Raumluftüberwachung	56
4.9.1	Probenentnahme	56
4.9.2	Probenauswertung	57
4.10	Dichtheitsprüfungen	58
4.10.1	Voraussetzungen	58
4.10.2	Probenentnahme	58
4.10.3	Probenauswertung	58
4.11	Messstelle für amtliche anerkannte Festkörperdosimetrie	59
4.11.1	Amtliche Personendosimetrie.....	59
4.11.2	Photolumineszenz- und Thermolumineszenzdosimetrie.....	60
4.11.3	Vergleichsbestrahlungen	61
4.11.4	Sonstige Personen- und Ortsdosimeter.....	63
4.11.5	Betriebsübergang.....	64
4.12	Kompetenzerhalt im Strahlenschutz.....	64
4.12.1	Entwicklung biokinetischer Modelle zur Beschreibung der Wirkung von DTPA in Hinblick auf die Diagnostik und Therapie bei Inkorporationen von Plutonium und anderen Transuranen	65
4.12.2	Untersuchung der inter-individuellen Variation von biokinetischen Modellen.....	70
4.12.3	Bestimmung von schwer nachweisbaren Radionukliden in unterschiedlichen Materialien im low(est)-level Bereich - Trennverfahren	74
4.12.4	Entwicklung eines Verfahrens zur numerischen Kalibrierung von Ganz- und Teilkörperzählern	78
4.12.5	Radonerhebungsmessungen in Wasserwerken in Baden-Württemberg.....	82
4.12.6	Optimierung einer aktiven Abschirmung für die Gammaskopimetrie.....	83
4.12.7	Spätfolgen bei US Ziffernblattmalern nach der Aufnahme von Radium.....	85
5	Umweltschutz.....	89
5.1	Betriebsbeauftragte.....	89
5.1.1	Beförderung gefährlicher Güter und Gefahrgutumschlag.....	89
5.1.2	Kreislaufwirtschaft und Abfallbeseitigung	91
5.1.3	Immissionsschutz	98
5.1.4	Gewässerschutz	99
5.2	Emissions- und Umgebungsüberwachung	99
5.2.1	Fortluftüberwachung	100
5.2.1.1	Ableitung nicht-radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2005.....	100
5.2.1.1.1	Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe.....	100

5.2.1.1.2	Versuchsanlagen TAMARA und THERESA	101
5.2.1.1.3	Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk	102
5.2.1.2	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2005	103
5.2.1.3	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2005	113
5.2.1.3.1	Berechnungsgrundlagen	113
5.2.1.3.2	Meteorologische Daten	113
5.2.1.3.3	Ausbreitung und Ablagerung	114
5.2.1.3.4	Rechenprogramme	114
5.2.1.3.5	Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide	114
5.2.1.3.6	Ergebnisse der Dosisberechnung	116
5.2.1.4	Potentielle Strahlenexposition für den Auslegungsstörfall „Flugzeugabsturz“ für Bau 712 – Institut für Nukleare Entsorgungstechnik	121
5.2.2	Abwasserüberwachung	122
5.2.2.1	Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit dem Abwasser im Jahr 2005	125
5.2.2.2	Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2005	126
5.2.2.3	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser in den Rhein abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2005	128
5.2.3	Radiologische Umgebungsüberwachung	128
5.2.3.1	Direktmessung der Strahlung	132
5.2.3.2	Radioaktivitätsmessungen	133
5.2.3.3	Messfahrten im Rahmen des Störfalltrainingsprogramms	136
6	Biologische Sicherheitsbereiche	138
6.1	Gentechnische Anlagen	138
6.1.1	Umsetzung behördlicher Maßnahmen (Gentechnikrecht)	138
6.1.1.1	Strukturierung von Verantwortungsbereichen	138
6.1.2	Technische und organisatorische Maßnahmen zur biologischen Sicherheit	139
6.1.3	Begehungen gentechnischer Anlagen	139
6.1.4	Sicherheitsunterweisungen	140
6.1.5	Dokumentations- und Berichtspflichten gemäß GenTG	140
6.2	Tierhaltungsanlagen	141
6.2.1	Begehungen in Tierhaltungsanlagen	141
6.2.2	Technische und organisatorische Maßnahmen	141
6.2.3	Dokumentations- und Berichtspflichten gemäß TierSchG	142
6.3	Arbeiten mit infektiösen Materialien	142
7	Werkschutz	142
7.1	Anmeldung und Zugang	143

7.2	Werkschutzbereiche	144
7.3	Werkfeuerwehr	144
7.4	Einsatzleitung und Einsatzplanung	146
7.4.1	Einsatzplanung	146
7.4.2	Statistik und Analyse der Einsatzleiter-Einsätze	146
7.4.3	Übungen der Einsatzdienste	147
7.5	Verkehrsdienst	148
7.6	Schadensaufnahme	148
7.7	Schlüsselverwaltung	149
7.8	Technische Sicherungssysteme	150
8	Zentrale Aufgaben	150
8.1	Datenverarbeitung der Hauptabteilung Sicherheit	151
8.1.1	LAN Infrastruktur	151
8.1.2	Server, Ausfallsicherheit, Domains und Endgeräte	151
8.1.2.1	Planung einer hochverfügbaren Server-Infrastruktur	152
8.1.3	Elektronische Dosimetrie	153
8.1.4	Virenschutz	153
8.1.5	Software und Service	153
8.1.6	Spezielle HS-Programme	154
8.2	Abteilungsübergreifende Arbeiten	155
8.2.1	Austausch der Betriebsausweise des Zentrums	156
8.2.2	Aufbau eines Schlüssellersatzsystems das zentrumsweit genutzt werden kann	156
8.3	Qualitätsmanagement	157
8.4	Hausmeister	158
8.5	Aus- und Weiterbildung	159
9	Veröffentlichungen	160
10	Literatur	161

Verzeichnis der Abkürzungen

ANKA	Ängströmquelle Karlsruhe
AtG	Atomgesetz
AtZüG	Atomrechtliche Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BImSchV	Bundesimmissionsschutz-Verordnung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BTI	Bereich Technische Infrastruktur
BTI-B	Bereich Technische Infrastruktur, Abteilung Bauplanung
BTI-V	Bereich Technische Infrastruktur, Abteilung Ver- und Entsorgung
EKM	Hauptabteilung Einkauf und Materialwirtschaft
FIZ	Fachinformationszentrum Karlsruhe
FR2	Forschungsreaktor 2
FTU	Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt
GenTAufzV	Gentechnikaufzeichnungsverordnung
GenTG	Gentechnikgesetz
GenTSV	Gentechniksisicherheitsverordnung
GSF	GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe
HS	Hauptabteilung Sicherheit
HS-M	Hauptabteilung Sicherheit, Amtliche Messstelle
HS-TBG	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Technische Beratung und Genehmigungen
HS-KES	Hauptabteilung Sicherheit – Kompetenzerhalt Strahlenschutz
HS-ÜM	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Überwachung und Messtechnik
HS-WS	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Werkschutz
HS-ZA	Hauptabteilung Sicherheit Zentrale Aufgaben
HVT	Hauptabteilung Versuchstechnik
HVT-TL	Hauptabteilung Versuchstechnik/Tritiumlabor
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
IBG	Institut für Biologische Grenzflächen
IFIA	Institut für Instrumentelle Analytik
IfSG	Infektionsschutzgesetz

IFP	Institut für Festkörperphysik
IHM	Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik
IK	Institut für Kernphysik
IMF-FML	Institut für Materialforschung – Fusionsmateriallabor
IMK	Institut für Meteorologie und Klimaforschung
IMK-IFU	Institut für Meteorologie und Klimaforschung/Atmosphärische Umweltforschung
INE	Institut für Nukleare Entsorgung
IRS	Institut für Reaktorsicherheit
ITC-CPV	Institut für Technische Chemie/Chemisch-Physikalische Verfahren
ITC-TAB	Institut für Technische Chemie/Thermische Abfallbehandlung
ITG	Institut für Toxikologie und Genetik
ITP	Institut für Technische Physik
ITU	Institut für Transurane
KAZ	Kompaktzyklotron
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst GmbH
KIZ	Karlsruher Isochronzyklotron
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KrW/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
MAP	Stabsabteilung Marketing, Patente und Lizenzen
MED	Medizinische Abteilung
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor
ÖA	Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit
OKD	Stabsabteilung Organisation und Kaufmännische Datenverarbeitung
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RöV	Röntgenverordnung
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TAMARA	Testanlage für Müllverbrennung, Abgasreinigung, Rückstandsverwertung, Abwasserbehandlung
THERESA	Versuchsanlage zur thermischen Entsorgung spezieller Abfälle
TierSchG	Tierschutzgesetz
TÜV ET	TÜV Energie- und Systemtechnik GmbH Baden-Württemberg
UM	Umweltministerium Baden-Württemberg
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
ZAG	Zyklotron Aktiengesellschaft

1 Hauptabteilung Sicherheit: Aufgaben und Organisation

1.1 Aufgaben

Die Aufgabenstellung der Hauptabteilung Sicherheit umfasst die Kontrolle und die Durchführung von Arbeitssicherheits-, Strahlenschutz-, sowie Werkschutzmaßnahmen in den und für die Institute und Abteilungen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH, sowie die Abwasser- und Umgebungsüberwachung für alle Einrichtungen auf dem Gelände des Forschungszentrums, die mit radioaktiven Stoffen umgehen. Eine weitere Kernaufgabe stellt die Bearbeitung und Koordinierung von Genehmigungsverfahren dar. Kompetenzerhalt im Strahlenschutz wird als weitere wichtige Aufgabe im Sinne einer aktiven Personalplanung für die Zukunft angesehen. Nachwuchswissenschaftler, junge Ingenieure, Diplomanden und Doktoranden führen kleine F+E-Projekte auf den Gebieten externe und interne Dosimetrie, Radiochemie und (Strahlenschutz-) Messtechnik durch.

Am 31. Dezember 2005 waren in der Hauptabteilung Sicherheit 187 wissenschaftliche, technische und administrative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie zwei Diplomanden der Universität Göteborg und Karlsruhe beschäftigt. 13 Studierende wurden im Rahmen der dualen Ausbildung mit der Berufsakademie Karlsruhe zu Strahlenschutzingenieurinnen und -ingenieuren ausgebildet. Der Organisationsplan der Hauptabteilung ist auf Seite 4 wiedergegeben.

Abteilung Technisch-Administrative Beratung und Genehmigungen (HS-TBG)

Diese Abteilung hat beratende, kontrollierende und administrativ steuernde Funktionen auf den Gebieten des Strahlenschutzes, der Überwachung und Buchführung radioaktiver Stoffe, der Arbeitssicherheit, der Abfallwirtschaft, der Gefahrgüter und des betrieblichen Notfallschutzes. Sie überprüft in den zur Umsetzung und Durchführung verpflichteten Organisationseinheiten die Erfüllung gesetzlicher Pflichten, behördlicher Auflagen und Vorschriften zur technischen Sicherheit. Zu ihren Aufgaben gehört die Erfassung und Dokumentation sicherheitsrelevanter Daten und Vorgänge. Weitere Aufgabenschwerpunkte sind die organisatorische und administrative Durchführung der Emissions- und Immissionsüberwachung für alle atomrechtlichen Umgangsgenehmigungen des Forschungszentrums sowie die Planung und Durchführung von Genehmigungsverfahren für den Forschungsbereich mit Ausnahme von Baugenehmigungen.

Die Arbeitsgruppe mit dem Schwerpunkt „Arbeitssicherheit“ ist Ansprechpartner für die Organisationseinheiten des Zentrums und Kontaktstelle zu den Behörden in Fragen der konventionellen Arbeitssicherheit. Sie überwacht die innerbetriebliche Umsetzung entsprechender Auflagen. Sie führt die Bestellung der nach den Unfallverhütungsvorschriften geforderten Beauftragten durch und sorgt für deren Aus- und Weiterbildung. Zur Information der Mitarbeiter des Zentrums werden von der Arbeitsgruppe Informationsmedien zur Verfügung gestellt. Zur Beurteilung des Unfallgeschehens im Zentrum werden die Unfälle analysiert und ausgewertet. Die Erledigung der Arbeiten erfolgt in enger Koordination mit der Stabsstelle „Fachkräfte für Arbeitssicherheit (StFA)“.

Im Arbeitsschwerpunkt „Strahlenschutz“ werden für den Strahlenschutzverantwortlichen die Bestellungen der Strahlenschutzbeauftragten durchgeführt und deren Tätigkeit sowie der praktische Strahlenschutz durch Information, Beratung und Behördenkontakte unterstützt und die Einhaltung der Vorschriften der Strahlenschutz- und der Röntgenverordnung sowie behördlicher Auflagen überprüft. Weitere Aufgaben sind die Pflege der Datenbanken mit den Messdaten der beruflich strahlenexponierten Personen und die Terminverfolgung für Strahlenschutzunterweisungen und arbeitsmedizinische Untersuchungen. Er schafft die Voraussetzungen für den Einsatz von Fremdfirmenpersonal in Kontrollbereichen des Forschungszentrums und stellt die Strahlenpässe für die Mitarbeiter des Forschungszentrums aus, die in fremden Anlagen oder Einrichtungen tätig werden. Als weitere Aufgabe wird hier zentral für das Forschungszentrum die Buchhaltung zur Überwachung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen im Forschungs-

rum durchgeführt, Materialbilanzberichte erarbeitet und an die zuständigen Behörden weitergeleitet sowie Inspektionen und Inventuren durch Euratom vorbereitet und begleitet. Die administrative Bearbeitung von Freigabeverfahren im Sinne des § 29 StrlSchV einschließlich der zugehörigen Dokumentation wird ebenfalls von dieser Arbeitsgruppe wahrgenommen.

Im Arbeitsschwerpunkt „Umweltschutz“ sind die Abfall-, Gefahrgut-, Immissionsschutz- und Gewässerschutzbeauftragten zusammengefasst, denen die Aufgaben entsprechend gesetzlicher Regelungen übertragen sind. Es sind dies insbesondere Beratungs-, Informations- und Überwachungsaufgaben in den für die Umwelt relevanten Bereichen. Umwelt und sicherheitsrelevante Informationen werden für die Verantwortlichen in Form von Datenbanken zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören u. a. Sicherheitsdatenblätter und Gefahrstoffinformationen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Überwachung der Emissionen radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser aus den kerntechnischen Anlagen, Einrichtungen und Instituten des Forschungszentrums Karlsruhe und die Überwachung der Immissionen in der Umgebung. Überwachungsziel ist die möglichst lückenlose Erfassung aller Emissionen und Immissionen und der auf Messungen und Berechnungen gestützte Nachweis der Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte.

Abteilung Überwachung und Messtechnik

Die Abteilung „Überwachung und Messtechnik (HS-ÜM)“ ist im Auftrag der Strahlenschutzbeauftragten tätig, die für den Schutz der mit radioaktiven Stoffen umgehenden oder ionisierender Strahlung ausgesetzten Personen des Forschungszentrums verantwortlich sind. Aus dieser Aufgabenstellung heraus sind viele Mitarbeiter dieser Abteilung dezentral in den Organisationseinheiten des Forschungszentrums tätig. Sie sind dort die Ansprechpartner in Fragen des arbeitsplatzbezogenen Strahlenschutzes, sie geben Hinweise und Empfehlungen und achten auf strahlenschutzgerechtes Verhalten.

Von den Bereichen „Arbeitsplatzüberwachung“ werden die Auswertung der direkt anzeigenden Dosimeter vorgenommen, die amtlichen Dosimeter, sowie nach Bedarf Teilkörper- oder Neutronendosimeter ausgegeben, nach Plan Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen durchgeführt und die Aktivitätskonzentration in der Raumluft überwacht. Die Strahlenschutzmitarbeiter veranlassen bei Personenkontaminationen die Durchführung der Dekontamination. Zu ihrer Aufgabe gehört die Überwachung der Materialtransporte aus den Kontrollbereichen in das Betriebsgelände des Forschungszentrums und aus dem Betriebsgelände nach außen. Neben den strahlenschutzrelevanten Messungen vor Ort werden auch Messaufgaben aus dem Bereich des konventionellen Arbeitsschutzes durchgeführt.

Das „physikalische Messlabor“ ermittelt die Aktivitätskonzentrationen der Abwässer der Einrichtungen des Forschungszentrums und entscheidet, ob diese Abwässer dekontaminiert werden müssen oder direkt der Kläranlage zugeführt werden dürfen. Sie bilanziert die Aktivitätsableitungen in den Vorfluter. Dieser Gruppe obliegt darüber hinaus die Durchführung aller spektrometrischen Nuklidbestimmungen.

In der Gruppe „Chemische Analytik“ werden die radiochemischen Untersuchungen von Umweltproben, von Proben im Rahmen der Emissionsüberwachung und von Proben für das Freimesslabor durchgeführt. Zur Bestimmung des Radioaktivitätsgehaltes von Luft, Wasser, Boden, Sediment, Fisch und landwirtschaftlichen Produkten werden regelmäßig Proben in der Umgebung des Forschungszentrums genommen und in den Laboratorien der Abteilung gemessen.

Die Abteilung betreibt das Freimesslabor, in dem die nuklidspezifischen Analysen durchgeführt werden, die erforderlich sind, um beim Rückbau und Abriss kerntechnischer Anlagen anfallende radioaktive Reststoffe uneingeschränkt verwerten oder wie gewöhnlichen Abfall beseitigen zu können.

Im „In-vivo-Messlabor“ werden mittels Ganz- und Teilkörperzählern Nukliddepositionen im Körper ermittelt und Verfahren zur Bestimmung der Äquivalentdosis bei innerer Strahlenexposi-

tion weiterentwickelt. Im Vordergrund steht neben den Routinemessungen die stetige Verbesserung des Nachweises von Thorium, Uran, Plutonium und Americium in Lunge, Leber und im Skelett, sowie die Interpretation von Messergebnissen anhand von Stoffwechselmodellen.

Im Aufgabenschwerpunkt „Strahlenschutzmessgeräte“ werden Wartungsarbeiten, Reparaturen und Kalibrierungen an Anlagen zur Raum- und Abluftüberwachung und an Gammapegel-Messstellen durchgeführt. Weitere Aufgaben sind die Eingangskontrolle neuer Geräte, der Test von neu auf dem Markt angebotenen Messgeräten, sowie der Betrieb von Anlagen zur Kalibrierung von Dosis- und Dosisleistungsmessgeräten.

Abteilung Werkschutz

Der Abteilung Werkschutz besteht aus den Gruppen „Werkschutzbereiche“, „Administrative und technische Werkschutzmaßnahmen“ und „Werkfeuerwehr“.

Zu den Aufgaben der Gruppe „Werkschutzbereiche“ gehört der allgemeine Werkschutz durch Streifen- und Überwachungsdienst für das Gesamtareal des Forschungszentrums Karlsruhe. Diese Gruppe führt Kontrollen von zur Ein- oder Ausfuhr bestimmten Gütern durch, überwacht das Schließwesen und ist für den ordnungsgemäßen Ablauf des Straßenverkehrs im Bereich des Forschungszentrums zuständig. Es wird auf die Einhaltung der Ordnungs- und Kontrollbestimmungen geachtet und im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten, die Aufklärung von Schadensfällen betrieben.

Die Gruppe „Administrative und technische Werkschutzmaßnahmen“ ist zuständig für die Bearbeitung und Ausstellung von Zutrittsberechtigungen nach behördlichen Auflagen, die Erstellung von Werksausweisen und für Auswahl, Einsatz und Funktionssicherheit technischer Sicherungssysteme.

Die „Werkfeuerwehr“ ist mit einer Schicht ständig einsatzbereit. Ihre Aufgaben umfassen neben Löscheinsätzen, vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen und technischen Hilfeleistungen auch die Prüfungen, Instandsetzungen und Wartungsarbeiten an allen im Zentrum benutzten Atemschutztechnischen Geräten, sowie den Feuerlöscheinrichtungen. Der Leiter der Werkfeuerwehr ist Einsatzleiter im Sinne des Alarmplanes des FZK, in seiner Abwesenheit wird er vom amtierenden Schichtführer vertreten.

Stabsstelle „Amtliche Messstelle für Festkörperdosimeter“

Für die Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen wurde bis zum 31.07.2005 im Auftrag des Landes Baden-Württemberg die „Amtliche Messstelle für Festkörperdosimeter“ betrieben, die auf Anforderung auch Auswertungen für andere Bundesländer durchführte. Zum 1. August 2005 wurde diese Aufgabe von der GSF, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, übernommen. Für eine begrenzte Übergangszeit, bis zur vollständigen Abwicklung des Übergangs, wird die Auswertung der amtlichen Dosimeter vom in Karlsruhe vorhandenem Personal für die GSF durchgeführt. In Karlsruhe verbleibt die Möglichkeit nichtamtliche Dosimetrie (z. B. für Ortsdosismessungen) sowie kleinere FuE-Projekte durchzuführen.

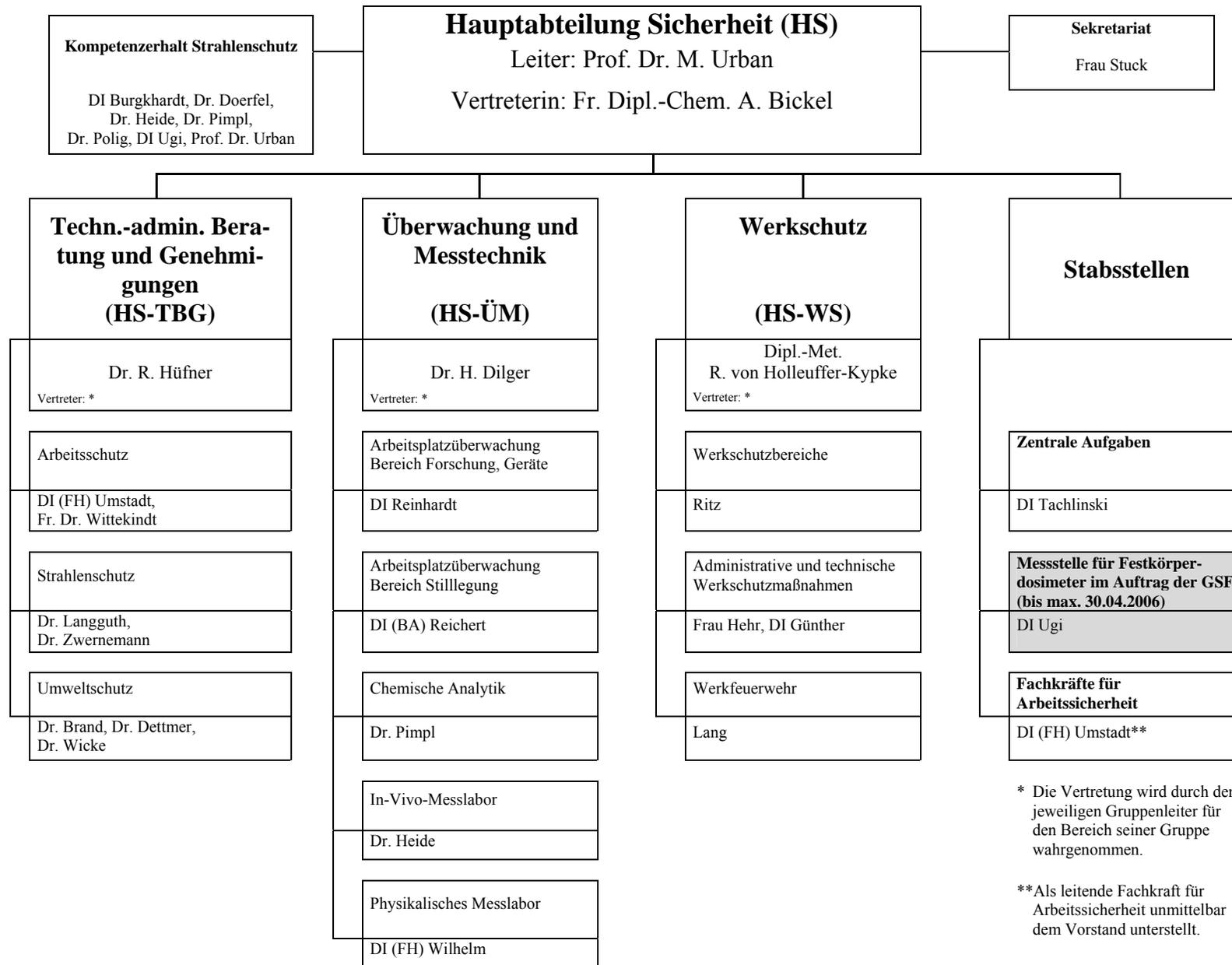
Stabsstelle „Zentrale Aufgaben“

Die Stabsstelle „Zentrale Aufgaben“ nimmt die Erledigung der Querschnittsaufgaben der Hauptabteilung Sicherheit teilweise wahr oder unterstützt zum anderen Teil koordinierend die anderen Abteilungen.

Als Arbeitsschwerpunkte wurde dem Stab der Betrieb und die Weiterentwicklung der HS-Datenverarbeitung, die Koordination von abteilungsübergreifenden Arbeiten und die Ein- und Durchführung qualitätssichernder Maßnahmen übertragen.

Stabsstelle „Fachkräfte für Arbeitssicherheit“

Zur Umsetzung des Arbeitssicherheitsgesetzes im Forschungszentrum Karlsruhe wurde eine Stabsstelle „Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ eingerichtet. Hier sind fünf Sicherheitsingenieure tätig, die den Arbeitgeber beim Arbeitsschutz und bei der Unfallverhütung in allen Fragen der Arbeitssicherheit einschließlich der menschengerechten Gestaltung der Arbeit unterstützen. Ihre besondere Aufgaben ergeben sich aus § 6 des Arbeitssicherheitsgesetzes.



* Die Vertretung wird durch den jeweiligen Gruppenleiter für den Bereich seiner Gruppe wahrgenommen.

**Als leitende Fachkraft für Arbeitssicherheit unmittelbar dem Vorstand unterstellt.

1 Central Safety Department: Duties and Organisation

The Central Safety Department is responsible for licensing, supervising, monitoring and, to some extent, executing measures of radiation protection, industrial health and safety as well as physical protection and security at and for the institutes and departments of the Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (Karlsruhe Research Centre), and for monitoring liquid effluents and the environment of all facilities and nuclear installations on the premises of the Centre. To keep at least present knowledge in Radiation Protection is regarded to be essential for the future. Therefore junior scientists, young engineers, PhD- and Masters students do some research in the Central Safety Department in the field of external and internal dosimetry, radiochemistry and measurement instrumentation. This happens in close cooperation with the Karlsruhe Scientific University and the Karlsruhe University of Cooperative Education.

As per December 31, 2005, the Central Safety Department employed 187 scientific, technical, and administrative staff members, two graduands of the Universities of Göteborg and Karlsruhe and 13 students for radiation protection engineers.

Technical and administrative Consulting and Licensing

The Technical and administrative Consulting and Licensing Unit has consulting, controlling, licensing and managing functions in the various fields such as radiation protection, radioactive materials surveillance and accountancy, industrial safety, waste management, hazardous goods, and in-plant emergency protection. It verifies compliance with legal duties, conditions imposed by authorities, and other technical safety regulations in the institutes and departments of the Centre. These activities also include the centralised acquisition and documentation of safety related data, facts, and events.

The "Industrial Safety Group" has a controlling and consulting function in all areas of conventional health and safety. On the basis of work place analyses it suggests protective measures to the institutes and departments responsible for executing such regulations. It also records and reports accidents at work and appoints persons with special functions in the non-nuclear part of the safety organisation of the Centre.

The "Radiation Protection Group" appoints the Radiation Protection Officers and supports their activities as well as practical radiation protection work through providing information, consultancy, and contacts with authorities and monitors compliance with the Radiation Protection and the X ray Ordinance. It manages the computerised data files containing the data measured for occupationally radiation exposed personnel, and also manages the deadlines for radiation protection instructions and health physics examinations. It creates the preconditions for personnel of external companies to be allowed to work in controlled areas, and it fills in the radiation passports for staff members working in external facilities. It is also responsible for central bookkeeping and accountancy as well as surveillance of nuclear materials and radioactive substances at the Centre. It compiles all inventory change reports and prepares inspections and inventory verification exercises by Euratom. The group is also responsible for the central bookkeeping of former radioactive material which passed through the clearance procedure.

The "Environmental Protection Group" combines all officers responsible for waste, hazardous substances, environmental impacts, and protection of water. It controls, co-ordinates and balances the activity discharges into the atmosphere from all facilities on the premises of the Research Centre and determines the radiation exposure of the environment. Samples are regularly taken in the vicinity and counted in the laboratories of the department to determine the radioactivity content of air, water, soil, sediment, fish, and agricultural produce.

Official Measuring Agency Centre for Solid State Dosimeters

On behalf of the State of Baden-Württemberg, the official measuring agency for solid state dosimeters was operated until the end of July, 2005 for personnel dose monitoring in the State of Baden-Württemberg; and on request it also fulfilled duties for other states. In August the service was handed over to our Helmholtz sister Institute GSF in Munich. For a limited period of time the personnel in Karlsruhe will still work in this area on behalf of the GSF. Non-official measurements of f. e. environmental monitoring and some small R&D-projects will stay in Karlsruhe.

Supervision and Monitoring

The Supervision and Monitoring Unit works mainly on behalf of the Radiation Protection Officers responsible for protecting the persons handling radioactive substances or exposed to ionising radiation. In exercising these functions many staff members work in a decentralised way, being assigned to the institutes of the Centre. The members of the Radiation Protection Unit are liaisons to the members of institutes or departments in matters of radiation protection on site and provide information and recommendations. It runs a laboratory for clearance measurements to perform nuclide specific analyses required for clearance of materials originating from decommissioning of nuclear facilities which can be reused without restrictions or disposed of as ordinary waste only if reference values of remaining radioactivity are underrated.

The "Work Place Monitoring Groups" are responsible for the evaluation of dosimeters and for recording the personnel doses received. In accordance with a pre-set plan, routine contamination and dose rate checks are performed, and activity concentrations in the air of workrooms are monitored. The radiation protection staff organises decontamination whenever personnel are contaminated. The duties of the staff in these groups also include monitoring of materials transports from controlled areas into the surveillance areas of the Research Centre and out of the premises of the Centre. When applicable, they issue clearances for the reuse or disposal of materials. It is also responsible for repairing and calibrating all types of radiation protection measuring equipment. Other activities include acceptance checks of new equipment, tests of measuring gear new on the market, and the operation of irradiation facilities for calibration of dose rate and dose meters. In addition to radiation measurements the tasks of the group are extended to measurements in the field of industrial health, such as noise, hazardous materials, non-ionizing radiation etc.

The "In-vivo-laboratory" runs human body counters and special partial body counters to determine nuclide depositions in the body. Procedures are applied to determine the equivalent dose in cases of internal exposure. These efforts are concentrated mainly on improving methods of detecting thorium, uranium, plutonium, and americium in the lungs, the liver, and the skeleton, and to make available metabolic models for interpretation of the measured results.

The "Chemical Analysis Group" conducts radiochemical examinations of environmental samples and of samples collected for purposes of liquid and gaseous effluent monitoring and of samples for the clearance measurement laboratory.

The "Physical Measurements Laboratory" determines the activity concentrations in the wastewater at the installations, and decides whether these liquid effluents have to be decontaminated or can be passed direct to the sewage treatment plant. It also establishes balances of the activity discharges. Beyond that the Group is responsible for carrying out all spectrometric nuclide assays.

Works Security Service

The Security Unit is made up of the Works Security Service, the Administrative and Technical Physical Protection Measures Group, and the Fire Brigade. The "Works Security Service" is responsible for all physical security measures on the whole area of the Research Centre; these du-

ties are fulfilled by patrol and surveillance services and by access control at the main entrance gates. The Group also checks all goods to be introduced into or removed from the Centre, monitors locks, and is responsible for overseeing road traffic on the premises of the Centre. The "Administrative and Technical Physical Protection Measures Group" is responsible for handling and issuing entry permits, and for choosing, installing and keeping in working order technical security systems.

One shift of the "Fire Brigade" is permanently ready for action on the premises of the Centre. Its duty comprises fire fighting, preventive fire protection, and technical assistance in many ways, and also the inspection, repair and maintenance of all respiration protection gear used at the Centre. The " Fire Brigade " provides the Task Force Leader for the safety organisation of the Centre "around the clock", elaborates and updates assignment documents, conducts drills of the task forces, and writes reports about assignments.

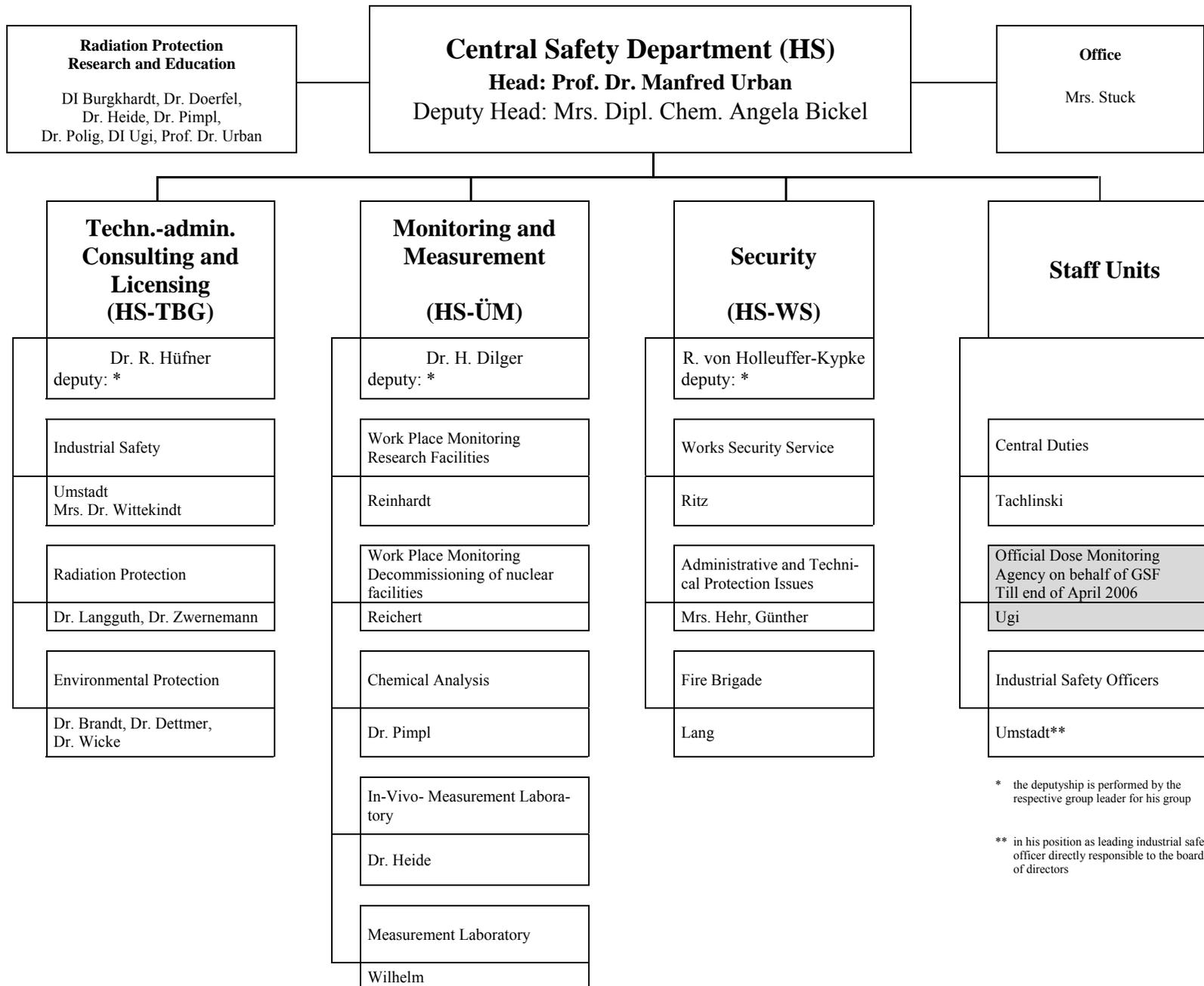
Staff unit "central duties"

The staff position „central duties“ is responsible for the implementation and coordination of supporting tasks within the Central Safety Department.

Main duties are the operation and the further development of the data processing of the Central Safety Department, the coordination of supporting tasks concerning the different compartments and the accomplishment of quality assurance procedures.

Staff unit "Specialists in occupational safety"

To observe the German Occupational Safety laws the staff position "Specialists in occupational safety" was built. The five specialists in occupational safety assist the employer in everything concerning occupational safety and prevention of accidents and in the setup of human working environments.



* the deputyship is performed by the respective group leader for his group

** in his position as leading industrial safety officer directly responsible to the board of directors

2 Genehmigungsverfahren

A. Bickel, M. Fellhauer, R. Hüfner, E. Wittekindt, O. Zwernemann

Ein nicht unerheblicher Teil der Forschungsaktivitäten unseres Zentrums bedarf der Genehmigung oder unterliegt zumindest der Aufsicht staatlicher Behörden. Gleiches gilt für die Durchführung vieler Aufgaben aus dem Bereich der Infrastruktur, die die Erfüllung des Forschungsauftrages des Zentrums erst ermöglichen.

Die Arbeit bei der Abwicklung von Genehmigungsverfahren ist durch eine enge Kooperation mit den im jeweiligen Verfahren betroffenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums gekennzeichnet. Im Arbeitsablauf selbst gibt es dabei nur wenige rechtsspezifische Besonderheiten, so dass die Aufgaben weitgehend pauschal dargestellt werden können. Wesentliche Punkte sind:

- die Prüfung neuer Vorhaben oder Änderungen in der Nutzung bestehender Anlagen auf ihre genehmigungsrechtliche Erheblichkeit
- die Abstimmung des Antragsumfangs und des Terminplanes zur Abwicklung des Genehmigungsverfahrens
- die Koordinierung der Erstellung der Antragsunterlagen in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Organisationseinheiten
- die Vorprüfung und Verfolgung von Gutachteraufträgen
- die inhaltliche Prüfung von Gutachten und Behördenbescheiden
- die Abgabe förmlicher Willenserklärungen (Anträge, Rechtsmittel) unter Mitzeichnung durch die Hauptabteilung Recht und Versicherungen (RA)
- die Abgabe von Änderungsanzeigen sowie von Informationen zu technischen Aktualisierungen bei bestehenden Genehmigungen
- die Terminüberwachung bei zeitlich befristeten Genehmigungen und Zulassungen.

Der zeitliche Verlauf von Genehmigungsverfahren kann sich von wenigen Tagen bis zu mehreren Jahren hinziehen. Dementsprechend unterschiedlich ist auch der administrative Aufwand bei der Abwicklung, aber auch bei der Betreuung von Genehmigungen nach ihrer Erteilung.

In der Tab. 2-1 sind die dem Forschungszentrum Karlsruhe erteilten Genehmigungen und Zulassungen zusammengefasst, die am Jahresende 2005 Gültigkeit besaßen.

Neben den zum Tagesgeschäft zählenden Anpassungen, Erweiterungen und Aktualisierungen bestehender Genehmigungen wurden einige besonders zu erwähnende Vorgänge bearbeitet.

Wie bereits im Jahr 2004 machten die Freigaberegeln nach § 29 der Strahlenschutzverordnung einen großen Anteil der atomrechtlichen Genehmigungen aus. Die Bedeutung wird auch aus der Tatsache deutlich, dass 2005 mehr als 250 Chargen unterschiedlichster Reststoffe die Freigabe nach § 29 durchliefen.

Nach der Einführung des Verfahrens für die standardisierte Freigabe häufig anfallender Stoffströme zeigte sich, dass die praktische Umsetzung im kritischen Dialog mit dem Umweltministerium optimiert werden musste. Dabei standen neben verfahrenstechnischen Details vor allem auch grundlegende Fragen wie die genaue Definition der Stoffströme für die standardisierte Freigabe im Vordergrund. Diesen Optimierungsschritten wurde durch die behördliche Erteilung von zwei Änderungsbescheiden für die Freigabe im standardisierten Verfahren Rechnung getragen. Für den Chemieschlamm des Klärwerkes wurde unabhängig von der standardisierten Freigabe ein Bescheid zur Freigabe nach § 29 erwirkt.

Eng verknüpft mit der Freigabe nach § 29 Strahlenschutzverordnung sind die Rückbaumaßnahmen von nicht mehr benötigten Strahlenschutzbereichen. Hierbei ist insbesondere der Abschluss der Rückbaumaßnahmen der Kontrollbereiche im Gebäude 321A des Instituts für Instrumentelle Analytik (ehemals Institut für Radiochemie) hervorzuheben. Es handelt sich hierbei um das erste Gebäude im Forschungszentrum, dessen Freigabe vollständig nach § 29 abgewickelt wurde und hat somit Modellcharakter für zukünftige Rückbaumaßnahmen. Nach Abschluss der Arbeiten und Rückgabe der Umgangsgenehmigung S 120/93 waren sämtliche Räume und Einrichtungen dekontaminiert und freigemessen und können nun einer neuen Nutzung zugeführt werden.

Im Bereich der biologischen Arbeiten des Forschungszentrums wurden zwei neue gentechnische Anlagen errichtet (ITG; Fischhaltungsanlage und eine weitere, die im Rahmen eines neuen Tierversuchsvorhabens etabliert wurde). Weiterhin wurden für drei gentechnische Anlagen Erweiterungen erwirkt (ITG, IMK-IFU) sowie eine S1-Anlage aus dem Zuständigkeitsbereich des ITG herausgenommen (FTU).

Weiterhin war HS bei der Umsetzung sicherheitstechnischer Auflagen zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben in den begangenen biologischen Arbeitsbereichen eingebunden.

Im Jahr 2005 wurden zwei Anträge auf Genehmigung von Tierversuchen an Mäusen und Ratten genehmigt (ITG). Weitere Anträge befinden sich zurzeit im Genehmigungsverfahren, zwei genehmigte Verfahren liefen in 2005 aus. In diesem Rahmen wurden für 11 Mitarbeiter Anträge auf Erteilung einer Ausnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 1 Satz 4 TierSchG gestellt und vier Mitarbeitermeldungen zur Durchführung von tierexperimentellen Eingriffen vorgenommen. Anträge zur Kapazitätserweiterungen einer Tierhaltungsanlage wurden gestellt und Laufzeitverlängerungen für genehmigte Vorhaben beantragt.

Institut/ Abteilung	AtG		StrlSchV						RöV		BImSchG		WHG	GenTG	IfSG	TierschG			Fach- betriebe
	§ 7	§ 9	§ 7	§ 11	§ 12	§ 15	§ 29	§ 117											
	Genehmig.	Genehmig.	Genehmig.	Genehmig.	Anzeige	Genehmig.	Genehmig.	Anzeige.	Genehmig.	Anzeige	Genehmig.	Anzeige	Genehmig.	angemeldete Bereiche	angemeldete Bereiche	Genehmig.	Ausnahme- genehmig.	Anzeige	Zulassung
BTI	1		3				1		1		3		3						3
EKM			1																
FTU			1						2					1					
FZK		3				1	2												
HDB											1								
HS		1	1						2										
HVT			5							1									
HZY				1	1														
IFIA			1																
IFP			1		1				4	2									
IHM			1						3	2									
IK			2	2						1									
IBG														1		1		1	
IMF		1	1						8	6									
IMK			6					4						1					
IMT					1				1										
INE		1	1						1	3									
INT			2						4	3									
ISS			1	1															
ITC			4						5	4	3	1		1	1				
ITG			3											6		4	20	1	
ITP			1							3									
MED			1																
MZFR			1				1												

Tab. 2-1: Genehmigungen und Anzeigen der Institute und Abteilungen des Forschungszentrums Karlsruhe, Stand Dez. 2005, ausgenommen sind die atomrechtlichen Genehmigungen, die vom Geschäftsbereich Stilllegung selbst betreut werden

3 Arbeitssicherheit

K. Umstadt

3.1 Organisation und Aufgaben der Gruppe konventionelle Arbeitssicherheit

Hauptaufgabe des Arbeitsschutzes ist es, Gefährdungen und Schädigungen der Beschäftigten vorsorgend zu verhüten, abzuwehren oder soweit wie möglich zu vermindern, mit dem Ziel, Arbeitssicherheit zu erreichen. Dabei stehen im Mittelpunkt Maßnahmen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit und zur Verhütung arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren, von Arbeits- und Wegeunfällen sowie von Berufskrankheiten.

Das Forschungszentrum Karlsruhe trägt als Arbeitgeber die Verantwortung für die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit seiner Mitarbeiter. Damit obliegt ihm die Führungsaufgabe, gesundheitsbewahrende Arbeitsverhältnisse und sichere Einrichtungen zu schaffen, den bestimmungsgemäßen Umgang mit ihnen und das Zusammenwirken aller Mitarbeiter entsprechend zu organisieren und sicherzustellen. Dieser Aufgabe wird das Forschungszentrum u. a. dadurch gerecht, dass es nach Maßgabe des Arbeitssicherheitsgesetzes Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit bestellt hat.

Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit gehören organisatorisch der Stabsstelle „Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ innerhalb der Hauptabteilung Sicherheit an und haben die Aufgabe, die einzelnen Organisationseinheiten beim Arbeitsschutz, bei der Unfallverhütung und in allen Fragen zur Arbeitssicherheit einschließlich Maßnahmen der menschengerechten Gestaltung der Arbeit zu unterstützen. Dazu führen sie regelmäßig Begehungen in den Instituten durch.

3.2 Unfallgeschehen

Nach § 193 des Sozialgesetzbuches VII hat der Unternehmer Unfälle von Versicherten in seinem Unternehmen dem Unfallversicherungsträger anzuzeigen, wenn Versicherte getötet oder so verletzt sind, dass sie mehr als drei Tage arbeitsunfähig werden. Darüber hinaus werden aus grundsätzlichen Erwägungen auch Unfälle von Beschäftigten des Forschungszentrums, bei denen ärztliche Hilfe außerhalb des Zentrums in Anspruch genommen wird, dem zuständigen Unfallversicherungsträger angezeigt.

Für das Jahr 2005 wurden insgesamt 69 Arbeitsunfälle an den Unfallversicherer gemeldet. Davon waren 34 Unfälle anzeigepflichtig (Betriebsunfälle: 23, Wegeunfälle: 10, Sportunfälle: 1).

Einen Überblick über Art der Verletzungen und verletzte Körperteile gibt Tab. 3-1. Die Summe der anzeigepflichtigen Unfälle hat sich gegenüber dem Vorjahr etwas verringert; die Gesamtzahl der gemeldeten Unfälle dagegen ging um knapp 20 % zurück. Betrachtet man die anzeigepflichtigen Unfälle differenziert nach Betriebs- und Wegeunfällen, ist festzustellen, dass sich die Anzahl der Betriebsunfälle von 27 im Jahre 2004 auf 23 im Jahre 2005 verringert hat. Ca 20 % dieser Unfälle sind auf Stolpern und damit verbundenen Stürzen zurückzuführen. Die Zahl der Wegeunfälle hat von 7 im letzten Jahr auf 10 im Jahre 2005 zugenommen.

Die Wegeunfälle unterscheiden sich in vieler Hinsicht von den Arbeitsunfällen im Betrieb. Da sie auf dem Weg zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, also außerhalb des Betriebes geschehen, sind sie den Unfallverhütungsmaßnahmen der Betriebe und der Berufsgenossenschaften auch schwer zugänglich.

verletzte Körperteile	Jahr		Art der Verletzung	Jahr	
	2004	2005		2004	2005
Kopf	2	2	Prellungen, Quetschungen	6	8
Augen	2	1	Verstauchungen	2	2
Rumpf	1	1	Zerrungen, Verrenkungen	4	3
Beine, Knie	2	1	Wunde, Riss	6	5
Füße, Zehen	4	3	Knochenbruch	3	2
Arme	2	4	Verbrennungen, Verätzungen	1	0
Hände, Finger	14	11	Schnitte	4	4
Wirbel	1	0	Sonstige	5	1

Tab. 3-1: Art der Verletzungen und der verletzten Körperteile bei den Betriebsunfällen

Zur Beurteilung des durchschnittlichen Unfallrisikos eines Versicherten müssen die absoluten Unfallzahlen zu geeigneten Bezugsgrößen ins Verhältnis gesetzt und damit Unfallquoten gebildet werden. Bei der Darstellung der Häufigkeit der Arbeitsunfälle je 1 000 Mitarbeiter werden die Unfallzahlen verschiedener Unternehmen vergleichbar. Für das Forschungszentrum mit ca. 3 600 Mitarbeitern ergeben sich die Tab. 3-2 dargestellten Zahlen.

Art der Unfälle	Zahl der meldepflichtigen Unfälle je 1 000 Beschäftigte	
	Forschungszentrum Karlsruhe 2005	gewerbliche Wirtschaft 2004*
meldepflichtige Betriebs- u. Sportunfälle	6,7	27,9
meldepflichtige Wegeunfälle	2,9	4,5

* Daten von 2005 liegen noch nicht vor.

Tab. 3-2: Unfälle im Forschungszentrum Karlsruhe 2005 im Vergleich zur gesamten gewerblichen Wirtschaft

3.3 Arbeitsplatzüberwachungen

Nach § 5 Arbeitsschutzgesetz hat der Arbeitgeber durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend. Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch

- die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
- physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
- die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit.

Die Arbeitsplatzüberwachungen dienen dazu, konkrete Belastungen einzelner Mitarbeiter oder Gruppen zu erfassen und die Einhaltung gesetzlicher Regelungen nachzuweisen. Hierzu ist es notwendig, durch Messungen Ergebnisse zu erhalten, welche die Basis für eventuell durchzuführende Maßnahmen bilden.

Die gebräuchlichsten Messungen (Lärm, Klima, Beleuchtung) werden von Mitarbeitern der Abteilung Überwachung und Messtechnik mit den entsprechenden Messgeräten durchgeführt. Die Anforderung zur Durchführung einer Messung erhalten sie von den Organisationseinheiten oder der zuständigen Fachkraft für Arbeitssicherheit. Das Messergebnis wird von der zuständigen Fachkraft beurteilt. Daraus resultierende Empfehlungen werden dem Institutsleiter mitgeteilt. Die Notwendigkeit der Durchführung von Messungen zur Arbeitsplatzüberwachung wird entweder bei Betriebsbegehungen festgestellt, oder aufgrund von Anfragen der Mitarbeiter oder der Betriebsärzte festgelegt.

3.4 Aus- und Fortbildung

Im Berichtszeitraum wurden die internen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen des Zentrums in Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsfragen unterstützt. Themenschwerpunkte waren: Arbeitsschutz und Brandschutz, Umsetzung von EU-Richtlinien in nationales Recht, Tragen von Atemschutzgeräten, Aus- und Fortbildung für Kranführer und Gabelstaplerfahrer. Weiterhin wurden Kurse mit den Themen „Umgang mit Gefahrstoffen“ und „Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung“ durchgeführt. Insbesondere die Tatsache, dass bis Ende 2005 alle Institute, in denen explosionsgefährdete Bereiche ausgewiesen sind, ein Explosionsschutzdokument erstellen mussten, führte zu einer regen Nachfrage nach entsprechenden Kursen. Es wurden außerdem Ausbildungen zur befähigten Person für Hebezeugbetrieb und für die Instandhaltung von Aufzügen durchgeführt. Für den innerbetrieblichen Transport wurden Mitarbeiter entsprechend den Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften für das Bedienen von Krananlagen und das Führen von Flurförderzeugen geschult. Zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter sowie zur Durchführung der gesetzlich geforderten Unterweisungen werden von HS-TBG ca. 100 Filme bereitgehalten, aktualisiert und ergänzt. Sie können als Videofilme mit Übertragungsgerät ausgeliehen werden. Außerdem stehen sie in digitaler Form im Karlsruher Informationssystem Sicherheit (KISS) verfügbar und sind dort von jedem Mitarbeiter per PC abrufbar.

3.5 Arbeitsschutzausschuss

Nach § 11 des Arbeitssicherheitsgesetzes hat das Forschungszentrum als Arbeitgeber einen Arbeitsschutzausschuss (ASA) zu bilden. Die personelle Zusammensetzung und die Aufgaben des Arbeitsschutzausschusses sind im Arbeitssicherheitsgesetz geregelt. Neben den ständigen Tagesordnungspunkten wie Berichte der Betriebsärzte und der Fachkräfte für Arbeitssicherheit wurden sicherheitsrelevante Arbeitsunfälle besprochen. Weitere Schwerpunkte während des Berichtszeitraumes waren:

- Die neue Gefahrstoffverordnung

Mit der neuen Gefahrstoffverordnung wurde die Vorgabe vollzogen, die Vorschriften über den betrieblichen Gefahrstoffschutz dem europäischen Recht anzugleichen. Sie enthält etliche Neuerungen, in deren Mittelpunkt die Gefährdungsbeurteilung, die arbeitsmedizinische Vorsorge sowie das neue Schutzstufenkonzept stehen. Da sich bei der praktischen Umsetzung der Verordnung einige Probleme ergaben, wurden in mehreren Sitzungen über Hilfestellungen für die Institute diskutiert und an Leitfäden gearbeitet.

- Erstellen von Konformitätserklärungen

Von den Mitgliedern wurde die Frage diskutiert, inwieweit wissenschaftliche Einrichtungen überhaupt nicht als „wirtschaftliche Unternehmung“ im Sinne des Anwendungsbereichs von § 1 GPSG anzusehen sind. Nach Auffassung des Regierungspräsidiums Karlsruhe, der für die Arbeitssicherheit im Forschungszentrum Karlsruhe zuständigen Behörde, ist das Forschungszentrum Karlsruhe als wirtschaftliche Unternehmung in Sinne des GPSG anzusehen und unterliegt somit dem Konformitätsverfahren bei selbst hergestellten Maschinen.

- Betriebliches Vorschlagswesen

Verbesserungsvorschläge, die im Zusammenhang mit Arbeits- und Gesundheitsschutz standen, wurden dem ASA zur Bewertung und Stellungnahme zugeleitet. Nach Diskussion und Bewertung der Vorschläge erfolgte eine Stellungnahme an die Abteilung „Betriebliches Vorschlagswesen“.

3.6 Pilotprojekt „Arbeitssicherheitsmanagementsystem“

Der Arbeitsschutz erfährt derzeit in vielen Unternehmen eine Veränderung. Den Übergang vom nachsorgenden hin zum präventiven Arbeitsschutz unter Zuhilfenahme formalisierter und systematisierter Organisationsstrukturen, des so genannten Managementsystems, bewerten Experten als qualifizierten Quantensprung.

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist eines der ersten Großforschungszentren in Deutschland, in dem ein Arbeitsschutzmanagementsystem zum Einsatz kommen soll. In einem Pilotprojekt wurde im Institut für technische Physik (ITP) am Forschungszentrum Karlsruhe ein Arbeitsschutzmanagementsystem im wissenschaftlich-technischen Umfeld mit seinen speziellen Anforderungen etabliert. Wechselnde Forschungstätigkeiten und variierende Aufgabenfelder stellten eine Randbedingung für ein solches Arbeitsschutzmanagement dar, ebenso der Einsatz neuer Technologien, für die Arbeitsschutzmaßnahmen zu erarbeiten waren, da nicht auf bewährte Regeln der Technik zurückgegriffen werden konnte. Ein Managementsystem für das ITP musste stark integrativ ausgerichtet sein, d. h. an vorhandene Führungs- und Organisationsstrukturen angepasst werden.

Mit der Einführung des Arbeitsschutzmanagementsystems wurden folgende Ziele verfolgt:

- kontinuierliche Verbesserung und Vervollständigung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit,
- Erhöhung der Rechtssicherheit für das Unternehmen,
- Verankerung des Arbeitsschutzgedankens als Führungsaufgabe auf allen Ebenen („Management first“).

Hieraus ergaben sich folgende Einzelziele:

- Integration von Arbeitsschutz in die Organisationsabläufe, so dass gleichzeitig ein Beitrag zu Wirtschaftlichkeit durch sichere Prozesse und störungsfreie Abläufe geleistet wird,
- Verbesserung von Transparenz und systematischem Ineinandergreifen von Arbeitsschutzorganisation und Abläufen, z. B. durch eindeutige Festlegung von Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortung im Arbeitsschutz,
- Abbau von Ausfallzeiten bzw. betrieblicher Gesundheitsstörung,
- Integrationsmöglichkeit mit anderen Managementsystemen, z. B. für Umweltschutz oder Qualität,
- Übertragbarkeit des Arbeitsschutzmanagementsystems auf das gesamte Forschungszentrum und auf andere Betriebsstätten der Helmholtzgemeinschaft.

Mit einer Feierstunde im Institut für Technische Physik (ITP) fand am 22. Dezember 2005 das 2002 gestartete Pilotprojekt VIA seinen erfolgreichen Abschluss. Im Beisein von Vorstand Prof. Reinhard Maschuw, Institutsleiter Prof. Peter Komarek und dem Leiter der Hauptabteilung Sicherheit, Prof. Manfred Urban, konnte Projektleiter Dipl.-Ing. Kai Bauer (ITP) aus den Händen eines Vertreters der Verwaltungsberufsgenossenschaft die Urkunde für den Aufbau eines „Vollständig integrierten Arbeitsschutzmanagementsystems“ in Empfang nehmen. Im November 2005

war das System von der Verwaltungsberufsgenossenschaft Mainz begutachtet und zertifiziert worden.

Das Pilotprojekt am ITP hat gezeigt, wie sich die spezifischen Sicherheitsbelange eines Forschungsbetriebes systematisieren lassen – zum Wohle der Beschäftigten und zum Vorteil des Unternehmens. Diese Erfahrungen sollen nun auch anderen Instituten des Forschungszentrums zur Verfügung gestellt werden. Ein Teil der Projekt-Dokumentationen ist bereits im „Karlsruher Informationssystem Sicherheit“ (KISS) verfügbar.

3.7 Umgang mit Gefahrstoffen

K. Dettmer, P. Kraft

Aufgrund der Verwendung von Gefahrstoffen sind im Forschungszentrum eine Vielzahl chemikalienrechtlicher Unternehmerpflichten zu erfüllen. Hierbei übernimmt die HS einige zentrale Aufgaben. Sie betreffen beispielsweise die Information der Beschäftigten über gefährliche Eigenschaften von Stoffen und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen sowie die Führung des vorgeschriebenen Gefahrstoffverzeichnisses für das Unternehmen.

Die Realisierung des Gefahrstoffverzeichnisses erfolgte im Forschungszentrum mit Hilfe eines zentralen Datenbankprogramms, das von allen Organisationseinheiten über das Intranet bedient werden kann. Es unterstützt die Beschäftigten bei der Bestandsführung und nutzt alle Daten, die bei der Bestellung von Gefahrstoffen ohnehin benötigt werden, um daraus mit möglichst geringem zusätzlichem Aufwand das Verzeichnis aufzubauen. Das Programm mit dem Namen Chemie Assistent (abgekürzt: ChemA, vergl. Abb. 3-1) bietet die Möglichkeit, Gefahrstoffe direkt im Rahmen der Beschaffung zu registrieren. Bestellte Stoffe werden datentechnisch mit Informationen über ihre gefährlichen Eigenschaften sowie mit Angaben über den Ort ihrer Lagerung oder Handhabung verknüpft.

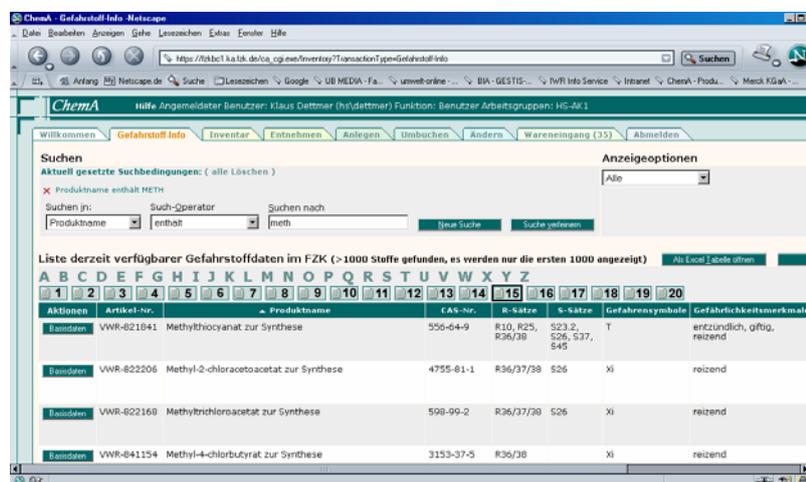


Abb. 3-1: Der ChemieAssistent, das Gefahrstoffverzeichnis des Forschungszentrums – Aufbau der Bedienoberfläche wie ein Karteikasten

Das Datenbankprogramm arbeitet direkt mit dem im Bestellwesen des Forschungszentrums verwendeten Katalogsystem, dem Enterprise Buyer Professional, das auf der Plattform SAP R/3 aufsetzt, zusammen. Der Vorteil dieses Bestellsystems besteht darin, dass eine Bestellung dezentral ausgelöst und das benötigte Produkt direkt aus dem Katalog des Lieferanten selektiert werden kann. Im Hinblick auf die Umsetzung der Gefahrstoffverordnung bedeutet dies, dass sich eine große Auswahl an Stoffen unmittelbar beim Bestellvorgang mit den für das Gefahrstoffverzeichnis erforderlichen Daten elektronisch verbinden lässt. Alle Stoffinformationen können so-

wohl bei der Bestellung, als auch zu jedem späteren Zeitpunkt datentechnisch mit der Information über den Ort der Verwendung des Gefahrstoffes verknüpft werden.

Die Sicherheitsdatenblätter sowie ausgewählte einzelne Sicherheitsdatenfelder für den Aufbau des Gefahrstoffverzeichnis führt die HS ebenfalls in der Datenbank. Der Datenpool speist sich aus den Informationen der Hersteller und Vertreiber der eingekauften Stoffe und wird ständig aktualisiert und erweitert. Sämtliche Daten einschließlich eingescannter Original-Sicherheitsdatenblätter können über das Intranet des Forschungszentrums zentral und von jedem Institut aus zur allgemeinen Information sowie zur Erstellung von gefahrstoff- und arbeitsplatzbezogenen Betriebsanweisungen abgerufen werden. Da ein Großteil der Gefahrstoffdaten direkt vom Hauptlieferanten für das Forschungszentrum übernommen werden kann, konzentriert sich die von HS zu leistende Aktualisierungsarbeit auf die Datensätze, die für die vorhandenen und neu bestellten Stoffe anderer Hersteller erforderlich sind. Aus diesem Grund kann die erforderliche Aktualität der Daten mit angemessenem Aufwand aufrecht erhalten werden.

Das Datenbanksystem unterstützt die dezentrale Registrierung der vorhandenen Gefahrstoffe, die Übernahme von bisher innerhalb der einzelnen Organisationseinheiten geführten Stofflisten sowie die Übernahme relevanter Daten im Rahmen von Neubestellungen in ein einheitliches, zentrales Verzeichnis. Es bietet dadurch einen Überblick über vorhandene Gefährdungspotentiale und kann unterschiedlichen Stellen der Sicherheitsorganisation (Arbeitssicherheit, Werkfeuerwehr, Arbeitsmedizin) eingesehen und ausgewertet werden.

Zusätzlich zur Administration des Gefahrstoffverzeichnis wurde die Erstellung von Gebindekennzeichnungen für den Umgang (Gefahrstoffetiketten) sowie von schriftlichen Weisungen für Fahrzeugführer beim Gefahrguttransport (Unfallmerkblätter) als zentrale Dienstleistung angeboten.

3.8 Wiederkehrende Prüfungen

K. Dettmer

Um die technische Betriebssicherheit zu gewährleisten, müssen eine Vielzahl von Anlagen, Anlagenteilen, Maschinen und Gegenständen in regelmäßigen Zeitintervallen wiederkehrend geprüft werden. Die Prüferfordernis kann sich beispielsweise aus Rechtsnormen, Unfallverhütungsvorschriften oder auch unmittelbar aus Genehmigungsaufgaben ergeben. Durch die Betriebssicherheitsverordnung eröffnet sich die Möglichkeit, dass Intervalle für wiederkehrende Prüfungen im Rahmen von Gefährdungsanalysen neu festgelegt werden.

Wiederkehrende Prüfungen erfolgen in allen Organisationseinheiten des Zentrums. Von den zentralen Aufgaben übernimmt der Bereich Technische Infrastruktur die Datenhaltung der wiederkehrend prüfpflichtigen Objekte sowie die Terminsteuerung der Prüfungen. Die Kontrolle sowie das Mahnwesen obliegt der Hauptabteilung Sicherheit. Die Daten zur Identifikation der Prüfobjekte und zum Anstoß der Prüfungen werden in dem SAP-Modul RM-INST geführt, das auch für die Steuerung der Wartung und Instandhaltung infrastruktureller Anlagen zum Einsatz kommt.

Das Datenbank-System sichert die Einhaltung der vorgeschriebenen Prüfintervalle sowie die Terminsteuerung und erleichtert die Nachweisführung gegenüber den Behörden. Zur Terminierung und Dokumentation der Prüfungen werden Prüfnachweise erstellt und an die verantwortlichen Organisationseinheiten gesendet. Diese erhalten außerdem jährlich Prüfkalender und werden bei Bedarf monatlich auf überfällige Prüftermine hingewiesen.

In der Abb. 3-2 sind die neue Aufgabenverteilung sowie der Informationsfluss bei der Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen dargestellt.

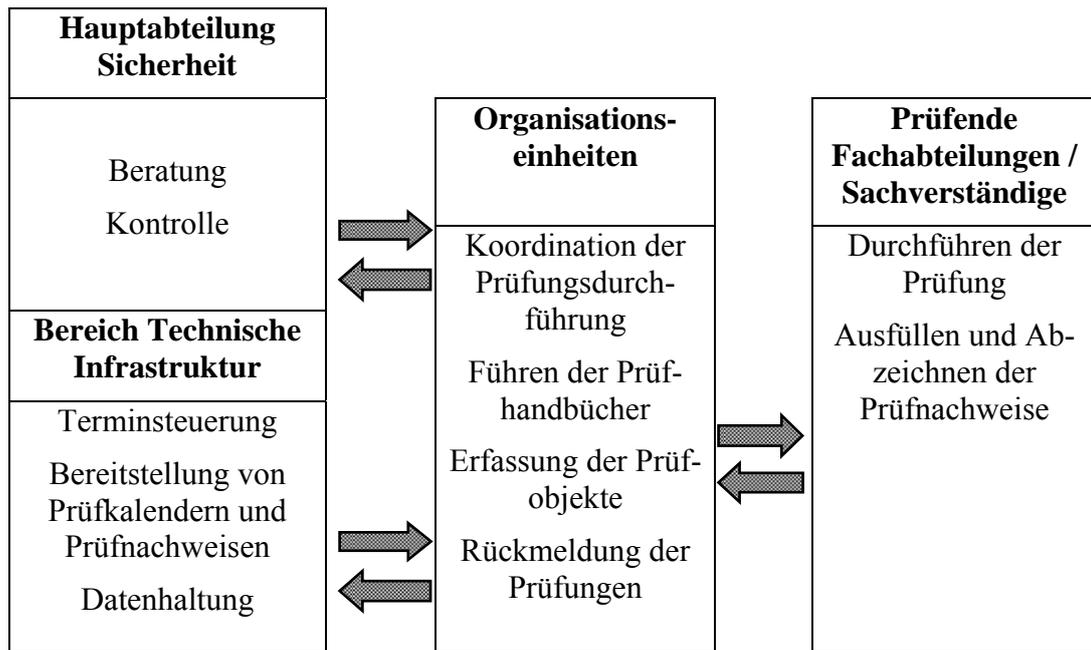


Abb. 3-2: Wiederkehrende Prüfungen – Aufgabenverteilung und Informationsfluss

Zusätzlich zu den Dokumenten, die mit Hilfe des Systems in Papierform erstellt und über den Postweg verteilt werden können, bestehen eine Vielzahl von direkten Auswertungsmöglichkeiten der Datenbank auf elektronischem Wege. Diese Dienste lassen sich dezentral nutzen und ermöglichen Personen, die in den Organisationseinheiten für die Wiederkehrenden Prüfungen zuständig sind, eine schnelle und zuverlässige Information über anstehende Prüftermine.

Im Berichtsjahr konnte der Routinebetrieb des Systems ohne wesentliche Probleme aufrecht erhalten werden.

4 Strahlenschutz

4.1 Strahlenschutzorganisation im Forschungszentrum

Das Forschungszentrum Karlsruhe GmbH ist als juristische Person Inhaber einer Vielzahl von atomrechtlichen Genehmigungen und somit Strahlenschutzverantwortlicher nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung. Der Vorstandsvorsitzende des Forschungszentrums hat als Strahlenschutzverantwortlicher die Wahrnehmung seiner Aufgaben an den Sicherheitsbeauftragten delegiert, der bezüglich des Strahlenschutzes als Strahlenschutzbevollmächtigter handelt.

Zur Durchführung seiner Aufgaben bedient sich der Sicherheitsbeauftragte der Hauptabteilung Sicherheit (HS), deren Leiter er ist. Die Aufgaben des operationellen Strahlenschutzes werden dabei von der Abteilung Überwachung und Messtechnik (HS-ÜM) und die des administrativen Strahlenschutzes von der Abteilung Technisch-administrative Beratung und Genehmigungen (HS-TBG) wahrgenommen.

4.2 Administrativer Strahlenschutz¹

4.2.1 Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung

M. Fellhauer, K.-G. Langguth, A. Bickel

Der Strahlenschutzverantwortliche hat zur Gewährleistung des Strahlenschutzes bei atomrechtlich relevanten Tätigkeiten die notwendige Anzahl von Strahlenschutzbeauftragten zu bestellen.

Als Strahlenschutzbeauftragte (SSB) dürfen nur Personen bestellt werden,

- die die zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben erforderlichen Befugnisse besitzen,
- bei denen keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen ihre Zuverlässigkeit ergeben und
- die im Besitz der erforderlichen Fachkunde sind.

Die erforderliche Fachkunde wird durch eine geeignete Ausbildung, praktische Erfahrung und die erfolgreiche Teilnahme an anerkannten Kursen erworben und muss von der zuständigen Behörde bescheinigt werden. Weiterhin muss jeder Strahlenschutzbeauftragte im 5-Jahres-Rhythmus seine Fachkunde durch Teilnahme an einem von der Behörde anerkannten Kurs oder anderen behördlich anerkannten Fortbildungsmaßnahmen aktualisieren.

Die Gruppe „Administrativer Strahlenschutz“ HS-TBG berät die Organisationseinheiten und die Strahlenschutzbeauftragten über die vom jeweiligen Genehmigungsumfeld abhängenden Anforderungen an die Fachkunde, erwirkt die erforderlichen Fachkundebescheinigungen bei den jeweils zuständigen Behörden und überwacht die Termine zur Fachkundeaktualisierung.

Bei der Bestellung der Strahlenschutzbeauftragten sind deren Aufgaben und lokalen Zuständigkeitsbereiche durch die Organisationseinheiten und HS-TBG so gegeneinander abzugrenzen, dass Doppelverantwortlichkeiten oder Lücken in den Verantwortungsbereichen ausgeschlossen sind. Die Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten, ihre Entlastung sowie Änderungen in innerbetrieblichen Entscheidungsbereichen erfolgen schriftlich und müssen der jeweiligen Aufsichtsbehörde mitgeteilt werden.

Die große Zahl der Bereiche des Forschungszentrums, die Vielfalt der erteilten atomrechtlichen Genehmigungen und die ständig erforderlichen Aktualisierungen aufgrund von Änderungen im Genehmigungsumfeld sowie durch Personalwechsel bedingen einen erheblichen administrativen Aufwand. Zurzeit sind 147 (Vorjahr 139) Personen zu Strahlenschutzbeauftragten nach StrlSchV und RöV bestellt, die in 241 (Vorjahr 261) eigenständigen innerbetrieblichen Entscheidungsbereichen tätig sind. Im Jahr 2005 waren insgesamt 20 Neubestellungen oder Entlastungen von Strahlenschutzbeauftragten durchzuführen sowie 36 innerbetriebliche Entscheidungsbereiche neu festzulegen oder geänderten Gegebenheiten anzupassen. Für Neubestellungen waren 11 Fachkundebescheinigungen einzuholen.

¹ Die dem administrativen Strahlenschutz formal zuzurechnende Durchführung atomrechtlicher Genehmigungsverfahren ist, zusammen mit der Durchführung von Genehmigungsverfahren auf anderer Rechtsgrundlage, in einem gesonderten Kapitel (Kap. 2) ausgeführt.

4.2.2 Umsetzung des atomrechtlichen Regelwerkes

K.-G. Langguth, M. Fellhauer

Der Aufgabenbereich administrativer Strahlenschutz sorgt für eine einheitliche Umsetzung des atomrechtlichen Regelwerkes, indem er die Strahlenschutzbeauftragten berät, die Betriebsstätten begeht und an Aufsichtsbesuchen der Behörden teilnimmt. Er unterstützt die Strahlenschutzbeauftragten durch die Bereitstellung des so genannten Strahlenschutzordners. Dieser Ordner ist eine Arbeitsunterlage für die Strahlenschutzbeauftragten in Form einer Loseblattsammlung, in der alle wesentlichen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, das aktuelle interne Regelwerk des Forschungszentrums einschließlich der an die SSB gerichteten Strahlenschutzanweisungen enthalten sind. Wesentliche Inhalte dieses Ordners werden zusätzlich im Intranet des Forschungszentrums unter KISS (Karlsruher Informations System Sicherheit) angeboten.

4.2.3 Betriebsüberwachung

K.-G. Langguth, M. Fellhauer, A. Zieger, O. Zwernemann, A. Bickel

Eine der Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen ist die Durchführung einer regelmäßigen Betriebsüberwachung. Diese wird, zusätzlich zur Beratung und zur Bereitstellung interner Regelungen und Anweisungen, durch Begehungen der atomrechtlich relevanten Arbeitsstätten durch Strahlenschutzingenieure und wissenschaftliche Mitarbeiter der Gruppe „Administrativer Strahlenschutz“ sichergestellt. Bei diesen Begehungen wird überprüft, ob die einschlägigen Bestimmungen wie Atomgesetz, Strahlenschutzverordnung, Röntgenverordnung, Genehmigungsaufgaben sowie das interne Regelwerk des Forschungszentrums umgesetzt werden. Begehungen können auch als Schwerpunktprüfungen auf Teilbereiche oder Teilaspekte begrenzt sein.

Zu Begehungen werden neben der Leitung der betreffenden Organisationseinheit der Strahlenschutzbeauftragte des Bereiches, die Abteilung Messtechnik und Überwachung, die Medizinische Abteilung und der Betriebsrat eingeladen. Ergebnisse von Begehungen und - soweit erforderlich - die Meldung, dass ein festgestellter Mangel beseitigt ist, werden dokumentiert. Im Jahr 2005 wurden insgesamt 16 Begehungen nach Strahlenschutz- oder Röntgenverordnung durchgeführt.

4.2.4 Zentrale Erfassung und Überwachung von Personen nach Röntgen- und Strahlenschutzverordnung

S. Debus, M. Fellhauer, K.-G. Langguth, A. Bickel

Nach der Strahlenschutz- und der Röntgenverordnung unterliegen Personen der Strahlenschutzüberwachung, wenn sie sich in Strahlenschutzbereichen aufhalten und dies zu einer effektiven Dosis von mehr als 1 mSv im Kalenderjahr führen kann. Von Personen, die sich in Kontrollbereichen aufhalten, muss - unabhängig von der Höhe der effektiven Dosis im Kalenderjahr - grundsätzlich die Körperdosis ermittelt und gemäß den Bestimmungen der Verordnungen überwacht werden. Die Erfassung dieser Personen ist vorrangig die Aufgabe des jeweils zuständigen Strahlenschutzbeauftragten (SSB) in enger Zusammenarbeit mit der Hauptabteilung Sicherheit. Die dazu erhobenen Personendaten und die gemessenen Dosiswerte werden an HS-TBG übermittelt. Für die Erfassung, Verarbeitung und Dokumentation dieser Daten wird ein umfangreiches „Personendosisregister“ unterhalten, das neben der Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Aufzeichnungs- und Mitteilungspflichten auch zur Überwachung von Terminen und Dosisgrenzwerten dient. Die für die einzelnen Personen festgelegten Maßnahmen zur Strahlenschutzüberwachung werden jährlich durch den zuständigen SSB überprüft und gegebenenfalls neu festgelegt.

Im Jahr 2005 wurden 913 (Vorjahr 1 057) Personen des Forschungszentrums gemäß Strahlenschutz- und Röntgenverordnung überwacht und die zugehörigen Daten im Personendosisregister dokumentiert. Sofern Änderungen in den Expositionsbedingungen von beruflich strahlenexpo-

nierten Personen eintraten, und/oder durch Arbeitsplatzwechsel ein anderer Strahlenschutzbeauftragte zuständig wurde, wurde dies im Personendosisregister durch das Anlegen eines neuen Überwachungsintervalls dokumentiert. Im Jahr 2005 wurden 935 (Vorjahr 1 139) Überwachungsintervalle für Mitarbeiter des Forschungszentrums angelegt.

Im zentralen Personendosisregister werden zudem von Fremdfirmenmitarbeitern (siehe Kap. 4.2.5.1) die nichtamtlichen Dosiswerte aus äußerer Strahlenexposition sowie die Dosiswerte aus innerer Exposition, die auf Aufenthalte in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums zurückzuführen sind, entsprechend den gesetzlichen Vorgaben dokumentiert.

4.2.4.1 Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen

Für Mitarbeiter des Forschungszentrums, die gemäß der Definition der jeweiligen Verordnung beruflich strahlenexponierte Personen sind, werden erfasst: Personendaten, Angaben zum Ort und zur Art des Arbeitsplatzes, Angaben zur möglichen äußeren Strahlenexposition und zur möglichen Strahlenexposition durch Inkorporation sowie Angaben zu den am jeweiligen Arbeitsplatz vorgesehenen Schutzmaßnahmen. Mit der Erfassung unterliegt die betroffene Person je nach Kategorie (A oder B) der routinemäßigen administrativen Strahlenschutzüberwachung. Diese beinhaltet termingerechte arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach StrlSchV, termingerechte Strahlenschutzunterweisungen, die Ausrüstung mit Dosimetern, die Dokumentation der Dosiswerte und die Prüfung auf Einhaltung der jeweiligen Dosisgrenzwerte. Die routinemäßige Strahlenschutzüberwachung endet mit der Abmeldung durch den zuständigen Strahlenschutzbeauftragten. Die Daten müssen entsprechend den gesetzlichen Vorgaben, also mindestens bis 30 Jahre nach Beendigung der Tätigkeit als beruflich strahlenexponierte Person, dokumentiert und archiviert werden.

Der zuständige SSB erhält aus dem Personendosisregister als Hilfe zur Wahrnehmung seiner Aufgaben monatlich folgende Informationen über die ihm als SSB zugeordneten Mitarbeiter des Forschungszentrums: Namen der Personen, die im Folgemonat unterwiesen werden müssen, Namen der Personen, die im Folgemonat von einem ermächtigten Arzt untersucht werden müssen, Liste der Personen, die aufgrund fehlender termingerechter Unterweisung oder Untersuchung im laufenden Monat gesperrt sind, Liste der Personen, für die im Folgemonat eine Inkorporationsmessung durchgeführt werden soll und eine Übersicht über die im Personendosisregister bis zum entsprechenden Monat registrierten Monatsdosen aus äußerer Bestrahlung.

Die beruflich strahlenexponierten Personen des Forschungszentrums erhalten jährlich einen Auszug aus dem Personendosisregister über ihre berufliche Strahlenexposition des vergangenen Jahres und ihre bis dahin erfasste Berufslebensdosis.

4.2.4.2 Überwachung von Personen, die keine beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorien A oder B nach StrlSchV sind

In Kontrollbereichen ist – unabhängig von der zu erwartenden Dosis – grundsätzlich die Personendosis zu messen. Personen, die keine beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie A oder B gemäß der Definition der Strahlenschutzverordnung sind, besitzen kein persönlich zugeordnetes amtliches Dosimeter und werden darum, wenn sie Kontrollbereiche des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH betreten, mit einem nichtamtlichen Dosimeter ausgestattet. Dies gilt sowohl für Eigen- als auch für Fremdpersonal. Im zentrumsinternen Personendosisregister werden die Personendaten dieser Personen, ihre Aufenthaltszeiten im Kontrollbereich, die Dosiswerte aus äußerer Strahlenexposition, und gegebenenfalls Dosiswerte aus innerer Exposition erfasst.

4.2.4.3 Überwachung von Besuchern in Kontrollbereichen des Forschungszentrums

Besucher und Besuchergruppen, die Kontrollbereiche des Forschungszentrums betreten, unterliegen ebenfalls einer - modifizierten - Überwachung. Die vorgeschriebene Dokumentation der anhand direkt ablesbarer Dosimeter gemessenen oder ermittelten effektiven Dosis sowie der

Personaldaten und des Namens der Begleitperson wird vom zuständigen Strahlenschutzbeauftragten und nicht von HS-TBG vorgenommen.

4.2.4.4 Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum

Eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung ist bei Personen erforderlich, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen und bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Körperdosis durch Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper ein Zehntel des Grenzwertes für die effektive Dosis von 20 mSv pro Jahr bzw. ein Zehntel der Organdosisgrenzwerte gemäß § 55 Abs. 2 StrlSchV überschreitet. Zur Bestimmung der Dosis durch Inkorporation können verschiedene Messmethoden angewandt werden, z. B. Messung der Raumluftaktivitätskonzentration am Arbeitsplatz, direkte Messung der Aktivitäten im Körper oder Ausscheidungsanalysen.

Die Notwendigkeit einer regelmäßigen Inkorporationsüberwachung wird in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde auf der Grundlage der „Strahlenschutzanweisung des Sicherheitsbeauftragten zur Inkorporationsüberwachung“ festgelegt.

Im Berichtsjahr war das Erfordernis einer regelmäßigen Inkorporationsüberwachung bei keiner Anlage oder Einrichtung des Forschungszentrums Karlsruhe gegeben. Trotzdem wurden bei Mitarbeitern des Forschungszentrums, die Umgang mit offenen Transuranen hatten, Kontrollmessungen in Form von Stuhl- und Urinanalysen durchgeführt.

Sollte zukünftig in bestimmten Bereichen wieder eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung erforderlich werden, so werden das Überwachungsverfahren und die Überwachungshäufigkeit in Abhängigkeit vom jeweils zu bestimmenden Radionuklid neu festgelegt.

Nach außergewöhnlichen Ereignissen (z. B. bei Kontaminationen mit Inkorporationsverdacht) werden weiterhin Inkorporationsmessungen durchgeführt. Bei den im Jahr 2005 durchgeführten Inkorporationsanalysen aufgrund außergewöhnlicher Ereignisse, wurde bei insgesamt drei Mitarbeitern von Fremdfirmen und des Forschungszentrums eine Dosis aufgrund innerer Exposition berechnet. Die daraus resultierenden effektiven Dosen betragen 4,5 mSv und in zwei Fällen 0 mSv. Seit Ende 2004 werden die Werte der berechneten Inkorporationsdosen dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) nach standardisiertem Verfahren auf elektronischem Wege übermittelt.

4.2.4.5 Ergebnisse der Personendosisüberwachung

In Tab. 4-1 ist für die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH die prozentuale Häufigkeitsverteilung der Jahresdosiswerte, die Anzahl der Personen mit Jahresdosen im jeweiligen Dosisintervall und die höchste für eine Person festgestellte Jahresdosis aus Inkorporationen und äußerer Bestrahlung angegeben. Die äußere Bestrahlung der beruflich strahlenexponierten Personen wurde mit Phosphatglasdosimetern der amtlichen Messstelle im Forschungszentrum Karlsruhe bzw. des GSF² überwacht.

² Zum 1. August 2005 ging der Betrieb der Amtlichen Messstelle für Festkörperdosimetrie des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH auf das GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH über.

Dosisintervall in mSv				Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte in Prozent [Anzahl der Personen]	
		H	=	0	81,0 [564]
0	<	H	≤	0,5	13,9 [97]
0,5	<	H	≤	1,0	2,6 [18]
1,0	<	H	≤	3,0	1,9 [13]
3,0	<	H	≤	6,0	0,6 [4]
6,0	<	H	≤	10,0	0 [0]
10,0	<	H			0 [0]
Anzahl erfasster Monatsdosiswerte				7 475	(Vorjahr 8 668)
höchste Jahresdosis in mSv				4,8	(Vorjahr 3,8)

Tab. 4-1: Ergebnisse der Personendosisüberwachung für das Jahr 2005 für Personen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH

Im Jahr 2005 wurden insgesamt 696 Jahresdosen aufgrund von Kontrollbereichsaufenthalten bestimmt. Die summierte Dosis dieser Personen betrug einschließlich der Dosen aufgrund innerer Exposition 65,2 mSv. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Strahlenexposition von etwa 0,1 mSv. Der höchste für eine Einzelperson festgestellte Jahreswert der Personendosis betrug 4,8 mSv (Vorjahr 3,8 mSv). Er wurde bei einer beruflich strahlenexponierten Person der Kategorie A festgestellt. Auch dieser Maximalwert blieb deutlich unter dem Jahresdosisgrenzwert der Strahlenschutzverordnung von 20 mSv.

In Tab. 4-2 ist für beruflich strahlenexponierte Mitarbeiter von Fremdfirmen, die nach § 15 StrlSchV in Kontrollbereichen des Forschungszentrum, in denen eine Zweitdosimetrie verpflichtend ist, tätig waren, die prozentuale Häufigkeitsverteilung der ermittelten Betreiberjahresdosis, die Anzahl der Personen mit Jahresdosen im jeweiligen Dosisintervall und die höchste für eine Person festgestellte Betreiberjahresdosis wiedergegeben. Die angegebenen Dosiswerte stammen von elektronischen direkt ablesbaren RADOS-Dosimetern und aus Inkorporationsüberwachungsmaßnahmen.

Dosisintervall in mSv				Häufigkeitsverteilungen der Betreiber-Jahresdosiswerte in Prozent [Anzahl der Personen]	
		H	=	0	75,9 [560]
0	<	H	≤	0,5	16,0 [118]
0,5	<	H	≤	1,0	3,7 [27]
1,0	<	H	≤	3,0	2,8 [21]
3,0	<	H	≤	6,0	1,1 [8]
6,0	<	H	≤	10,0	0,5 [4]
10,0	<	H			0 [0]
höchste Jahresdosis in mSv					8,6 (Vorjahr 5,3)

Tab. 4-2: Ergebnisse der Personendosisüberwachung für das Jahr 2005 des mit Betreiberdosimetern überwachten Fremdfirmenpersonals in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH unter Einschluss der aus außergewöhnlichen Ereignissen resultierenden effektiven Dosen durch Inkorporation

4.2.5 Personen in fremden Strahlenschutzbereichen

U. Bartmann, S. Debus, M. Fellhauer, A. Bickel, K.-G. Langguth

Die Schutzvorschriften der Strahlenschutzverordnung unterscheiden nicht zwischen fremdem Personal und Personal des Inhabers einer atomrechtlichen Umgangs- oder Betriebsgenehmigung (Betreiber). Da sowohl der Arbeitgeber, der sein Personal in fremde Anlagen oder Einrichtungen entsendet, als auch der Betreiber dieser Anlagen und Einrichtungen, den Schutz der beschäftigten Person sicherzustellen hat, sind die Strahlenschutzverantwortlichkeiten und die daraus resultierenden Aufgaben zwischen beiden Verantwortlichen genau abzugrenzen. Wer sein Personal in fremden Anlagen oder Einrichtungen beschäftigt oder dort selbst Aufgaben wahrnimmt, bedarf einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV, wenn dies mit einer beruflichen Strahlenexposition von mehr als 1 mSv pro Jahr verbunden sein kann. Diese Genehmigungen machen zur Auflage, dass zwischen dem Genehmigungsinhaber und dem Betreiber der fremden Anlage oder Einrichtung ein Vertrag über die Abgrenzung der Aufgaben ihrer Strahlenschutzbeauftragten abgeschlossen wird. Diese „Abgrenzungsverträge“ werden für das Forschungszentrum im Aufgabenbereich „Administrativer Strahlenschutz“ abgeschlossen und verwaltet.

4.2.5.1 Fremdfirmenpersonal in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums

Obwohl das Forschungszentrum nicht Adressat der Genehmigungsbescheide nach § 15 StrlSchV ist, folgt es der bundesweit üblich gewordenen Praxis, sich diese Genehmigungen der Fremdfirmen vor Abschluss eines Abgrenzungsvertrages vorlegen zu lassen und deren zeitlich begrenzte Gültigkeit regelmäßig zu überprüfen. Dadurch soll, obwohl aktuell noch keine Rechtsverpflichtung besteht, das rechtlich einwandfreie Verhalten der in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums beschäftigten Fremdfirmen und ein höchstmöglicher Strahlenschutz für deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sichergestellt werden. Zum Jahresende 2005 hatte das Forschungszentrum Karlsruhe mit 259 Fremdfirmen gültige Abgrenzungsverträge.

Die wichtigsten Daten der nach § 15 StrlSchV tätigen Fremdfirmen, wie Informationen zu Genehmigungen, Vertragsstatus, Zuständigkeiten, Anschriften, Fax- und Telefonverbindung sind online im Intranet des Forschungszentrums Karlsruhe abrufbar. Durch diesen immer aktuellen Online-Zugriff werden die Strahlenschutzbeauftragten, Strahlenschutzmitarbeiter vor Ort, Ein-

käufer von Werkvertragsleistungen und Einsatzkräfte für Schadensfälle in ihrer Arbeit mit aktuellen Daten unterstützt.

2005 wurde nur noch in den von der Behörde festgelegten Bereichen HDB, IMF II-FML, IK-Zyklotron, MZFR und KNK eine Betreiberdosimetrie durchgeführt. In allen anderen Bereichen war aufgrund des geringen Gefährdungspotentials sowohl für Fremd- als auch Eigenpersonal nur die amtliche Dosimetrie erforderlich. Die ermittelten nichtamtlichen Dosiswerte wurden beim Verlassen des Forschungszentrums in den Strahlenpass des Fremdfirmenmitarbeiters eingetragen. War der Fremdfirmenmitarbeiter in Kontrollbereichen ohne Erfordernis einer Betreiberdosimetrie eingesetzt, so wurde dies an der entsprechenden Stelle des Strahlenpasses vermerkt.

Waren Fremdfirmenmitarbeiter von Zwischenfällen betroffen, die eine Inkorporationsüberwachungsmaßnahme erforderlich machten, wurde ihren jeweiligen Arbeitgebern das Ermittlungsergebnis und die daraus eventuell resultierenden Körperdosen mitgeteilt.

Außerdem erhält jede Fremdfirma eine Jahresübersicht über die im Kalenderjahr in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe erhaltenen nichtamtlichen Dosen ihrer im Forschungszentrum Karlsruhe beschäftigten Mitarbeiter. Neben diesen routinemäßigen Mitteilungen an die Fremdfirmen, übernimmt HS-TBG als Kontaktstelle in allen Fragen des Strahlenschutzes auch die aus den Abgrenzungsverträgen resultierenden Informationspflichten des Forschungszentrums gegenüber diesen Fremdfirmen und den jeweils zuständigen Behörden.

Im Jahre 2005 ergab sich für die Strahlenpassstelle eine außergewöhnliche Belastung, da die rund 300, zwischen Fremdfirmen und dem Forschungszentrum Karlsruhe bestehenden Abgrenzungsverträge überarbeitet und in aktualisierter Fassung neu abgeschlossen wurden.

Die Erfordernisse für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Fremdfirmen, die in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums tätig werden, aber keiner Genehmigung nach § 15 StrlSchV bedürfen, sind in den Kapiteln 4.2.4.2 und 4.2.5.3 ausgeführt.

4.2.5.2 Personal des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen oder Einrichtungen

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist auch im Besitz einer eigenen Genehmigung nach § 15 StrlSchV, damit beruflich strahlenexponierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungszentrums in fremden Anlagen oder Einrichtungen tätig werden können. Mit insgesamt 30 Betreibern hat das Forschungszentrum Karlsruhe den gemäß dieser Genehmigung erforderlichen Abgrenzungsvertrag abgeschlossen.

Zur Durchführung der Genehmigung und zur Wahrnehmung der Aufgaben und Pflichten hinsichtlich des Strahlenschutzes bei der Beschäftigung in fremden Anlagen und Einrichtungen, wurden zentral bei HS-TBG Strahlenschutzbeauftragte bestellt. Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungszentrums, die nach § 15 StrlSchV tätig werden, wurden die zu beachtenden Strahlenschutzregelungen in einer Strahlenschutzanweisung des Sicherheitsbeauftragten festgelegt. Diese werden ihnen vor ihrem Einsatz in der fremden Anlage oder Einrichtung ausgehändigt.

HS-TBG ist außerdem für die Registrierung und das Führen der erforderlichen Strahlenpässe des beruflich strahlenexponierten Personals des Forschungszentrums zuständig.

Die in der fremden Anlage oder Einrichtung erhaltenen Dosen werden außerdem im Personendosisregister dokumentiert. Von den derzeit zur Strahlenschutzüberwachung angemeldeten Personen besaßen zum Jahresende 2005 144 einen Strahlenpass, wobei im Jahr 2005 32 Strahlenpässe neu zu registrieren waren.

4.2.5.3 Strahlenpassstelle

Fremdfirmenmitarbeiterinnen und -mitarbeiter, die als beruflich strahlenexponierte Personen im § 15 Genehmigungsumfeld Strahlenschutzbereiche des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH betreten wollen, müssen sich mit ihrem gültigen, vollständig ausgefüllten Strahlenpass und ihrem amtlichen Dosimeter in der zentralen Strahlenpassstelle des Forschungszentrums anmelden. Sofern die Zugangsvoraussetzungen erfüllt sind (gültige Genehmigung, gültiger Abgrenzungsvertrag, keine Dosisüberschreitungen, erforderliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, gültiger und vollständig ausgefüllter Strahlenpass usw.) werden sie im zentralen EDV-Programm angemeldet. Abhängig vom Einsatzort kann dann zunächst eine Eingangs-Inkorporationsmessung im Bodycounter erforderlich sein. Danach erfolgt die Anmeldung beim örtlichen Strahlenschutz des jeweiligen Bereiches. Die Strahlenpässe verbleiben während des Einsatzes in der Strahlenpassstelle des Forschungszentrums.

Erstreckt sich der Einsatz von Fremdfirmenmitarbeiterinnen und -mitarbeitern über einen längeren Zeitraum, so werden die Strahlenpässe auf Verlangen der Fremdfirma für Nachtragungen ausgehändigt. Der Status des Strahlenpasses (ausgehändigt oder im Archiv des Forschungszentrums) wird in der EDV erfasst. Im Berichtszeitraum wurden über 1 400 mal Strahlenpässe zur Aktualisierung kurzfristig an Fremdfirmen ausgegeben und nach Rückgabe wieder in das Archiv übernommen.

Abhängig vom Einsatzort kann vor der Abmeldung noch eine Ausgangs-Inkorporationsmessung im Bodycounter erforderlich sein. Spätestens bei der Abmeldung wurden in sämtliche Strahlenpässe des im Forschungszentrum Karlsruhe tätigen beruflich strahlenexponierten Fremdfirmenpersonals die bei der Tätigkeit ermittelten nichtamtlichen externen Dosen sowie die aus durchgeführten Inkorporationsüberwachungsmaßnahmen resultierenden Dosiswerte eingetragen. Sofern diese Werte beim Verlassen des Forschungszentrums noch nicht vorlagen, wurden sie den Firmen schriftlich nachgereicht.

Auch Fremdfirmenmitarbeiterinnen und -mitarbeiter, die als nicht beruflich strahlenexponierte Personen im Sinne der Strahlenschutzverordnung Strahlenschutzbereiche des Forschungszentrums Karlsruhe betreten, müssen sich über die zentrale Strahlenpassstelle anmelden. Sie müssen dabei eine Bestätigung ihres Arbeitgebers vorlegen, in der bescheinigt wird, dass sie keine beruflich strahlenexponierte Personen im Sinne des § 54 StrlSchV sind und die Angaben zu einer eventuellen Vordosis im laufenden Kalenderjahr enthalten muss. Danach erfolgt die Anmeldung beim Strahlenschutz vor Ort, wo sie ein elektronisches nichtamtliches Dosimeter erhalten. Nicht beruflich strahlenexponierte Personen halten sich in der Regel nur kurze Zeit in Strahlenschutzbereichen auf. Nach der Abmeldung in der Strahlenpassstelle erhält die Fremdfirma eine Dosisbescheinigung über die in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe erhaltene Körperdosis ihres Mitarbeiters.

Im Jahr 2005 wurden insgesamt 768 Anmeldungen in der zentralen Strahlenpassstelle durchgeführt, wovon 102 Mehrfach-Anmeldungen waren. Des Weiteren wurden im Laufe des Jahres 2005 insgesamt 769 Abmeldungen verbucht.

Von den 856 Fremdfirmenmitarbeiterinnen und -mitarbeitern, die von insgesamt 191 Firmen im Jahre 2005 in der Strahlenpassstelle angemeldet waren, waren 662 Personen im Rahmen einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe. Während ihrer Beschäftigung konnten diese Personen in mehreren Bereichen des Forschungszentrums tätig sein. Insgesamt 144 Personen, die keine beruflich strahlenexponierten Personen im Sinne der StrlSchV sind, haben im Jahr 2005 Kontrollbereiche des Forschungszentrums betreten. 50 Personen verlangten als Sachverständige gemäß § 20 AtG oder als Aufsichtsbeamte Zutritt zu Kontrollbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe.

4.2.6 Zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe

A. Zieger

4.2.6.1 Kernmaterialbuchführung und Euratom-Aufsicht

Im Rahmen des internationalen Vertrags zur Nichtverbreitung von Kernwaffen hat sich die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, den Umgang mit Kernmaterial der Aufsicht von Euratom und IAEO zu unterstellen und die Bestimmungen der Euratom-Verordnung³ anzuwenden. Daraus erwächst dem Forschungszentrum eine umfangreiche Buchführungs- und Berichtspflicht.

Die Begriffsbestimmungen der Euratom-Verordnung definieren als „Kernmaterial“ Erze, Ausgangs- und besonderes spaltbares Material. Darunter fallen Natururan, abgereichertes Uran und Thorium sowie Plutonium-239, Uran-233 und mit Uran-235 oder Uran-233 angereichertes Uran. Diese Kernmaterialien werden in sechs Kategorien eingeteilt, für die getrennte Buchungen in den Bestandsänderungsberichten und Aufstellungen des realen Bestandes auszuweisen und getrennte Materialbilanzberichte zu erstatten sind: abgereichertes Uran, Natururan, bis zu 20% angereichertes Uran, über 20% angereichertes Uran, Plutonium und Thorium.

Um Kernmaterialbewegungen innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe erfassen zu können, wurden die in Frage kommenden Betriebsstätten von Euratom in verschiedene Materialbilanzzonen (MBZ) eingeteilt. Der größere Teil dieser MBZ gilt als abgeschaltet, hier sind keine Bestände an Kernmaterial mehr vorhanden. Am Jahresende 2005 wurden nur noch die beiden MBZ WKKE und WWW aktiv genutzt. Weiterhin wird von Euratom die Abgabe von Kernmaterial als Abfall an die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe kontrolliert und bilanziert. Die Organisationseinheiten des Forschungszentrums melden monatlich alle Bestands- und Chargenänderungen an die zentrale Buchführung bei HS-TBG, wo die Meldungen anhand von Lieferscheinen geprüft und in die EDV aufgenommen werden. Im Jahr 2005 waren 11 Änderungen zu bearbeiten. Zur Erfassung der Daten und Erstellung der Meldungen an Euratom in der speziell vorgeschriebenen Form steht eine Buchführungs-Software mit einer ACCESS-Datenbank zur Verfügung, die in Zusammenarbeit mit HS-ZA entwickelt wurde und stets an aktuelle Anforderungen angepasst wird. Damit werden die monatlichen Bestandsänderungsberichte erstellt, welche an Euratom, UM und BAFA übermittelt werden. Einmal im Jahr werden damit auch die Materialbilanzberichte erstellt, welche zusammen mit den von den Organisationseinheiten verfassten Aufstellungen des realen Bestandes an Euratom gemeldet werden. Zur Erstellung der monatlichen Mitteilungen gemäß § 70 Abs. 1 Punkt 1 StrlSchV an UM und RP-KA ist ebenfalls eine Programmfunktion vorhanden.

Im Jahr 2005 hat die Direktion Sicherheitsüberwachung von Euratom, Luxemburg, zusammen mit der IAEO, Wien, im Forschungszentrum Karlsruhe zwei Inspektionen durchgeführt. Die MBZ WKKE, deren einzige enthaltene Anlage das INE ist, hat derzeit noch den größten Bestand an Kernmaterial. Hier wurde im Juli eine Buchprüfung und Anlagenbegehung mit physikalischer Bestandskontrolle (Sichtprüfung und stichprobenartiges Ausmessen einzelner Chargen) durchgeführt. Zur Verifikation des Status „Decommissioned“ wurde in demselben Zeitraum eine Begehung bei IFIA in Gebäude 321a, dem ehemaligen Standort der Heißen Zelle der Radiochemie (MBZ WRCH), vorgenommen.

³ Verordnung (Euratom) Nr. 302/2005 der Kommission vom 8. Februar 2005 über die Anwendung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen, veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 54

4.2.6.2 Buchführung sonstiger radioaktiver Stoffe

Aufgrund der sich aus der Strahlenschutzverordnung und aus behördlichen Auflagen ergebenden Buchführungs- und Mitteilungspflichten muss das Forschungszentrum im Laufe eines Jahres regelmäßig eine Vielzahl von Berichten und Anzeigen erstellen und den jeweils zuständigen Behörden übersenden. Hauptsächlich muss gemäß § 70 StrlSchV den zuständigen Behörden Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und sonstiger Verbleib von radioaktiven Stoffen monatlich, der Bestand an radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen jährlich mitgeteilt werden. Hierzu sind entsprechende Meldungen der Strahlenschutzbeauftragten der einzelnen Organisationseinheiten an HS-TBG erforderlich, die hier bearbeitet, geprüft und rechnergestützt erfasst werden, bevor die zusammenfassenden Mitteilungen an die Behörden versandt werden können.

Für die Buchführung wurde das Programm BURAST (Buchführung Radioaktiver Stoffe) von HS entwickelt und von einer Fremdfirma als Web-Anwendung mit einer SQL-Datenbank programmiert. Seit 2004 werden sowohl die jährlichen als auch die monatlichen Mitteilungen an die Behörden aus diesem Programm erstellt. Alle Ein- und Ausgänge von radioaktiven Stoffen werden entweder durch die Zentralbuchhalter bei HS-TBG oder durch die Strahlenschutzbeauftragten der Organisationseinheiten und deren Mitarbeiter, die sog. OE-Buchhalter, in BURAST gebucht. Bisher wurden rund 1 000 umschlossene und 1 700 offene radioaktive Stoffe in BURAST erfasst. Der aktuelle Bestand liegt bei ca. 670 bzw. 990 Stoffen. Obwohl die Buchungen und das Erstellen der Meldungen bereits sehr zufrieden stellend funktionieren, gab es auch in diesem Jahr nochmals Bedarf an Erweiterungen und Verbesserungen des Programms. Diese konnten in enger Zusammenarbeit zwischen HS-TBG und HS-ZA z. T. selbst vorgenommen bzw. bei der externen Firma in Auftrag gegeben werden. Der Benutzer hat nun die Möglichkeit bei der Entsorgung radioaktiver Stoffe einen Reststoffbegleitschein mit den Daten aus BURAST zu erstellen, indem er in BURAST eine Import-Datei für die HDB-Anwendung „KAReE“ erzeugt und diese dann in KAReE importiert. Außerdem wird es in BURAST zukünftig möglich sein, extern abgegebene Stoffe (z. B. Leihgaben, Kalibrierquellen in Geräten die zur Reparatur oder Wartung waren) wieder anzunehmen, d. h. sie mit derselben Identifikations-Nummer wieder in den aktuellen Bestand aufzunehmen, wodurch sämtliche zu diesem Stoff gespeicherten Daten (Historie) erhalten bleiben.

Um die Einhaltung der genehmigten Umgangsmengen überprüfen zu können, wurde das Buchführungsprogramm BURAST mit dem Modul BUGEN nun auch in der Realversion verknüpft. In BUGEN ist der Genehmigungsumfang aller derzeit gültigen Genehmigungen des Forschungszentrums erfasst, in denen der Umgang mit radioaktiven Stoffen genehmigt wurde. Auch die Einhaltung des in der Genehmigung genannten Umgangsortes wird überprüft. Bei der Buchung eines neu aufzunehmenden Stoffes geschieht die Überprüfung in BURAST automatisch. Es erscheint eine Warnung, falls die Übernahme des neuen Stoffs durch die Umgangsgenehmigung nicht abgedeckt ist, und der Benutzer hat die Möglichkeit, den Buchungsvorgang abubrechen. In beiden Programmen kann der gesamte Bestand, der auf eine Genehmigung oder einen definierten Genehmigungsteil gebucht ist, auf Konformität geprüft werden. In BURAST wurde dazu eine neue Maske entwickelt, die über den Menüpunkt „Genehmigung prüfen“ aufgerufen wird und allen SSB und OE-Buchhaltern zugänglich ist. Die Zuordnung der radioaktiven Stoffe zu einzelnen Genehmigungspositionen erfolgt zunächst automatisch, kann in BUGEN dann aber manuell korrigiert werden. Wenn z. B. ein Stoff mehreren Positionen zugeordnet werden könnte, trifft der Zentralbuchhalter, evtl. nach Rücksprache mit dem SSB, die endgültige Entscheidung.

Die in BURAST gespeicherten Daten bilden gleichzeitig die Grundlage für die Terminüberwachung der Wiederholungsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen. Gemäß § 66 StrlSchV in Verbindung mit der „Richtlinie über Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen vom 12.06.1996“ ist in der Regel jährlich eine Dichtheitsprüfung durchzu-

führen. Die Wiederholungsprüfungen können entfallen oder in größeren Zeitabständen durchgeführt werden, sofern die entsprechenden Bedingungen aus der o. g. Richtlinie erfüllt sind. Wird hiervon Gebrauch gemacht, so ist der Freistellungsgrund in der Jahresmeldung zu vermerken. Die Daten der umschlossenen Stoffe werden von HS-TBG oder den SSB in BURAST eingegeben, die Dichtheitszertifikate der Hersteller werden bei HS-TBG archiviert und eingescannt, um sie als pdf-Files in der Anwendung direkt aufrufen zu können. Die Feststellung der Erforderlichkeit sowie die Festlegungen zur Wiederholungsprüfung selbst werden durch HS-ÜM entsprechend der erteilten Genehmigung getroffen. HS-ÜM kann als von der Behörde anerkannter Sachverständiger nach § 66 Abs. 4 StrlSchV die Dichtheit umschlossener radioaktiver Stoffe im Forschungszentrum prüfen. Im Jahr 2005 wurden 107 Strahler durch HS-ÜM und zwei weitere Strahler durch den TÜV geprüft. Es wurden keine Undichtigkeiten festgestellt.

4.2.6.3 Buchführungs- und Berichtspflicht für nach § 29 StrlSchV freigegebene Stoffe

Mit der Neufassung der Strahlenschutzverordnung vom 20.07.2001 ist für TBG eine weitere Buchführungs- und Berichtspflicht hinzugekommen: Gemäß § 70 Abs. 2 und 3 StrlSchV ist über die Stoffe, für die eine wirksame Feststellung nach § 29 Abs. 3 Satz 1 getroffen wurde (Freigabe), Buch zu führen und die Masse dieser Stoffe der zuständigen Behörde jährlich mitzuteilen. Letzteres wird von HS-TBG auch für die WAK durchgeführt. Das Forschungszentrum erhielt seinen ersten Freigabe-Bescheid als Alleininhaber im Juni 2004. HS-TBG führt Buch über die seitdem getroffenen Freigabe-Feststellungen und hat für das Jahr 2004 die erste Jahresmitteilung an die Behörde erstattet. Inzwischen wurden dem Forschungszentrum insgesamt fünf Bescheide als Alleininhaber und fünf Bescheide als Mitgenehmigungsinhaber der WAK erteilt. Die aufgrund der letzteren Bescheide erfolgten Freigaben werden von WAK an HS-TBG zur Buchführung übermittelt. HS-TBG erstellte aus diesen Daten die Jahresmitteilung 2004, die zusammen mit der des Forschungszentrums an die Behörde geschickt wurde.

In Tab. 4-3 ist die Art, die Anzahl und die Bezeichnung der Empfänger der Berichte, die im Rahmen der zentralen Buchführung radioaktiver Stoffe und nach § 29 StrlSchV freigegebener Stoffe sowie aufgrund der Verpflichtungen gegenüber Euratom erstellt werden, in übersichtlicher Form wiedergegeben.

Art der Berichte	Anzahl der Berichte pro Empfänger				Gesamtzahl
	Euratom	Umweltministerium Baden-Württ.	Regierungs-Präsidium Karlsruhe	Sonstige Behörden	
Monatsberichte - Erwerb, Erzeugung und Abgabe radioaktiver Stoffe - Bestände und Bestandsänderungen von Kernmaterial - Erwerb und Abgabe von Tritium kanad. Ursprungs		15 (12)	12		27 12 12
Quartalsberichte - Bestände und Bestandsänderungen an radioaktivem Abfall	4				4
Jahresberichte - Bestand an offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen incl. Kernmaterial - Masse der Stoffe, für die eine wirksame Feststellung nach § 29 StrlSchV getroffen wurde (Freigabe) - Wiederkehrende Prüfungen an umschlossenen Stoffen - Zugang, Abgabe (§9a AtG) und Bestand radioaktiver Reststoffe in HDB-Zwischenlagern - Bestand an Schwerwasser amerik./kanad. Ursprungs - Akt. Verzeichnis der Ausrüstungsgegenstände, die dem Abkommen Euratom/Kanada unterliegen - Kernmaterialeingänge und Neubewertungen (HDB) - Materialbilanzberichte und Aufstellung des realen Bestandes an Kernmaterial - Tätigkeitsprogramme		1 1 1 1	1 (1) (1)		2 1 1 1 1 1 1 1 1
insgesamt	33	31	15	12	65

Tab. 4-3: Umfang der Berichterstattung im Jahr 2005. (Berichte, die nur zusätzlich in Kopie an einen weiteren Empfänger verschickt wurden, wurden bei der Summation über alle Empfänger außer Acht gelassen.)

4.2.7 Transport radioaktiver Stoffe

A. Zieger

Zur Durchführung von Transporten radioaktiver Stoffe innerhalb des Forschungszentrums hat das Umweltministerium Baden-Württemberg (UM) im Jahr 1994 eine Genehmigung nach § 9 des Atomgesetzes erteilt. Diese Genehmigung ist mit verschiedenen Auflagen verbunden, so zum Beispiel mit der Einhaltung der internen Transportordnung des Forschungszentrums (ITO), der schriftlichen Anzeige von Transporten der Kategorie S vor deren Durchführung, der Dokumentation der Transporte nach den Kategorien R und S an zentraler Stelle zur Einsicht, der Durchführung eines Qualitätssicherungsprogramms vor dem jeweiligen Erst- und Wiedereinsatz von Transportbehältern sowie dem Führen einer autorisierten Behälterliste und einer Liste der durchgeführten wiederkehrenden Prüfungen.

Der Geltungsbereich der ITO erstreckt sich auf den Transport radioaktiver Stoffe zwischen den Organisationseinheiten mit eigenen atomrechtlichen Genehmigungen innerhalb des gesamten Geländes des Forschungszentrums, unabhängig vom Durchführenden des Transportes, sowie auf alle fremden Genehmigungsinhaber auf dem Gelände. Es werden drei Transportkategorien unterschieden:

- R-Transporte: Transporte, die mit Behältern, die in der autorisierten Behälterliste aufgeführt und dort für diese Stoffe hinsichtlich Aktivität und Aggregatzustand vorgesehen sind, durchgeführt werden.
- F-Transporte: Transporte, die aufgrund des geringen Gefährdungspotenzials von einigen Regelungen der ITO freigestellt sind.
- S-Transporte: Transporte, die weder als R- noch als F-Transporte durchgeführt werden können und jeweils der Aufsichtsbehörde angezeigt werden müssen.

Die schriftliche Anzeige an die Aufsichtsbehörde erfolgt durch den Abgeber der radioaktiven Stoffe, der auch für die Verpackung und Festlegung der Kategorie verantwortlich ist. Eine Kopie dieser Anzeige zusammen mit der in jedem einzelnen Fall anzufertigenden Sicherheitsbetrachtung wird bei HS-TBG auflagentreue zur jederzeitigen Einsicht zur Verfügung gehalten. Desgleichen werden auch die Kopien bzw. Durchschläge der Transportbegleitpapieren der R-Transporte, die der Transporteur direkt nach der Durchführung an HS-TBG sendet, zur Einsicht abgelegt. Im Jahr 2005 wurden 4 S-Transporte und 92 R-Transporte an HS-TBG gemeldet. Die Transporte von Reststoffen zur HDB werden dort dokumentiert und sind deshalb hier nicht mitgerechnet. HS-TBG erhält aber die Kopien der Reststoffbegleitscheine zur Information. Die Transportbegleitpapiere dienen zur Dokumentation des tatsächlichen Überganges der radioaktiven Stoffe von einem Verantwortungsbereich in einen anderen. Der Abgeber bestätigt darauf auch mit seiner Unterschrift, dass die erforderlichen wiederkehrenden Prüfungen des Transportbehälters durchgeführt und dabei keine Mängel festgestellt wurden.

Zur Erfassung aller im Forschungszentrum verfügbaren Transportbehälter wird bei HS-TBG auflagentreue die autorisierte Behälterliste geführt. Sie muss folgende Angaben enthalten: Behälternummer, Bezeichnung, Klassifizierung, Nummer der Prüfbescheinigung, zugelassener Inhalt, zugelassene Aktivitätsmenge und den Vermerk, ob diese Angaben prototypisch sind, oder für einzelne Behälter gelten. Zur Führung der Liste sind HS-TBG der Erwerb und die Inbetriebnahme nicht erfasster Behälter sowie die Beseitigung oder endgültige Außerbetriebnahme erfasster Behälter schriftlich anzuzeigen. Bei Aufnahme neuer Behälter in die Liste muss die verantwortliche Organisationseinheit bei HS-TBG Prüfbescheinigungen, Prüfanweisungen, Zeichnungen und Farbfotos vorlegen. Im Jahr 2005 wurden fünf neue Transportbehälter der KNK, vier Behälter der HDB und vier Behälter des INE in die Behälterliste der ITO aufgenommen und dies gemäß der Auflagen der Transportgenehmigung durch HS-TBG an die Behörde gemeldet. Zurzeit sind über 13 600 Transportbehälter in der autorisierten Behälterliste erfasst. Sie werden al-

lerdings nicht alle einzeln aufgeführt sondern können auch in Gruppen zusammengefasst werden, so dass sich die Gesamtzahl der Einträge auf etwa 200 beläuft.

Die wiederkehrenden Prüfungen der Transportbehälter erfolgen durch BTI-F oder einen externen Prüfer, wie z.B. den TÜV. Die Terminverfolgung wird von HS-TBG durchgeführt, mit Hilfe der Funktionen in der elektronisch geführten Behälterliste, welche von HS-ZA zur Verfügung gestellt werden. Die Pflege dieser elektronischen Liste, d. h. Einstellen neuer Behälter und aktueller Prüfbescheinigungen, Terminabfragen, Stilllegung beseitigter Behälter etc. obliegt allein HS-TBG.

4.3 Verpflichtungen aufgrund des Verifikationsabkommens zur Kernmaterialüberwachung und des Zusatzprotokolls zum Verifikationsabkommen

R. Hüfner, A. Zieger

Die Bundesrepublik Deutschland ist, wie andere westeuropäische Staaten auch, dem Vertrag über die Nichtweiterverbreitung von Kernwaffen beigetreten und hat sich in einem Übereinkommen (Verifikationsabkommen) zwischen den Nichtkernwaffenstaaten der Europäischen Atomgemeinschaft, der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) und der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) verpflichtet, Kontrollmaßnahmen der IAEO bezüglich des Bestandes und der Verwendung spaltbarer Kernmaterialien (U, Th, Pu) zu dulden.

Aufgrund der Bestrebungen einiger Schwellenländer, Kernwaffen zu entwickeln, sind die im Verifikationsabkommen gebundenen Länder übereingekommen, die Kontrollen der IAEO zu intensivieren. In diesem so genannten Zusatzprotokoll zum Verifikationsabkommen werden die Unterzeichnerstaaten verpflichtet, detaillierte Angaben zu ihren Forschungsarbeiten und den Produktionsanlagen im nuklearen Brennstoffkreislauf, aber auch zur Produktion und dem Export technischer Einrichtungen, die bei der Entwicklung und dem Bau von Kernwaffen benutzt werden könnten, zu machen. Darüber hinaus werden IAEO-Inspektoren erweiterte Zutrittsmöglichkeiten zu nuklearen Forschungseinrichtungen und Anlagen eingeräumt.

Am 30.04.2004 trat das Zusatzprotokoll in Kraft. Damit wurde das „Ausführungsgesetz zu dem Übereinkommen vom 5. April 1973 zwischen den Nichtkernwaffenstaaten der Europäischen Atomgemeinschaft, der Europäischen Atomgemeinschaft und der Internationalen Atomenergie-Organisation in Ausführung von Artikel III Absätze 1 und 4 des Vertrages vom 1. Juli 1968 über die Nichtverbreitung von Kernwaffen (Verifikationsabkommen) sowie zu dem Zusatzprotokoll zu diesem Übereinkommen vom 22. September 1998 (Ausführungsgesetz zum Verifikationsabkommen und zum Zusatzprotokoll – VerifZusAusfG) vom 29. Januar 2000 (BGBl I, Nr. 5, 08. Februar 2000, S. 74 ff)“ wirksam.

Aufgrund des § 15 Abs. 3 dieses Gesetzes musste das Forschungszentrum Karlsruhe GmbH als Zusatzverpflichteter der IAEO über die Kommission der Europäischen Gemeinschaften (EURATOM-Direktorat TREN H) eine Beschreibung des Standortes (Anlagen, betriebliche Einrichtungen und Forschungsinstitute im Zusammenhang mit dem Kernbrennstoffkreislauf) übermitteln. Diese Beschreibung muss jährlich aktualisiert werden.

Die Änderungen gegenüber der Ursprungsdeklaration, die für das abgelaufene Jahr 2004 zu berichten waren, beschränkten sich auf den Wegfall zweier Schlüsselmesspunkte im Bereich des IMF II – FML, sowie der Zubau zweier Lagerzelte und einer Garage bei der HDB.

Die Abb. 4-1 zeigt einen aktualisierten Ausschnitt aus dem Generalbebauungsplan, der sich auf die so genannte „site map“ beschränkt.

BTI-B sei an dieser Stelle für die Unterstützung bei der Planerstellung gedankt.

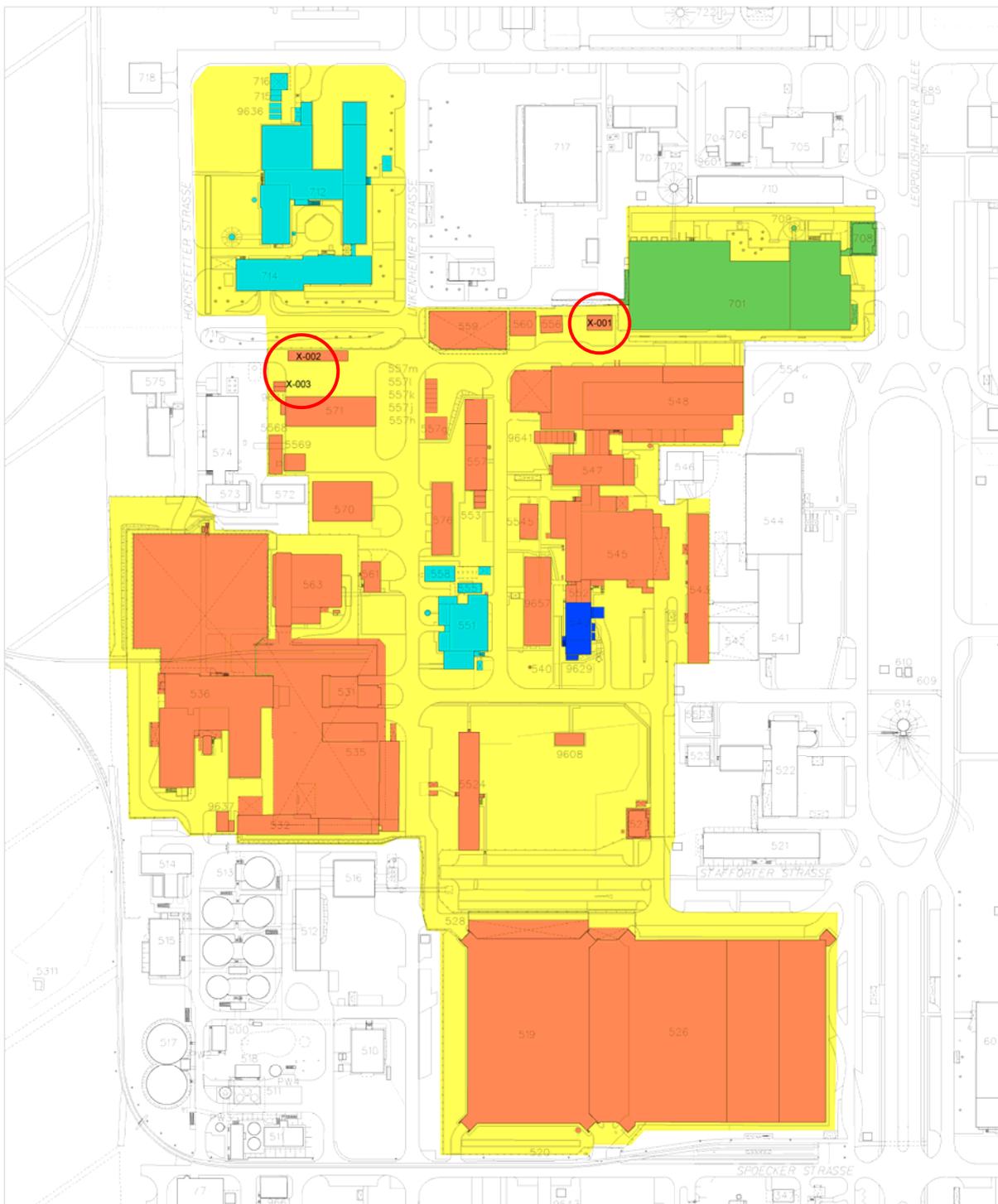


Abb. 4-1: Ausschnitt aus dem Generalbebauungsplan mit dem „Standort“ SDFKAR2 - Änderungen sind rot markiert -

4.4 Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung

Nach § 51 StrlSchV ist der Eintritt eines Unfalles, eines Störfalles oder eines sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisses der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde unverzüglich mitzuteilen. Die Vorgehensweise zur Unterrichtung der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden über Vorkommnisse im Forschungszentrum Karlsruhe sind in einer „Melde- und Informationsregelung“ festgelegt.

Im Jahr 2005 wurde den Aufsichtsbehörden kein sicherheitstechnisch bedeutsames Ereignis der Meldestufen I oder II gemeldet.

Elf Vorkommnisse, die von besonderem Interesse für das Umweltministerium Baden-Württemberg als atomrechtliche Aufsichtsbehörde sein könnten, wurden als Meldungen der Meldestufe „INFO“ übermittelt.

4.5 Operationeller Strahlenschutz

H. Dilger

Die Aufgaben des operationellen Strahlenschutzes umfassen die Bereitstellung von Strahlenschutzpersonal einschließlich der Messgeräte zur Durchführung der Arbeitsplatzüberwachung, der Messungen nach § 44 StrlSchV zur Wiederverwendung und der Freigabemessungen nach § 29 StrlSchV vor Ort (siehe Kap. 4.6).

Die Gruppen Arbeitsplatzüberwachung Forschung und Arbeitsplatzüberwachung Stilllegung unterstützen die Strahlenschutzbeauftragten in der Wahrnehmung ihrer Pflichten gemäß Strahlenschutz und/oder Röntgenverordnung. Der Umfang der Zusammenarbeit ist teilweise in Abgrenzungsregelungen zwischen der Hauptabteilung Sicherheit und den entsprechenden Institutionen festgelegt. Vier Mitarbeiter der Abteilung nehmen Aufgaben als Strahlenschutzbeauftragte für Teilbereiche im MZFR und in der KNK wahr.

4.5.1 Arbeitsplatzüberwachung

A. Reichert, B. Reinhardt

Bedingt durch die Aufgabenstellung sind die Mitarbeiter der Arbeitsplatzüberwachung dezentral in den einzelnen Institutionen des Forschungszentrums tätig. Nach der räumlichen Lage der zu überwachenden Gebäude gliedern sich die zwei Gruppen in vier Bereiche (siehe Abb. 4-2 und Tab. 4-4). Die ehemaligen Bereiche „Institute Nord“ und „Institute Süd“ wurden im Laufe des Jahres zum Bereich „Institute“ organisatorisch zusammengefasst. Die Räume für die ehemalige Produktionsanlage für Te-99^m des Instituts für angewandte Analytik (IFIA) wurden dekontaminiert und freigegeben (vgl. Kap. 4.6.2). Im Geb. 351 des IK-Zyk läuft der Rückbau der Anlagen weiter und bedarf einer intensiven Strahlenschutzkontrolle.

4.5.1.1 Personendosimetrie

Eine wichtige Aufgabe für die Arbeitsplatzüberwachung ist die Durchführung der Personendosimetrie. Neben einem amtlichen Flachglas- oder Albedodosimeter erhalten beruflich strahlenexponierte Personen in den Anlagen der HDB, des IK-Zyk, des IFIA (Rückbau) des IMFII-FML, des MZFR und der KNK ein selbstablesbares nicht persönlich zugeordnetes elektronisches Dosimeter. Neben der Personendosis kann mit diesem Dosimetriesystem auch die maximale Dosisleistung während eines Arbeitseinsatzes ermittelt werden. Weiterhin werden die elektronischen Dosimeter als Alarmdosimeter hinsichtlich Dosisleistung und Dosis verwendet. Die eingestellten Warnwerte werden der durchzuführenden Arbeit angepasst und betragen für die Dosisleistung zwischen 100 und 3000 $\mu\text{Sv/h}$ und für die Dosis zwischen 0,5 und 2 mSv. Die Anzahl der Personen einschließlich Fremdfirmenangehöriger, die strahlenschutzmäßig überwacht werden (Stichmonat Dezember 2005), ist in Spalte 4 der Tab. 4-4 aufgeführt.

Lageplan der HS/ÜM-Zuständigkeiten

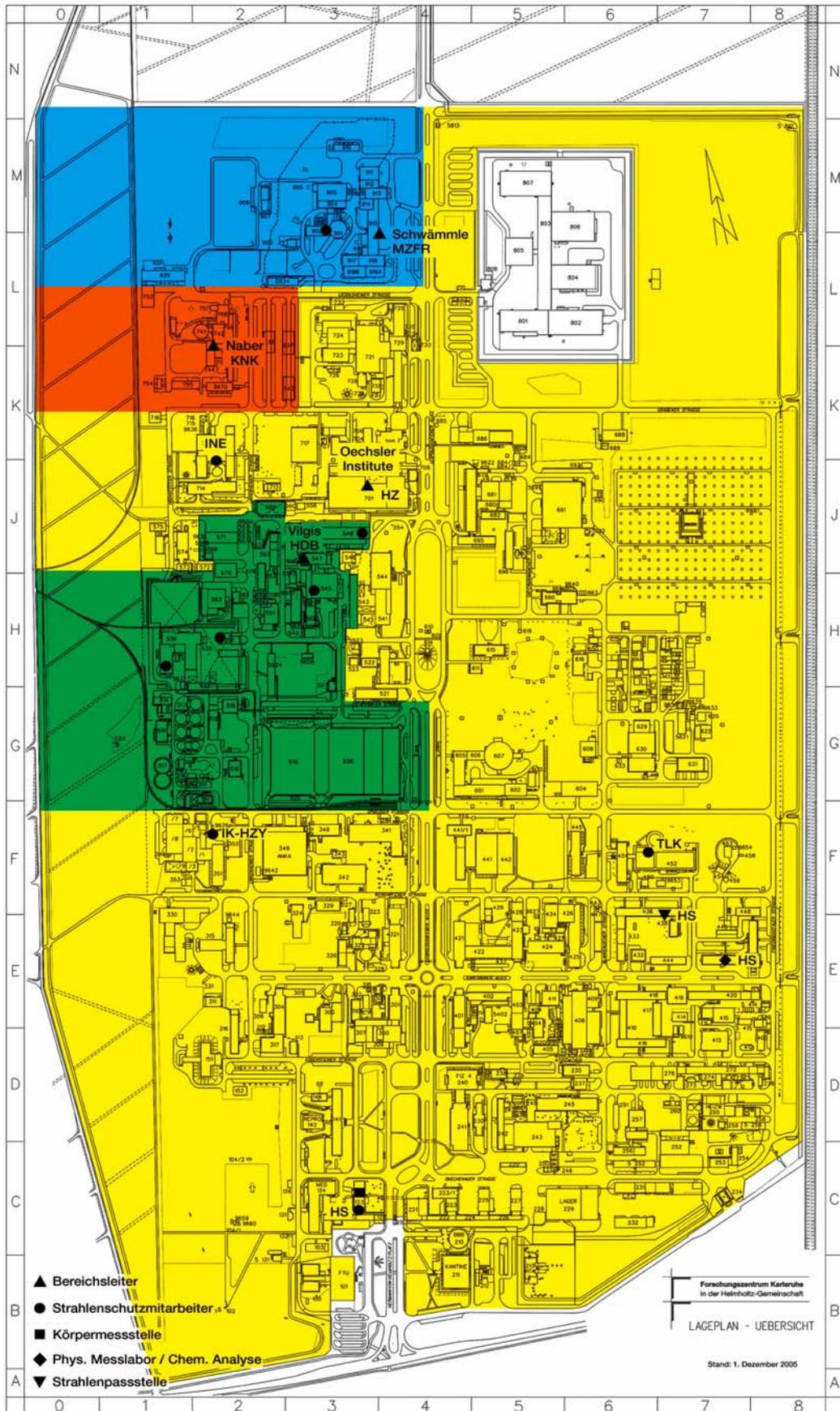


Abb. 4-2: Lageplan des Forschungszentrums Karlsruhe mit Bereicheinteilung

4.5.1.2 Kontaminationskontrollen

Die Gebäude und Anlagen werden routinemäßig durch Oberflächenkontaminations-, Wischproben- und Raumluftmessungen überwacht. Die Fläche der Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche ist in Spalte 5 der Tab. 4-4 angegeben.

Vom Überwachungsbereich werden nur die Bereiche aufgeführt, in denen eine Aktivität oberhalb der Freigrenze gehandhabt wird.

Die Kontaminationskontrolle von Personen am Ausgang von Bereichen, in denen genehmigungspflichtig mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird, geschieht in Eigenüberwachung mit Hand-Fuß-Kleider-Monitoren oder in der HDB, in der KNK, im MZFR und im INE mit Ganzkörpermonitoren mit automatisiertem Messablauf. Die Alarmwerte werden gemäß den vorhandenen Nuklidvektoren gebäudespezifisch nach § 44 StrlSchV festgelegt. Die Alarmwerte sind auf eine Alarmverfehlungswahrscheinlichkeit von 5 % eingestellt.

Die Raumluft in den Kontrollbereichen von Institutionen mit höherem Aktivitätsinventar, das sind die HDB, der MZFR, die KNK und das INE, wird mit einem Netz von stationären Aerosolsammlern und an Arbeitsplätzen, an denen eventuell mit Freisetzungen zu rechnen ist, mit Monitoren überwacht.

Aus den Dosisgrenzwerten für beruflich strahlenexponierte Personen in den Anlagen des Forschungszentrums Karlsruhe werden die Interventionswerte allgemein für α -Aktivitätsgemische auf $0,04 \text{ Bq/m}^3$, für β -Aktivitätsgemische auf 40 Bq/m^3 festgelegt. Diese Werte sind abgeleitet aus der alten Strahlenschutzverordnung und werden auf dem seitherigen niedrigen Niveau belassen, obwohl die Dosiskoeffizienten nach der neuen Strahlenschutzverordnung für α -Strahler geringer sind als nach der alten Strahlenschutzverordnung. Im Tritiumlabor und im Fusionsmateriallabor, in denen mit HTO umgegangen wird, werden die Interventionswerte für HTO auf 1 MBq/m^3 festgelegt.

Bei Raumluftaktivitätskonzentrationen oberhalb dieser Interventionswerte dürfen Arbeiten in den betroffenen Anlagen des Forschungszentrums nur mit den entsprechenden Atemschutzfiltergeräten durchgeführt werden. Oberhalb des 20fachen der abgeleiteten Interventionswerte muss im Falle von aerosolförmigen Raumluftaktivitäten mit Atemschutzisoliergeräten, bei Tritium mit fremdbelüfteten gasdichten Schutzanzügen, oberhalb des 200fachen dieser Werte allgemein mit fremdbelüfteten, gasdichten Schutzanzügen gearbeitet werden.

Gruppe	<u>Bereich</u> Überwachte Institutionen	Anzahl der Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz	Anzahl der überwachten Personen Stichmonat Dezember	Fläche des überwachten Bereichs in m ²	Anzahl der Arbeitserlaub- nisse Strahlen- schutz
1	2	3	4	5	6
Arbeitsplatz- überwachung Forschung	Gruppenleiter	1 (1)			
	<u>Institute</u> ANKA, BTI, FTU, HS, HVT- TL, IFIA, IFP IHM, IK, IK- Zyk, IMFII- FML, INE, ITC-CPV, ITG	11 (11,8)	480 (529)	25300 (25800)	293 (293)
Arbeitsplatz- überwachung Stilllegung	Gruppenleiter	1 (1)			
	<u>HDB</u>	11,8+5 ⁺ (13+5 ⁺)	480 (649)	42200 (42200)	920 (877)
	<u>MZFR</u>	5 (5)	65 (56)	5500 (5500)	312 (308)
	<u>KNK</u>	3 (3)	72 (82)	2100 (2100)	600 (895)

Tab. 4-4: Anzahl der HS-Mitarbeiter in der Arbeitsplatzüberwachung, strahlenschutzmäßig überwachte Personen (einschließlich Fremdfirmenangehörigen), und Bereichsgröße jeweils Stand Dezember 2005 bzw. Anzahl der Arbeitserlaubnisse im Jahr 2005 (Vorjahreszahlen in Klammern)

Falls die Messungen in einem Raum ergeben, dass ein Interventionswert im Tagesmittel überschritten ist, werden Nachforschungen über die tatsächliche Arbeitsdauer und die getroffenen Atemschutzmaßnahmen angestellt und die individuelle Aktivitätszufuhr der Mitarbeiter in diesem Raum bestimmt. Dabei kommt für Atemschutzfiltergeräte ein Schutzfaktor von 20 und für Atemschutzisoliergeräte ein Schutzfaktor von 200 zur Anrechnung. Wenn die so bestimmten Aktivitätszufuhren den abgeleiteten Tageswert von 1,25 Bq für α -Aktivitätsgemische (Leitnuklid Pu-239 löslich) oder von 1250 Bq für β -Aktivitätsgemische (Leitnuklide Sr-90 löslich) überschreiten, werden bei den betroffenen Mitarbeitern Inkorporationsmessungen aus besonderem Grund durchgeführt und eine spezielle Abschätzung der Aktivitätszufuhr vorgenommen.

4.5.1.3 Arbeitserlaubnisse Strahlenschutz

Die Mitarbeiter der Gruppen Arbeitsplatzüberwachung kontrollieren auf Anforderung des zuständigen Strahlenschutzbeauftragten die Durchführung von Arbeiten mit erhöhtem Kontaminations- oder Strahlenrisiko. Autorisierte Mitarbeiter legen bei der Ausstellung von Arbeitserlaubnissen die Strahlenschutzauflagen fest. Im Jahr 2005 wurden insgesamt ca. 2100 Vorgänge (Vorjahre 2400) bearbeitet, eine Aufteilung auf die Bereiche ist der Spalte 6 von Tab. 4-4 zu entnehmen.

4.5.1.4 Schichtdienst und Rufbereitschaft

Die Abteilung Strahlenschutz unterhält von Montag bis Freitag einen Zweischichtdienst, der auch außerhalb der Regelarbeitszeit u. a. Messungen von Raumluftfiltern durchführt, die Überprüfung von Meldungen vornimmt, in Zwischenfallsituationen Strahlenschutzmaßnahmen ergreift oder Transportkontrollen durchführt. Außerhalb der Regelarbeitszeit stehen zwei Rufbe-

reitschaften zur Verstärkung des Schichtdienstes oder zur alleinigen Klärung und Bewältigung von Zwischenfallsituationen zur Verfügung. Während der Regelarbeitszeit bilden Angehörige der Rufbereitschaft sowie zwei Personen eines Einsatzfahrzeuges den Strahlenmesstrupp für besondere Messaufgaben im Rahmen der Alarmorganisation des Forschungszentrums.

4.5.1.5 Aus- und Weiterbildung

Die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter wurde im vergangenen Jahr fortgeführt. Neben der praktischen Ausbildung unter Anleitung der Bereichsleiter wurden theoretische Kurse im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums besucht. Für die Mitarbeiter des Schichtdienstes und der Rufbereitschaften wurden monatlich Begehungen von Gebäuden mit Fort- und Raumluftmonitoren sowie sonstigen dauernd betriebenen Strahlenschutzmessgeräten durchgeführt.

4.5.2 In-vivo Messlabor

B. Heide

Das In-vivo Messlabor der Abteilung Überwachung und Messtechnik ist für die personenbezogene Inkorporationsüberwachung durch Direktmessung der Körperaktivität zuständig. Bei der Direktmessung steht die Messung der Körperaktivität von Aktiniden in Lunge, Leber und Skelett im Vordergrund. In erster Linie ist das In-vivo Messlabor für die Eigenüberwachung des Forschungszentrums sowie für die Überwachung der auf dem Gelände des Forschungszentrums angesiedelten Institutionen zuständig. Darüber hinaus führt es auch Messungen für externe Auftraggeber (Industrie, Berufsgenossenschaften, Euratom) durch.

Außerdem beschäftigt sich das In-vivo Messlabor mit der Verbesserung der Messverfahren zur internen Dosimetrie. Im Fokus steht hierbei die Simulation des Strahlentransportes anhand von stochastischen Modellen - gegenwärtig wird das Computerprogramm MCNP5 (Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5) verwendet - und von Voxel-Phantomen.

4.5.2.1 Routine- und Sondermessungen

G. Cordes, U. Mohr, G. Nagel, Y. Schmidt, B. Heide

Das In-vivo Messlabor betreibt einen Ganzkörperzähler und verschiedene Teilkörperzähler zum gammaspektroskopischen Nachweis von Radionukliden im menschlichen Körper. Der Ganzkörperzähler besteht aus vier NaI(Tl)-Detektoren, die paarweise oberhalb und unterhalb der zu messenden Person angeordnet sind. Mit dieser Messanordnung können in erster Linie Spalt- und Aktivierungsprodukte mit Photonenenergien zwischen 100 keV und 2000 keV nachgewiesen werden. Die verschiedenen Teilkörperzähler umfassen unter anderem drei 8"-Phoswich-Detektoren und vier HPGe-Sandwich-Detektoren. Mit ihnen können u. a. niederenergetischer Photonenstrahler, wie z. B. I-125, Pb-210 und Am-241, nachgewiesen werden. Die Messgeometrie richtet sich hierbei nach der Art und der Lage der Nukliddeposition im Körper. So werden bei kurz zurückliegenden Inkorporationen hauptsächlich Messungen an der Lunge durchgeführt, während bei länger zurückliegenden Inkorporationen darüber hinaus auch Messungen an der Leber sowie am Kopf und an den Knien der Probanden durchgeführt werden. Für räumlich eng begrenzte Nukliddepositionen stehen außerdem auch ein kleiner 0,8" Phoswich- und ein 0,8"-NaI(Tl)-Detektor zur Verfügung.

Die Tabellen Tab. 4-5 und Tab. 4-6 vermitteln einen Überblick über die im Jahre 2005 mit den Ganz- bzw. Teilkörperzählern durchgeführten Personenmessungen und ihre Verteilung auf die verschiedenen Institutionen.

Mit dem G a n z k ö r p e r z ä h l e r wurden insgesamt 1795 Personen (ohne Referenzpersonen) untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so dass sich die Gesamtanzahl der Ganzkörpermessungen auf 2031 beläuft. Hierbei handelte es sich zum weitaus überwiegen-

den Teil um Messungen im Rahmen der routinemäßigen Inkorporationsüberwachung. Etwa 27 % der Ganzkörpermessungen wurden für das Forschungszentrum selbst durchgeführt, wobei es sich zum größten Teil um Eingangs- bzw. Ausgangsmessungen von Fremdfirmenmitarbeitern handelte. Die übrigen Ganzkörpermessungen erfolgten im Auftrag der auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe angesiedelten Institutionen (Institut für Transurane (23 %) und Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (39 %) sowie im Auftrag externer Institutionen (12 %).

Institution	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der routinemäßigen Messungen						Anzahl der Inkorporationsmessungen aus besonderem Grund	
		Eingang		Ausgang		Wiederkehrende Routine			
			mit Befund		mit Befund		mit Befund		mit Befund
BTI	12	6	-	7	1	-	-	-	-
HS	5	1	-	5	-	-	-	-	-
HVT	1	-	-	1	-	-	-	-	-
ITG	1	-	-	1	-	-	-	-	-
IFIA	11	4	-	6	-	1	-	2	-
IMF II	13	5	-	9	-	-	-	-	-
INE	2	-	-	2	-	-	-	-	-
ITC-CPV	2	-	.	2	-	-	-	-	-
Summe Bereich Forschung	47	16	-	32	1	1	-	2	-
HDB	222	120	9	153	12	1	-	4	-
KNK	129	58	14	63	12	39	5	-	-
MZFR	50	25	4	31	2	1	1	-	-
Summe Bereich Stilllegung	401	203	27	247	26	41	6	4	-
ITU	401	152	10	149	10	150	9	5	-
WAK	725	4	-	260	16	518	17	-	-
Fremdauftrag	221	-	-	1	-	245	20	1	-
Summe Sonstige	1347	156	10	410	26	913	46	6	-

Tab. 4-5: Anzahl der Personenmessungen mit dem Ganzkörperzähler im Jahr 2005 (ohne Referenzmessungen und Messungen zur Qualitätssicherung)

Bei etwa 2 % aller untersuchten Personen wurden Cs-137-Inkorporationen nachgewiesen. Bei 42 Personen lag die Cs-137-Körperaktivität über der Erkennungsgrenze für beruflich bedingte Cs-137-Körperaktivitäten, allerdings wurde in vielen dieser Fälle nach Auskunft der Probanden Wildbret oder Pilze verzehrt. Bei 27 Personen wurden Inkorporationen von Co-60 (46 Messungen) und in einem Fall wurde Tl-202 nachgewiesen. In der Mehrzahl der Fälle handelte es sich um länger zurückliegende Aktivitätszufuhren, die bereits bei früheren Messungen festgestellt wurden.

Alle festgestellten Aktivitäten lagen unter der Interpretationsschwelle nach der „Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle“.

Mit dem T e i l k ö r p e r z ä h l e r wurden insgesamt 318 Personen untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so dass sich die Gesamtanzahl der Messungen auf 362 beläuft. Die Messungen wurden für verschiedene Institutionen des Forschungszentrums (1 %), für das Institut für Transurane (52 %) sowie im Fremdauftrag für andere Firmen bzw. Institutionen (48 %) durchgeführt. Bei etwa 1 % der Teilkörpermessungen handelte es sich um Untersuchungen aus besonderem Grund.

Nur bei einer Teilkörpermessung wurde eine Inkorporation nachgewiesen. Es handelte sich hierbei um eine Inkorporation mit Am-241, wobei die Zufuhr bereits einige Jahre zuvor erfolgte.

Institution	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der routinemäßigen Messungen			Anzahl der Inkorporationsmessungen aus besonderem Grund
		Eingang	Ausgang	wiederkehrende Routine	
KNK	1	1	-	-	
HDB	2	-	-	-	2
Summe Bereich Stilllegung	3	1	-	-	2
ITU	144	97	88		2
Fremd-auftrag	168	-	-	172	-
Summe Sonstige	312	97	88	172	2

Tab. 4-6: Anzahl der Personenmessungen mit den Teilkörperzählern im Jahr 2005 (ohne Messungen zur Qualitätssicherung)

Zur Q u a l i ä t s s i c h e r u n g wurden zahlreiche Kalibriermessungen, Referenzmessungen sowie Nulleffektmessungen durchgeführt. Mit Ausnahme der täglich erfolgenden Energiekalibrierungen sind alle Messungen in Tab. 4-7 aufgelistet. Die Gesamtanzahl aller im Jahr 2005 durchgeführten Messungen beläuft sich auf 3270.

Messung	Ganzkörperzähler	Teilkörperzähler	
		8"-Phoswich	HPGe-Sandwich
Eingang	376	98	-
Ausgang	689	88	-
Routine	955	-	-
Besond. Grund	12	4	2
Fremdauftrag	247	172	-
Referenz	87	2	-
Nulleffekt	76	65	2
Materialproben	5	46	-
Kalibrierspektren	18	136	190
Summe	2465	611	194

Tab. 4-7: Anzahl aller Messungen mit Ganz- und Teilkörperzählern im Jahr 2005 (ohne tägliche Funktionskontrollmessungen)

4.5.2.2 Cs-137-Referenzmessungen

G. Cordes, U. Mohr, G. Nagel, Y. Schmidt, B. Heide

Seit Inbetriebnahme des ersten Ganzkörperzählers im Jahre 1961 werden regelmäßige Messungen zur Bestimmung der Cs-137-Körperaktivität an einer Referenzgruppe von zur Zeit etwa 20 nicht beruflich strahlenexponierten Personen aus dem Karlsruher Raum durchgeführt. Die Abb. 4-3 stellt die seit 1961 gemessenen Quartalsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität dar. Deutlich erkennbar sind die Auswirkungen des Fallouts der oberirdischen Kernwaffentests in den 60er Jahren sowie des Reaktorunfalls in Tschernobyl im April 1986.

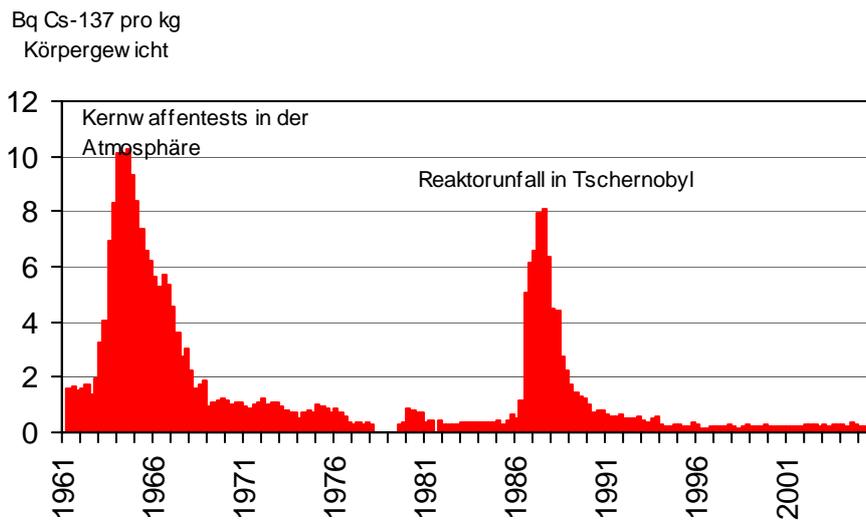


Abb. 4-3: Quartalsmittelwerte der spezifischen Cs-137 Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe seit 1961

Die Tab. 4-8 zeigt die Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität für das Jahr 2005. In den Jahren nach dem Unfall von Tschernobyl konnten die Messergebnisse der Referenzgruppe sehr gut als logarithmische Normalverteilungen interpretiert werden. Aus diesem Grund wurden die Messwerte bis zum Jahr 2000 geometrisch gemittelt. In den letzten Jahren näherten sich die Messwerte allerdings wieder an arithmetische Normalverteilungen an, so dass ab 2003 arithmetische Mittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität angegeben werden können. Für 2005 ergibt sich so ein Jahresmittelwert von 0,23 Bq/kg.

Bei Frauen ist die effektive Halbwertszeit von Cs-137 kürzer als bei Männern. Aus diesem Grund haben Frauen im Mittel eine geringere spezifische Cs-137-Körperaktivität als Männer. Dies wird durch Tab. 4-8 verdeutlicht. Im Einzelfall lässt sich diese Aussage jedoch nicht immer verifizieren, da auch noch andere Faktoren den Cs-137-Gehalt beeinflussen, wie z. B. das Muskel/Fett-Verhältnis, der Stoffwechsel und die Ernährungsgewohnheiten. Der letztgenannte Einflussfaktor zeigt sich auch im Jahresgang der Messwerte, der im Herbst stets einen durch den Verzehr von Pilzen bedingten leichten Anstieg der mittleren Cs-137-Körperaktivität zeigt.

Die arithmetischen Mittelwerte der absoluten Cs-137-Körperaktivität betragen 21,7 Bq bei den Männern bzw. 9,3 Bq bei den Frauen. Die Standardabweichung des Mittelwertes beträgt 6,1 Bq bei den Männern bzw. 3,8 Bq bei den Frauen. Folglich liegt die zivilisatorisch bedingte Cs-137-Körperaktivität bei den Männern in 95 % der Fälle unter 32 Bq, während sie bei den Frauen in 95 % der Fälle unter 16 Bq liegt. Demnach können in Anlehnung an DIN 25482 die Werte von 32 Bq (Männer) bzw. 16 Bq (Frauen) als Erkennungsgrenzen einer berufsbedingten Cs-137-Körperaktivität angesehen werden. Die aus diesen Erkennungsgrenzen berechneten

Nachweisgrenzen werden bei der Interpretation der Messdaten zugrunde gelegt (d. h. von den gemessenen Cs-137-Körperaktivitäten subtrahiert).

Monat	Spezifische Cs-137-Körperaktivität in Bq pro kg Körpergewicht		
	Frauen	Männer	Gesamt
Januar	0,20	0,42	0,31
Februar	0,22	0,42	0,32
März	0,06	0,19	0,13
April	0,09	0,13	0,11
Mai	0,17	0,39	0,28
Juni	0,17	0,42	0,30
Juli	0,23	0,06	0,15
August	0,12	0,26	0,19
September	0,23	0,52	0,38
Oktober	0,26	0,16	0,21
November	0,11	0,16	0,14
Dezember	0,11	0,34	0,23
Arithmetischer Mittelwert im Jahr 2005	0,16±0,06	0,29±0,15	0,23±0,09

Tab. 4-8: Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe im Jahr 2005

4.5.2.3 Kalibrierung eines 0,8''-Phoswich-Detektors zur direkten Bestimmung der Am-241-Aktivität in begrenzten oberflächennahen Gewebebereichen

Y. Schmidt, H. Doerfel, B. Heide

Zukünftig sollen spektrometrische Messungen bezüglich eng begrenzter oberflächennaher Gewebebereiche durchgeführt werden, wobei die Bestimmung der Am-241-Aktivität im Vordergrund steht.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde aus diesem Grund ein neues Gamma-Messsystem, bestehend aus einem 0,8''-Phoswich-Detektor (Model 20 SE 50W1 der Firma Crismatec) in Betrieb genommen und kalibriert. Der Phoswich-Detektor hat einen Durchmesser von 20 mm und besteht aus einem 1 mm dicken NaI(Tl)-Kristall, an den sich ein 50 mm dicker CsI(Tl)-Kristall anschließt. Das Eintrittsfenster besteht aus einer 0,2 mm dicken Berylliumschicht. An die Kristalle ist ein Photomultiplier vom Typ R750 der Firma HAMMATSU (HAMA) angekoppelt. Das Gehäuse besteht aus Aluminium. Der Detektor hat eine Gesamtlänge von 245 mm.

Zur Durchführung derartiger Messungen war es erforderlich, die Positionierung des Phoswich-Detektors auf den zu messenden Gewebebereich zu ermöglichen. Dazu wurde in Zusammenarbeit mit der Hauptwerkstatt des Forschungszentrums Karlsruhe eine aus Aluminium bestehende Halterung konstruiert und angefertigt.

Um das neue Messsystem für Probandenmessungen einsetzen zu können, wurde eine Energiekalibrierung und eine Effizienzkalibrierung durchgeführt. Die Effizienzkalibrierung wurde so durchgeführt, dass bei der Messung von Probanden die Tiefe des Schwerpunktes der deponierten Am-241-Aktivität in den eng begrenzten oberflächennahen Gewebebereichen ermittelt werden kann.

Anschließend wurde damit ein schwächungskorrigierter Wirkungsgrad ermittelt, mit dem schließlich die quantitative Bestimmung der Am-241-Deposition (Höhe der Aktivität) erfolgte. Die Grundlage für die Ermittlung eines schwächungskorrigierten Wirkungsgrades ist dadurch gegeben, dass Am-241 bzgl. Szintillationdetektoren u. a. zwei Peaks bewirkt: eine 17 keV-Linie und eine 60 keV-Linie. Da die 17 keV-Linie stärker als die 60 keV-Linie durch das Gewebe geschwächt wird, kann aus dem Verhältnis der Peakflächen der beiden Linien die Tiefe (bzw. der Schwerpunkt) der Aktivitätsdeposition und anschließend der schwächungskorrigierte Wirkungsgrad ermittelt werden.

Zur Simulation von Gewebe wurde ein Phantom benutzt, welches aus einem gewebeäquivalenten Material besteht. Die einfachste Methode hätte darin bestanden, Wasser zu verwenden. Aber wegen der Empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit des Phoswich-Detektors kam Wasser nicht in Frage. Statt eines mit Wasser gefüllten Becherglases wurden verschieden dicke Scheiben aus Polyethylen (PE) verwendet. Mit einer Dichte von $0,95 \text{ g/cm}^3$, die mit der von Wasser vergleichbar ist, konnten die PE-Scheiben als gewebeäquivalente Phantome verwendet werden. Die PE-Scheiben hatten einen Durchmesser von 50 mm und Dicken zwischen 2 mm und 50 mm.

Zur Bestimmung des tiefenabhängigen Peakflächenverhältnisses und eines tiefenabhängigen Wirkungsgrades wurden mehrere Messungen mit den PE-Scheiben, unter denen eine umschlossene Am-241-Quelle positioniert worden ist, durchgeführt. Die so aufgenommenen Spektren wurden auf eine Messzeit von 2000 Sekunden normiert.

Anhand der Abb. 4-4 ist erkennbar, dass sich der Wirkungsgrad für Am-241, bezogen auf den 17 keV-Peak, zwischen ca. $16 \text{ Imp}/(\text{Bq} \cdot 2000\text{s})$ bei einer Tiefe von 2 mm und $0,06 \text{ Imp}/(\text{Bq} \cdot 2000\text{s})$ bei einer Tiefe von 100 mm bewegt. Der Wirkungsgrad für Am-241, bezogen auf den 60 keV-Peak, bewegt sich zwischen ca. $27 \text{ Imp}/(\text{Bq} \cdot 2000\text{s})$ bei einer Tiefe von 2 mm und $0,2 \text{ Imp}/(\text{Bq} \cdot 2000\text{s})$ bei einer Tiefe von 100 mm.

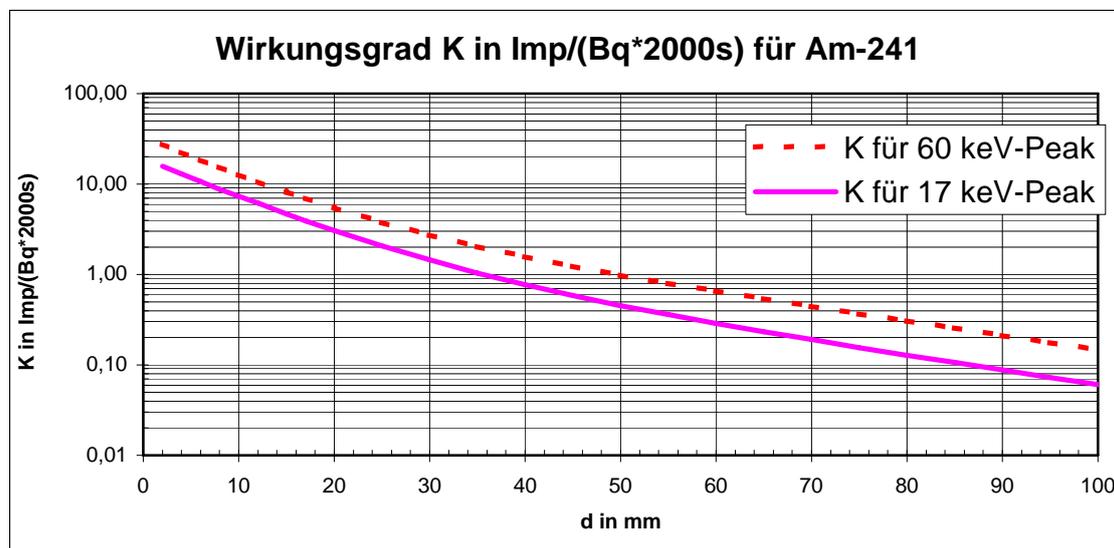


Abb. 4-4: Wirkungsgrad für Am-241 in Abhängigkeit der Gesamthöhe „d“ der PE-Scheiben
Bei einer Probandenmessung kann nun über die Ermittlung des Peakflächenverhältnisses eine Abschätzung der Gewebedicke erfolgen. Mit dieser Kenntnis kann der tiefenabhängige Wirkungsgrad abgelesen und anschließend eine Abschätzung der Am-241-Aktivität durchgeführt werden.

4.5.2.4 Wiederinbetriebnahme von HPGe-Sandwich-Detektoren

G. Cordes, B. Reinhardt, J. Burkhardt, B. Heide

Zur Wiederinbetriebnahme der insgesamt vier HPGe-Sandwich-Detektoren musste das geschlossene und automatisch funktionierende N₂-Befüllungssystem erneuert werden. Der Auftrag zur Erneuerung wurde an eine Fremdfirma gegeben, die jedoch - trotz großer Bemühungen - die dauerhafte fehlerfreie N₂-Nachbefüllung nicht sicherstellen konnte. Die Modifikation der N₂-Versorgungsanlage und, damit verbunden, die Gewährleistung der dauerhaften fehlerfreien N₂-Nachbefüllung wurde durch HS-ÜM in Eigenregie durchgeführt.

Nach der Wiederinbetriebnahme wurde die Positionierung und Einstellung der einzelnen HPGe-Sandwich-Detektoren optimiert.

Insgesamt wurden 194 Messungen durchgeführt. Bei den Messungen handelte es sich vorwiegend um Messungen im Rahmen der Simulation des Strahlentransportes anhand stochastischer Modelle. Ferner wurden Effizienzkalibrierungen, Untergrundmessungen und Bestimmungen des Wirkungsgrades durchgeführt. Darüber hinaus wurden zwei Messungen im Zusammenhang mit einem Sonderfall durchgeführt.

4.5.2.5 Qualitätsmanagement / Verifizierung und Validierung neuer Elektronikbauteile

U. Mohr, B. Heide

Da die momentan verwendete Elektronik des Ganzkörperzählers und der Phoswich-Teilkörperzähler teilweise schon über 20 Jahre alt ist, wurde Anfang 2005 ein „neues“ System, bestehend aus neuen Elektronikbauteilen, aufgebaut. Es handelte sich hierbei um eine vorbeugende Maßnahme, mit der die Ausfallsicherheit des Systems erhöht wurde. Um sicherzustellen, dass durch das „neue“ System kein Qualitätsverlust entstanden ist, wurde im Rahmen unseres Qualitätsmanagements eine Verifizierung und Validierung unter Berücksichtigung der Forderung aus der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durchgeführt. Hierbei wurden eingehende Untersuchungen anhand von Messreihen durchgeführt. Es wurde nachgewiesen, dass mit dem neuen System, in Bezug auf das bisherige System, mindestens gleichwertige Ergebnisse erzielt werden.

Als Fazit ergibt sich, dass sowohl beim Ganzkörperzähler als auch bei den Phoswich-Teilkörperzählern ein Umstieg auf das „neue“ System ohne Qualitätsbeeinträchtigungen erfolgen kann.

4.5.2.6 Radonvergleichsmessungen

L. Hegenbart

Das Ziel dieser Radonmessungen war es abschätzen zu können, ob eine Verlängerung des Lüftungsansaugstutzens des Gebäudes 123 eine Verringerung der Radonkonzentrationen in den Räumen und Messkammern des Bodycounters zur Folge hätte. Radon und seine Folgeprodukte tragen zu einem höheren Messuntergrund im Betrieb des Bodycounters bei und sind daher unerwünscht. Die Luft für den Bereich Bodycounter wird über einen Stutzen, der in ca. 3 m Höhe über dem Boden angebracht ist, angesaugt. Generell ist durch eine bodennahe Ansaugung der Luft eine höhere Radonkonzentration in den belüfteten Räumen zu erwarten. Ein Filter hält die Radon-Folgeprodukten zurück. Die Lüftung wird 24 Stunden am Tag betrieben.

Bei den Messungen wurden die Radonmessgeräte Atmos 12 DPX (kurz: Atmos) von Gammadata sowie zwei Geräte des Typs Alphaguard von Genitron (kurz: AG301 und AG950) eingesetzt. Da die Kalibrierung der Geräte länger zurücklag, wurden zunächst alle Geräte für eine Woche dicht beieinander in einem Büro im 2. Obergeschoss aufgestellt. Es zeigte sich, dass das Atmos bei dieser ersten Messung mit durchschnittlich 36 Bq/m³ um etwa 6 Bq/m³ höher lag als die beiden Alphaguard-Geräte. Dies lies sich auf den Abzug eines Nullwertes der Alphaguard-Geräte zurückführen.

Die Vergleichbarkeit der Messgeräte war somit gegeben, und es wurde eine zweite Messung von zwei Wochen Dauer gestartet. Das Atmos verblieb im Büro. Das AG301 wurde neben der Dachluke auf dem Flachdach wettergeschützt, aber dennoch gut belüftet, aufgestellt. AG950 wurde in den Bodycounter-Räumen aufgestellt. Auf dem Dach wurden Radonkonzentrationen von ca. 7 Bq/m^3 gemessen. Im Bodycounter lag der Durchschnittswert bei ca. 8 Bq/m^3 . Aufgrund der geringen Radonkonzentrationen und unter der Berücksichtigung von Messfehlern lies sich nicht eindeutig sagen, wo die geringsten Radonkonzentrationen herrschten. Das Atmos zeigte höhere Messwerte, was bei diesem Gerät auf die fehlende Subtraktion eines Nullwertes zurückzuführen war. Der Mittelwert im Büro lag bei ca. 16 Bq/m^3 . Zieht man den oben ermittelten Wert von 6 Bq/m^3 ab, kommt man in den Bereich der Messwerte der beiden anderen Messgeräte.

Der zeitliche Verlauf der gemessenen Radonkonzentrationen wird in der Abb. 4-5 dargestellt.

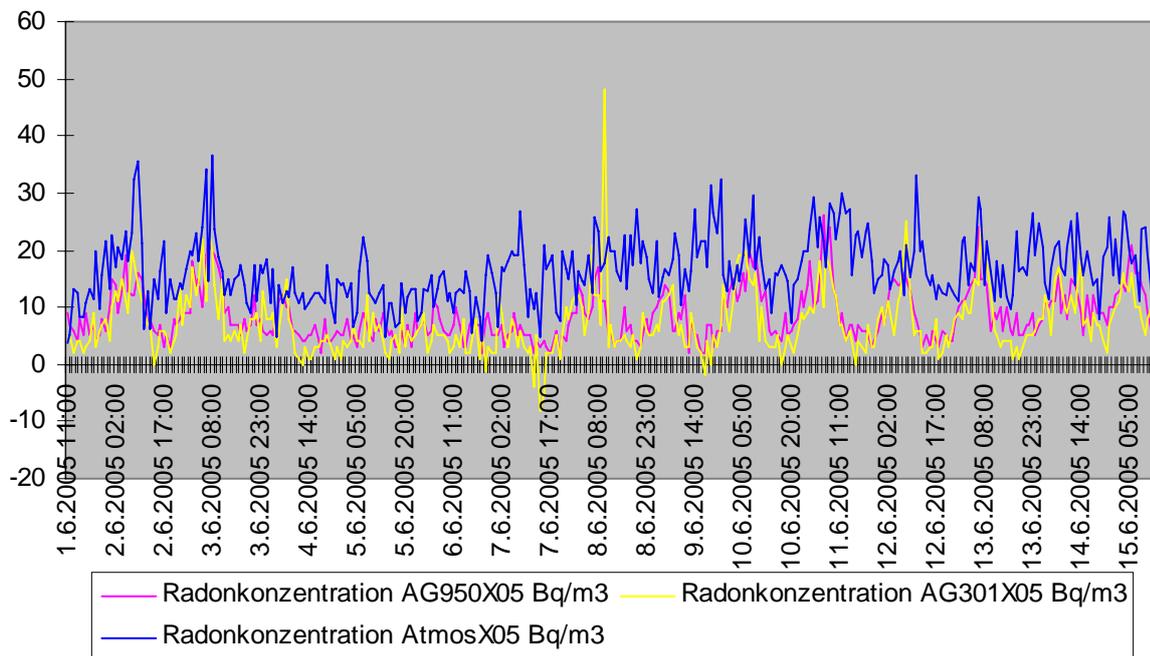


Abb. 4-5: Zeitlicher Verlauf der Radonkonzentrationen

Für den Peak bei der Dachmessung am 08.06.2005 wurde bislang keine Erklärung gefunden. Negative Werte entstanden durch die Subtraktion des Nullwertes. Die auffällig geringen Radonkonzentrationen dieser zweiwöchigen Messperiode ließen sich bestätigen durch den Vergleich mit den Online-Messungen des Physikalischen Messlabors der Hauptabteilung Sicherheit (siehe http://iwrwww1.fzk.de/hs/html/umweltschutz/umgstrahlung/d_index.html).

Das Fazit der Radonmessungen ist, dass eine Verlängerung des Ansaugstutzen der Lüftungsanlage des Gebäudes 123 angesichts der hier präsentierten Messdaten voraussichtlich keine wesentliche Verminderung der Radonkonzentration im Keller bewirken würde. Um genauere Aussagen treffen zu können, müssten Langzeitmessungen von mehreren Monaten zu verschiedenen Jahreszeiten und Wetterperioden gemacht werden.

4.5.3 Betrieb der Eichhalle

B. Reinhardt

Die Abteilung Überwachung und Messtechnik betreibt in der "Eichhalle" auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe verschiedene Bestrahlungseinrichtungen. Ein Neutronen- und Röntgen-Kalibrierstand, sowie mehrere Gamma-Kalibrierstände sind vorhanden. Die Kalibrierstände werden für eigene Routinekalibrierungen und Eichfristverlängerungen benutzt. Dem

Eichamt Baden-Württemberg und anderen externen, sowie internen Interessenten stehen diese Bestrahlungseinrichtungen auch zur Verfügung.

4.5.3.1 Routinekalibrierung

M. Hauser, P. Bohn

Die Kalibrierung von Dosisleistungsmessgeräten garantiert die Messgenauigkeit der Geräteanzeige. Die Messgenauigkeit ergibt sich aus den Anforderungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt für die Zulassung zur Eichung und den Prüffregeln für Strahlenschutzmessgeräte.

Folgende Aufgaben stehen im Vordergrund:

- Kalibrierung von Dosisleistungsmessgeräten, Dosiswarngeräten und Dosimetern
- Bestrahlung von Dosimeterchargen zur Kalibrierung von Thermolumineszenz- und Photolumineszenz-Auswertegeräten

Im Berichtsjahr wurden 21 Neutronen-Dosisleistungsmessgeräte sowie 10 Neutronen-Dosisleistungsmessgeräte kalibriert. Im Bestrahlungsbunker fanden 220 Dosimeter-Bestrahlungen statt. Alle Cs-137-Bestrahlungseinrichtungen wurden regelmäßig mit einem Sekundärstandard kontrolliert. Die Überprüfung von 1300 Strahlenschutzmessgeräten zwecks Eichfristverlängerung erfolgte mit der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zugelassenen stationären Kontrollvorrichtung (SKV). Bei 100 Strahlenschutzmessgeräten, meist Reparaturfälle, erschien eine Messprüfung mit der stationären Kontrollvorrichtung sinnvoll, bevor sie der Eichbehörde überstellt wurden. Wenn notwendig und möglich wurden defekte Geräte repariert und anschließend kalibriert.

4.5.3.2 Amtliche Eichabfertigungsstelle

M. Hauser, P. Bohn

Nach der Eichordnung ist es Aufgabe des Landes Baden-Württemberg, regelmäßige Eichungen von Personen- und Ortsdosimetern vorzunehmen. Entsprechend einem Vertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und dem Forschungszentrum Karlsruhe werden Beamte der Aufsichtsbehörde, an den hierfür vom Forschungszentrum Karlsruhe zur Verfügung gestellten technischen Einrichtungen, hoheitlich tätig.

Der Beitrag der Hauptabteilung Sicherheit bei der Eichabfertigung besteht in der Bereitstellung der Bestrahlungseinrichtungen und in der Unterstützung bei der Durchführung der Eichungen mit insgesamt 7442 Eichpunkten im Jahr 2005.

4.5.3.3 Auftragsarbeiten

M. Hauser, P. Bohn

Im Berichtszeitraum wurden Auftragsarbeiten in einer Größenordnung von zirka 20 Stunden für Fremdfirmen durchgeführt. Hierbei handelte es sich um Kalibrierbestrahlungen von Zählrohren und neu entwickelten Strahlenschutzmesssystemen.

4.5.4 Strahlenschutzmesstechnik

B. Reinhardt

4.5.4.1 Aufgaben

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 gewartet wer-

den. Der Bestand an elektronischen Strahlenschutzmessgeräten, der von der Abteilung Überwachung und Messtechnik betreut wird, setzt sich aus einer großen Anzahl von Dosisleistungs- und Kontaminationsmonitoren, aus Messplätzen zur Aktivitätsbestimmung und ortsfesten Anlagen zur Raum- und Fortluftüberwachung zusammen.

Die Funktionstüchtigkeit dieser Geräte und Anlagen wird vom Personal der Arbeitsplatzüberwachung regelmäßig, meist täglich, überprüft. Wiederkehrende Prüfungen werden nach den, in einem Prüfplan festgelegten Anforderungen, durch Eigenpersonal oder durch Sachkundige einer Service-Firma oder durch hinzugezogene Sachverständige durchgeführt.

Bei der Instandhaltung der Strahlenschutzmessgeräte fallen folgende Aufgaben an:

- Reparatur und Kalibrierung von Dosisleistungs- und Luftüberwachungsanlagen
- Reparatur sonstiger elektronischer Geräte
- Erstellung von Prüfanweisungen

Außerdem werden bei neu beschafften Geräten Eingangskontrollen und Gerätetests durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen stehen auch anderen Abteilungen für die Beschaffung und Installation von Geräten und Überwachungsanlagen zur Verfügung. Schließlich werden auch Umbauten und Anpassungen von Messsystemen vorgenommen und kommerziell nicht erhältliche Geräte für den Eigenbedarf der Hauptabteilung Sicherheit entwickelt.

4.5.4.2 Wartung und Reparatur

J. Burkhardt, B. Reinhardt, T. Wächter

Zur Instandhaltung der von der Abteilung Überwachung und Messtechnik betreuten kontinuierlich messenden Raumluf- und Fortluftüberwachungsanlagen, sowie Ortddosisleistungs-Messstellen und Handgeräte waren tägliche Reparatursätze notwendig. Ältere Raumlufsammler wurden ertüchtigt und neue Raumlufsammler gebaut. Ein Teil der anfallenden Reparaturen an Strahlenschutzmessgeräten ist vertraglich an eine Fremdfirma vergeben. Da in vielen Fällen diese Arbeiten nicht zufrieden stellend durchgeführt wurden, waren zusätzliche Reparatursätze der Abteilung Überwachung und Messtechnik notwendig.

4.6 Freigabe nach § 29 StrlSchV

H. Dilger, A. Reichert

4.6.1 Standardverfahren

Nach der neuen Strahlenschutzverordnung von 2001 dürfen radioaktive Stoffe sowie bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile, die aktiviert oder kontaminiert sind und aus dem genehmigten Umgang stammen, als nicht radioaktive Stoffe nur abgegeben werden, wenn die zuständige Behörde die Freigabe erteilt hat. Da es nicht praktikabel ist, für jeden einzelnen Vorgang einen Bescheid zu erlangen, hat das Forschungszentrum Karlsruhe im August 2004 einen standardisierten Bescheid für verschiedene Stoffströme zur uneingeschränkten Freigabe erlangt. Es wurden folgende Stoffströme genehmigt (in der Fassung des zweiten Änderungsbescheides vom 11.11.2005):

- Metallschrott
- Nichtmetalle
- Beton
- geschredderte Elektrokabel
- Bauschutt
- Bodenaushub
- brennbare Abfälle

- Schüttgüter aus homogenem Material
- Flüssigkeiten und
- Mischungen aus den o. g. Stoffströmen.

Die Messverfahren werden in einer „Messvorschrift für die Strahlenschutzkontrolle zur Freigabe nach § 29 StrlSchV und zum Herausbringen von Gegenständen nach § 44 StrlSchV im Forschungszentrum Karlsruhe GmbH“ konkret beschrieben. Diese Messvorschrift wurde vom Sachverständigen positiv begutachtet. Aufgrund der Vorgaben aus dem erteilten Freigabebescheid ist der Gutachter angehalten ca. 10% der vom FZK durchgeführten Freimessungen stichprobenartig zu überprüfen. Um dieser Forderung nachkommen zu können, müssen alle freizugebenden Chargen eine Woche vorher beim Sachverständigen angemeldet werden. Im Jahre 2005 wurden 267 Vorgänge an HS zur Bearbeitung übergeben. Von diesen sind im Berichtszeitraum 170 Materialchargen von den Autoren in ihrer Eigenschaft als SSB freigegeben worden, 7 Anträge wurden zurückgezogen, 11 Chargen wurden als radioaktiver Abfall entsorgt.

Sofern bei den Voruntersuchungen keine Aktivität erkannt wird, kann bei Materialien aus Überwachungsbereichen und Kontrollbereichen mit einer geringen Kontaminationswahrscheinlichkeit (graue Bereiche) nach der Bewertung durch den SSB für die Freigabe auf ein Verfahren nach § 29 StrlSchV verzichtet werden. Dies war bei 53 Chargen der Fall.

4.6.2 Einzelfallverfahren

Für die uneingeschränkte Freigabe des Gebäudes 321 a (ehemaliges Institut für angewandte Analytik, IFIA) wurde der Bescheid E 09/2004 vom 24.08.2004 erlangt. Der gesamte Kontrollbereich dieses Gebäudes diente der Produktion von Mo-90 für nuklearmedizinische Zwecke. Gemäß des Bescheids waren die Oberflächenkontaminationswerte der Anlage III Tabelle 1 Spalte 8 der StrlSchV einzuhalten. Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden aus den Räumen insgesamt 13 oberflächennahe Bohrstaubproben zur Bestimmung des Nuklidvektors entnommen. Der Nuklidvektor bestand zu etwa 1/3 aus Spaltprodukten, zu 1/6 aus α -Strahlern und zur Hälfte aus Pu-241. Die Oberflächen der Räume wurden anschließend in einen rohbauähnlichen Zustand gebracht. Dies bedeutete die Entfernung des lackierten Verputz, des Bodenbelags, von abgehängten Decken, aller Wasserzu- und -ableitungen und der Zu- und Fortluftkanäle. Die Messungen erfolgten flächendeckend mit Kontaminationsmonitoren und einer Dokumentationsdichte von 1 Messpunkt/m²; dies bedeutete die Dokumentation von insgesamt ca. 1100 Messpunkten.

4.7 Physikalisches Messlabor

Chr. Wilhelm

4.7.1 Aufgaben

Die Gruppe nimmt die Aufgaben eines zentralen Messlabors für die Hauptabteilung Sicherheit wahr. Im „Physikalischen Messlabor“ werden alle Messungen an Proben für die Raumluftüberwachung, an Proben zur Dichtheitsprüfung sowie alle Messungen zur Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft durchgeführt. Ebenso erfolgen hier alle Messungen an Umweltproben, an Proben für die Arbeitsplatzüberwachung und an Proben zur Abwasserüberwachung. Für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen werden α - und γ -spektrometrische Messungen, sowie die Bestimmung von Betastrahlern mittels Flüssigszintillationsmessung durchgeführt. Einen Überblick über die Anzahl an Proben und der daran durchgeführten Analysen aus den einzelnen Arbeitsgebieten gibt die Tab. 4-9 wieder.

Die Gruppe „Physikalisches Messlabor“ ist darüber hinaus zuständig für die Überwachung radioaktiver Stoffe in den Abwassersystemen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe. Diese Aufgabe umfasst sowohl die Umsetzung der Auflagen der strahlenschutzrecht-

lichen Genehmigung in ein Überwachungskonzept, als auch die Durchführung der Aktivitätsmessungen einschließlich der Entscheidung über die Weiterverarbeitung der Abwässer.

4.7.2 Messsysteme

S. Kaminski, C. Leim

Zur Erfüllung seiner Aufgaben unterhält das „Physikalische Messlabor“ die verschiedensten Messgeräte zur Radioaktivitätsmessung, die mit von Kalibrierdiensten zertifizierten Radionuklidstandards kalibriert wurden. Zur Sicherstellung der Richtigkeit der Messergebnisse werden umfangreiche laborinterne und externe qualitätssichernde Maßnahmen getroffen. Das Labor nimmt an verschiedenen Ringversuchen teil, so dass alle Messverfahren mindestens einmal jährlich durch Ringversuche überprüft werden. Die Vorgaben aus allen Regelwerken der verschiedenen Arbeitsgebiete werden erfüllt.

4.7.2.1 Alpha-Beta-Messtechnik

Zur Messung von Alpha- und Beta-Gesamtaktivitäten werden sieben Großflächen-Proportionalzähler mit Probenwechslern und Pseudokoinzidenz-Elektronik betrieben. An diesen Messplätzen werden die Kontroll- und Bilanzierungsmessungen von Aerosolfiltern zur Fortluftüberwachung sowie die Messungen von Raumluftfiltern (s. Kap. 4.9) durchgeführt.

Neben diesen Detektoren wird zur Durchführung von Alpha- und Beta-Gesamtaktivitätsmessungen an Abwasser ein Messsystem betrieben, in dem sechs Großflächen-Proportionalzähler integriert sind. Die Proportionalzähler arbeiten einheitlich mit einem integrierten Elektronikmodul (Serial-Micro-Channel). Ein zentraler Rechner steuert über eine serielle Schnittstelle die Messplätze und dient zur Erfassung der Rohdaten und zu deren Auswertung. Die Datenablage erfolgt in Datenbanken auf einem zentralen Server.

Für Umweltproben stehen zusätzlich noch ein Großflächen-Proportionalzähler für die Alpha- und Beta-Gesamtaktivitätsmessungen zur Verfügung. Diese Systeme werden separat betrieben.

In Abb. 4-6 sind beispielhaft die Ergebnisse einer internen Qualitätssicherungsmaßnahme für die Alpha-Beta-Messplätze Fortluft dargestellt. Wöchentlich werden an den Messplätzen die Wirkungsgrade Alpha und Beta überprüft, indem die Aktivitäten eines Am-241 und eines Sr-90 Präparats bestimmt werden. Aus den in Abb. 4-6 aufgetragenen Aktivitäten über die Zeit wird ersichtlich, dass die Wirkungsgrade Alpha (Am-241) und Beta (Sr-90) im Jahr 2005 konstant blieben.

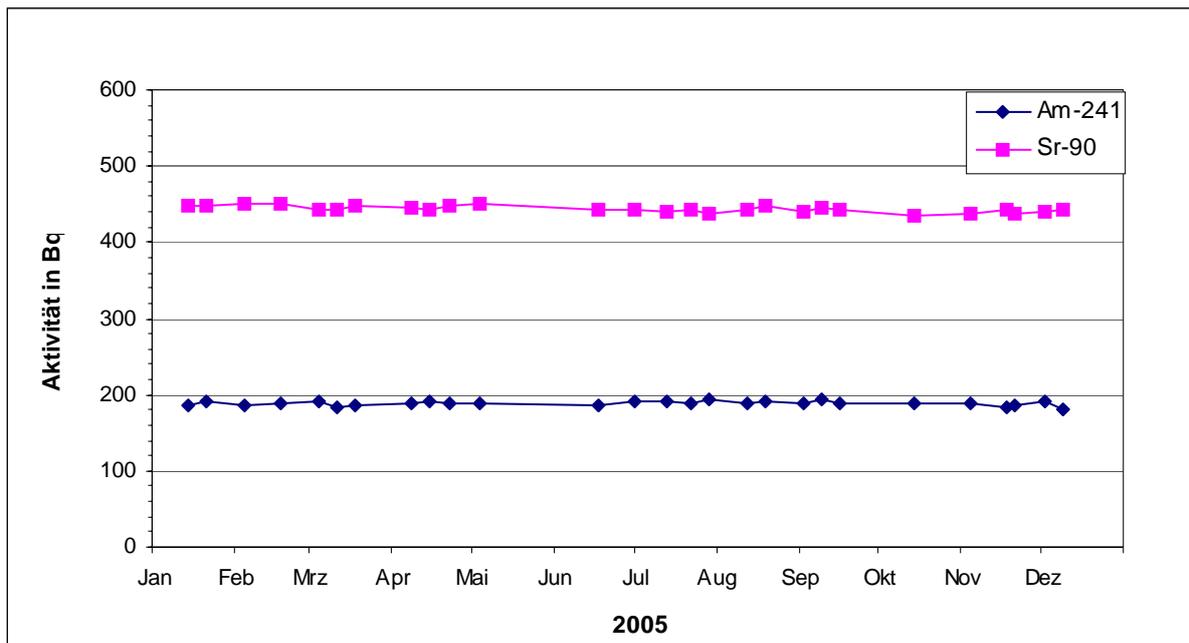


Abb. 4-6: Interne Qualitätssicherung an einem Alpha-Beta-Messplatz

4.7.2.2 Gammaskpektrometrie

Für die Gammaskpektrometrie stehen in der Gruppe „Physikalische Messlabor“ 19 Reinstgermanium-Detektoren zur Verfügung, deren Auswertelektronik über ein Messnetz miteinander verbunden ist. Es handelt sich um verschiedene Detektor-Typen: Niederenergie-Detektoren für den Energie-Bereich von 10 keV bis 150 keV, Hochenergie-Detektoren für den Energie-Bereich von 50 keV bis 2000 keV, kombinierte Gamma-X-Detektoren für den Energiebereich von 10 keV bis 2000 keV. Drei der Germanium-Detektoren sind mit Probenwechslern ausgerüstet. Die Auswertung in der Standardroutine erfolgt mit dem Programmpaket Genie 2000 der Firma Canberra. Vier Detektoren wurden im Werk von Canberra charakterisiert, so dass es an diesen Detektoren möglich ist, mit Hilfe der zugehörigen Software mathematische Effizienzkalibrierungen durchzuführen. Vorteile dieses Verfahrens sind, dass für die Wirkungsgradkalibrierung keine radioaktiven Präparate eingesetzt werden müssen und dass Geometrien nahezu jeder Form, Material und Dichte kalibriert werden können.

4.7.2.3 Alphaspektrometrie

Für die Alphaspektrometrie stehen in der Gruppe „Physikalisches Messlabor“ 12 Halbleiter-Detektoren zur Verfügung. Die Alphaspektrometrie wird mit dem integrierten System Alpha-Analyst betrieben. Die Alphaspektrometrie ist in das gleiche Messnetz wie die Gammaskpektrometrie integriert und auch die Auswertung erfolgt mit dem selben Programmpaket.

Für Übersichtsmessungen an Proben mit erhöhter Aktivität steht zusätzlich ein Alphaspektrometrie-Messplatz mit Halbleiterdetektor und großer Vakuum-Probenkammer zur Verfügung.

Außerdem werden für Abwasser- und Umgebungsproben zwei Gitterionisationskammern betrieben, die in das gleiche Messnetz wie die Halbleiterdetektoren integriert sind.

Messzweck	Anzahl der Proben	Anzahl der durchgeführten Messungen				
		α/β	Flüssigszintillation		α -Spektrometrie	γ -Spektrometrie
			Einzel-Nuklide	Spektrometrie		
Abwasserüberwachung						
- Innerbetrieblich	633	650	407	5	-	409
- Ableitungen	71	52	72	17	-	56
Umgebungsüberwachung	557	245	230	20	42	103
Überwachung der Fortluft	3037	1312	980	17	-	677
Überwachung der Raumluft	36439	36382	-	-	-	96
Dichtheitsprüfungen	107	-	38	-	-	69
Auftragsmessungen						
- Fortluftüberwachung für WAK	577	-	60	7	14	888
- Fortluftüberwachung für ZAG	172	172	-	-	-	172
- Interne Aufträge	2604	2	980	41	170	1325
- Externe Aufträge	165	-	44	6	1	96
Messungen für Arbeitsplatzüberwachung	294	-	220	12	22	7
Sondermessungen	594	1	350	20	-	243
Entwicklungsarbeiten	-	-	120	20	252	50
Qualitätssicherung	-	1629	3570	102	1818	732
Ringversuche	8	24	-	-	106	35

Tab. 4-9: Art und Anzahl der Proben sowie der 2005 in der Gruppe „Physikalisches Messlabor“ durchgeführten Einzelmessungen

4.7.2.4 Flüssigszintillationsspektrometrie

Für die Messung der reinen Beta-Strahlern H-3, C-14, S-35, P-32, Ni-63 bzw. des K-Einfangstrahlers Fe-55 stehen drei Flüssigszintillationsspektrometer der Fa. Perkin Elmer Life Science zur Verfügung. Um die geforderten niedrigen Erkennungsgrenzen in annehmbarer Messzeit zu erreichen, können die Geräte in einem speziellen Low-Level-Modus betrieben werden. Eines der Geräte ist zur Reduzierung des Untergrundes zusätzlich mit einer aktiven Abschirmung ausgerüstet.

Die Rohdaten der Geräte werden von PCs übernommen und verrechnet. Die Ergebnisse werden protokolliert. Die Daten werden zusätzlich in Datenbanken auf einem zentralen Server abgelegt. Mit dem in der Gruppe entwickelten Programm „LSC-Messungen“, das die Übernahme der Messwerte in die PCs verwaltet, können auch Spektren dargestellt und bearbeitet werden. Eben-

so bietet dieses Programm Entfaltungsmethoden, um bei komplexen Multinuklidspektren Einzelaktivitäten abzuschätzen.

4.8 Chemische Analytik

4.8.1 Aufgaben

M. Pimpl

Die Gruppe „Chemische Analytik“ führt die nuklidspezifischen Bestimmungen für die Emissions- und Immissionsüberwachung des Forschungszentrums aus, bei denen radiochemische Analysenverfahren zur Probenpräparation notwendig sind. Darüber hinaus werden radiochemische Analysen für die Bereiche der „Arbeitsplatzüberwachung“ zur Bestimmung der Nuklidvektoren oder bei Zwischenfällen durchgeführt. Weiterhin werden nuklidspezifische Analysen durchgeführt, die im Rahmen der Freigabe radioaktiver Reststoffe aller Art erforderlich sind.

Für die Fortluft-, Abwasser- und Umgebungsüberwachung des Forschungszentrums werden verschiedene Radionuklide im Low-level-Bereich mittels radiochemischer Analysenverfahren aus verschiedenen Probenmaterialien wie Aerosolfiltern, Pflanzen, Böden, Sedimenten und Wasser abgetrennt und nuklidspezifisch gemessen. Routinemäßig werden die Radionuklide Pu-238, Pu-239/240, Pu-241, Sr-89, Sr-90, C-14, S-35 und K-40 erfasst.

Zur Freigabe von Materialien nach § 29 StrlSchV und zur Wiederverwendung nach § 44 StrlSchV werden Bestimmungen von U-238, U-235, U-234, Pu-238, Pu-239/240, Pu-241, Am-241, Cm-242, Cm-244, Sr-89, Sr-90, C-14, H-3, Fe-55 und Ni-63 mit niedrigen Nachweisgrenzen in allen für Freigabemessungen relevanten Probenmaterialien durchgeführt. Auch Th-228, Th-230 und Th-232 können bei Bedarf radiochemisch bestimmt werden, ebenso Ra-226, Pb-210 und Po-210. Die Anzahl der durchgeführten radiochemischen Analysen zur Freigabe hat in 2005 im Vergleich zum Vorjahr stark zugenommen, während im gleichen Zeitraum deutlich weniger interne Messungen für Strahlenschutzaufgaben angefallen sind. Insbesondere die Anzahl an Analysen zur Ermittlung des Nuklidvektors einer Anlage oder eines Instituts durch Bestimmung des Aktivitätsgehaltes aller interessierenden Radioisotope in einer Stichprobe oder in mehreren repräsentativen Proben ist in 2005 sehr stark zurückgegangen.

Zu den Routineaufgaben der Gruppe „Chemische Analytik“ gehören des Weiteren die Beschaffung der benötigten radioaktiven Stoffe, die Herstellung von Kalibrierstandards und die Bilanzierung des Bestands an radioaktiven Stoffen für die Gruppen „Chemische Analytik“ und „Physikalisches Messlabor“ der Abteilung HS-ÜM. Weiterhin werden außer begleitenden Arbeiten zur Qualitätssicherung zusätzlich auch Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung bestehender Verfahren und zur Einführung neuer Methoden geleistet. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Gruppe KES (Kompetenzerhalt Strahlenschutz) werden Analysenmethoden zur Bestimmung von Alpha- und Beta-Strahlern in unterschiedlichen Materialien im low(est)-level Bereich erstellt und optimiert (vgl. Kap. 4.12.3). Zeit- und Kostenaufwand sollten deutlich gesenkt werden können, wenn die für die Analyse erforderliche Probenmenge auf etwa 2 g begrenzt und damit die zeitaufwendige Probenvorbereitung mittels Mikrowellenaufschluss ausgeführt werden kann. An Freimessproben, insbesondere Bauschuttproben, die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen in großer Zahl anfallen, wurden verschiedene Aufschlussverfahren getestet, wobei die Variation der Hauptbestandteile mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse bestimmt wurde, da ein optimiertes, universell einsetzbares Aufschlussverfahren unabhängig von Matrixschwankungen sein muss.

Neben diesen Routineaufgaben werden nuklidspezifische Bestimmungen gegen Berechnung auch für externe Auftraggeber durchgeführt. Zur Überprüfung von Geräten und Methoden hat die Gruppe auch 2005 an verschiedenen Ringversuchen und Vergleichsmessungen teilgenommen, wobei durchweg gute Ergebnisse erzielt werden konnten.

4.8.2 Radiochemische Arbeiten

M. Pimpl, A. Bohnstedt, M. Kirsch, U. Malsch, P. Perchio, P. Steinbach, S. Vater

Die im Laufe des Jahres 2005 insgesamt in der Gruppe „Chemische Analytik“ durchgeführten Laborarbeiten sind in Tab. 4-10 aufgelistet. Abb. 4-7 vermittelt einen Überblick über die Verteilung des zeitlichen Aufwands für die 2005 angefallenen radiochemischen Arbeiten.

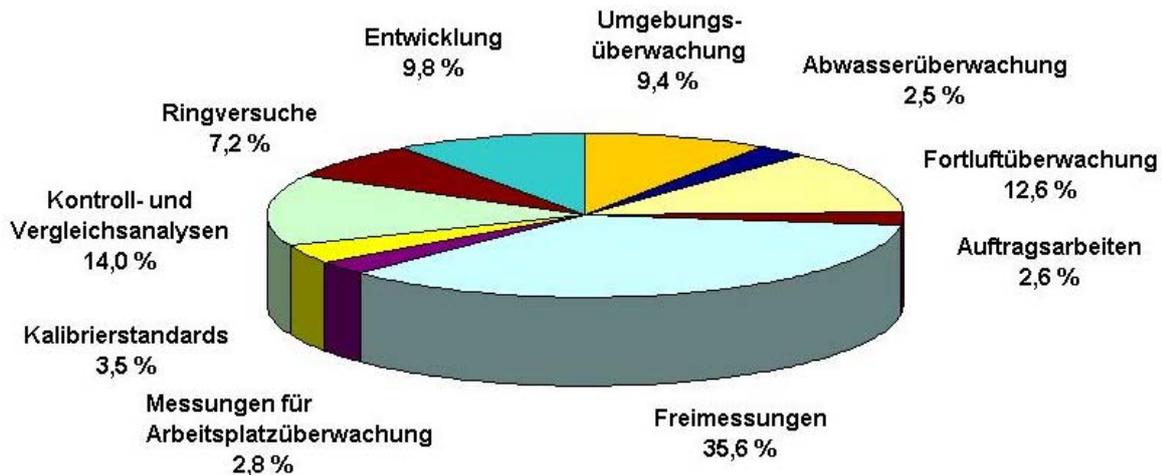


Abb. 4-7: Aufteilung der radiochemischen Arbeiten nach Zeitaufwand im Jahr 2005

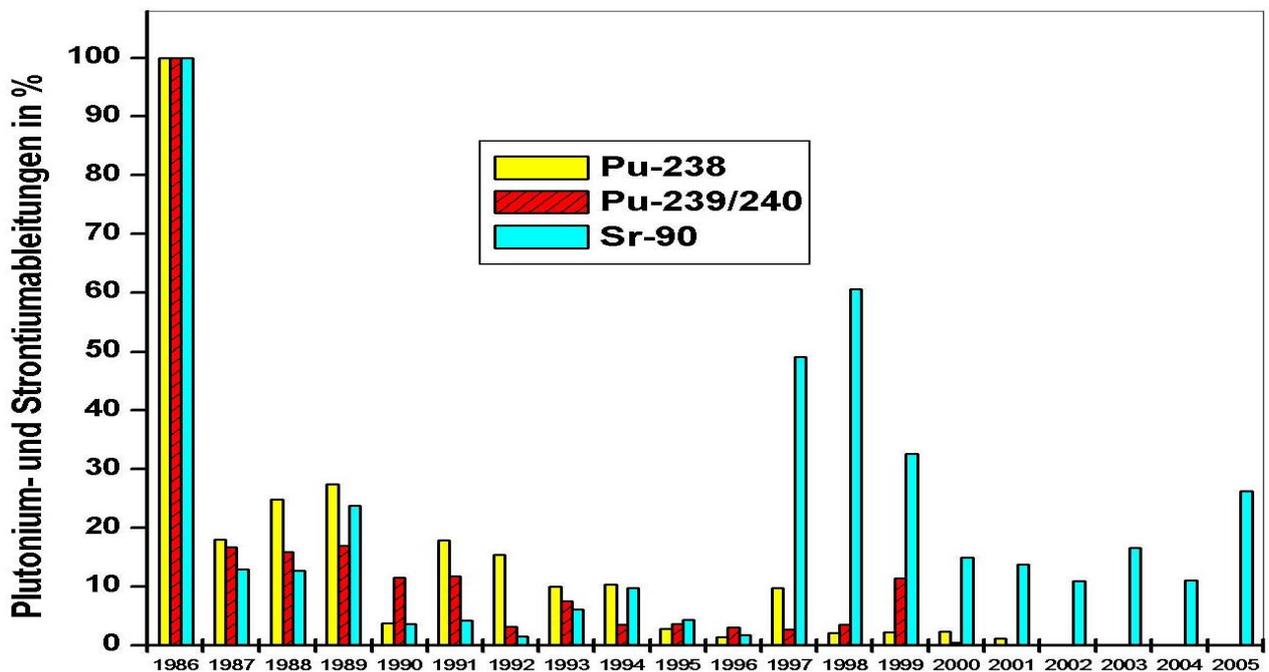


Abb. 4-8: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum abgeleiteten Aktivitäten an Pu-238, Pu-239/240 und Sr-90 von 1986 bis 2005 (Ableitungen von 1986 sind gleich 100 % gesetzt)

Tätigkeitsgebiet	Art der Analysen	Anzahl der Bestimmungen
Umgebungsüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	15
	Sr-89, Sr-90	9
	K-40	111
Abwasserüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	1
	Pu-241	1
	Sr-89, Sr-90	4
	C-14, S-35	je 4
Fortluftüberwachung	C-14	260
	Sr-89, Sr-90	4
Freimessungen (Freigaben nach § 29 oder zur Weiterverwendung nach §44 StrlSchV)	U-238, U-235, U-234	27
	Pu-238, Pu-239/240, Pu-241	34
	Sr-89, Sr-90	36
	Fe-55, Ni-63	je 24
	C-14	4
	H-3 (Austausch / Ausheizen)	398 / 7
Messungen für Arbeitsplatz- überwachung	U-238, U-235, U-234	1
	Pu-238, Pu-239/240, Pu-241	7
	Sr-89, Sr-90	6
	Fe-55, Ni-63	je 2
Kalibrierstandards	K, Th, U, Pu, Am, Cm, Sr, Fe, Ni, Ra	36
	Proben für Röntgenfluoreszenz	ca. 400
Kontroll- und Vergleichsanalysen	Sr-89, Sr-90	16
	Pu (α -Strahler), Pu-241	17
	U (α -Strahler)	12
	Am-241, Cm-242, Cm-244	2
	Th (α -Strahler)	4
	Pb-210, Po-210	je 2
	C-14, S-35 (Abwasser)	je 2
	C-14 (Fortluft)	8
	H-3 (Austausch)	5
	Fe-55, Ni-63	je 7
	Blindelektrolysen	251
Ringversuch	U (α -Strahler)	12
	Th, Ra-226, Pb-210, Po-210	je 4
	Am/Cm	8
	Sr-89, Sr-90	4
	Fe-55, Ni-63	je 4
Entwicklungsarbeiten	Th, U, Pu, Am, Cm	74
	Ra-226	4

Tab. 4-10: Arbeiten der Gruppe „Chemische Analytik“ im Jahr 2005

Im Berichtszeitraum wurde wöchentlich die Fortluft der Verbrennungsanlage der HDB (Bau 536), der LAW-Eindampfanlage (Bau 545), der Anlagen zur Gerätedekontamination und

Verschrottung der HDB (Bau 548 Ost und West) und des MZFR (Bau 920c) auf C-14 überwacht. Aus der Verbrennungsanlage wurden im gesamten Jahr 2005 nur 1,84 % der nach Abluftplan zulässigen C-14-Ableitungen von 1,4 TBq emittiert, aus dem MZFR 6,95 % von zulässigen 100 GBq C-14. Aus den Anlagen zur Gerätedekontamination und Verschrottung und der LAW-Eindampfanlage wurden 2005 keine messbaren C-14-Aktivitäten mit der Fortluft abgegeben.

Zur Bilanzierung der mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe wurden in Quartalsmischproben aus den Endbecken der Kläranlage Sr-Isotope sowie C-14 und S-35 bestimmt. Wie im Vorjahr wurden auch im Jahr 2005 in den Abwassermischproben keine messbaren Konzentrationen an S-35 und C-14 gefunden. Die Erkennungsgrenze lag für S-35 bei 7,2-7,3 Bq/l und betrug für C-14 bei allen Messungen 1,6-1,7 Bq/l. Die Sr-89-Aktivitätskonzentration lag in allen vier Quartalsproben unter den erreichten Erkennungsgrenzen, die zwischen 0,03 und 0,05 kBq/m³ lagen.

Nur für Sr-90 wurden Aktivitätskonzentrationen zwischen 0,25 und 0,92 kBq/m³ gemessen. Im Jahr 2005 wurden insgesamt 21 MBq Sr-90 mit dem Abwasser abgeleitet. Die Ableitung von Sr-90 mit dem Abwasser ist auch 2005 deutlich geringer als in den Jahren 1997-2000, wie aus Abb. 4-9 ersichtlich ist.

Zur Überwachung der Plutoniumkonzentrationen der bodennahen Luft wurden an den Aerosolsammelstellen Messhütte "Südwest", Messhütte "Nordost" und "Forsthaus" Quartalsproben gesammelt, wobei Erkennungsgrenzen erreicht wurden, die zwischen 0,05 und 0,10 µBq/m³ lagen. Lediglich im 3. Quartal 2005 wurde an der Aerosolsammelstelle Messhütte "Südwest" eine Pu-239/240-Plutoniumkonzentrationen von 0,05 µBq/m³ bestimmt, die sehr knapp über der erreichten Erkennungsgrenze von 0,04 µBq/m³ lag. Im 1., 2. und 4. Quartal wurden an dieser Aerosolsammelstelle nur Werte unterhalb der Nachweisgrenzen erhalten. An den Aerosolsammelstellen Messhütte „Nordost“ und Forsthaus wurden in allen Quartalsproben nur Werte unter den Nachweisgrenzen ermittelt. Die erreichten Nachweisgrenzen lagen dabei zwischen 0,07 und 0,16 µBq/m³ sowohl für Pu-238 als auch für Pu-239/240.

Auch 2005 wurden, wie schon in 2004, nur sehr wenige Auftragsarbeiten für kerntechnische Anlagen, die nach einer aufwandsbezogenen Gebührentabelle in Rechnung gestellt werden, durchgeführt. Außer den vierteljährlich anfallenden Sr-89/90-Analysen von Fortluftfiltern für das Hochtemperatur-Kernkraftwerk Hamm wurden zusätzlich nur einzelne Analysen gegen Verrechnung durchgeführt.

4.9 Raumlufüberwachung

K. Schultze, Chr. Wilhelm

Die Inkorporationsüberwachung wird gemäß der „Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle“ durchgeführt. Danach ist eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung notwendig, wenn nicht auszuschließen ist, dass infolge von inkorporierten Radionukliden jährliche Körperdosen oberhalb 10 % der Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A auftreten können. Nach der erwähnten Richtlinie sind für diese Radionuklide tägliche Messungen der Aktivitätskonzentration in der Raumluf am Arbeitsplatz und einmal jährlich je eine Messung der Aktivität im Stuhl und in Urin durchzuführen.

4.9.1 Probenentnahme

Zur routinemäßigen Überwachung werden Aerosolsammler eingesetzt, die an repräsentativen Stellen in allen Bereichen mit potenziellen Raumluf-Kontaminationen installiert sind. Die Sammler saugen die Raumluf mit Durchsatzraten zwischen 25 m³/h und 70 m³/h über ein Aerosolfilter mit einem Durchmesser von 20 cm. Die Filter werden arbeitstäglich oder wöchentlich gewechselt. Die Dateneingabe für das Messsystem in die SQL-Datenbank erfolgt mit einer Web

basierenden Intranet-Anwendung, über die vor Ort der Luftdurchsatz, die Sammelzeit, der verwendete Atemschutz und die effektive Arbeitszeit zu den Raumluffiltern eingegeben werden.

4.9.2 Probenauswertung

Im Jahr 2005 wurden 36 400 Filter mit Pseudokoinzidenzanlagen auf künstliche α - und β -Aktivität ausgemessen. Als untere Messschwelle wurde bei α -Aktivität 12 mBq/m^3 und bei der β -Aktivität 10 Bq/m^3 gewählt. Damit ist bei einem nach der Strahlenschutzverordnung angenommenen Jahres-Inhalationsvolumen von 2400 m^3 , das aber in der Praxis wegen kürzerer Aufenthaltszeiten weit unterschritten wird, eine α - und β -Aktivitätszufuhr nachweisbar, die 10 % des Grenzwertes der Teilkörperdosis Knochenoberfläche für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A – bezogen auf Pu-239, löslich, und Sr-90, löslich – entspricht. Dieser Grenzwert wurde im Berichtszeitraum in keiner Anlage des Forschungszentrums erreicht. Die Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration in der Raumluff ist in der nachfolgenden Grafik und Tabelle wiedergegeben.

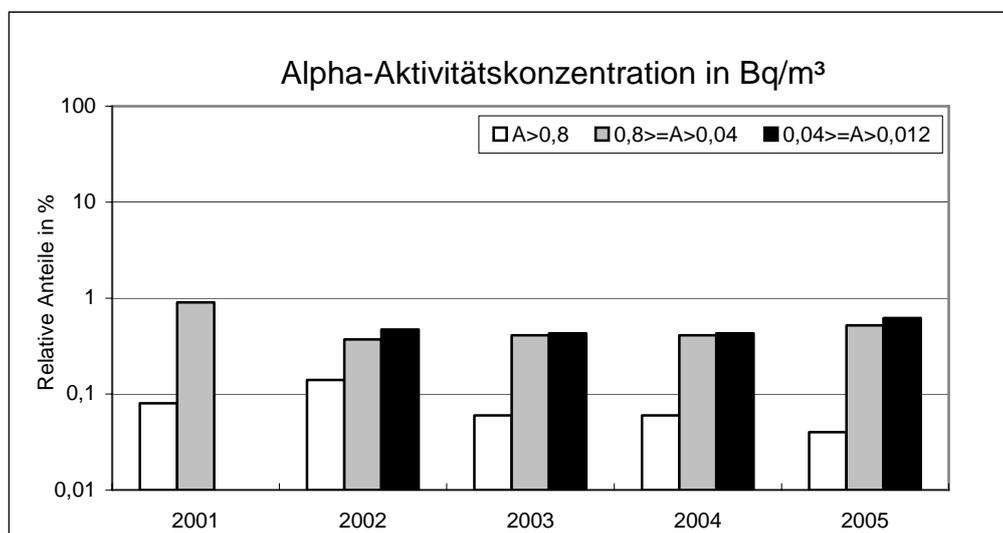


Abb. 4-9: Verlauf der Häufigkeitsverteilung der α -Aerosolaktivitätskonzentrationen in der Raumluff oberhalb der Messschwelle

Aktivität	Aktivitätsgrenzen in Bq/m^3	Anteil an der Gesamtzahl in %
α -Aktivität	$A > 0,8$	0,04 (0,06)
	$0,8 \geq A > 0,04$	0,52 (0,41)
	$0,04 \geq A \geq 0,012$	0,62 (0,43)
	$A < 0,012$	98,82 (99,09)
β -Aktivität	$A > 800$	0 (0)
	$800 \geq A > 40$	0,03 (0,01)
	$40 \geq A \geq 10$	0,06 (0)
	$A < 10$	99,91 (99,99)

Tab. 4-11: Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration in der Raumluff im Jahr 2005. Die in Klammern angegebenen Werte sind die des Vorjahres.

4.10 Dichtheitsprüfungen

K. Schultze

4.10.1 Voraussetzungen

Die Abteilung Überwachung und Messtechnik hat die Aufgabe an umschlossenen Strahlern, die sich im Besitz des Forschungszentrums befinden, Dichtheitsprüfungen durchzuführen. Hierfür liegt der Abteilung eine Bestätigung des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 2. September 2003 vor, wonach die Abteilung eine anerkannte Prüfstelle gemäß § 66 Strahlenschutzverordnung ist. Als Prüfgrundlage dient DIN 25 426 Teil 4. Nach der Richtlinie über Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen müssen alle umschlossenen Strahler oberhalb des 100fachen der Freigrenze jährlich einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden. Für Strahler, die geschützt in Apparaturen eingebaut, nur gelagert oder besonders stabil gebaut sind, können Verlängerungen der Prüf Fristen bei der Aufsichtsbehörde beantragt werden. Ein Verzicht auf wiederkehrende Prüfungen erfolgt bei gasförmigen Strahlern, bei radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten bis zu 100 Tagen, bei Strahlern, die in Vorrichtungen verwendet werden mit einer entsprechenden Bescheinigung der PTB und bei fest eingebauten Strahlern unter bestimmten Voraussetzungen.

4.10.2 Probenentnahme

Das zu wählende Prüfverfahren wird gemäß DIN 25426 und den Gegebenheiten des Strahlers festgelegt. Als Prüfverfahren werden für die Strahler Wischprüfungen, Tauchprüfungen oder die Emanationsprüfung angewandt. Die Dokumentation der Festlegung und die Terminverfolgung erfolgt über das Buchführungsprogramm für radioaktive Stoffe - BURAST. Über dieses System werden die für die Prüfung beauftragten Mitarbeiter vor Ort zur Sichtprüfung und Probenahme aufgefordert. Die Mitarbeiter kontrollieren die Strahler auf Schäden und tragen die Ergebnisse der Sichtprüfung in das Programm ein.

4.10.3 Probenauswertung

Die Proben werden je nach Strahlenart im Proportionalzähler (evtl. nach Eindampfen), durch γ -Spektroskopie oder durch Flüssigszintillationsmesstechnik ausgewertet. Die Anzahl der geprüften Strahler ist in Tab. 4-12 nach Nuklid und Institution sortiert aufgeführt. Im Berichtszeitraum wurde kein undichter Strahler gefunden.

	Cs-137	Sr-90	Am-241	Cf-252	Fe-55	Co-60	Pb-210	Co-57	Cd-109	Ba-133	Pm-147	Sm-151	Np-237	Am-241Ge-misch	Sonst. Ge-misch	
HS-UEM	21	12	3	2							1		1	4		45
IK	1	3	9		2							1				16
FTU	7	3	1	2			1									14
HDB	5		4			1				1					1	12
IK-Zykl.		7														7
MZFR	3	1				1										5
IMK-AAF			2													2
ISS					1				1							2
IMF II-FML	1															1
IMF III								1								1
INE				1												1
ITC-TAB			1													1
Summe	38	26	20	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	107

Tab. 4-12: Anzahl der im Jahr 2005 durchgeführten Dichtheitsprüfungen an umschlossenen Strahlern

4.11 Messstelle für amtliche anerkannte Festkörperdosimetrie

4.11.1 Amtliche Personendosimetrie

S. Ugi

Die amtliche Messstelle für Festkörperdosimeter im Forschungszentrum Karlsruhe ist eine von fünf eigenständigen amtlichen Messstellen in Deutschland. Die Karlsruher Messstelle ist von den obersten Landesbehörden von Baden-Württemberg und Hessen beauftragt worden, entsprechend den Richtlinien über Anforderungen an Personendosismessstellen nach StrlSchV und RöV Personendosimeter bereitzustellen, auszugeben und auszuwerten. Die Messstelle informiert, berät und unterstützt ihre Kunden in allen Fragen der Personen- und Ortsdosimetrie mit Festkörperdosimetern.

Als amtliches Personendosimeter für die Überwachung der effektiven Dosis bei Ganzkörperexposition mit Photonen stellt die Karlsruher Messstelle seit 1993 das Photolumineszenz-Phosphatglasdosimeter in der Ausführung als Flachglasdosimeter bereit. Zu den besonderen Vorzügen dieses Dosimeters zählen die hohe Empfindlichkeit, die Langzeitstabilität der Messwertspeicherung und die gute Reproduzierbarkeit der Dosismessung bis in den Dosisbereich von 0,1 mSv. Es besitzt unter der Bezeichnung PGD FGD-10 & SC-1 eine Muster-Bauartzulassung für die bisherige Messgröße H_X (PTB-Zulassungszeichen Z23.02/92.05) und die neue Messgröße $H_P(10)$ (PTB-Zulassungszeichen Z23.52/02.03). Für den Einsatz als amtliches Dosimeter zur Messung der Personendosis nach StrlSchV und RöV liegt auch in der neuen Messgröße $H_P(10)$ die Zustimmung der zuständigen Behörden vor.

Im Hinblick auf die Messgröße $H_P(10)$ kann das Flachglasdosimeter also ohne Änderung der Dosimeterkapselung bzw. des Auswerteverfahrens weiterhin eingesetzt werden.

Für die Teilkörperdosimetrie der Hände bietet die Karlsruher Messstelle drei amtliche Finger-ringdosimeter aus Edelstahl mit Thermolumineszenzdetektoren an: für Röntgen- und Gammastrahlungsfelder den Typ PHOTONEN, für Mischstrahlungsfelder mit Betastrahlung die Typen

BETA-200 und BETA-50. Die Zahl 200 und 50 bezieht sich auf die jeweilige untere Grenze der mittleren Betaenergie, die mit dem Fingerringdosimeter noch nachgewiesen werden kann. Die amtlichen Beta-Fingerringdosimeter erfüllen die Anforderungen an die Messabweichungen bei den jährlichen PTB-Beta-Vergleichsbestrahlungen. Alle drei Fingerringdosimetertypen erhielten im August 2001 die Bauartzulassung für den Photonennachweis in der neuen Messgröße Oberflächen-Äquivalentdosis $H_p(0,07)$: Typ PHOTONEN mit dem Zulassungszeichen Z23.52/01.05; Typ BETA-50 Z23.52/01.06; Typ BETA-200 Z23.52/01.07. Im Jahre 2003 wurde der Photonenenergiebereich des Typs BETA-50 bis zu 7 keV erweitert. Das amtliche Fingerringdosimeter Typ PHOTONEN, das schon seit vielen Jahren ausgegeben wird, ist unter der Bezeichnung KfK-TLD-TD2 auch für die bisherige Messgröße Photonen-Äquivalentdosis H_x zugelassen.

Als weiteres amtliches Dosimeter wird ein am Forschungszentrum Karlsruhe entwickeltes universelles Albedoneutronendosimeter eingesetzt, dessen bundesweiter Einführung vom Länderausschuss für Atomkernenergie 1986 zugestimmt wurde. Das Neutronendosimeter unter der Bezeichnung KfK-TLD-GD2 (PTB-Zulassungszeichen Z23.02/99.03) mit TLD-600 ($^6\text{LiF:Mg,Ti}$)- und TLD-700 ($^7\text{LiF:Mg,Ti}$)-Thermolumineszenzdetektoren dient zur Personenüberwachung in Neutronen-Gamma-Mischstrahlungsfeldern. Für spezielle Überwachungsaufgaben können die Albedodosimeter zusätzlich mit Kernspurätzdetektoren zum getrennten Nachweis schneller Neutronen eingesetzt werden. Seit der PTB-Vergleichsbestrahlung für Neutronen des Jahres 2000 werden die Messergebnisse für die neue Messgröße $H_p(10)$ angegeben, für die das Albedodosimeter der Karlsruher Messstelle erfolgreich bestanden hat (vergleiche Tab. 4-14).

4.11.2 Photolumineszenz- und Thermolumineszenzdosimetrie

A. Hager, B. Seitz, M. Schaller, Ch. Krauß, T. Tecele, N. Dollt, S. Volk,
S. Feldberger

Durch den in 4.11.5 beschriebenen Betriebsübergang konnten ab 01.08.05 keine neuen Kunden aufgenommen werden. Im Bereich der Thermolumineszenzdosimetrie wurden ab August sukzessive Aufgaben abgebaut. Ein Vergleich zum Vorjahr ist daher nicht möglich. Trotzdem erhöhte sich im Berichtszeitraum die Auswertezahlen mit Photolumineszenz-Glasdosimetern um über 3,5 % (Tab. 4-13). Während die Auswertezahlen in der Technik geringfügig anstiegen, setzte sich der Aufwärtstrend im medizinischen Bereich unvermindert fort. Die Entwicklung der Auswertezahlen in den letzten 21 Jahren ist in Abb. 4-10 dargestellt.

Amtliche Auswertung	Auswertezahl	Kundenzahl
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter	154 051	456
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter	24 573	282
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter	9 755	52
nichtamtliche Auswertung		
Phosphatglasdosimeter	2 718	37
Thermolumineszenzdosimeter	5 830	41
Radondosimeter	3 135	39

Tab. 4-13: Serviceleistungen der Karlsruher Messstelle 2005

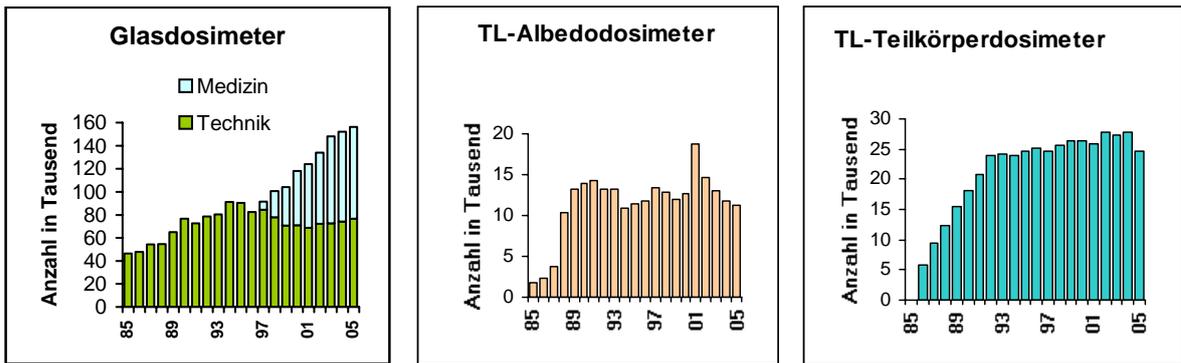


Abb. 4-10: Entwicklung der Auswertezahlen pro Jahr seit 1985

Den überwiegenden Anteil an den Phosphatglasauswertungen stellen die amtlichen Personenüberwachungen bei Kernkraftwerken und Kliniken mit monatlichem Überwachungszeitraum dar. Den kleinsten Teil bilden die Feuerwehren und Katastrophenschutzeinheiten, die im jährlichen Rhythmus überwacht werden. Die in Abb. 4-11 sichtbaren monatlichen Schwankungen der Auswertezahlen sind zum einen die Folge des Zusammentreffens unterschiedlicher Überwachungszeiträume, zum anderen resultieren sie aus der teilweisen Überlappung der Revisionsphasen in den einzelnen Kraftwerken in der Jahresmitte.

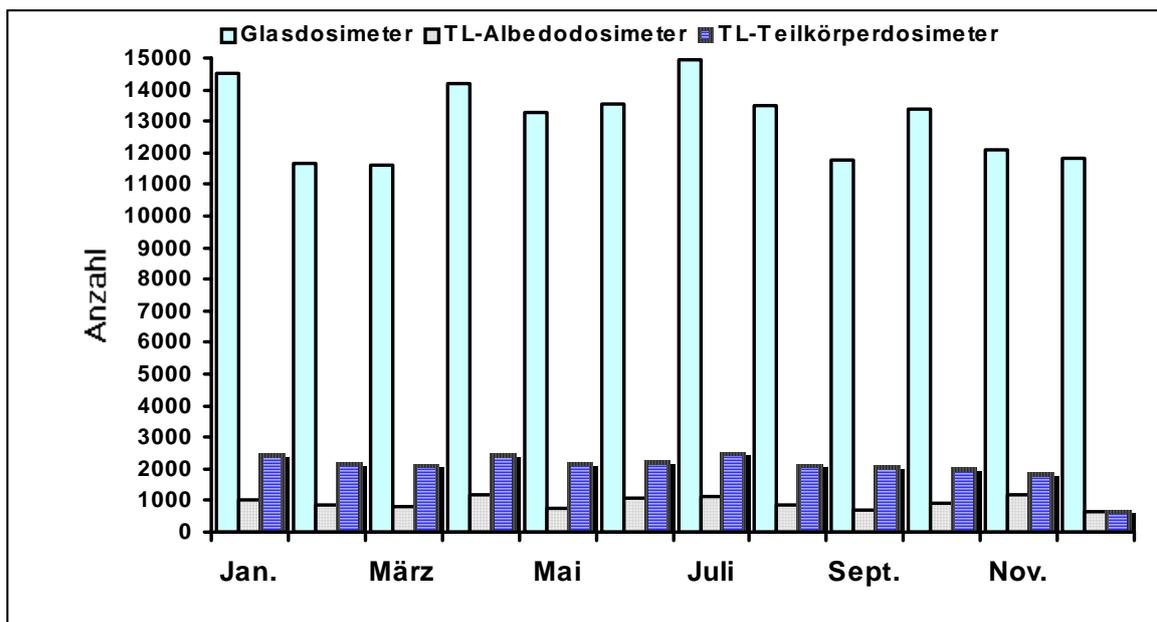


Abb. 4-11: Verlauf der Auswertezahlen pro Monat im Jahr 2005

4.11.3 Vergleichsbestrahlungen

B. Burgkhardt, N. Dollt, A. Hager, S. Volk, E. Rückert-Kammerichs

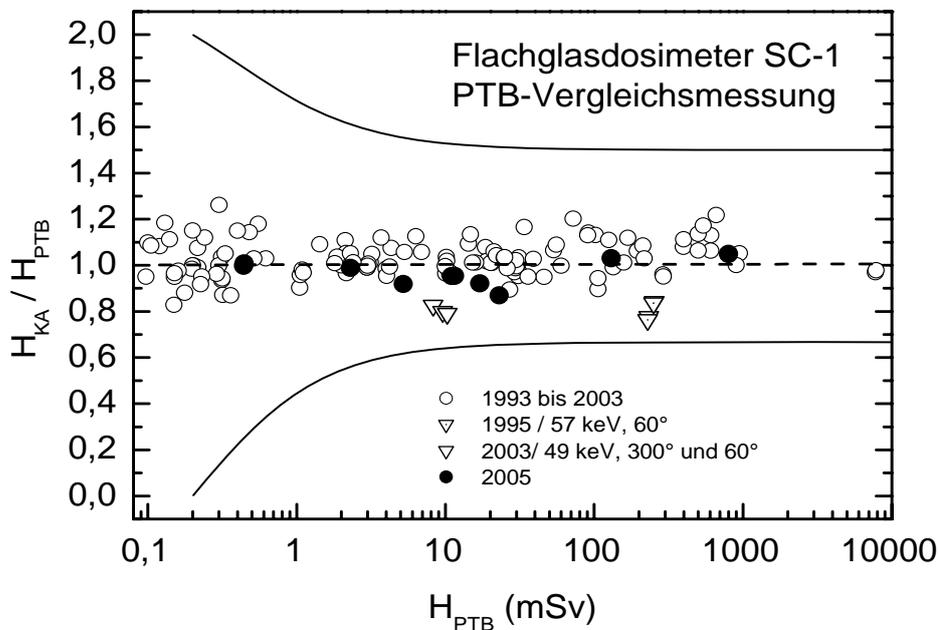
Nach den Bestimmungen der Eichordnung und der Richtlinie über Anforderungen an Personendosismessstellen nach StrlSchV und RöV ist für amtliche Dosimeter eine Teilnahme an entsprechenden Vergleichsmessungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt erforderlich. Die Ergebnisse unserer Auswertungen, die für die Photonendosimeter im Beisein eines Eichbediensteten durchgeführt wurden, sind in Tab. 4-14 und in Abb. 4-12 wiedergegeben.

In Tab. 4-14 sind für die an PTB-Vergleichsmessungen teilnehmenden Dosimetriesysteme der FZK-Messstelle die Mittelwerte und Standardabweichungen von den jeweiligen Verhältnissen des Messwertes H_{KA} zum PTB-Referenzwert H_{PTB} zusammengestellt.

Abb. 4-12 zeigt das Verhältnis des Messwertes H_{KA} zum PTB-Referenzwert H_{PTB} für das Karlsruher Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter (Flachglasdosimeter Typ SC-1) in Abhängigkeit von der Dosis. Die Ergebnisse für die Vergleichsmessung 2005 (ausgefüllte Punkte) liegen zusammen mit denen der letzten Jahre innerhalb der erlaubten Abweichungen.

Dosimeter	H_{KA} / H_{PTB}
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter (H_X)	$0,969 \pm 5,8 \%$
Phosphatglas-Ortsdosimeter Typ SC-2 ($H^*(10)$)	$0,938 \pm 8,2 \%$
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter (Photonen $H_P(0,07)$)	$1,164 \pm 13,1 \%$
TL-Teilkörperdosimeter BETA 50/200 (Photonen $H_P(0,07)$)	$0,860 \pm 14,0 \%$
TL-Teilkörperdosimeter BETA 200 (Beta $H_P(0,07)$)	$0,940 \pm 16 \%$
TL-Teilkörperdosimeter BETA 50 (Beta $H_P(0,07)$)	$1,050 \pm 21 \%$
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Photonen H_X)	$1,056 \pm 8,8 \%$
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Neutronen $H_P(10)$)	$1,023 \pm 23,5 \%$

Tab. 4-14: Ergebnisse der Karlsruher Messstelle bei den PTB-Vergleichsmessungen im Jahr 2005



U:\herz...jahresbericht\tromp.opj gr14

Abb. 4-12: Ergebnisse der PTB-Vergleichsmessungen von Flachglasdosimetern der Karlsruher Messstelle in den Jahren 1993 bis 2005

Seit 1982 wird im Rahmen des Strahlenschutzforschungsprogramms der Europäischen Kommission in regelmäßigen Abständen eine internationale Vergleichsmessung für Radon und Radonzerfallsprodukte mit passiven Detektoren durchgeführt. 2005 nahmen an diesem durch die National Radiological Protection Board, Großbritannien (National Radiological Protection Board, NRPB) in Großbritannien organisierten Vergleich ca. 50 Laboratorien teil. Die Ergebnisse unserer Auswertungen sind in Tab. 4-15 wiedergegeben.

Radon Exposition (kBq m ⁻³ h)	150	278	1745
H / Hr Set 1	1,08 ± 9 %	1,07 ± 9 %	1,2 ± 4 %
H / Hr Set 2	1,19 ± 10 %	1,08 ± 10 %	1,19 ± 5 %

Tab. 4-15: Ergebnisse der FZK-Messstelle bei den EC-Radon-Vergleichsbestrahlungen im Jahr 2005

Voraussetzung für die Zulassung als Radonmessstelle nach der "Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 2 der Strahlenschutzverordnung" ist die jährliche Teilnahme an der seit 2003 vom BfS veranstalteten Vergleichsprüfung. Die Ergebnisse unserer Auswertungen im Jahr 2005 sind in Tab. 4-16 wiedergegeben.

Radon Exposition (kBq m ⁻³ h)	163	676	767	2531
	0,89 ± 7 %	0,94 ± 7 %	0,92 ± 7 %	1,15 ± 15 %

Tab. 4-16: Ergebnisse der FZK-Messstelle bei den BfS-Radon-Vergleichsbestrahlungen im Jahr 2005

4.11.4 Sonstige Personen- und Ortsdosimeter

N. Dollt, A. Hager, E. Rückert-Kammerichs, T. Teclé

Neben den amtlichen Dosimetern wird von der Messstelle eine größere Anzahl an nichtamtlichen Dosimeterauswertungen und Messverfahren angeboten.

Nichtamtliche Überwachung basiert in der Regel auf freiwilligen Zusatzmaßnahmen der Kunden, aber auch auf auflagebedingten Auswertungen. Zur Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen werden sowohl Phosphatglas- als auch Thermolumineszenzdosimeter eingesetzt.

Weitere Dosismessungen mit Festkörperdosimetern dienen der Bereitstellung und Einführung von neuen Dosimetern, Geräten und Methoden zum Nachweis von Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung in der Routinedosimetrie.

Zur Überwachung der Radonkonzentration in der Luft werden im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte passive Radondiffusionskammern (Radondosimeter) mit Kernspurätzdetektoren angeboten. Zusätzlich erfolgt die Bereitstellung von Kernspurdetektoren für Kunden, die die Auswertung der Radondosimeter selbst durchführen.

Folgende Dosimeter werden routinemäßig vorwiegend zur Ortsdosimetrie eingesetzt:

- Thermolumineszenzdosimeter bestehend aus TLD-700-Detektoren in einer Polyäthylenkapsel entsprechend einer Abdeckung von 500 mg/cm² zur Umgebungsüberwachung und Ortsdosimetrie in Anlagen.
- Phosphatglasdetektoren in der Flachglaskapselung SC-2 zum praktisch energieunabhängigen Messung der Photonenortsdosis $H^*(10)$ im Energiebereich von 28 keV bis 7 MeV zur Umgebungsüberwachung und Ortsdosimetrie in Anlagen. Es besitzt unter der Bezeichnung OD FGD-10 & SC-2 eine Muster-Bauartzulassung für die neue Messgröße $H^*(10)$ (PTB-Zulassungszeichen Z23.51/02.02). In sehr geringer Stückzahl werden auch noch die Flach-

glaskapselung SC-1 als Ortsdosimeter zur Messung in der bisherigen Photonenortsdosis-messgröße H_X unter der Bezeichnung OD FGD-10 & SC-1 eingesetzt (PTB-Zulassungs-zeichen Z23.01/92.06).

- Passive Radondosimeter in zwei Ausführungen, bestehend aus Kernspurätzdetektor und Dif-fusionskammer. Bei der Bereitstellung und Auswertung von Radondosimetern ist eine be-achtliche Zahl durch Aufträge aus den neuen Bundesländern bedingt. Aufgrund von § 95 der neuen Strahlenschutzverordnung und der geplanten Radongesetzgebung ist auch weiterhin mit erhöhten Auswertezahlen zu rechnen.
- Passive Neutronen-Äquivalentdosismesser, bestehend aus einer Polyäthylenkugel von 30 cm Durchmesser mit einem thermischen Neutronendetektor im Zentrum. Als Detektoren werden Thermolumineszenzdetektoren verwendet. Dieses Dosimeter bekommt zunehmend Bedeu-tung bei den vorgeschriebenen langzeitigen Ortsdosismessungen bei der Zwischenlagerung von Castor-Transportbehältern. Die Karlsruher Messstelle konnte als erste Messstelle dieses Verfahren bereit stellen. Aber auch an Anlagen mit gepulster Strahlung (z. B. Karlsruher Synchrotron Strahlenquelle ANKA) dient es dem langzeitigen Vergleich mit stationären Neutronendosisleistungsmessgeräten.
- Thermolumineszenz-Detektoren für spezielle Anwendungen, z. B. Messungen in Phantomen in der Medizin werden auch kurzfristig ausgewertet.

4.11.5 Betriebsübergang

S. Ugi

Das Forschungszentrum Karlsruhe und das GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesund-heit, GmbH (GSF), beide Mitglieder der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V., sind übereingekommen, die Amtliche Messstelle für Festkörperdosimetrie des For-schungszentrums Karlsruhe mit Wirkung zum 01.08.2005, 0.00 Uhr auf die GSF zu übertragen. Dort wurde sie der Amtlichen Personendosismessstelle der GSF (Auswertungsstelle) angeglie-dert.

Die GSF ist eine Großforschungseinrichtung, die über die größte amtlich anerkannte Messstelle für Personendosimetrie in Deutschland verfügt. Von dort aus werden überwachungspflichtige Personen mit Wohnsitz oder Arbeitsplatz in den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Schleswig-Holstein oder Hamburg überwacht.

Da das gesamte Personal der Amtliche Messstelle für Festkörperdosimetrie des Forschungszent-rums Karlsruhe dem Betriebsübergang widersprach, wird die Messstelle seit 01.08.05 mit deli-giertem Personal bis zur Einstellung des Betriebs am 28.04.2006 im Auftrag der GSF weiterge-führt. Die Photolumineszenzdosimetrie wird in die GSF-Auswertestelle Hamburg verlagert, der restliche Betrieb wird von der GSF-Auswertestelle Neuherberg übernommen.

4.12 Kompetenzerhalt im Strahlenschutz

M. Urban

Strahlenschutz hat in Karlsruhe eine lange wissenschaftliche Tradition. Politische Entscheidun-gen der letzten Jahre und ein falsches Grundverständnis von den eigentlichen Aufgaben des Strahlenschutzes haben mit dazu beigetragen, dass das Interesse an diesem Fachgebiet stark ge-sunken ist und heute ein akuter Mangel an qualifiziertem Strahlenschutzpersonal besteht. Das war nicht immer so. Das Forschungszentrum Karlsruhe hat in der Vergangenheit wesentlich zum heutigen hohen Wissensstand dieser Fachrichtung beigetragen. Wesentlich war, dass es gelungen ist, das Erarbeiten von wissenschaftlichen Grundlagen an der Universität und dem heutigen For-schungszentrum Karlsruhe, das Übertragen der gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis und die

Rückkopplung praktischer Erfahrung in die wissenschaftliche Arbeit mit einer qualifizierten Ausbildung zu kombinieren.

In Zusammenarbeit mit der Universität Karlsruhe und der Berufsakademie Karlsruhe und mit Unterstützung des Umweltministeriums des Landes Baden-Württemberg und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wurden mehrere Programme zum Kompetenzerhalt begonnen. Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler arbeiten unter Anleitung erfahrener Kollegen und unter Einbindung von Studenten, Diplomanden und Doktoranden auf den Gebieten Radiochemie, Spektrometrie, Kernstrahlenmesstechnik, externe Dosimetrie, Biokinetik radioaktiver Stoffe im Körper und interne Dosimetrie, sowie natürliche Strahlenexposition am Arbeitsplatz. Es wurden mehrere Diplomarbeiten in Zusammenarbeit mit den Universitäten Karlsruhe und Göteborg/Schweden der Fachhochschule Coburg sowie der Berufsakademie Karlsruhe durchgeführt.

4.12.1 Entwicklung biokinetischer Modelle zur Beschreibung der Wirkung von DTPA in Hinblick auf die Diagnostik und Therapie bei Inkorporationen von Plutonium und anderen Transuranen

B. Breustedt, E. Polig, M. Urban

Einleitung – Biokinetische Modelle

Werden offene radioaktive Stoffe in den Körper aufgenommen, nehmen sie an den normalen Stoffwechselprozessen teil. Sie werden im Körper transportiert, lagern sich in Organen an und werden ausgeschieden. Die Aufnahme in den Körper erfolgt über die Atemwege (Inhalation), den Verdauungstrakt (Ingestion) oder durch kontaminierte Wunden (Invulnearation). In medizinischen Anwendungen wird die Aktivität auch direkt ins Blut gespritzt (Injektion). Der Transport im Körper erfolgt im wesentlichen über das Blutplasma und das extrazelluläre Wasser (Transferkompartiment), die Ausscheidung über Urin und Stuhl. Andere Transportwege sowie die Exhalation und die Ausscheidung über Schweiß sind für die hier betrachteten Nuklide (Plutonium und Transurane) vernachlässigbar [10].

Zur Beschreibung des Stoffwechsels verschiedener Elemente und Verbindungen werden biokinetische Modelle im Kompartimentformalismus [1, 4, 11, 12] verwendet. Die Struktur des Modells beschreibt die möglichen Stoffwechselfade für den betrachteten Stoff. Die einzelnen Organe/Phasen in denen sich der Stoff aufhält bzw. zwischen denen er transportiert wird, werden als kinetisch homogene Kompartimente betrachtet. Die Rate, mit welcher der Transport des Stoffes zwischen den einzelnen Kompartimenten erfolgt, ist (bei angenommener linearer Kinetik) proportional zum Inhalt des abgebenden Kompartiments. Die Werte der Proportionalitätsfaktoren (Transferkoeffizienten) können allerdings intra- und interindividuell stark variieren. Angegeben und verwendet werden daher geeignete Mittelwerte. Die ICRP veröffentlicht solche systemischen Modelle für verschiedene Nuklide/Verbindungen [7, 8, 10]. Zusätzlich gibt es Modelle für den Atemtrakt [9] und den Verdauungstrakt [6], die für alle Nuklide gleichermaßen gelten. Aktuell wurde eine Überarbeitung des systemischen Pu-Modells durch Legget et al. [14] veröffentlicht.

Die hier betrachteten Nuklide (Plutonium und Transurane) reichern sich, nachdem sie im Blut gelöst sind, primär in den Knochen (ca. 50 %) und der Leber (ca. 30 %) an. Die Anreicherung in den Gonaden bzw. anderen Weichteilgeweben ist geringer. Da die Organaktivitäten direkt (in Teilkörperzählern) nur schwer (z. B. Am-240 (60keV Gamma-Emission), Pu-239 reiner alpha-Strahler (nur durch Röntgennachweis)) ermittelt werden können, werden vorwiegend die ausgeschiedenen Aktivitäten betrachtet (Bioassay). Dazu werden in regelmäßigen Abständen Stuhl- bzw. Urinproben genommen. Die Ausscheidungen werden dazu jeweils über 24h gesammelt und die Aktivität dieser Proben nach radiochemischer Aufbereitung bestimmt. Die Verlauf der Ausscheidungskurve ist abhängig von der Art der Aufnahme, der chemischen Form und weiteren

Parametern (z. B. Korngröße bei inhalierten Nukliden). Für den Vergleich und die Auswertungen wird die so genannte „percentage daily excretion“, d. h. die auf die aufgenommene Aktivität bezogene Ausscheidung verwendet.

Mit den biokinetischen Modellen können Erwartungskurven für die Ausscheidung von Plutonium nach einer Inkorporation berechnet werden. In der folgenden Abbildung sind die erwarteten Urinausscheidungen nach einer Plutoniuminkorporation für verschiedene Inkorporationspfade dargestellt. Aufgetragen wurde jeweils der Anteil von Pu, der pro Tag im Urin ausgeschieden wird (percentage daily excretion).

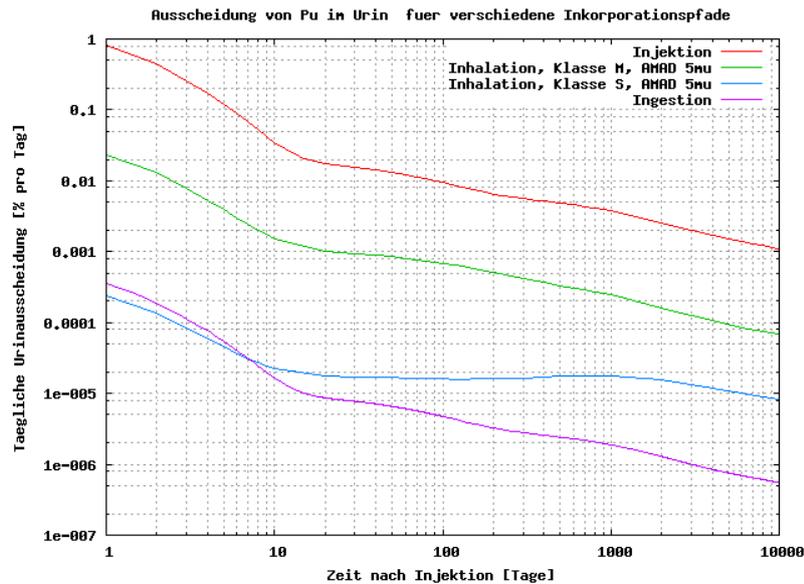


Abb. 4-13: Berechnete Urinausscheidung nach verschiedenen Inkorporationspfaden

Zur Berechnung der aufgenommenen Aktivität und der daraus resultierenden Dosis müssen die Kurven durch Skalierung an die gemessenen Daten⁴ angepasst werden. Dazu müssen zusätzliche Informationen über die Inkorporationsumstände (z. B. Unfallhergang, verwendete Verbindungen) zur Auswahl des passenden Kurventyps herangezogen werden und mit eventuell weiteren vorhandenen Daten (z. B. Raumluftmessung) abgeglichen werden. Um eine belastbare Abschätzung der aufgenommenen Aktivität (Intake) zu erhalten muss der Ausscheidungsverlauf möglichst lange beobachtet werden. Dieses ist insbesondere bei nicht genau geklärten Inkorporationsumständen wichtig.

Dekorporationstherapie – Ausscheidungsintensivierung mit Diethylentriaminpentaacetat (DTPA)

Ziel der Dekorporationstherapie mit DTPA ist es „die Strahlenbelastung durch eine Intensivierung der Radiometallausscheidung aus dem Körper zu erniedrigen. Diese Forderung ist noch dahingehend zu präzisieren, dass eine Reduktion der Radiometallkonzentration im kritischen Organ anzustreben ist.“ [3] Die Beschleunigung der Radiometallausscheidung erfolgt durch eine chemische Komplexierung des Metalls mit einer Verbindung, die schnell ausgeschieden wird. Verschiedene Liganden kommen hierfür in Frage. Im Blut bilden sich auch immer „stabile“

⁴ Für die Messungen werden Urin bzw. Stuhl über 24h gesammelt und nach radiochemischer Aufbereitung jeweils die Aktivität bestimmt.

Komplexe mit Plasmaproteinen (z. B. Pu-Transferrin). Besonders stabile Komplexe bilden so genannte Chelatbildner (von griech. „chelos“= Krebssehne). Diese besitzen mehrere Elektronendonatoratome (z. B. O,S,N), bzw. funktionelle Gruppen (z. B. -OH, -COO⁻, -COONH₂, -N=N-, >C=N-OH) mit denen sie das Metallion umgeben und Wasser aus der Hydrathülle bzw. das Plasmaprotein verdrängen können. Die effektivsten Chelatbildner beinhalten mehrere Donoratome und funktionelle Gruppen, z. B. Polyaminopolycarboxylsäuren. Die Nützlichkeit eines Chelatbildners für die Dekorporationstherapie hängt von mehreren Faktoren ab [15]:

- der Wahrscheinlichkeit einen Chelatkomplex in-vivo bilden zu können (hängt ab von der Affinität des Chelators zum Metall und der Affinität des Metalls zu endogenen Rezeptoren)
- den physiko-chemischen Eigenschaften des Metalls, d. h. dem für die Chelation verfügbaren Anteil
- dem Konzentrationsverhältnis Chelatbildner zu chelierbarem Anteil des Metalls in Hinblick auf die Reaktionsgeschwindigkeit
- der metabolischen Stabilität des Metallchelats und seiner Ausscheidungsrate
- dem biologischen Verhalten des Chelatbildners (zusätzliche Beeinflussung von Stoffwechselprozessen, Nebenwirkungen).

Für die Dekorporation von Plutonium und Transuranen zeigte sich Diethylentriaminpentaacetat (DTPA) als wichtigster Chelatbildner. Verwendet wird üblicherweise das Ca- oder Zn-Salz der DTPA. Die Wirkung von DTPA beschränkt sich aber auf den Extrazellulärraum, da auf Grund ihrer negativen Ladungen und der hydrophilen Natur die Chelate Zellmembranen nicht durchdringen können [Vol78]. Daher sollte der Therapiebeginn so früh wie möglich sein, nämlich zu einem Zeitpunkt zu dem sich das Radionuklid noch nicht in den Organen befindet. Allerdings werden durch den Einfluss des DTPA die Ausscheidungsverläufe so verändert (s. u.), dass eine verlässliche Rückrechnung auf die Aktivität mit den bestehenden Modellen nicht mehr möglich ist.

In der Ausscheidungsrate ist im Urin für den Tag nach der DTPA-Gabe (im Stuhl versetzt um einige Tage) ein Überhöhung der Rate zu beobachten. Diese kann beschrieben werden durch einen Excretion Enhancement Factor (EEF). Im Urin liegt dieser für ²³⁹Pu bei ca. 40-120, im Stuhl bei ca. 10. Er gibt aber kein gutes Maß für die Reduktion des body burden an, da der EEF abhängig ist von der Menge am zur Zeitpunkt vorhandenem chelierbarem Transuran (im Modell entspricht dieses im Wesentlichen dem Inhalt des Blutkompartiments). Interessant ist die Beobachtung, dass die Überhöhung der Ausscheidung des Transurans nach einer DTPA-Gabe auch über einige Tage hin zu beobachten ist, obwohl der größte Teil des applizierten DTPA bereits nach einem Tag ausgeschieden wurde (Nachklangeffekt Abb. 4-14). Ein Erklärungsansatz geht davon aus, dass der Chelatkomplex zeitweise durch Bildung eines ternären Komplexes mit einem im Gewebe fixierten endogenen Liganden im Gewebe gebunden und danach ausgeschieden wird. Zusätzlich ist allerdings zu beachten, dass es durch das „Entleeren“ des Blutkompartiments durch DTPA zu einer Störung des Gleichgewichts kommt. Es muss also nach der DTPA-Gabe kurzzeitig auch von leicht geänderten Flussraten ausgegangen werden.

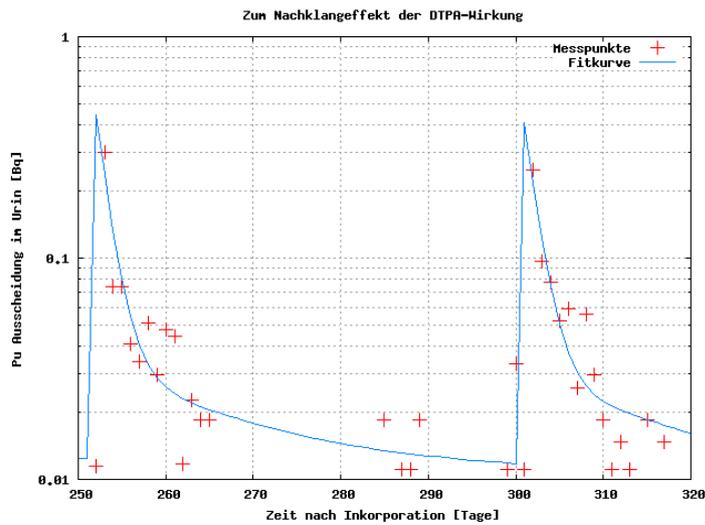


Abb. 4-14: Zum „Nachklangeffekt“ der DTPA-Wirkung, die DTPA-Gaben erfolgten an den Tagen 252 und 301

Ziel des Projektes ist es die bestehenden Modelle zu erweitern, um auch die Beschreibung der durch DTPA-Gaben gestörten Urinausscheidung zu ermöglichen. Basierend auf diesen Modellen soll dann ein Verfahren zur Dosisdiagnostik von Pu-Inkorporationen unter dem Einfluss von DTPA sowie ein Verfahren zur Vorhersage der durch die DTPA-Therapie bewirkten Dosisreduktion bereitgestellt werden. Dazu wurden zunächst die im Forschungszentrum verteilt vorliegenden Informationen und Daten von Pu-Inkorporationsfällen mit und ohne DTPA-Therapie gesammelt und in einer zentralen Datenbank anonymisiert zusammengeführt. Bislang sind dort 161 Inkorporationsfälle erfasst.

Empirische Beschreibung der Ausscheidung unter DTPA-Wirkung

Um aus den Ausscheidungsdaten, die durch DTPA-Gaben gestört sind, die aufgenommene Aktivität und damit die Dosis abzuschätzen und den Therapieerfolg bewerten zu können wurde von Hall und Mitarbeitern 1978 ein empirisches Modell der DTPA-Wirkung aufgestellt [5, 13]. Dabei wird von drei Grundannahmen ausgegangen:

1. Zum Zeitpunkt der DTPA-Gabe (oder in den folgenden 24h) steht eine Menge Plutonium (q) zur Bildung eines Chelats zur Verfügung.
2. Der Pu-DTPA-Komplex ist stabil und wird mit seiner eigenen Ausscheidungsfunktion $i_c(t)$ ausgeschieden. Üblicherweise wird ein exponentielles Abklingen angenommen.
3. Die Biokinetik des unchelierten Plutonium (beschrieben durch die Ausscheidungsfunktion $i_u(t)$) verläuft ungestört weiter, allerdings mit einem um q reduzierten Intake (I).

Zusätzlich wird angenommen, dass die einzelnen DTPA-Gaben unabhängig voneinander wirken und jeweils einen Anteil q_i aus dem Blut entfernen. Der gesamte durch die Therapie entfernte Anteil ergibt sich durch Summation aller q_i .

Die erwartete Urinausscheidung $e_u(t)$ kann vor einer DTPA-Gabe durch $e_u(t) = I \cdot i_u(t)$

nach einer DTPA-Gabe durch $\hat{e}_u(t) = (I - q) \cdot i_u(t) + q \cdot i_c(t)$

beschrieben werden. Für eine einzelne DTPA-Gabe erhält man (mit für die Darstellung übertriebenen Parameterwerten) das in Abb. 4-15 gezeigte Bild.

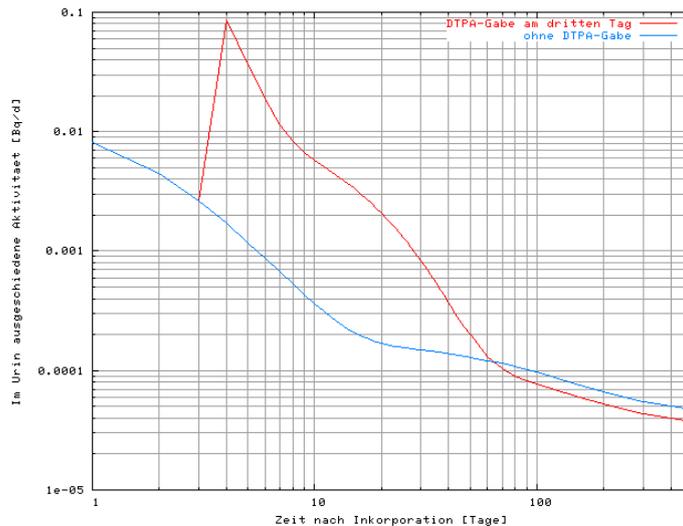


Abb. 4-15: Erwartete Urinausscheidung nach einer DTPA-Gabe am dritten Tag

Um das Modell anwenden zu können wurden ein C++-Programm entwickelt. Die mit Hilfe der Grafikbibliothek Qt [2] erstellte Benutzeroberfläche des Programms wird in Abb. 4-16 gezeigt.

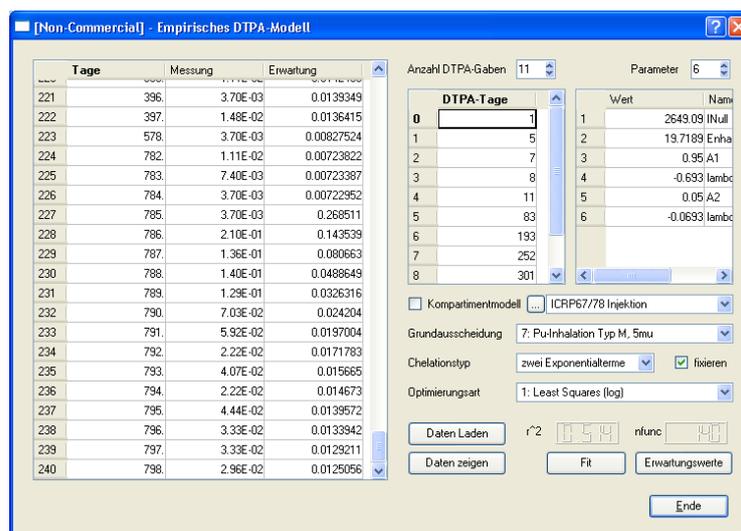


Abb. 4-16: Programm zur empirischen Beschreibung der Urinausscheidung nach DTPA-Gaben

Die gemessenen Urinausscheidungsdaten, die Anzahl und die Tage der DTPA-Gaben können dort eingegeben, oder aus einer Textdatei geladen werden. Als Grundausscheidungsfunktionen $i_u(t)$ werden die Lösungen eines Kompartimentmodells verwendet. Alternativ zur direkten Lösung zur Laufzeit des Programms stehen mehrere empirische Kurven zur Auswahl. Die einzelnen numerisch gewonnenen Modelllösungen wurden dazu jeweils durch Exponentialsummen beschrieben. Für die Beschreibung der Chelatkomplexausscheidung $i_c(t)$ kann der Benutzer eine Summe von bis zu vier Exponentialtermen auswählen. Die Parameter dieser Summe und der Enhancementfaktor E und die initiale Aufnahme I, können durch Optimierung (Simplex-Fit) an die Daten angepasst werden. Als Optimierungsfunktion stehen kleinste Quadrate, kleinste Quadrate mit logarithmierten Werten, die absolute und die relative Abweichung zur Verfügung. Am sinnvollsten ist es die logarithmierten least squares auszuwählen, da die Daten sich in der Regel über mehrer Größenordnungen erstrecken. Mit diesem Programm sollen die im Rahmen des Projektes gesammelten Daten, wie in Abb. 4-17 gezeigt, bearbeitet werden.

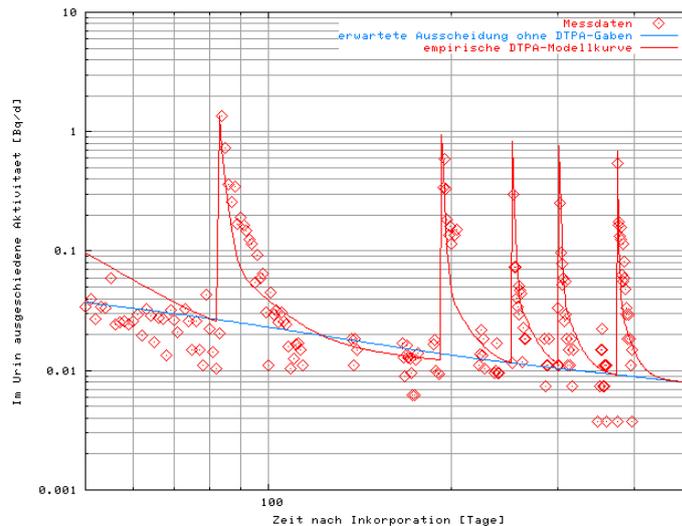


Abb. 4-17: Anpassung einer Modellkurve an gemessene Daten

Ausblick

Das entwickelte Programm wird mit zunächst synthetischen Daten getestet und validiert. Insbesondere der Einfluss der gewählten Grundausscheidung auf die berechneten Parameterwerte soll dabei untersucht werden. Das implementierte empirische Modell wird erweitert, um auch die Stuhldaten in der Auswertung berücksichtigen zu können. Dazu werden momentan verschiedene Studien mit den Kompartimentmodellen durchgeführt.

Durch die Dekorporationstherapie wird nur das Plutonium im Blut bzw. im extrazellulären Wasser zusätzlich entfernt. Dadurch kommt es zu einer Störung des Fließgleichgewichts in der Pu-Biokinetik. Dieses wird im empirischen Modell nicht berücksichtigt, lediglich die Ausscheidungskurve wird beschrieben. In der biokinetischen Modellierung der DTPA-Wirkung muss dieses allerdings berücksichtigt werden. In einem ersten Schritt zu einem solchen Modell wird die Beeinflussung der Ausscheidungsraten durch den Pu-Rückfluss aus den Organen in den Kompartimentmodellen untersucht. Zur Beschreibung der DTPA-Wirkung sollen zunächst die Transferraten für den Zeitraum direkt nach der DTPA-Gabe modifiziert werden. Erst in einem zweiten Schritt können zusätzliche Kompartimente für die DTPA-Komplexe im Modell ergänzt werden.

Parallel zur Programmentwicklung und den Studien mit den Kompartimentmodellen wird die, in der Datenbank zusammengetragene, Datenbasis durch weitere Sammlung von Daten zu Inkorporationsfällen erweitert.

4.12.2 Untersuchung der inter-individuellen Variation von biokinetischen Modellen

W. Klein

Bei der Dosimetrie inkorporierter radioaktiver Stoffe (interne Dosimetrie) spielen die zeitliche und räumliche Verteilung der Radionuklide im menschlichen Körper eine wichtige Rolle. Oft können sie aber nicht außerhalb des Körpers gemessen werden. Um trotzdem eine Dosisabschätzung vornehmen zu können werden biokinetische Modelle verwendet. Diese Modelle vereinfachen den Menschen meist, indem sie ihn in mehrere biologisch homogene Einheiten, sogenannte Kompartimente unterteilen. Die Umverteilung der an den Stoffwechselprozessen teilnehmenden Stoffe wird mittels Übergangsraten beschrieben. Die Übergangsrate von einem in ein anderes Kompartiment ist proportional zum Inhalt des liefernden Kompartiments. Die Proportionalitätsfaktoren liefert das Modell. Sie werden als Transferkoeffizienten bezeichnet. Die Transferkoeffizienten der verwendeten Modelle sind Mittelwerte und entsprechen nicht immer denen einer realen Person, deren Werte mitunter stark von den Werten des Standardmenschen abweichen

können. Der Einfluss dieser Variationen auf biokinetische Modelle wird im Rahmen einer Diplomarbeit (Universität Karlsruhe) untersucht. Für die Studien wird das biokinetische Modell für Plutonium und andere Transurane verwendet.

Aus der Fachliteratur [16] geht hervor, dass physiologische Parameter, wie Blutdruck, Körpergröße, usw. lognormalverteilt sind. Man kann davon ausgehen, dass auch die Transferkoeffizienten, die in den biokinetischen Modellen verwendet werden, dieser Verteilung folgen. Um den Einfluss der Transferkoeffizientenverteilung zu bestimmen, wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Parameterverteilungen anhand der Beispiele: Gleich-, Dreieck-, Gauß- und Lognormalverteilung untersucht. Dazu wird jeder einzelne Transferkoeffizient eines Modells so verrauscht, dass er der jeweils vorgegebenen Verteilung und Streuung entspricht, aber unabhängig von allen anderen Transferkoeffizienten ist. Der Erwartungswert der Rauschverteilung entspricht dabei dem Wert des zu Grunde liegenden Modells. Bei geeigneter Wahl des Streumaßes lässt sich erkennen (Abb. 4-18), dass sich die nach der Lösung des Modells entstehenden Verteilungen für alle vier zu Grunde liegenden Transferkoeffizientenverteilungen nur sehr geringfügig unterscheiden.

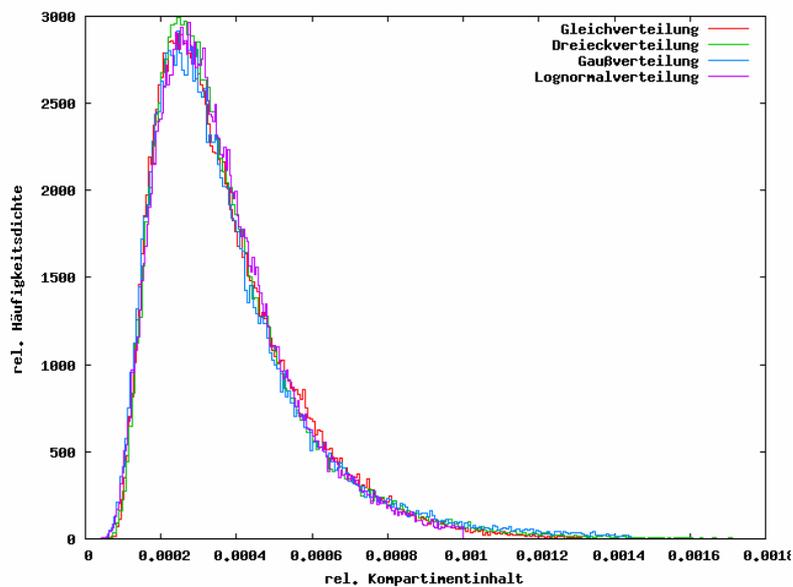


Abb. 4-18: Simulation der Pu-Ausscheidungsrate im Stuhl nach 10 Tagen mit verschiedenen Parameterverteilungen

Zur Bestimmung der Parameterstreuung ist man auf einen Vergleich der in der Realität gemessenen Aktivitäten mit den durch die Modelle berechneten angewiesen. Die in den Organen angereicherte Aktivität hängt von der insgesamt aufgenommenen Aktivität, die meistens nur abgeschätzt werden kann, ab. Für eine Abschätzung der Parameterstreuung ist deshalb nur eine Betrachtung von Aktivitätsverhältnissen unterschiedlicher Organe bzw. unterschiedlicher Ausscheidungsprodukte sinnvoll. Außerdem wird die räumliche Verteilung im Körper kurz nach der Aufnahme der radioaktiven Substanz stark durch die Art der Aufnahme Inhalation (Atemwege), Ingestion (Verdauungstrakt) oder Invulneration (Wunde) beeinflusst. Erst nach ca. 1000 Tagen haben die im Körper stattfindenden Umverteilungen ein „stabiles“ Gleichgewicht gefunden, bei dem die Verteilung auf die einzelnen Organe nicht mehr auf die Aufnahme schließen lässt. Verwertbar sind deshalb nur Daten von Personen, bei denen Messungen von mindestens zwei Organen oder Ausscheidungsprodukten lange nach der Aufnahme der Radioaktivität vorliegen. Wegen dieser Bedingungen ist die Datenlage sehr dünn und es lässt sich nur eine grobe Abschätzung der durchschnittlichen Parameterstreuung vornehmen.

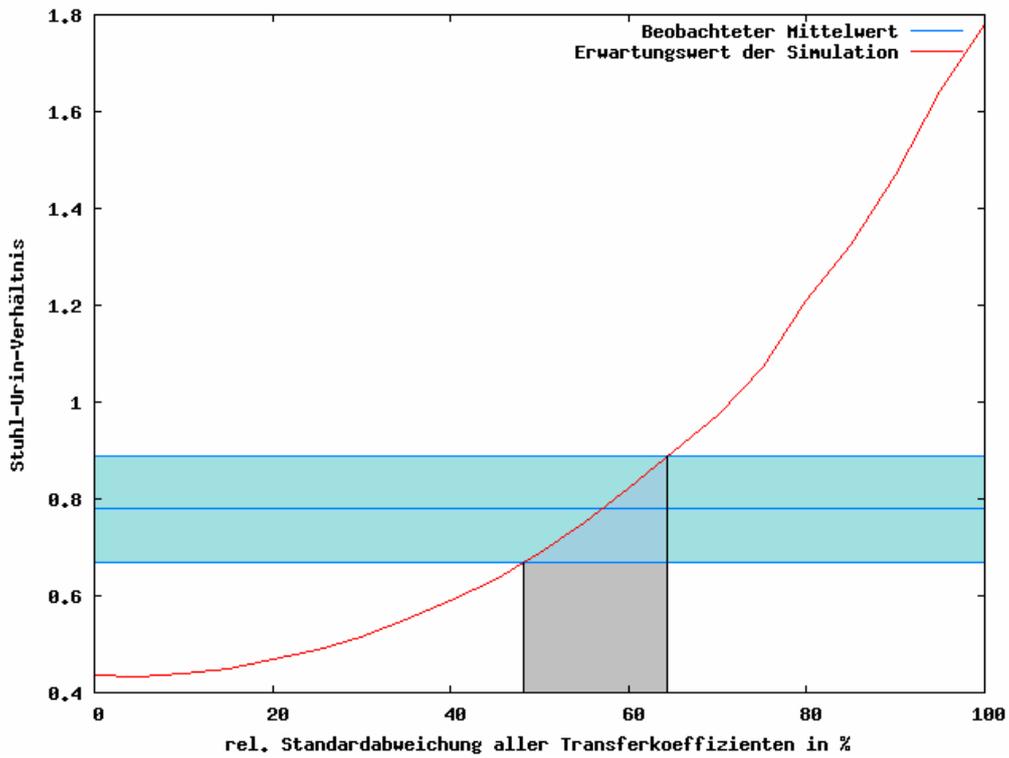


Abb. 4-19: Abschätzung der Transferkoeffizientenstreuung anhand des Erwartungswerts für das Stuhl-Urin-Verhältnis

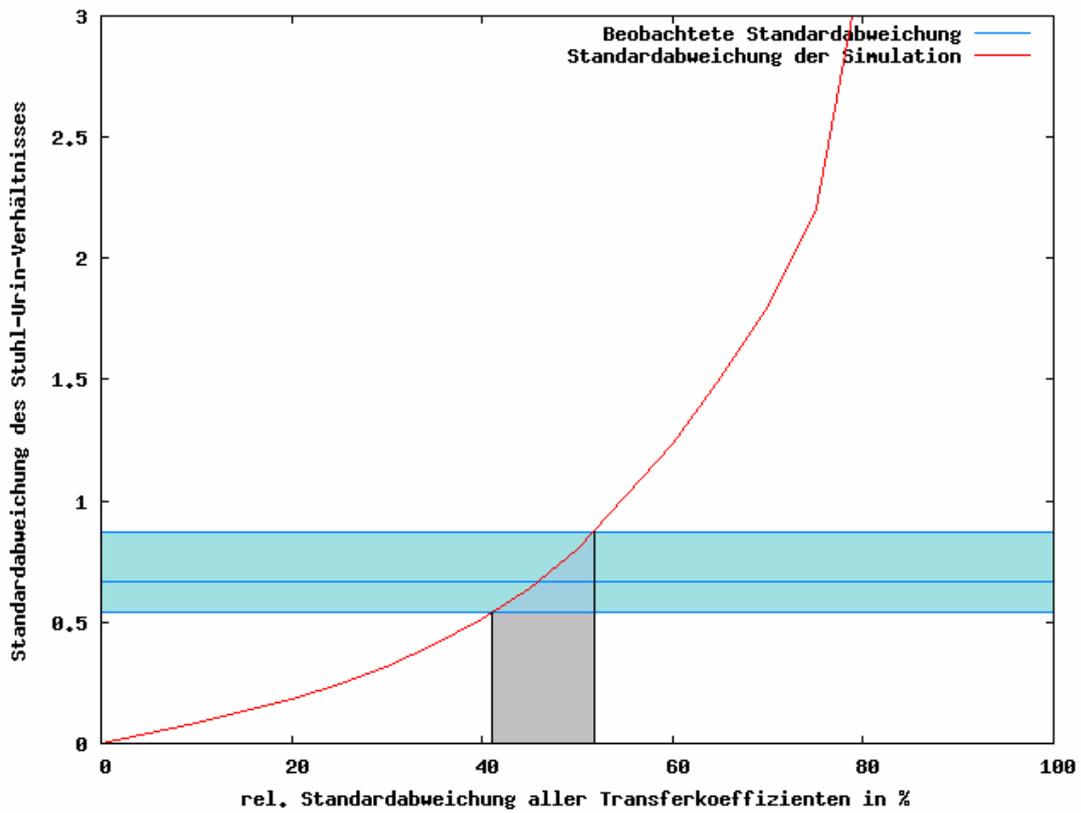


Abb. 4-20: Abschätzung der Transferkoeffizientenstreuung anhand der Standardabweichung des Stuhl-Urin-Verhältnisses

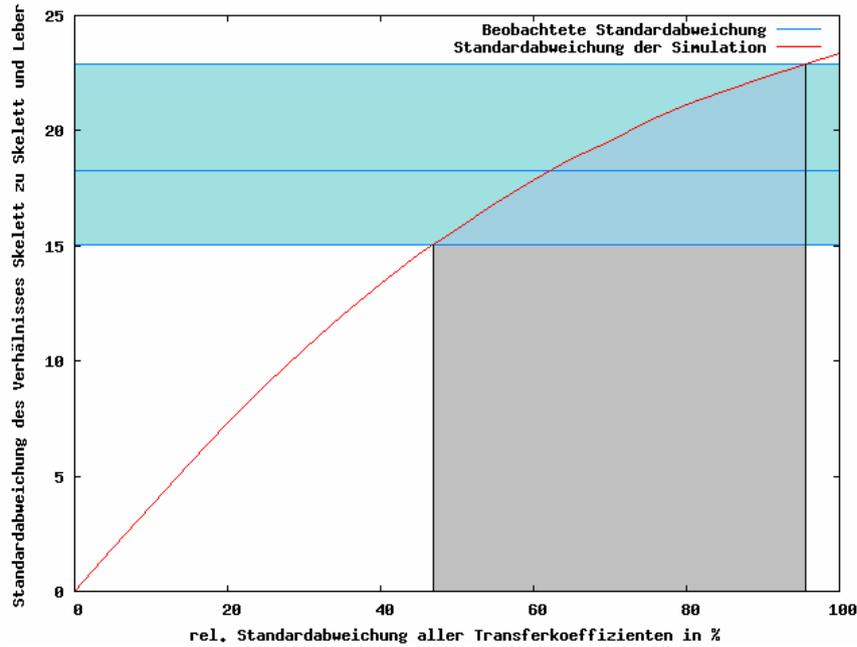


Abb. 4-21: Abschätzung der Transferkoeffizientenstreuung anhand der Standardabweichung des Verhältnisses Skelett zu Skelett und Leber

Das Stuhl- Urin-Verhältnis des ungestörten Plutoniummodells beträgt 0,436 und stimmt nicht mit dem beobachteten Mittelwert von 0,78 überein. Mit Zunahme des Rauschens wächst auch der Erwartungswert der simulierten Verteilungen. Wenn das Modell [19] die Plutoniumausscheidung durch Stuhl und Urin korrekt beschreibt, lässt sich damit die Streuung der Modellparameter abschätzen (Abb. 4-19). Weitere Hinweise auf die Größe der Streuung ergeben sich aus dem Vergleich der Standardabweichungen (Abb. 4-20) für das gemessene Stuhl-Urin-Verhältnis (Daten aus [17]), sowie für das gemessenen Verhältnis Skelett zu Skelett und Leber (Abb. 4-21) (Daten aus [18]) mit den entsprechenden Werten aus den Simulationen. Sie liegt bei etwa 60 % relativer Standardabweichung. In Abb. 4-22 a u. b sind die gemessenen Verteilungen und die Verteilungen, die bei einer Simulation mit der ermittelten Streuung entstehen, dargestellt. Wie man sieht, entsprechen die Verteilungen der Messdaten denen der Simulationen. Die Verteilung des Stuhl-Urin-Verhältnisses kann man näherungsweise durch eine Lognormalverteilung beschreiben, die des Verhältnisses Skelett zu Skelett und Leber durch eine Betaverteilung.

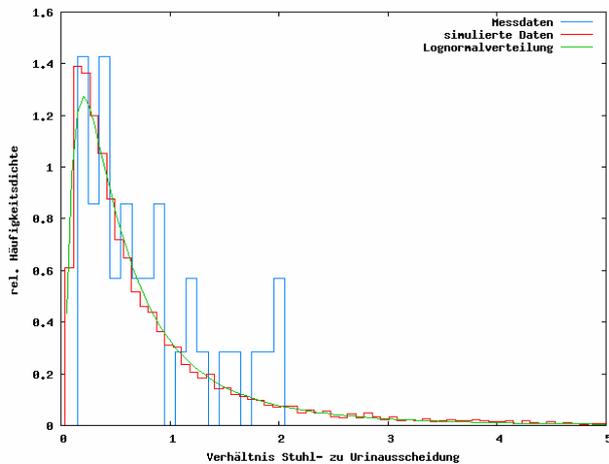


Abb. 4-22 a: Vergleich des gemessenen mit simuliertem Stuhl-Urin-Verhältnis

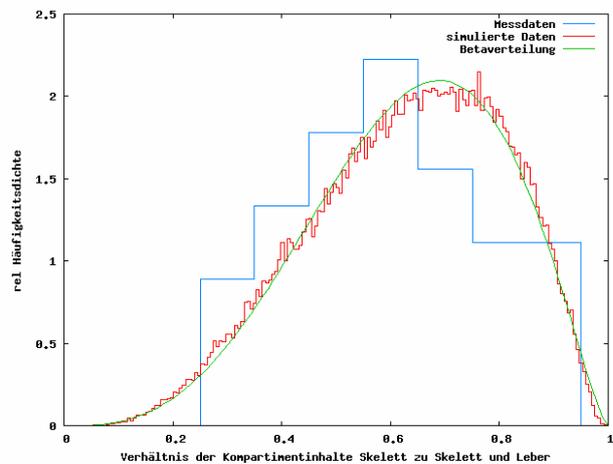


Abb. 4-22 b: Vergleich des gemessenen mit simuliertem Verhältnis Skelett/(Skelett+Leber)

Mit der erhaltenen Verteilung der Transferkoeffizienten (Lognormalverteilung mit 60 % relativer Standardabweichung) wurden die zeitlichen Verläufe verschiedener Kompartimentinhalte untersucht. Im weiteren Verlauf des Projektes werden noch Untersuchungen zu den Themen

- 1 Zeitliche Entwicklung der Streuung von Stuhl und Urin
- 2 Vertrauensbereiche bei der Rückrechnung auf die aufgenommene Aktivität
- 3 Einfluss von Messdauer, Messbeginn, Anzahl der Messungen und Rückrechenfunktion auf die Güte der Rückrechnung
- 4 Einfluss des Messfehlers

folgen. Die Arbeit wird im Mai 2006 abgeschlossen.

4.12.3 Bestimmung von schwer nachweisbaren Radionukliden in unterschiedlichen Materialien im low(est)-level Bereich - Trennverfahren

A. Bohnstedt, M. Pimpl

Im Rahmen eines Forschungsvorhaben der Gruppe KES (Kompetenzerhalt Strahlenschutz) werden Analysenmethoden zum Nachweis von Radionukliden in unterschiedlichen Matrices unter Berücksichtigung von Zeit- und Kostenfaktoren erstellt.

In der Chemischen Analytik der Hauptabteilung Sicherheit/Überwachung und Messtechnik müssen für die Emissions-/Immissions- und Arbeitsplatzüberwachung reine Alpha- und Beta-Strahler ohne Gamma-Komponente mit aufwändigen nuklidspezifischen Verfahren bestimmt werden. Die dazu verwendeten chemischen Methoden der Nass- und Trockenveraschung zum Matrixaufschluss und der Flüssig-Flüssig-Extraktion, Mitfällung und Ionenaustausch-Chromatographie zur Abtrennung von Matrix- und Spurenelementen sowie störender Radionuklide zeichnen sich durch große Variabilität aus. Sie sind universell für Probenmengen von 0,1 bis 100 Gramm einsetzbar, trennen störende Matrixelemente (z. B. Ca, Ba, Fe) gut ab und der radiochemische Trennungsgang ist auf die gängigen nachzuweisenden bzw. abzutrennenden Nuklide eingestellt. Allerdings ist ein relativ großer Zeitaufwand und Einsatz von Chemikalien nötig und die Handhabung der chemischen Verfahren ist nicht trivial.

Im Zusammenhang mit der Stilllegung und dem Rückbau kerntechnischer Anlagen müssen zahlreiche Proben sowohl wiederholt von gleichen, aber auch von unterschiedlichen Materialien, entnommen und auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht werden. Wenn durch diese Messungen nachgewiesen wird, dass der Gehalt an radioaktiven Stoffen unter dem behördlich vorgegebenen Grenzwert (Strahlenschutzverordnung vom 20.07.2001, Anlage III, Tab.1, Spalte 5 und 7) liegt, können die Materialien frei gegeben werden.

Für große Stückzahlen an Proben gleicher Matrixzusammensetzung besteht der Bedarf an kostengünstigen und schnellen Analysenverfahren. Auf Grund der unterschiedlichen Grenzwerte für die Freigabeanalytik einerseits (Tab. 4-17) und andererseits die Emissions- und Immissionsüberwachung (Tab. 4-18) ergibt sich für die Freigabeanalytik die Möglichkeit die zu untersuchende Einzelprobenmenge auf wenige Gramm zu reduzieren. Dadurch können auch andere Matrixaufschlussverfahren, z. B. alternativ zum Nass- und Trockenaufschluss die Mikrowellen-Aufschluss-Technik und Trennmethoden für kleine Probenmengen, z. B. Extraktionschromatographie, getestet werden.

Probe-Materialien	zu bestimmende Radionuklide	geforderte Nachweisgrenze (SSV. Anlage III, Tab. 1)	Mindestmenge Probenmatrix für Analyse
Bauschutt Beton Stahl Kunststoffe Holz Öle	H-3, C-14, Sr-89/90 Fe-55/59, Ni-63 Th-, U-, Pu-, Am/Cm- Isotope	Sr-90: 2,0 [Bq/g] Fe-55/59, Ni-63: 200 [Bq/g] Th-, U-, Pu-, Am/Cm-Isotope: 0,04 [Bq/g]	Sr-90: 0,1 - 0,3 g Fe-55/59: 0,01g Ni-63: 0,01g Aktiniden: 2,0g

Tab. 4-17: Grenzwerte Freigabeanalytik

Probe-Materialien	zu bestimmende Radionuklide	geforderte Nachweisgrenze nach REI 1993 (*1997)	Mindestmenge Probenmatrix für Analyse
Filter (Glasfaser, Cellulose)	H-3, C-14, Sr-89/90 Th-, U-, Pu-, Am/Cm- Isotope	Sr-90: 0,002 [Bq/m ³] α - gesamt*: 0,0000037 [Bq/m ³]	Sr-90: 100 - 300 m ³ Umgebungsluft -> bis zu 1g Filterbelegung α -gesamt: 20.000 - 30.000 m ³ Umgebungsluft -> bis zu 1g Filterbelegung
Wasser (Grund-, Oberflächen-, Niederschlags-, Abwasser)		H-3: 10,0 [Bq/l]	H-3: 2 - 4 ml
Boden und Gestein Sediment		Sr-90*: 0,00007 [Bq/g]	Sr-90: 200g
Pflanzen Lebensmittel (tierisch und pflanzlich)		Sr-90: 0,00002 [Bq/g]	Sr-90: 20 - 50 g Asche

Tab. 4-18: Grenzwerte Emissions- und Immissions-Überwachung

Ein weiterer Aspekt der Freigabe-Messungen ist die große Anzahl an gleichartigen Proben wodurch 'spezifische' Trennverfahren angewendet werden können. Dabei werden diese Verfahren auf bestimmte Matrices und nachzuweisende Radionuklide eingestellt und dadurch eine Verkürzung und Vereinfachung des chemischen Trennungsganges erzielt. Diese Vorgehensweise eignet sich aber nur für eine größere Stückzahl an gleichen Proben, da das Anpassen der Methoden arbeitsaufwändig ist. Nachfolgend wird die Entwicklung eines Trennungsganges zum Nachweis der Elemente Americium, Plutonium, Uran und Thorium in Bauschuttproben, die aus frei zu messenden Gebäuden kommen, dargestellt.

Am, Pu, U und Th in Bauschuttproben

Für den Nachweis von Americium, Thorium, Uran und Plutonium in Bauschuttproben wurde ein Trennungsgang erarbeitet, bei dem das Auflösen der Probenmatrix mittels Mikrowellen-Aufschluss und die Nuklidabtrennung durch Extraktionschromatographie erfolgt.

Mikrowellen-Aufschlussverfahren

Mikrowellen-Gerät

Das verwendete Mikrowellen-Gerät ist eine mikroPREP 1500 der Firma MWS Vertriebs GmbH, die mit einem MR-10 HT Rotorarbeitsplatz HTV-75 versehen ist. Da einer der 10 HTV Behälter (V=100 ml; pmax=90 bar) mit der automatischen Temperatur-Kontrolleinheit ATC CE-400 be-

stückt wird, können in den anderen Gefäßen bis zu 9 gleiche Proben zur selben Zeit aufgeschlossen werden. Außerdem verfügt das System durch eine so genannte Q/P-Sensorik über eine Druckkontrolle, wodurch die Dichtigkeit aller Behälter gleichzeitig überwacht wird.

Aufschlussverfahren

Reale Bauschuttproben aus dem Rückbau des Mehrzweck-Forschungsreaktor des Forschungszentrum Karlsruhe wurden mit verschiedenen Mikrowellen-Aufschluss-Vorschriften für Zement, Boden, Sand und Sandstein [20, 21, 22, 23] bearbeitet. Da keine der Vorschriften sofort zu dem gewünschten Ergebnis einer klaren Aufschlusslösung führte, wurden diese durch weitere Säurezugaben bzw. Zeit- und Temperaturveränderungen [24] schrittweise modifiziert und getestet bis eine gelöste Probe vorlag. Das weiter unten beschriebene Verfahren wurde sowohl für mehrere Bauschuttproben derselben Probenentnahmestelle als auch für räumlich verschiedene Entnahmestelle der Bauschuttproben erfolgreich angewendet. Zum Nachweis wurden unterschiedliche Proben mit Pu- und Am-Tracer versetzt und sowohl mit dem herkömmlichen nasschemischen als auch mit dem neuen Mikrowellen-Verfahren aufgeschlossen und anschließend Pu und Am mit den in der Gruppe Chemischen Analytik verwendeten Trenn- und Messverfahren nachgewiesen. Ein Vergleich der Ausbeuteergebnisse zeigt eine gute Übereinstimmung für beide Verfahren:

- nasschemischer Aufschluss: Pu 75 %-88 % und Am 21 %-30 %;
- Mikrowellen-Aufschluss: Pu 90 %-97 % und Am 20 %-25 %

Anleitung Bauschutt

Probe: 1 g Einwaage

1. Schritt

Chemikalien: 15 ml HNO₃ (65 %)
6 ml HCl (32 %)
5 ml HF (48 %)

Mikrowellenleistung: 1000 W 10 min 160 °C
1000 W 7 min 210 °C
700 W 30 min 210 °C

2. Schritt

Chemikalien: 15 ml H₃BO₃ (gesättigte Lösung)

Mikrowellenleistung: 1000 W 10 min 160 °C
700 W 15 min 160 °C

Am, Pu, Th und U-Trennungsgang

Extraktionschromatographie

Bei der Extraktionschromatographie ist die Selektivität eines organischen Extraktionsmittels der Flüssig-Flüssig-Extraktion mit der Schnelligkeit der Chromatographie, auf Grund vieler Wechselschritte zwischen stationärer und mobiler Phase, kombiniert. Die käuflich zu erwerbenden Extraktionschromatographie-Materialien (Eichrom Industries Inc., Darien/Illinois – USA) enthalten ein selektives, organisches Extraktionsmittel, das auf ein inertes Trägermaterial aufgetragen ist. Dort bleibt es auf Grund von Adsorptions- und Kapillareffekten haften und bildet die stationäre Phase. Die mobile Phase ist die wässrige, häufig saure Probenlösung, die die zu extrahierenden Ionen oder Verbindungen enthält. Die Trennung verschiedener Metallionen/ -

verbindungen ist auf Grund der unterschiedlichen Verteilung der verschiedenen Spezies in der stationären, organischen Phase und der mobilen, wässrigen Phase möglich.

Trennungsgang

Die kommerzielle erhältlichen Extraktionschromatographie-Säulen (z. B. TRU-Resin, UTEVA-Resin, TEVA-Resin u.a.) sind nicht spezifisch für die Abtrennung eines Elements (z. B. U, Th, Am, Pu, Np, Tc), sondern können durch die Variation der Säuren (meistens Salpetersäure oder Salzsäure) und der Säurestärke bzw. durch Nutzung eines Aussalzeffekts (z. B. Ca^{2+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-}) und wässriger Komplexbildner (z.B. Oxalsäure) unterschiedlich angewendet werden [25, 26, 27]. Auch ein und dasselbe Element kann durch diese Variabilität auf verschiedenen Säulen (z. B. U auf TRU und UTEVA Resin) abgetrennt werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit einen Trennungsgang sowohl auf die Probenmatrix als auch auf die nachzuweisenden Elemente abzustimmen [28, 29]. Nachfolgend wird ein Trennungsgang (Abb. 4-23) vorgestellt bei dem zuerst die Hauptmenge der chemisch gelösten Probenmatrix entfernt wird und anschließend die nachzuweisenden Radionuklide voneinander getrennt werden.

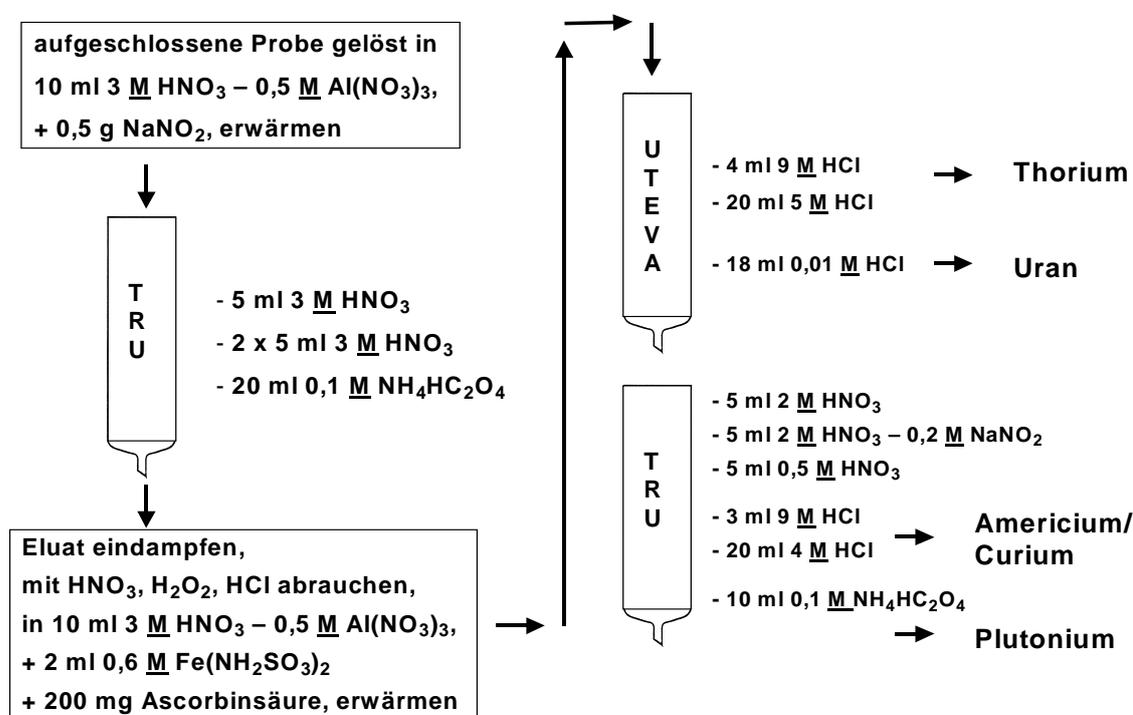


Abb. 4-23: Trennungsgang für Th, U, Am und Pu

Zuerst wurde der Trennungsgang in einzelnen Teilschritten und mit Tracerlösungen, die nur jeweils ein Nuklid enthielten, getestet. Nach der Abtrennung wurden die Messpräparate durch Elektroplattierung hergestellt und in einem Alpha-Spektrometer gemessen (Ausbeute: Th: 34 - 39 %; U: 70 - 92 %; Am: 75 - 94 %; Pu 75 - 85 %). Anschließend wurde der Gesamttrennungsgang mit Mischtracerlösungen von vier Nukliden ausprobiert (Ausbeute: Th: 35 - 52 %; U: 70 - 101 %; Am: 80 - 95 %; Pu 78 - 89 %). Dieser Trennungsgang wurde dann auf Bauschuttpoben, denen Am-, U-, Th- und Pu-Tracer zugesetzt worden waren, angewendet. Vorher wurde das Probenmaterial sowohl durch nasschemische als auch durch Mikrowellen-Aufschlüsse in Lösung gebracht. Die dabei erzielten Ausbeuten (1. nasschemischer Aufschluss und Trennungsgang Ausbeute: Th: 35 - 48 %; U: 71 - 107 %; Am: 16 - 25 %; Pu: 77 - 85 % und 2. Mikrowellen-Aufschluss und Trennungsgang Ausbeute: Th: 61 - 89 %; U: 37 - 63 %, Am: 8 - 25 %; Pu: 77 - 94 %) sind zwar mit den vorherigen Ergebnissen vergleichbar, aber es konnte keine saubere

Trennung der Elemente erreicht werden, d. h. bei der Messung im Alpha-Spektrometer entstanden Spektren, die mehr als einen Peak enthielten. Dieses führt dann bei Freimess-Proben, die Kontaminationen enthalten, zu Problemen bei der Auswertung der Spektren, da pro Element neben dem Peak des Tracernuklids auch noch ein bis mehrere Peaks unterschiedlicher Energien für die nachzuweisenden Nuklide auftreten.

Der Effekt der Verschleppung von Elementen in unterschiedliche Trennfractionen ist bedingt durch die Menge an inaktiver Matrix bei den Bauschuttproben. Da zur Einhaltung der Grenzwerte für die Freigabe (Tab. 4-17) eine Mindestprobenmenge bei der Analyse Voraussetzung ist, wurde versucht, eine bessere Abtrennung der Matrix durch Verdopplung des ersten Abtrennschritts (1. TRU-Säule in Abb. 4-23) zu erzielen. Aber auch dieses kann eine Verschleppung der Elemente nicht ganz verhindern.

Aus Kostengründen ist eine Erweiterung des 1. Trennschrittes nicht mehr sinnvoll und daher soll als nächstes untersucht werden, ob die Abtrennung der Hauptmenge der Matrixelemente mittels der zeitintensiveren Flüssig-Flüssig-Extraktion mit einem anschließenden verkürzten Extraktionschromatographie-Trennungsgang zu kombinieren ist.

4.12.4 Entwicklung eines Verfahrens zur numerischen Kalibrierung von Ganz- und Teilkörperzählern

H. Doerfel, B. Heide

Die Genauigkeit der Aktivitätsbestimmung mit Ganz- und Teilkörperzählern wird beim heutigen Stand der Messtechnik nicht mehr von zählstatistischen Fehlern sondern hauptsächlich von den durch die Kalibrierung bedingten systematischen Fehlern bestimmt. Dies gilt ganz besonders für niederenergetische Photonenstrahler wie Am-241, U-235 und Pb-210. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Nuklide im allgemeinen sehr inhomogen im Körper verteilt sind. Diese Probleme können auch mit den besten physikalischen Phantomen nicht vollständig gelöst werden, da die mit diesen Phantomen ermittelten Kalibrierfaktoren nur außerordentlich schwer auf die individuelle Situation umgerechnet werden können.

Aus diesem Grund wurde bei HS-KES ein numerisches Verfahren entwickelt, mit dem die Kalibrierfaktoren für Ganz- und Teilkörperzähler individuell berechnet werden können. Das Verfahren basiert auf der Simulation des Strahlentransports von der Strahlenquelle im Körper zu den Detektoren des Teilkörperzählers mit Hilfe eines Monte-Carlo-Codes (MCNP5).

Die Entwicklung des Verfahrens erfolgte in mehreren Schritten. Im ersten Schritt wurden einfache Simulationen für Punktstrahler an bestimmten Referenzpunkten in der Messzelle des Teilkörperzählers durchgeführt. Auf diese Weise wurden für die beiden Phoswich-Detektoren sowie die vier HPGe-Detektoren des Teilkörperzählers sowohl die Energieabhängigkeit als auch die räumliche Abhängigkeit des Wirkungsgrades für Punktstrahler berechnet und mit den entsprechenden Messwerten verglichen. Anhand des Vergleichs wurden verschiedene Parameter wie z. B. die Packungsdichte des Reflektormaterials bei den Phoswich-Detektoren sowie das empfindliche Volumen der planaren Kristalle der HPGe-Detektoren empirisch ermittelt. Nach Anpassung dieser Parameter ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den berechneten Wirkungsgradwerten. Die Abb. 4-24 und Abb. 4-25 zeigen als Beispiel zwei Längstraversen des Wirkungsgrades des NaI(Tl)-Kristalls des linken Phoswich-Detektors bzw. des planaren Kristalls des HPGe-Detektors 1.

Im nächsten Schritt wurden analoge Untersuchungen für einfache Volumenstrahler durchgeführt. Auch hierbei ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Wirkungsgradwerten. Aufgrund dieser Übereinstimmung kann man davon ausgehen, dass die Simulation den Strahlentransport und insbesondere die Strahlenabsorption in den Detektoren mit hinreichender Genauigkeit wiedergibt.

Nach dieser Optimierung der Simulation wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein Voxel-Phantom in den Monte-Carlo-Code implementiert. Hierzu wurde der „MEET Man“ Datensatz vom Institut für Biomedizinische Technik der Universität Karlsruhe herangezogen. Der MEET Man ist in 6 verschiedenen Voxel-Größen von 1 mm x 1 mm x 1 mm bis zu 6 mm x 6 mm x 6 mm verfügbar. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde zunächst der Datensatz mit der geringsten Auflösung verwendet. Die Abb. 4-26 und Abb. 4-27 zeigen als Beispiel zwei Schnitte durch das Voxel-Phantom im Bereich der Lunge bzw. der Leber.

Nach Implementierung des Voxel-Phantoms wurden Simulationen des Strahlentransports von verschiedenen Quellbereichen (Lunge, Leber, Skelett) im Rahmen einer Diplomarbeit zu den Detektoren in verschiedenen Messpositionen (Lunge, Leber, Knie) (Universität Göteborg/Schweden) durchgeführt. Die auf diese Weise ermittelten Kalibrierfaktoren wurden mit den an den physikalischen Phantomen in entsprechender Geometrie gemessenen Kalibrierfaktoren verglichen. Für diese Vergleiche wurden das anthropomorphe Torsophantom von HS sowie das anthropogene Phantom des „U.S. Transuranium and Uranium Registry“ (USTUR) herangezogen. Dabei zeigte sich, dass die für die Phoswich-Detektoren für Lungen- und Leberdepositionen berechneten Kalibrierfaktoren mit den am Torsophantom gemessenen Werten gut übereinstimmen. Die Tab. 4-19 zeigt als Beispiel die Werte für die Messung eines Am-241-Lungendepots in Lungenmessposition. Der Gesamtwirkungsgrad beider Detektoren wird durch die Simulation mit einer Abweichung von etwa 11 % wiedergegeben. Allerdings ist das bei der Simulation ermittelte Wirkungsgradverhältnis der beiden Phoswich-Detektoren wesentlich größer als das gemessene Verhältnis (letzte Spalte von Tab. 4-19). Diese Diskrepanz ist auf das unterschiedliche Gewichtsverhältnis der beiden Lungenflügel beim MEET Man und beim Torsophantom zurückzuführen und kann daher leicht korrigiert werden. Auch bei den HPGe-Detektoren ergibt sich bei Summierung über alle Detektoren eine gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Wirkungsgradwerten. Bei den einzelnen HPGe-Detektoren können allerdings signifikante Diskrepanzen zwischen der Simulation und der Messung auftreten. Diese Diskrepanzen sind darauf zurückzuführen, dass bei den HPGe-Detektoren die Positionierung relativ zu den Rippen infolge des geringen Kristalldurchmessers wesentlich stärker zum Tragen kommt als bei den Phoswich-Detektoren. Insofern reflektieren die Diskrepanzen in erster Linie wahrscheinlich nur die Unterschiede in der Knochenbelegung zwischen der Strahlenquelle und den HPGe-Detektoren. Man kann daher zusammenfassend feststellen, dass die Simulation mit den Messungen am Torsophantom weitgehend konsistent ist.

Ganz anders verhält es sich beim Vergleich der Simulation mit den Messungen am USTUR Phantom. Die Tab. 4-20 zeigt als Beispiel eine Gegenüberstellung der für die Phoswich-Detektoren ermittelten Werte. So ist der Gesamtwirkungsgrad der Phoswich-Detektoren für eine Am-241-Deposition im Skelett bei Messung an den Knien nach der Simulation etwa 30 % geringer als nach der Messung am USTUR Phantom. Im Gegensatz dazu ist die Querempfindlichkeit der Phoswich-Detektoren für Am-241 im Skelett bei Messung über der Lunge bzw. über der Leber aufgrund der Simulation etwa doppelt so groß als aufgrund der Messung.

Dies liefert eine Erklärung für die in der Vergangenheit häufig beobachteten Inkonsistenzen zwischen den Ergebnissen der Messungen von Am-241 in verschiedenen Messgeometrien.

So zeigt eine erneute Auswertung früherer Messungen von Personen mit Am-241-Inkorporationen, dass mit den numerisch ermittelten Kalibrierfaktoren eine wesentlich bessere Konsistenz der Ergebnisse erzielt werden kann als mit den bisher angewandten Phantom-Werten.

	Wirkungsgrad (Imp/Zerfall)			Verhältnis V $\eta_{LI}(LU,LU)/\eta_{RE}(LU,LU)$
	Linker Det. $\eta_{LI}(LU,LU)$	Rechter Det. $\eta_{RE}(LU,LU)$	Beide Detektoren	
Torsophantom (Overlay B4)	1,18E-02	1,87E-02	3,05E-02	6,31E-01
MEET Man angepasst	1,62E-02	1,81E-02	3,43E-02	8,95E-01

Tab. 4-19: Wirkungsgrad der NaI(Tl)-Kristalle der Phoswich-Detektoren in Lungenmessposition für Am-241 in der Lunge: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Kalibriermessungen mit dem Torsophantom (Overlay B4) und der Simulation mit dem angepassten MEET Man

Messposition	Wirkungsgrad (Imp/Zerfall)	
	USTUR Phantom	MEET Man angepasst
Knie	7,5 E-03	5,4 E-03
Leber	1,5 E-03	3,0 E-03
Lunge	2,3 E-03	5,0 E-03

Tab. 4-20: Gesamtwirkungsgrad der NaI(Tl)-Kristalle beider Phoswich-Detektoren in verschiedenen Messpositionen für Am-241 im Skelett: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Kalibriermessungen mit dem USTUR Phantom und der Simulation mit dem angepassten MEET Man

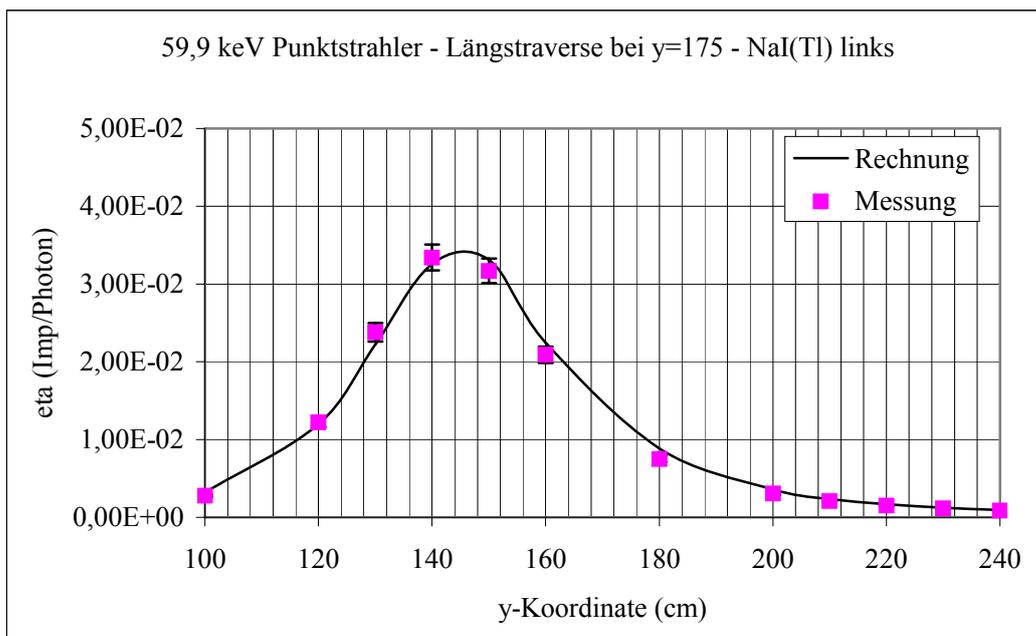


Abb. 4-24: Längstraverse des Wirkungsgrads des NaI(Tl)-Kristalls des linken Phoswich-Detektors für die 59,5 keV γ -Strahlung von Am-241-Punktstrahlern

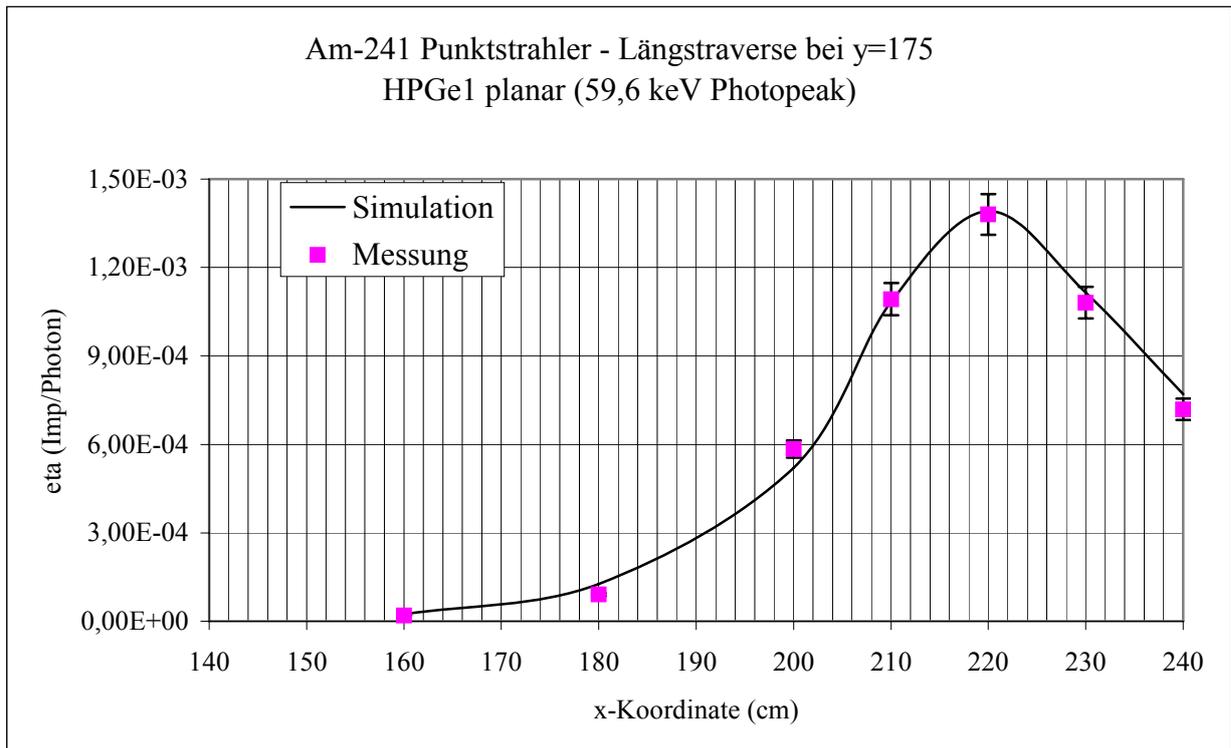


Abb. 4-25: Längstraverse des Wirkungsgrads des planaren Kristalls des Detektors HPGe1 für die 59,5 keV γ -Strahlung von Am-241-Punktstrahlern

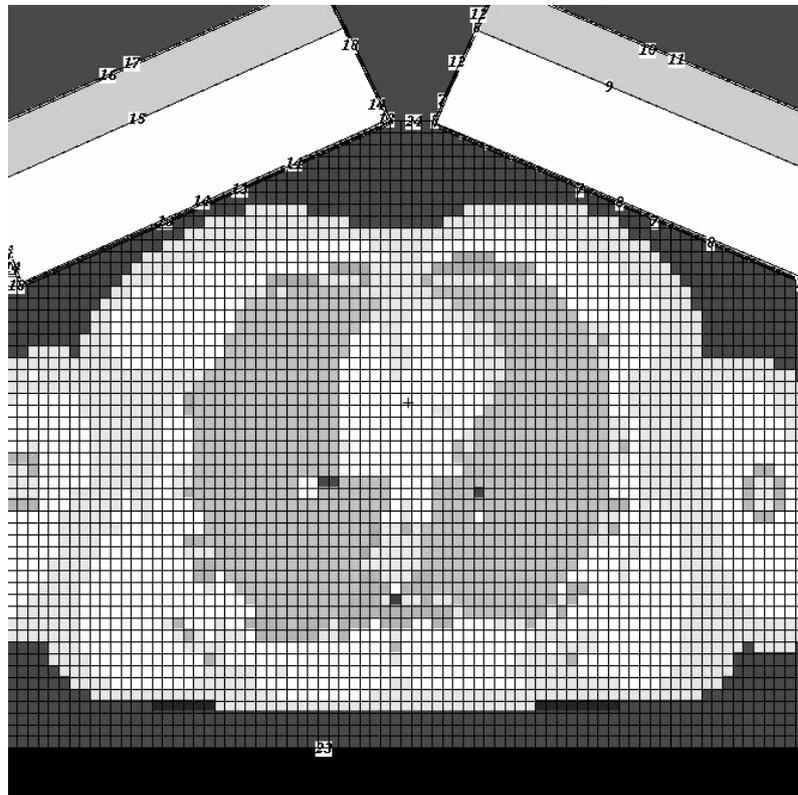


Abb. 4-26: Positionierung der Phoswich-Detektoren des Teilkörperzählers über dem Thorax des Voxel-Phantoms in Lungen-Messposition

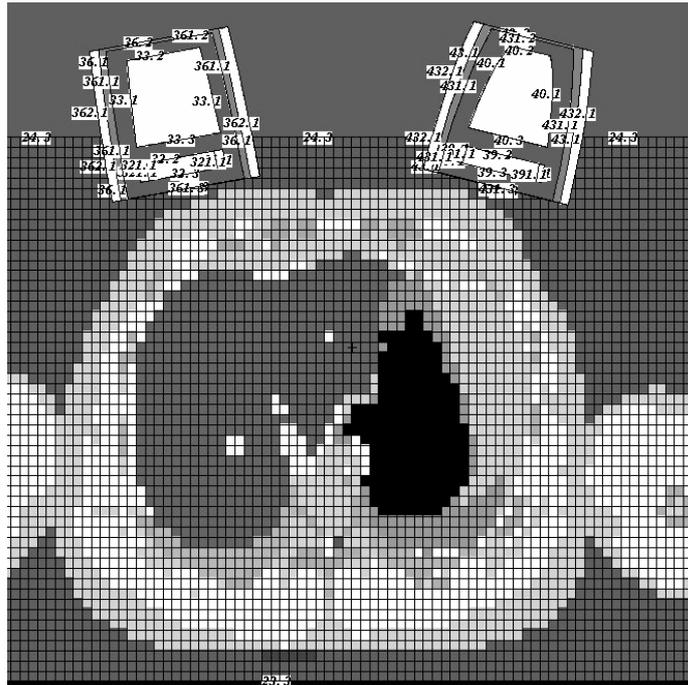


Abb. 4-27: Positionierung der HPGe-Detektoren des Teilkörperzählers über dem Thorax des Voxel-Phantoms in Lungen/Leber-Messposition

4.12.5 Radonerhebungsmessungen in Wasserwerken in Baden-Württemberg

S. Ugi, B. Burgkhardt, S. Nagels

Die Inhalation kurzlebiger Radon-Zerfallsprodukte gilt als eine nicht vernachlässigbare Quelle für Lungenkrebs in der Bevölkerung, wie zahlreiche epidemiologische Untersuchungen gezeigt haben. Zur Quantifizierung der Höhe der Radonkonzentration wurden von verschiedenen Institutionen umfangreiche Untersuchungen in Häusern durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere bei "höheren" Konzentrationen die Hauptquelle die Radonkonzentration in der Bodenluft ist. In der Folge wurde eine Bodenluftkarte für Deutschland erarbeitet, die u. a. dazu dienen sollte, Gebiete mit zu erwartenden "höheren" Radonkonzentrationen zu identifizieren, was für Wohnhäuser mit einigen Abstrichen auch gelang. Die Inhalation kurzlebiger Radon-Zerfallsprodukte ist eine wesentliche Quelle auch für eine berufliche Strahlenexposition z. B. in Wasserwerken. Ein Rückschluss auf die zu erwartende berufliche Exposition in Wasserwerken aus der Konzentration in Bodenluft (z. B. Vorhaben "Radon in Häusern" oder aus dem Vorhaben "Radon in Trinkwasser") hat sich als nicht möglich erwiesen, was u. a. auf weitaus größere zurückgelegte Wegstrecken des geförderten radonhaltigen Wassers zurückzuführen ist. Während Radon in Häusern von der bodennahen Geologie (z. B. Granit im Südschwarzwald) abhängt, spielen bei der Radonkonzentration in Trinkwasser vor allem geologische Aspekte des Wassergewinnungshorizontes eine Rolle (Gneis im süddeutschen Schichtstufenland). Bei Radon in Wasserwerken kommen zusätzlich noch bauliche und geologische Aspekte (z. B. der Belüftungsanlagen, Auslegung der Gebäude) zum Tragen.

In Baden-Württemberg werden derzeit ca. 350 Wasserwerke mit ca. 3.500 Trinkwassergewinnungsstellen betrieben. Aus Voruntersuchungen ist bekannt, dass auch in Baden-Württemberg Anlagen existieren, deren Mitarbeiter erhöhten Strahlenexpositionen durch Radon ausgesetzt sein können. Dabei wurde deutlich, dass es auch keine verlässlichen Anhaltspunkte für eine Prognose z. B. aufgrund des jeweils vorherrschenden Untergrunds oder der Wassergewinnung aus Quellen oder Tiefbrunnen gibt.

Ende 2005 wurde ein 18-monatiges Vorhaben begonnen, um möglichst flächendeckend Betreiber von Wasserwerken zu informieren, in Form von arbeitsbegleitenden Messungen in Baden-Württemberg einen Überblick über die tatsächliche Strahlenexposition von Mitarbeitern zu gewinnen und, sofern erforderlich und möglich, Vorschläge für einfache aber wirkungsvolle Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenexposition zu machen. Dieses Vorhaben wird über den Projektträger BW-Plus im Auftrag des Landes Baden-Württemberg finanziert und schließt an frühere Arbeiten der Hauptabteilung Sicherheit zu diesem Thema an.

4.12.6 Optimierung einer aktiven Abschirmung für die Gammaskpektrometrie S. Ledermann, Chr. Wilhelm

Die Low-Level-Gammaskpektrometrie ist ein Teilgebiet der Gammaskpektrometrie, die sich mit der Messung von sehr geringen Probenaktivitäten beschäftigt. Das praktische Anwendungsgebiet liegt in der routinemäßigen Messung der Spuren gammastrahlender Radionuklide in Lebensmitteln, Umweltproben, Abwässern und im menschlichen Körper zum Zwecke des Strahlenschutzes.

Als Instrument hierfür dient das Germanium-Gammaskpektrometer, welches ein exzellentes Energieauflösungsvermögen und eine gute Nachweiswahrscheinlichkeit für Photonen aufweist und zudem noch relativ einfach zu handhaben wurden. Trotz des hohen Auflösungsvermögens gibt es immer noch relevante Signale, die kaum noch vom Untergrund zu unterscheiden sind.

Das bedeutet, dass im aufgenommenen Spektrum die Nutzsignale von anderen Signalen überlagert werden, die nicht aus der Probe selbst stammen, sondern aus Zerfallsprozessen in der Umgebung oder aus kosmischen Ereignissen, wie in der Abb. 4-28 dargestellt ist.

1. γ -Strahlung aus der Umgebung
2. Kontamination der Materialien des Detektorsystems
3. Radioaktivität aus der Abschirmung
4. Radon und seine Folgeprodukte
5. Kosmische Strahlung
6. Neutronenstrahlung

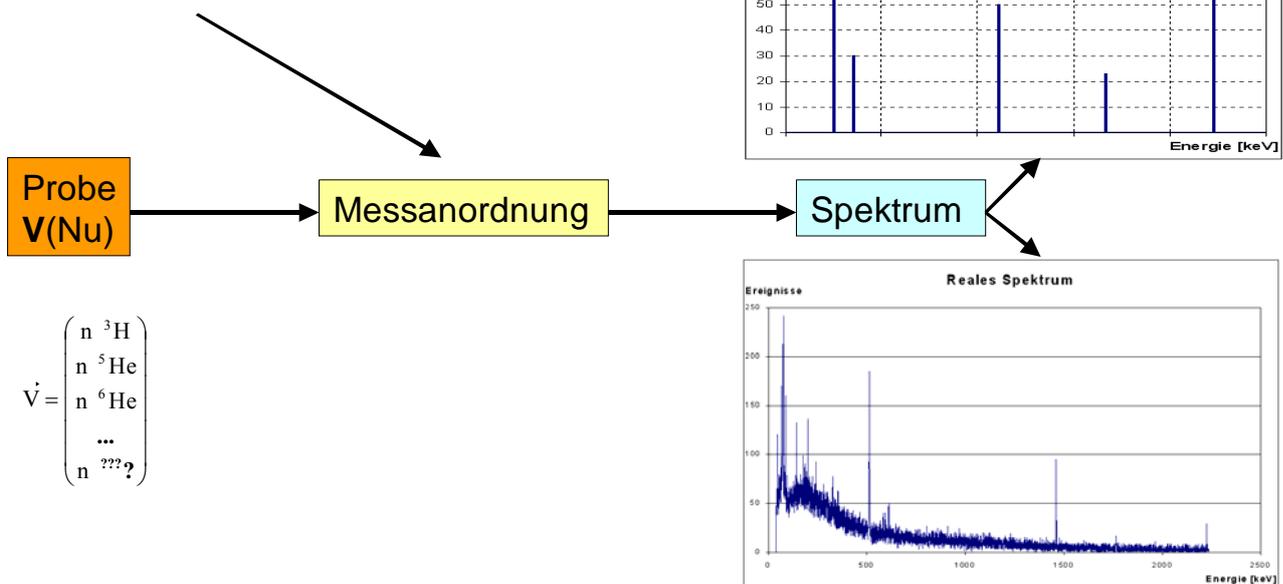


Abb. 4-28: Einflüsse der Untergrundbeiträge auf das Gammaskpektrum

Zu den kosmischen Ereignissen zählen zum einen Vorgänge die in der Sonne stattfinden und zum anderen Supernova-Explosionen, Aktivitäten in Galaxienkernen und Neutronensterne. Beim Eintritt von Teilchen (die aus diesen kosmischen Ereignissen resultieren) in die Erdatmosphäre

entstehen daraus vornehmlich Myonen (die mit Elektronen verwandt sind) und Neutronen. Aufgrund der sehr hohen Energien können diese Myonen und Neutronen eine Reihe von Folgereaktionen nach sich ziehen, die sich dann auch auf das betrachtete Gammaskpektrum auswirken.

Wie schon erwähnt, sieht man dann im Spektrum nicht nur die Aktivität aus der untersuchten Probe, sondern auch z. B. Signale, die in einer Kette von Ereignissen auf eine Supernovaexplosion zurückzuführen sind, die sich vor Millionen von Jahren am anderen Ende der Milchstraße ereignet haben. Damit man relevante Nuklide aus der Probe schon in geringer Konzentration oder kürzerer Messzeit zuverlässig nachweisen kann, ist es unabdingbar, die Untergrundeffekte zu reduzieren. In der Vergangenheit wurde dies bereits realisiert, indem die Messanordnung mit Plastikdetektoren umgeben wurde. Bei Registrierung von hochenergetischen Teilchen durch diese Detektoren wurde ein Signal generiert, dass die Auswertung von Messwerten in einem gewissen Zeitintervall untersagt. Somit konnten Ereignisse ausgeblendet werden, die nicht aus der Probe stammen.

Das Problem war jedoch, dass viele von diesen Ereignissen gar nicht zum Detektor selbst gelangten und auf diese Weise unnötig Totzeit erzeugt wurde.

Im Verlauf dieser Diplomarbeit (Fachhochschule Coburg) wurde die bestehende Messanordnung so konfiguriert, dass nur dann Signale ausgeblendet werden, wenn sie zeitgleich in den umgebenden Plastikdetektoren und im Germaniumdetektor registriert wurden. Die Zahl der Ve-
toimpulse konnte um einen Faktor 55 verringert werden.

Des Weiteren wurden jetzt noch Effekte berücksichtigt, die durch Neutronenreaktionen hervorgerufen wurden, indem die Messanordnung mit einer Schicht aus Paraffin umgeben wurde. Paraffin eignet sich wegen dem hohen Anteil an Wasserstoffatomen sehr gut zum Abbremsen von schnellen Neutronen. Die Abschirmung der Anordnung ist in der nachfolgenden Abb. 4-29 dargestellt.



Abb. 4-29: Messanordnung mit Paraffinblöcken

Durch den Einsatz von Paraffin und der neuen Schaltung lässt sich die Untergrundreduktion von bislang 47,0% auf 48,8% erhöhen. Zukünftige Entwicklungen könnten dahin gehen, die optimale Dicke der Paraffinschicht zu bestimmen und die Zeit des Koinzidenzfensters (gibt an, wie viel Zeitversatz zwischen Signal in den Plastikdetektoren und dem Germaniumdetektor sein darf) anzupassen.

4.12.7 Spätfolgen bei US Ziffernblattmalern nach der Aufnahme von Radium

E. Polig

In den USA wurden ca. 2500 ehemalige Ziffernblattmaler am Argonne National Laboratory und anderen Forschungsinstitutionen untersucht. Die Argonne Studie ist die umfangreichste Untersuchung der Spätfolgen im Menschen verursacht durch die Aufnahme von Radionukliden. Als Alphastrahler wurden die Radiumnuklide (^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra) zu Referenznukliden für die Risikoabschätzung der ebenfalls alpha-strahlenden Aktinide.

Seit 1994 existiert eine publizierte Zusammenfassung aller Ergebnisse der Argonne Studie [30]. Sie enthält neben Ergebnissen auch eine vollständige Liste aller untersuchten Personen mit dazugehörigen epidemiologischen Daten (z. B. Alter, Beschäftigungszeit, Überlebensdauer, pathol. Befund, aufgenommene Aktivität, kumulierte Strahlendosis etc.). Dadurch ist es zum ersten Mal möglich, das Datenmaterial auch nach anderen Gesichtspunkten und mit anderen Methoden zu analysieren, die von den Mitarbeitern des Argonne Projektes nicht in Erwägung gezogen wurden. Insbesondere erscheint es interessant, die Risikoanalyse in der gleichen Weise wie für Beagle Hunde durchzuführen (Jahresbericht 2002) und damit einen direkten Vergleich zwischen Mensch und Versuchstier zu ermöglichen.

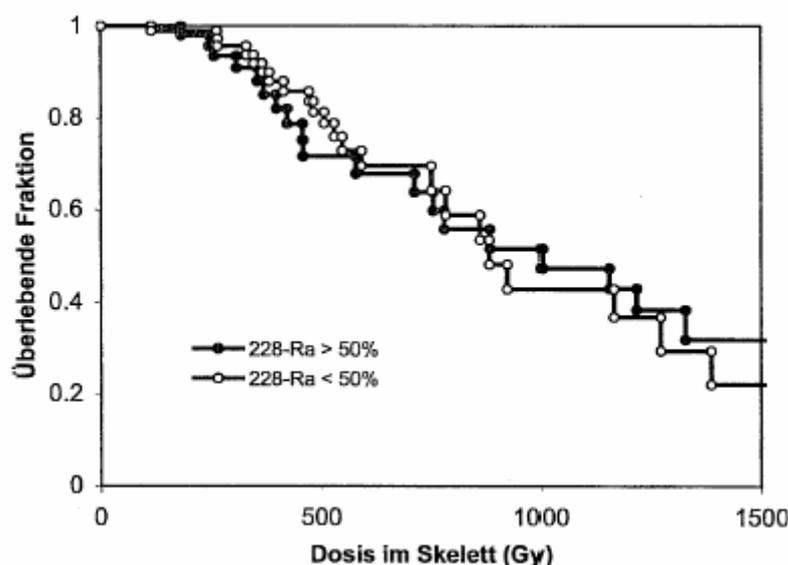


Abb. 4-30: Kaplan-Meier Schätzung der Überlebensfunktion für Personen mit niedrigem und hohem ^{228}Ra Anteil.

Um eine möglichst homogene Ausgangsbasis zu haben wurden für die gegenwärtige Studie nur Ziffernblattmaler ausgewählt. Die Argonne-Studie enthält z. B. auch Chemiker und Laboranten, die Radium bei ihrer beruflichen Tätigkeit aufgenommen haben, oder Patienten, die Radiumpräparate aus medizinischen Gründen verordnet bekamen. Die hier ausgewählten Ziffernblattmaler waren weiblich und begannen ihre Tätigkeit in einem Durchschnittsalter von 19,6 Jahren. Aus den 1575 dokumentierten Fällen wurden 760 Personen mit den höchsten Aktivitätszufuhren ausgewählt. In diesem Personenkreis traten 46 Osteosarkome (Knochenkrebs) und 19 Karzinome (Krebs des Epithelgewebes) in den Nebenhöhlen des Kopfes auf. Die beobachteten Häufigkeiten liegen weit über den Erwartungswerten in einer unbestrahlten Population. Wegen der größeren Zahl der Fälle werden hier lediglich die Risiken für Knochenkrebs (Osteosarkom) betrachtet.

Die Lumineszenzfarbe wurde meistens durch Anspitzen der Pinsel mit Zunge und Lippen durch Ingestion aufgenommen. In der Regel bestand die Farbe aus einem Gemisch von ^{226}Ra und ^{228}Ra , wobei die relativen Anteile stark variierten. ^{228}Ra ist zwar ein β -Strahler, enthält in der

Zerfallskette jedoch einige α -Strahler. Die aufgenommenen Aktivitäten und die Strahlendosen im Skelett wurden deshalb getrennt für beide Isotope bestimmt. In diesem Zusammenhang stellt sich zunächst die Frage ob, bezogen auf die Strahlendosis im Skelett, beide Isotope gleich wirksam bei der Entstehung von Osteosarkomen sind. Eine Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit als Funktion der kumulativen Strahlendosis nach Kaplan-Meier ist in Abb. 4-30 dargestellt.

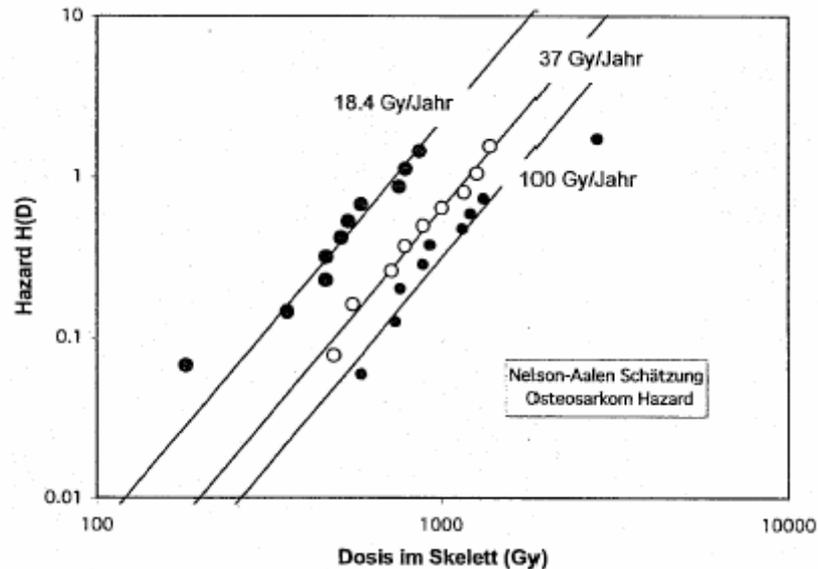


Abb. 4-31: Schätzung der Hazard-Funktion für Osteosarkome im Skelett. Gruppierung nach mittlerer Dosisleistung

Dazu wurden alle Personen mit den höchsten mittleren Dosisleistungen bis hinunter zur geringsten Dosisleistung bei der noch ein Osteosarkom auftrat in zwei Gruppen eingeteilt. Bei einer Gruppe war der Beitrag von ^{228}Ra zur Skelettdosis größer als 50% (53 Personen, Mittel: 80%), bei der anderen Gruppe kleiner als 50% (95 Personen, Mittel: 7.4%). Der Vergleich der beiden Überlebenskurven mit fünf verschiedenen Testverfahren ergab Wahrscheinlichkeiten zwischen 0.59 (Breslow-Gehan-Wilcoxon) und 0.99 (Mantel-Cox) dass die beobachteten Unterschiede zufällig und damit nicht signifikant sind. Für die weitere Analyse ist es deshalb möglich, nur die Summe beider Strahlendosen zu betrachten.

Das Risikomodell besteht, wie bei der Analyse der Beagle-Daten darin, einen empirischen Zusammenhang zwischen dem Hazard des betrachteten Spät-effektes (Osteosarkom) und der kumulativen Strahlendosis im Skelett zu finden. Die Methode unterscheidet sich von den bisher in der Literatur dargestellten dadurch, dass sie die volle Information der Überlebensdaten ausnützt - z. B. auch die zeitliche Entwicklung der Spätfolgen - und keinerlei a priori-Annahmen über die Form der Dosis-Effektbeziehung macht (z. B. linear, linear-quadratisch etc.). Hazard $H(D)$ ist definiert als der negative natürliche Logarithmus der Überlebenskurve $S(D)$ ($H(D) = -\ln S(D)$).

Wie bereits bei der Analyse der Beagle-Daten festgestellt wurde, muss mit einer Abhängigkeit der Hazardfunktion von der Dosisleistung gerechnet werden. Die Individuen wurden deshalb in fünf Gruppen mit mittleren Dosisleistungen von 4.3, 9.7, 18.4, 37 und 100 Gy/Jahr eingeteilt. Abb. 4-31 zeigt die Hazardfunktion für die drei Gruppen mit den höchsten Dosisleistungen. Die Kurven können in doppelt-logarithmischem Maßstab gut durch Geraden approximiert werden. Das bedeutet, dass die Hazardfunktion einer Weibull-Verteilung entspricht.

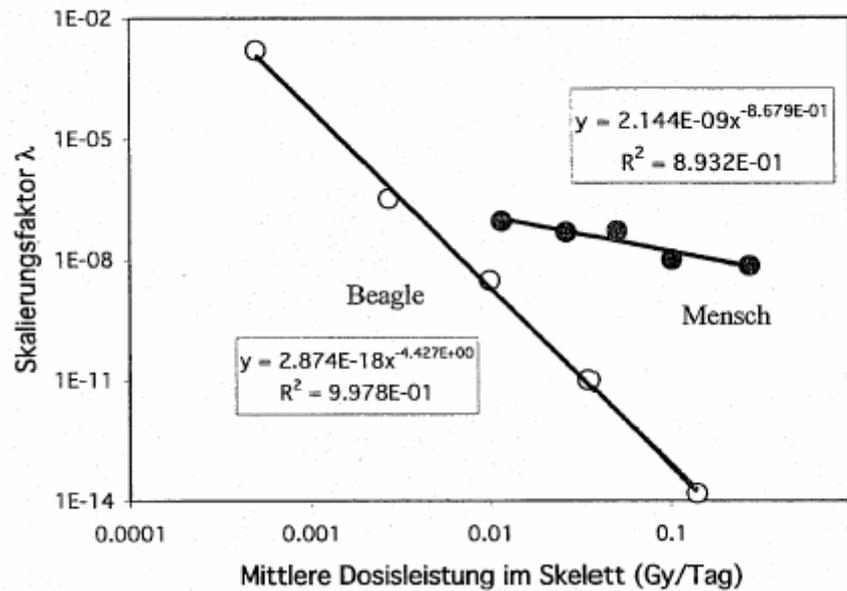


Abb. 4-32: Skalierungsfaktor der Weibull-Verteilung für das Osteosarkom-Hazard in Abhängigkeit von der Dosisleistung. Vergleich Mensch-Beagle.

$$H(D) = \lambda(\dot{D})D^\gamma \quad (1)$$

Der Parameter γ entspricht der Steigung. Er hat für alle Gruppen annähernd den gleichen Wert und wurde deshalb als $\gamma = 2.55$ festgelegt. Der Skalierungsfaktor λ ist wie bei den Beagles abhängig von der Dosisleistung im Sinne einer Erhöhung des Hazards für gleiche Dosis aber geringerer Dosisleistung (inverser Dosisleistungseffekt). Der entscheidende Schritt bei der Extrapolation zu kleinen Dosen besteht darin, die Abhängigkeit des Skalierungsfaktors von der Dosisleistung empirisch durch eine möglichst einfache Funktion zu beschreiben, und diese dann mutig in den Bereich sehr kleiner Dosisleistungen fortzusetzen. Eine Regressionsanalyse ergab, dass, wie bei den Beagle-Hunden, der Skalierungsfaktor durch eine Potenzfunktion mit den angegebenen Parametern approximiert werden kann.

$$\lambda = \alpha \dot{D}^\beta ; \alpha = 2.14 \times 10^{-9} \quad \beta = -0.868 \quad r^2 = 0.893 \quad (2)$$

Wie Abb. 4-32 zeigt ist die Abhängigkeit des Skalierungsfaktors von der Dosisleistung beim Menschen geringer als beim Beagle. Der inverse Dosisleistungseffekt ist beim Menschen sehr viel weniger ausgeprägt als beim Beagle. Aus (1) und (2) ergeben sich nach einigen Umformungen

$$\begin{aligned} H(D,t) &= \alpha t^{-\beta} D^{\beta+\gamma} (t) \\ h(D,t) &= \alpha \gamma t^{-\beta-1} D^{\beta+\gamma} (t) \end{aligned} \quad (3)$$

h ist die Hazard-Rate ($h = dH/dt$).

Für die praktische Anwendung ist es vorteilhaft, die obigen Hazard-Funktionen nur in Abhängigkeit von der Zeit auszudrücken. Dazu ist die Zeitabhängigkeit der Dosis $D(t)$ nötig:

$$D(t) = cA \int_0^t R_{skel}(\tau) d\tau ; c = \begin{cases} 2.18 \times 10^{-8} \text{ Gyd}^{-1} \text{ Bq}^{-1} & \text{weiblich} \\ 1.62 \times 10^{-8} \text{ Gyd}^{-1} \text{ Bq}^{-1} & \text{männlich} \end{cases} \quad (4)$$

R_{skel} ist der Bruchteil der aufgenommenen Aktivität (A) von ^{226}Ra im Skelett. Der Faktor c ist unter der Annahme von 35% ^{222}Rn -Retention berechnet. Er ist unterschiedlich für weibliche und männliche Individuen wegen der verschiedenen Skelettmassen (7,8 kg, 10,5 kg).

$R(t)$ ist im Allgemeinen eine Matrizenfunktion des zugrundeliegenden biokinetischen Systems und deshalb zu unhandlich und komplex für die numerische Integration. Es ist jedoch möglich, das obige Integral durch eine Summe von drei Exponentialtermen mit ausreichender Genauigkeit zu approximieren:

$$\int_0^t R_{skel}(\tau) d\tau = G(t) \approx \sum_{i=1}^3 a_i (1 - e^{-b_i t}) \quad (5)$$

Man kann zeigen, dass der Bruchteil der Individuen f_{bt} , die ein Osteosarkom entwickeln, sich mit

$$f_{bt}(t) = \int_0^t h(\tau) S(\tau) d\tau \quad (6)$$

abschätzen lässt. Dabei ist $S(t)$ die Überlebenskurve, die alle anderen Lebensrisiken (natürliche und strahleninduzierte) erfasst. Es wird dabei angenommen, dass die Entstehung von Knochenkrebs und alle konkurrierenden Risiken im wahrscheinlichkeitstheoretischen Sinne unabhängig sind. Für praktisch relevante Aktivitätsmengen (A) kann $S(t)$ der Überlebenswahrscheinlichkeit $S_c(t)$ für eine normale Population gleichgesetzt werden. $S_c(t)$ für den Menschen wird durch die sogen. Gompertz-Makeham Funktion beschrieben:

$$S_c(t) = \exp\left(-\kappa t + \frac{\theta}{\mu}(1 - e^{-\mu t})\right); \kappa = 0.00484; \theta = 4.72 \times 10^{-4}; \mu = 0.0925 \quad (7)$$

Frauen geboren 1910 in USA, 20 Jahre alt.

Die Gompertz-Makeham Funktion, die normalerweise für Neugeborene bestimmt wird, musste hier allerdings auf die Restlebensdauer für 20-jährige, entsprechend dem durchschnittlichen Alter der Ziffernblattmaler umgerechnet werden. Einsetzen von (3), (4) und (5) in (6) und Berücksichtigung von $0 \leq S \leq S_c$ ergibt

$$f_{bt}(t) \leq \alpha \gamma c^{\beta+\gamma} A^{\beta+\gamma} \int_0^t \tau^{-\beta-1} G^{\beta+\gamma}(\tau) S_c(\tau) d\tau \quad (8)$$

Die maximale Fraktion mit Osteosarkomen ergibt sich nach $t \rightarrow \infty$. Für die praktische Berechnung reicht es jedoch aus, für die obere Grenze z. B. $t = 100$ Jahre zu wählen. Auch ohne detaillierte Auswertung von (8) kann eine allgemeine Aussage zur Abhängigkeit des Effektes von der aufgenommenen Aktivität gemacht werden:

$$f_{bt} \propto A^{\beta+\gamma}; \beta + \gamma = 1.68 \quad (9)$$

Der Effekt ist mit einer Potenz von 1.68 von der aufgenommenen Aktivität abhängig. Diese Beziehung gilt für Aktivitäten die so klein sind, dass die Überlebenskurve der kontaminierten Population nicht wesentlich von der einer Kontrollpopulation abweicht ($S \approx S_c$). Nur dann ist das obige Integral unabhängig von A .

Die Autoren der Argonne-Studie testeten linear-quadratische Dosis-Effekt Modelle und fanden dass eine quadratische Abhängigkeit am besten die damals (1982) verfügbaren Daten beschrieb. Für ^{226}Ra in Beagles ergab sich die Potenz $\beta + \gamma = 1.87$. Möglicherweise sind die Werte für Mensch und Beagle statistisch nicht signifikant verschieden. Dies wird eine geplante genauere Untersuchung ergeben.

Das Risikomodell in (8) erlaubt sehr viel weitergehende Aussagen als die empirischen Modelle der Argonne-Studie, da damit auch das zeitliche Auftreten der Osteosarkome, Latenzzeiten usw. vorhergesagt werden können. Weiterhin ist es möglich, die Abhängigkeit des Effektes vom Alter der kontaminierten Person zu berechnen.

Die in der Argonne-Studie gewählten statistischen Methoden erfordern eine Gruppierung der Personen nach Klassen der aufgenommenen Aktivität oder Skelettdosis. Die Autoren selbst weisen auf die Beeinflussung der Ergebnisse durch die gewählte Gruppierungsstrategie hin. Bei der Weiterführung der gegenwärtigen Studie ist deshalb geplant, eine Maximum-Likelihood-Methode zur Schätzung der Parameter anzuwenden, die keine Gruppierung der Individuen erfordert.

5 Umweltschutz

5.1 Betriebsbeauftragte

J. Brand, K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist durch die Rechtsvorschriften zum betrieblichen Umweltschutz zur Bestellung eines Betriebsbeauftragten für Abfall, für Gewässerschutz, für Immissionsschutz, sowie eines Gefahrgutbeauftragten verpflichtet. Die sich daraus ergebenden Aufgaben wurden im Berichtsjahr durch zwei Mitarbeiter in der Abteilung „Technisch administrative Beratung und Genehmigungen“ wahrgenommen. Jeweils in Personalunion erfüllen der Gefahrgut- und Abfallbeauftragte sowie der Gewässerschutz- und Immissionsschutzbeauftragte die gesetzlichen Pflichten, die sich insbesondere aus dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW /AbfG), der Gefahrgutbeauftragtenverordnung (GbV), dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) ergeben. Die Beauftragten sind organisatorisch in der Hauptabteilung Sicherheit (HS) verankert, so dass insbesondere der rechtlichen Forderung nach Zusammenarbeit im Arbeits- und Umweltschutzbereich Rechnung getragen wird. Darüber hinaus sind die Umweltschutzbeauftragten in genehmigungsrelevante Vorhaben des Forschungszentrums eingebunden.

Die gesetzlichen Aufgaben der Betriebsbeauftragten im Umweltschutz sind vorwiegend Beratung, Kontrolle und Überwachung, Information und Dokumentation. Zusätzlich werden von den Umweltschutzbeauftragten die wiederkehrenden Prüfungen innerhalb des Zentrums überwacht sowie Aufgaben im Hinblick auf die Umsetzung der chemikalienrechtlichen Anforderungen, insbesondere der Gefahrstoffverordnung wahrgenommen.

5.1.1 Beförderung gefährlicher Güter und Gefahrgutumschlag

J. Brand

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist an der Beförderung gefährlicher Güter in mehrfacher Hinsicht beteiligt. In diesem Zusammenhang sind vor allem die gesetzlichen Pflichten für die Transportvorbereitung (als Auftraggeber, Absender bzw. Versender, Verpacker, Befüller und Verladender) und für die Transportnachbereitung (Empfänger) wahrzunehmen. Die Beförderungen finden im Straßen-, Schienen- und im Luftverkehr, gelegentlich auch im Seeverkehr statt. Regelmäßig werden gefährlicher Güter fast aller Klassen⁵ versendet und empfangen, mit Ausnahme von Explosivstoffen (Klasse 1) und von ansteckungsgefährlichen Stoffen (Klasse 6.2).

Aus praktischen Gründen lassen sich die Aufgaben des Forschungszentrums im Zusammenhang mit der Gefahrgutbeförderung in den Umschlag radioaktiver Gefahrgüter der Klasse 7 und den

⁵ Gefahrgüter werden nach der Art ihrer Gefährlichkeit in 9 Klassen eingeteilt. Diese Gefahrgutklassen sind verkehrsträgerübergreifend weitgehend harmonisiert und in den jeweiligen verkehrsträgerspezifischen Vorschriften beschrieben, z.B. in Teil 2 des ADR bzw. RID für den Straßen- bzw. Schienenverkehr, in Abschnitt 3 der ICAO-TI und IATA-DGR für den Luftverkehr und in Teil 2 des IMDG-Codes für den Seeverkehr.

Umschlag sonstiger nicht-radioaktiver Gefahrgüter unterteilen. Die Beförderung von Gütern der Klasse 7 ist aufgrund der besonderen Eigenschaft radioaktiver Stoffe und die Überschneidung der umgangs- und transportrechtlichen Anforderungen an besondere technische und organisatorische Voraussetzungen geknüpft. In erster Linie sind davon die materiellen Verpackungs- und Versandanforderungen betroffen. Darüber hinaus erfordert die Vorbereitung und Nachbereitung einer Radioaktivbeförderung die enge Zusammenarbeit von Versand-, Verlade- bzw. Empfangspersonal mit dem Personal des operativen Strahlenschutzes.

Aufgrund des Umfangs und der erheblichen Änderungsdynamik der gefahrgutrechtlichen Vorschriften wurden im Forschungszentrum alle Tätigkeiten, die mit der Beförderung gefährlicher Güter zusammenhängen, auf wenige ausgewiesene Organisationseinheiten bzw. Abteilungen konzentriert. Dies ist nicht zuletzt aufgrund der hohen rechtlichen und sicherheitstechnischen Anforderungen und der notwendigen umfangreichen Fachkenntnisse des am Gefahrguttransport beteiligten Personals sowie dem damit verbundenen Informations- und Schulungsbedarf sinnvoll. Darüber hinaus werden die wissenschaftlich tätigen Mitarbeiter in den Instituten von der Anwendung der komplexen Gefahrgutvorschriften – allein das internationale Regelwerk für den Straßenverkehr ADR hat einen Umfang rund 1000 Seiten Papier – weitgehend entlastet.

Die Abfertigung aller Sendungen von radioaktiven Gefahrgütern der Klasse 7 wird durch die Beförderungsleitstelle der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) wahrgenommen. Die Beförderungsleitstelle organisiert und koordiniert die Versandvorbereitungen und stellt die Einhaltung der das Forschungszentrum betreffenden Pflichten der Gefahrgutvorschriften sicher. Alle Organisationseinheiten, die radioaktive Stoffe versenden wollen, sind angewiesen, dies über die Beförderungsleitstelle der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe durchzuführen. Hierzu liegen verbindlich anzuwendende Verfahrensanweisungen vor.

Für Beförderungen radioaktiver Stoffe, die vom Forschungszentrum ausgehen, werden zuverlässige Transportunternehmen mit – sofern erforderlich – entsprechender Beförderungsgenehmigung beauftragt. Insgesamt wurden von der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) für das Forschungszentrum 57 und für eigene Zwecke 110 An- und Abtransporte über die Verkehrsträger Straße und Schiene abgefertigt (teilweise mit anschließendem bzw. vorausgegangenem Lufttransport). Als Transportmittel wurden auf der Straße Lkw, Pkw, Kleintransporter bzw. Container und auf der Schiene Eisenbahnwagen und Container eingesetzt.

Der Transport radioaktiver Stoffe innerhalb des Betriebsgeländes ist durch die interne Transportordnung (ITO) als Bestandteil der Genehmigung des Forschungszentrums nach § 9 Abs. 1 AtG geregelt.

Die Beförderungsvorbereitung und der Versand nicht-radioaktiver Gefahrgüter findet durch die Hauptabteilung Einkauf- und Materialwirtschaft (EKM-MW) statt, während die entsprechenden Tätigkeiten bei gefährlichen, nicht-radioaktiven Abfällen durch die Abfallwirtschaftszentrale (BTI-V) des Forschungszentrums wahrgenommen werden. Der Empfang von gefährlichen Gütern erfolgt über den Wareneingang beim Chemikalienlager. Von dort werden die Güter in den Originalverpackungen unterschiedlicher Größe innerbetrieblich weitertransportiert und verteilt. Eingehende Tanktransporte und Anlieferungen von Druckgasflaschen bedienen direkt die Entladeeinrichtungen bei den Organisationseinheiten.

Im Berichtsjahr wurden rund 235 Antransporte von Gasen in Druckbehältern oder Tankfahrzeugen und anschließendem Abtransport von leeren ungereinigten Gefäßen oder Tankfahrzeugen (ebenfalls Gefahrguttransporte) abgewickelt. Hinzu kamen etwa 85 Anlieferungen sowie 13 ausgehende Sendungen von Feinchemikalien und technischen Chemikalien. Heizöl wurde 2005 nicht angeliefert. Über die Abfallwirtschaftszentrale wurden rund 35 Beförderungen von gefährlichen Abfällen (als Gefahrgut) durchgeführt. Insgesamt wurden rund 2000 Mg nichtradioaktiver Gefahrgüter umgeschlagen.

Neben den Beförderungen, die das Forschungszentrum betreffen, finden über das Betriebsgelände am Standort Eggenstein-Leopoldshafen Aus- bzw. Anlieferungen von Gefahrgutsendungen für die stationären Fremdfirmen, insbesondere für das Institut für Transurane (ITU), die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Betriebsgesellschaft mbH (WAK) und die Zyklotron Karlsruhe AG (ZAG) statt.

Im Berichtszeitraum kam es weder zu Unfällen, noch zu sicherheitsrelevanten besonderen Vorkommnissen. Insgesamt wurden nahezu 100 Einzelvorgänge zum Gefahrgutumschlag durch den Gefahrgutbeauftragten kontrolliert. Zumeist formale Mängel wurden bei der Anlieferung bzw. Annahme radioaktiver Stoffe bei der Beförderungsleitstelle bzw. bei nicht-radioaktiven Gefahrgütern bei EKM-MW (Wareneingang) sowie bei der Beförderung gefährlicher Abfälle durch Fremdfirmen festgestellt. Die Mängel wurden jeweils unmittelbar den Verantwortlichen der Hersteller, Lieferanten und Speditionen mit der Maßgabe zur Beseitigung mitgeteilt sowie intern kommuniziert.

Insgesamt gab es wenig Anlass zu Beanstandungen. Allgemein ist ein hohes Sicherheitsniveau festzustellen, das zurückgeführt werden kann auf eine übersichtliche Organisation mit einer klaren Zuweisung der Zuständigkeiten, die intensive Beratungstätigkeit und Informationsvermittlung, sowie eine gewissenhafte Zusammenarbeit der Verantwortlichen (beauftragten Personen) und der ausführenden Mitarbeiter mit dem Gefahrgutbeauftragten.

Die ein- und ausgehenden Beförderungen gefährlicher Güter werden durch die beauftragten Personen und deren Mitarbeiter anhand von Checklisten überprüft. Teilweise umfassen die Checklisten auch Kontrollpunkte, die nicht nur den rechtlichen Pflichten und Kontrollvorgaben genügen, sondern über die spezifischen Absender- oder Verladepflichten hinausgehen. Auch im Berichtszeitraum wurden die Dokumente und Kontrolllisten für die Annahme und den Abtransport radioaktiver Stoffe sowie für nicht-radioaktive Gefahrgüter weiter angepasst.

Die Aufbauorganisation zur Beteiligung des Forschungszentrums an der Beförderung gefährlicher Güter sowie die festgelegten Abläufe werden regelmäßig im Jahresbericht des Gefahrgutbeauftragten dokumentiert. Die Ablauforganisation ist überwiegend in Arbeits- und Verfahrensanweisungen festgeschrieben. Soweit keine besonderen Verfahrens- und Arbeitsanweisungen zur Gefahrgutbeförderung existieren, ist die Organisation in Strahlenschutz- bzw. sonstigen Arbeitsanweisungen eingearbeitet.

Auf Grund der sich permanent ändernden Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter im Straßen-, Schienen- und Luftverkehr verfolgt der Gefahrgutbeauftragte eine intensive Beratungs-, Informations- und Schulungstätigkeit. Aufgrund der erneuten Änderungen von relevanten Vorschriften wurden im Berichtszeitraum alle am Gefahrgutumschlag beteiligten Mitarbeiter der Abfallwirtschaftszentrale (BTI-V-ES), von EKM, HS-ÜM sowie der HDB tätigkeitsbezogen geschult und auf die künftigen gefahrgutrechtlichen Anforderungen vorbereitet.

Die ständigen Änderungen und Neuerungen der Regelungen zum Gefahrguttransport werden auch künftig eine intensive Informationsvermittlung und Beratung erfordern. Das Ziel ist dabei nach wie vor, bei allen am Gefahrgutumschlag beteiligten Mitarbeitern ein hohes Maß an Fachwissen und darüber hinaus einen Diskussionsrahmen für auftretende Fragestellungen aller Art im Zusammenhang mit dem Gefahrgutumschlag zu gewährleisten.

5.1.2 Kreislaufwirtschaft und Abfallbeseitigung

J. Brand

Der Vollzug und die Umsetzung der Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) sowie des nach wie vor expandierenden untergesetzlichen Regelwerkes standen weiterhin im Vordergrund der Tätigkeiten zur Abfallwirtschaft. Von besonderer Bedeutung waren hierbei

- die Abgrenzungsproblematik Abfall und Produkt sowie Verwertung und Beseitigung,
- die Abfallbestimmung nach der europäischen Abfallnomenklatur und der Abfallverzeichnisverordnung,
- die Verfolgung der Entsorgungswege, auch für Abfälle, die von Lieferanten auf Grund einer Rücknahmeverordnung oder auf freiwilliger Basis zurückgenommen werden,
- die verwaltungstechnischen Abläufe zu den Nachweisverfahren insbesondere zum Verbleib der besonders überwachungsbedürftigen Abfälle sowie
- die Umsetzung der neueren abfallspezifischen Rechtsvorschriften.

Die Organisation der Kreislauf- und Abfallwirtschaft des Forschungszentrums, mit der Übertragung nahezu aller abfallrechtlich geforderten Pflichten und der damit zusammenhängenden Aufgaben und auf die Abfallwirtschaftszentrale (Bereich Technische Infrastruktur – Ver- und Entsorgung – BTI-V-ES), hat sich hierbei erneut in besonderer Weise bewährt. Das dort beschäftigte, fachkundige Personal bewältigt die gestellten Aufgaben, nicht zuletzt auch auf Grund der verstärkten Zusammenarbeit mit dem Betriebsbeauftragten für Abfall, effektiv und ökonomisch. Die zentrale Abwicklung aller Entsorgungsmaßnahmen durch die Mitarbeiter der Abfallwirtschaftszentrale vereinfacht die innerbetrieblichen Abläufe erheblich. Gleichzeitig bleibt der innerbetriebliche Aufwand für die Abfallentsorgung trotz zunehmender rechtlicher Anforderungen auf das notwendige Maß beschränkt. Nicht zuletzt dient die Fokussierung der abfallrechtlichen Pflichten des Forschungszentrums auf eine Organisationseinheit der notwendigen Rechtssicherheit im Bereich unserer betrieblichen Abfallwirtschaft. Die Art und Menge der im Berichtszeitraum entsorgten nicht-radioaktiven Abfälle des Forschungszentrums sind nach den Entsorgungsarten Beseitigung und Verwertung in nachstehenden Tabellen aufgeführt.

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen (Kläwerk-Chemieschlamm)	06 05 03 (üb)	9,550
Andere Reaktions- und Destillationsrückstände (lösliche Salze, für Untertagedeponie)	07 06 08 (bü)	2,323
Wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (sonstige Konzentrate und Halbkonzentrate)	07 07 01 (bü)	2,380
Andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (halogenfreie Lösungsmittel)	07 07 04 (bü)	4,447
Tonerabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 03 17 fallen (Verbrauchter Toner)	08 03 18 (üb)	0,400
Saure Beizlösungen (Säuregemische)	11 01 05 (bü)	1,609
Isolier- und Wärmeübertragungsöle, die PCB enthalten (PCB-haltiges Transformatorenöl, Rückstände aus thermischen Versuchen)	13 03 01 (bü)	3,957
Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfiler a.n.g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (mit Chemikalien verunreinigte Betriebsmittel)	15 02 02 (bü)	2,780

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Gebrauchte anorganische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten (Laborchemikalien anorganisch)	16 05 07 (bü)	2,166
Gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten (Laborchemikalien organisch)	16 05 08 (bü)	0,979
Asbesthaltige Baustoffe	17 06 05 (bü)	10,200
Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält (Flugaschen, Filterstäube)	19 01 13 (bü)	36,040
Gemischte Siedlungsabfälle (hausmüllähnliche Gewerbeabfälle)	20 03 01 (üb)	324,461
Summe		401,292

(bü) besonders überwachungsbedürftige Abfälle; (üb) überwachungsbedürftige Abfälle

Tab. 5-1: Abfälle zur Beseitigung 2005

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung (Fettabscheiderinhalte)	02 02 04 (üb)	41,880
Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 01 04 fallen (Sägespäne)	03 01 05 (nü)	2,180
Quecksilberhaltige Abfälle	06 04 04 (bü)	0,280
Halogenorganische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	07 01 03 (bü)	5,300
Andere Reaktions- und Destillationsrückstände	07 02 08 (bü)	3,506
Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten (Altfarben, Altlacke)	08 01 11 (bü)	2,200
Tonerabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 03 17 fallen (Tonerkartuschen)	08 03 18 (nü)	1,940
Entwickler und Aktivatorlösungen auf Wasserbasis	09 01 01 (bü)	1,660
Fixierbäder	09 01 04 (bü)	0,750
Filme und fotografische Papiere, die Silber oder Silberverbindungen enthalten (Filmabfälle)	09 01 07 (nü)	0,094
Halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen (Bohr- und Schleifölemulsionen)	12 01 09 (bü)	11,860
Nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis (Altöl, mineralisch)	13 02 05 (bü)	19,220
Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern (Öl- und Benzinabscheiderinhalte)	13 05 02 (bü)	6,000

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Schlämme aus Einlaufschächten (Sandfangrückstände)	13 05 03 (bü)	12,000
Fluorchlorkohlenwasserstoffe, H-FCKW, H-FKW (Druckgasbehälter)	14 06 01 (bü)	0,012
Fluorchlorkohlenwasserstoffe, H-FCKW, H-FKW (Kältemittel, freiwillige Herstellerrücknahme)	14 06 01 (bü)	0,004
Verpackungen aus Metall (Leergebinde)	15 01 04 (nü)	1,180
Gemischte Verpackungen („Grüner Punkt“)	15 01 06 (nü)	26,160
Gemischte Verpackungen (Styropor)	15 01 06 (nü)	0,065
Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Druckgaspackungen)	15 01 10 (bü)	0,320
Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Metallbehälter, ohne Druckgaspackungen)	15 01 10 (bü)	0,300
Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Kunststoffbehälter)	15 01 10 (bü)	2,040
Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a.n.g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (mit Öl verunreinigte Betriebsmittel)	15 02 02 (bü)	7,940
Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a.n.g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (mit Chemikalien verunreinigte Betriebsmittel)	15 02 02 (bü)	3,578
Altreifen (Altreifen)	16 01 03 (üb)	4,480
Bremsflüssigkeiten	16 01 13 (bü)	0,300
Frostschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten	16 01 14 (bü)	2,100
Frostschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten (Betriebsmittel für Abwasserbehandlungsanlage)	16 01 14 (bü)	4,612
Gebrauchte Geräte, die teil- und vollhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten (Kühlschränke)	16 02 11 (bü)	0,050
Gebrauchte Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 02 09 bis 16 02 13 fallen (Großgeräte)	16 02 14 (nü)	13,823
Gebrauchte Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 02 09 bis 16 02 13 fallen (Elektronikschrott)	16 02 14 (nü)	39,825
Gefährliche Stoffe enthaltende Gase in Druckbehältern (einschließlich Halonen)	16 05 04 (bü)	0,046

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Laborchemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten, einschließlich Gemische von Laborchemikalien (Schnelltest-Chemikaliensätze)	16 05 06 (bü)	0,050
Bleibatterien (Bleiakkumulatoren)	16 06 01 (bü)	11,880
Ni-Cd-Batterien	16 06 02 (bü)	0,100
Alkalibatterien (außer 16 06 03) (Trockenbatterien)	16 06 04 (nü)	3,460
Getrennt gesammelte Elektrolyte aus Batterien und Akkumulatoren (Säuren und Laugen aus Batterien)	16 06 06 (bü)	1,580
Beton (Bauschutt)	17 01 01 (nü)	3360,410
Glas (Fensterglas)	17 02 02 (nü)	6,020
Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Bleiglas)	17 02 04 (bü)	5,100
Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Holz)	17 02 04 (bü)	18,900
Kohlenteerhaltige Bitumengemische (Asphalt)	17 03 01 (bü)	147,700
Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen (Straßenaufbruch, teerfrei)	17 03 02 (nü)	10,750
Kohlenteer und teerhaltige Produkte (teerhaltige Materialien)	17 03 03 (bü)	43,740
Kabel mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 04 10 fallen (Kupferkabelabfälle)	17 04 11 (nü)	0,620
Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen (Erdaushub)	17 05 04 (nü)	686,180
Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält (Mineralfaserabfälle)	17 06 03 (bü)	35,680
Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen (Leichtbaustoffe)	17 08 02 (nü)	79,960
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen	17 09 04 (nü)	103,790
Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen (Schlacke aus der Hausmüllverbrennung)	19 01 12 (üb)	43,580
Sieb- und Rechenrückstände (Kanal- und Sielabfälle)	19 08 01 (üb)	7,200
Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser (Klärschlamm)	19 08 05 (üb)	118,54
Papier und Pappe (Altpapier)	20 01 01 (nü)	280,590
Papier und Pappe (Datenschutzpapier)	20 01 01 (nü)	51,214
Glas (Gewerbe-, Laborglas)	20 01 02 (nü)	14,760

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	20 01 08 (nü)	35,180
Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle	20 01 21 (bü)	1,673
Gebrauchte Geräte, die Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten (Kühlschränke)	20 01 23 (bü)	1,294
Gebrauchte elektrische und elektronische Geräte, die gefährliche Bauteile enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21 und 20 01 23 fallen (Bildschirme)	20 01 35 (bü)	16,885
Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt	20 01 38 (nü)	115,540
Kunststoffe (Styropor)	20 01 39 (nü)	2,180
Kunststoffe (PE, sortenrein)	20 01 39 (nü)	0,820
Kunststoffe (PVC)	20 01 39 (nü)	17,760
Metalle (Metallschrott)	20 01 40 (nü)	459,989
Kompostierbare Abfälle (Gras- und Sträucher)	20 02 01 (nü)	186,940
Straßenkehricht	20 03 03 (nü)	11,800
Summe		6097,570

(bü) besonders überwachungsbedürftige Abfälle; (üb) überwachungsbedürftige Abfälle; (nü) nicht überwachungsbedürftige Abfälle

Tab. 5-2: Abfälle zur Verwertung 2005

Nach wie vor zeigte sich auch im Berichtszeitraum, dass durch eine gewissenhafte Sortierleistung bei der Abfallerfassung qualitativ hochwertige und wirtschaftliche Verwertungswege eingeschlagen werden können. Die Umsetzung der umfangreichen abfallrechtlichen Anforderungen erforderte im Berichtszeitraum einen hohen Aufwand für den Informationsaustausch und für die Kommunikation mit externen Entsorgern und Behörden.

Die Durchführung des abfallrechtlich vorgeschriebenen Nachweisverfahrens zur Überwachung der Abfallströme im Verbund mit dem Forschungszentrum als Abfallerzeuger, den Beförderern, Entsorgern und Behörden erfolgt routinemäßig und nahezu problemlos. Dies ist nicht zuletzt auch auf die zentrale Zuständigkeit der Sonderabfallagentur (SAA) in Baden-Württemberg für die verwaltungsmäßige Überwachung der Abfallströme zurückzuführen. Kleinere interne Kommunikationsstörungen, insbesondere beim Datenfluss im Zusammenhang mit der Anlieferung von Sonderabfällen bzw. bei der Entsorgung von Filterstäuben zur bzw. von der Verbrennungsanlage THERESA wurden zügig behoben.

Für alle überwachungsbedürftigen und besonders überwachungsbedürftigen Abfälle des Forschungszentrums werden Entsorgungsnachweise bzw. vereinfachte Nachweise geführt. Eine Ausnahme bilden lediglich Abfälle, die bei der Rücknahme ge- bzw. verbrauchter Produkte als besonders überwachungsbedürftige oder überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung oder Beseitigung (z.B. Altbatterien oder Altchemikalien) entsorgt werden. So ist bei einer Rücknahme- oder Rückgabepflicht nach § 24 KrW-/AbfG (z. B. durch BattV) bzw. bei freiwilliger Rücknahme nach § 25 Abs. 2 KrW-/AbfG keine Nachweisführung für den Abfallerzeuger erforderlich. Unabhängig davon wird der Verbleib dieser Abfallströme durch den Abfallbeauftragten überwacht.

Im Berichtszeitraum kam es weder zu Unfällen noch zu Zwischenfällen, bei denen Personen oder die Umwelt im Zusammenhang mit der Sammlung, dem Umschlag und der Entsorgung von Abfällen zu Schaden kamen oder die Abfallentsorgung grob fehlerhaft durchgeführt wurde. Auch waren keinerlei behördliche Beanstandungen oder rechtliche Sanktionen hinzunehmen bzw. abzuwehren.

Die mit der Abfallsatzung 2004 grundlegend geänderten Entsorgungsmodalitäten von gewerblichen Siedlungsabfällen (hausmüllähnlicher Gewerbeabfall) über ein elektronisch gesteuertes Abholsystem (Behälter-Chipsystem) im Rahmen einer Entsorgungsvereinbarung zwischen dem Forschungszentrum und dem Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises verläuft nach den anfänglichen betriebs- und verwaltungstechnischen Schwierigkeiten inzwischen weitgehend zufriedenstellend. Abgesehen von immer wieder auftretenden Unstimmigkeiten im Hinblick auf die Abrechnungspraxis kann man von einer routinemäßigen Abholung der Gewerbeabfälle durch den Landkreis sprechen.

Vereinzelt gab es Anlässe, Mitarbeiter auf die Einhaltung der internen Abfallregelungen hinzuweisen. Dies betraf insbesondere die Nichtbeachtung von Sortiervorgaben an den betrieblichen Sammelstellen. Bei den Abfallcontainern für Sammlung von Metallabfällen bei der Hauptwerkstatt wurden mit einer gewissen Regelmäßigkeit Fehlwürfe festgestellt.

Darüber hinaus mussten vereinzelt Defizite bei der Sammlung und Sortierung von Fremdfirmenabfällen im Zusammenhang mit Bautätigkeiten auf dem Betriebsgelände beanstandet und mit BTI-B bzw. den Bauleitungen kommuniziert werden. Der Umgang mit Abfällen von Fremdfirmen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums ist durch die aktuelle Baustellenordnung 2004 klar geregelt.

Kleinere Probleme und Beanstandungen bei der Entsorgungsabwicklung traten gelegentlich im Rahmen von Baumaßnahmen bzw. bei der Überlassung von Abfällen im Rahmen von Wartungsarbeiten auf. Ursachen hierfür waren insbesondere die Nichteinhaltung der organisatorischen Regelungen zur Abfallentsorgung des Forschungszentrums. Die Betroffenen wurden jeweils individuell auf die Notwendigkeit einer zentralen Entsorgung und die Einhaltung der entsprechenden Regularien hingewiesen. Gelegentlich waren auch die vertraglichen Vorgaben an die Auftragnehmer unklar formuliert, z. B. im Hinblick auf die Wartung und technische Betreuung der Elektroanlagen des Forschungszentrums durch fremde Instandhaltungsbetriebe. Entsprechende Anpassungen im Vertragswerk sind daraufhin erfolgt.

Im Rahmen von größeren Entsorgungsaktionen (z. B. von Laborchemikalien) wurden durch die Abfallwirtschaftszentrale nunmehr weitgehend alle Abfälle entsorgt, die bereits seit längerer Zeit im Abfallzwischenlager vorhanden waren.

Die Pflicht zu Erstellung betrieblicher Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen wurde im Berichtszeitraum aufgehoben und in eine freiwillige Maßnahme umgewandelt. Somit genügt es künftig, die Bilanzierung der Abfallströme und Abfallmengen des Forschungszentrums wie bisher über die interne elektronische Erfassung und Datenverarbeitung zu dokumentieren ohne die bislang zusätzlich geforderte und formalisierte gesetzliche Abfallbilanz.

Der Einsatz des bisherigen EDV-Systems PRODOK für die Abfalldatenverwaltung wurde im Berichtszeitraum beendet. Dies war notwendig geworden, da die Software den künftigen Anforderungen nicht mehr genügt und keine EDV-Unterstützung des Programmherstellers mehr verfügbar ist. Darüber hinaus sollte die Abfalldatenverwaltung in die zentrumsweite SAP-Architektur besser implementiert werden. Dazu wurde das Modul „Abfallmanagement“ zur SAP EH&S in Zusammenarbeit zwischen OKD, BTI-V (Abfallwirtschaftszentrale) und dem Abfallbeauftragten eingeführt und an die betrieblichen Belange angepasst.

5.1.3 Immissionsschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt mehrere immissionsschutzrechtlich relevante Anlagen, die teilweise der Genehmigungspflicht nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) unterliegen. Die genehmigungsbedürftigen Anlagen sind für den betrieblichen Immissionsschutz von besonderer Bedeutung. Es handelt sich dabei um die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB), die Verbrennungsanlage TAMARA und die Verbrennungsanlage THERESA des Instituts für Technische Chemie, das Abfallzwischenlager sowie das Fernheizwerk mit Blockheizkraftwerk.

Für die drei Verbrennungsanlagen sowie das Abfallzwischenlager fordert der Gesetzgeber die Bestellung eines Immissionsschutzbeauftragten. Die Tab. 5-3 zeigt den im Berichtszeitraum vorliegenden Genehmigungsstatus der Anlagen.

Anlage	Immissionsschutzbeauftragter zu bestellen gemäß Anhang zur 5. BImSchV	Genehmigung
Abfallzwischenlager	Ziffer 44	Anzeige nach § 67 BImSchG
Verbrennungsanlage der HDB	Ziffer 38	Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG
Verbrennungsanlage TAMARA	Ziffer 38	Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG
Verbrennungsanlage THERESA	Ziffer 38	Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG
Fernheizwerk mit Blockheizkraftwerk	-	Änderungsgenehmigung nach § 15 BImSchG

Tab. 5-3: Immissionsschutzrechtlich genehmigungspflichtige Anlagen des Forschungszentrums

Die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe besteht aus einer Schachtofenanlage mit Nachbrennkammer zur Verbrennung von festen und flüssigen Abfällen. Im Berichtszeitraum konnte der routinemäßige Verbrennungsbetrieb der Anlage ohne umweltrelevante Probleme aufrecht erhalten werden. Alle erforderlichen Wartungsarbeiten wurden ordnungsgemäß ausgeführt. Die Überwachungseinrichtungen der Anlage arbeiteten einwandfrei.

Die Versuchsanlagen des Instituts für Technische Chemie TAMARA, eine Schub-Rost-Ofenanlage zur Erprobung der Verbrennungsbedingungen für hausmüllähnliche Abfälle und THERESA, eine Anlage zur versuchsweisen Verbrennung spezieller Abfälle in einem Drehrohr, befanden sich im Berichtszeitraum im routinemäßigen kampagnenweisen Versuchsbetrieb. Die Anlagen arbeiteten ohne relevante außenwirksame Betriebsstörungen. Sie wurden vorschriftsgemäß gewartet und überwacht.

Die Anlagen zur zentralen Wärmeversorgung des Zentrums, das Fernheizwerk sowie das Blockheizkraftwerk, arbeiteten im Berichtszeitraum vorschriftsmäßig und hielten die vorgegebenen Grenzwerte ein. Aufgrund der installierten Leistung von mehr als 20 MW fallen die Wärmeversorgungsanlagen unter die Regelungen des europäischen Emissionshandels. Die Kohlendioxidemissionen im Berichtszeitraum fielen witterungsbedingt etwas geringer aus, als die zuvor auf Basis früherer Brennstoffverbrauchsmengen ermittelten Werte.

Zur Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Kontrollpflichten des Immissionsschutzbeauftragten wurden regelmäßige Begehungen der immissionsschutzrechtlich relevanten Anlagen durchgeführt und Informationen mit den Betreibern über gesetzliche Rahmenbedingungen, Anlagenänderungen und aktuelle Betriebserfahrungen ausgetauscht. Als Grundlage für die Kontrollen dienten die Genehmigungen, Auflagen, sowie die vorhandenen gutachterlichen Überwachungsprotokolle.

5.1.4 Gewässerschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt ein umfangreiches Trennkanalisationssystem. Es existieren separate Netze für häusliches Schmutzwasser (Sanitärabwasser), für Abwasser aus Werkstätten, Labors und technischen Bereichen sowie für Regenwasser. Die Ableitung des Regenwassers erfolgt über Schwer- und Leichtstoffabscheider in den Hirschkanal als Vorfluter. Die anderen Abwasserarten werden in zwei unterschiedlichen Kläranlagen, der biologischen und der chemischen Kläranlage behandelt. Sowohl die gereinigten Abwässer der Kläranlagen des Forschungszentrums, als auch der Kläranlage der Stadt Eggenstein-Leopoldshafen gelangen über eine gemeinsame Vorflutleitung in den Rhein als Vorfluter.

Im Berichtszeitraum konnten die Bedingungen und Auflagen aus der wasserrechtlichen Erlaubnis und Genehmigung ohne Beanstandung eingehalten werden. Die beiden Kläranlagen arbeiteten bestimmungsgemäß. Die routinemäßigen Prüfungen sowie die Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Anlagen und den Abwassernetzen wurden entsprechend der Vorschriften durchgeführt.

Neben den Überwachungsaufgaben an den Abwassersystemen fanden im Rahmen des betrieblichen Gewässerschutzes regelmäßige Kontrollen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen statt. Es wurden Begehungen von Anlagen, sowie wiederkehrende Prüfungen durchgeführt und Maßnahmen zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben getroffen. Ferner wurden Baugesuche und Baugenehmigungen im Hinblick auf den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und auf die korrekte Nutzung der Entwässerungssysteme überprüft.

Die zuständigen Personen der einzelnen Organisationseinheiten erhielten Informationen über aktuelle Änderungen in den gesetzlichen Rahmenbedingungen und deren innerbetriebliche Umsetzung. Neben einem persönlichen Fortbildungsangebot standen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Organisationseinheiten ausführliche Informationen über die Aspekte des betrieblichen Umweltschutzes im Intranet des Forschungszentrums Karlsruhe zur Verfügung.

5.2 Emissions- und Umgebungsüberwachung

Die Überwachungsaufgaben der Hauptabteilung Sicherheit im Bereich „Emissions- und Umgebungsüberwachung“ werden von den Abteilungen „Technisch-administrative Beratung und Genehmigungen“ (HS-TBG) und „Überwachung und Messtechnik“ (HS-ÜM) wahrgenommen. Sie umfassen vor allem die Überwachung der Emissionen radioaktiver und nicht-radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser aus dem Forschungszentrum Karlsruhe und die Überwachung der Immissionen in seiner Umgebung. Überwachungsziel ist der auf Messungen und begleitende Berechnungen gestützte Nachweis der Einhaltung der umwelt- und strahlenschutzrechtlich vorgegebenen Grenzwerte und darüber hinausgehender Auflagen der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden. Ausführliche Berichte über die Ergebnisse der Abluft-, Abwasser- und Umgebungsüberwachung werden den zuständigen Landesbehörden in Baden-Württemberg regelmäßig übersandt.

Die Ableitungen mit der Fortluft aller sowohl nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) als auch nach Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) genehmigungsbedürftiger Emittenten des Forschungszentrums werden von der Koordinierungsstelle Abluft bei HS-TBG erfasst und kon-

trolliert. Genehmigungsrechtliche Aspekte der Anlagen, die nach BImSchG betrieben werden, wurden bereits in Kap. 5.1.3 erläutert. Die von den jeweiligen Betreibern erhobenen Emissionsdaten werden HS-TBG jährlich mitgeteilt und in Kap. 5.2.1.1 aufgeführt und bewertet. Die radiologische Fortluftüberwachung erfolgt auf der Grundlage eines sog. Abluftplanes, in dem die zulässigen Ableitungen der verschiedenen Emittenten hinsichtlich der zu überwachenden Radionuklide bzw. Nuklidgruppen individuell festgeschrieben sind. Zur Kontrolle der Einhaltung der Bestimmungen des Abluftplanes und zur Bilanzierung der abgeleiteten Radioaktivität werden alle im Bereich des Forschungszentrums Karlsruhe anfallenden Fortluftproben in den physikalischen und chemischen Messlabors von HS-ÜM gemessen. Struktur, Umfang und Ergebnisse der routinemäßigen Abluftüberwachung sind in Kap. 5.2.1.2 und die Ergebnisse der Dosisberechnungen für die Umgebung auf der Grundlage der bilanzierten Ableitungen in Kap. 5.2.1.3.6 dieses Berichts dargestellt.

Die Überwachung des auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe anfallenden Abwassers hinsichtlich radioaktiver Stoffe wird von HS-ÜM, hinsichtlich nicht-radioaktiver Stoffe von BTI-V durchgeführt. Die Mengen dieser Stoffe, die mit dem Abwasser aus den Kläranlagen des Forschungszentrums in den Vorfluter abgegeben werden, werden durch Bilanzierungsmessungen erfasst. Die Ergebnisse sind in den Kapiteln 5.2.2.1 und 5.2.2.2 wiedergegeben. Für die Ableitung radioaktiver Stoffe wird zudem die Strahlenexposition, die sich aus der Ableitung ergibt, abgeschätzt. Die Ergebnisse sind im Kapitel 5.2.2.3 aufgeführt.

Das Umgebungsüberwachungsprogramm umfasst sowohl die Messung der äußeren Strahlung mit Hilfe von Festkörperdosimetern und Dosisleistungs-Messstationen als auch die Bestimmung des Radioaktivitätsgehaltes von Probenmaterialien aus verschiedenen Umweltmedien wie Luft, Niederschlag, Boden und Bewuchs, landwirtschaftliche Produkte, Sediment, Oberflächenwasser, Grund- und Trinkwasser. Eine zusammenfassende Darstellung des Programms und der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung erfolgt in Kapitel 5.2.3.

5.2.1 Fortluftüberwachung

A. Wicke

5.2.1.1 Ableitung nicht-radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2005

5.2.1.1.1 Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe

U. Hoepfener-Kramar (HDB)

Die bei der HDB angelieferten und erzeugten brennbaren festen und flüssigen radioaktiven Reststoffe wurden im Jahr 2005 in der Anlage VP 10 verbrannt. Dabei wurden 1.412 m³ α - und β -kontaminierte Feststoffe und parallel dazu 3,25 m³ α - und β -kontaminierte Öle und Lösungsmittel in 3475 Betriebsstunden verarbeitet.

Die Emissionsüberwachung von nicht-radioaktiven Stoffen erfolgt mittels Messgeräten, die als eignungsgeprüft nach den Richtlinien des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zugelassen sind. Für jeden Schadstoff wird täglich ein Protokoll erstellt, in dem die Häufigkeitsverteilung der Halbstunden- und Tagesmittelwerte für Konzentration und Massenstrom sowie Angaben über Betriebs- und Anlagenzustände enthalten sind.

Tab. 5-4 gibt einen Überblick über die zulässigen Schadstoffkonzentrationen, über die beim Betrieb im Jahre 2005 gemessenen Konzentrationen sowie über die Gesamtableitung. Neben den in Tab. 5-4 aufgeführten Messungen wird jährlich eine Dioxin-Emissionsmessung und Schwermetallmessung an der Anlage durchgeführt. In Abstimmung mit der Behörde wurde diese Messung auf Anfang des Folgejahres verschoben, so dass für die Anlage für 2005 keine Werte vorliegen. Auch die Kalibrierung der gesamten Anlage zur Messung der chemischen Emissionen wird erst im nächsten Berichtsjahr erfolgen.

Schadstoff	Konzentrationsgrenzwert nach 17. BImSchV ¹⁾ mg/Nm ³	gemessene Konzentration* mg/Nm ³	Emissions-Fracht Mg
HCl	10	0,553	0,00159
SO ₂	50	1,028	0,00366
CO	50	21,048	0,0685
Staub	10	1,038	0,00326
Gesamt-C	10	1,819	0,00442
NO _x	200	137,19	0,458

¹⁾ Tagesmittelwerte

* Jahresmittelwerte

Tab. 5-4: Emissionsdaten im Jahr 2005 für die Verbrennungsanlage der HDB

5.2.1.1.2 Versuchsanlagen TAMARA und THERESA

H.-G. Dittrich (ITC-TAB)

Im Jahr 2005 wurden an der Versuchs-Müllverbrennungsanlage TAMARA zwei Versuchskampagnen zu je drei Wochen durchgeführt. An der Versuchs-Müllverbrennungsanlage THERESA wurden zwei Versuchskampagnen durchgeführt: eine zu zwei Wochen und eine zu drei Wochen. In Tab. 5-5 sind die über beide Versuchskampagnen gemittelten Massenkonzentrationen der emittierten Schadstoffe für jede Anlage aufgeführt. Gemäß 17. BImSchV sind die Schadstoffkonzentrationen auf einen Sauerstoffgehalt von 11 % zu normieren, sofern der gemessene Sauerstoffgehalt im Abgas über dem Bezugssauerstoffgehalt liegt. Die zweite Spalte enthält die Emissionsgrenzwerte nach der 17. BImSchV (Tagesmittelwerte). Der C_{ges}-Wert liegt bei der THERESA-Anlage über dem Grenzwert. Dies rührt daher, dass beim Anfahren der kalten Anlage über längere Zeit keine ausreichenden Verbrennungstemperaturen erreicht und damit erhöhte Konzentrationen an unverbranntem C_{ges} (in erster Linie Erdgas) emittiert werden. Da das ungünstige zeitliche Verhältnis von Anfahr- zu Regelbetrieb ein spezifischer Nachteil kleinerer Versuchsanlagen ist, die nur kampagnenweise betrieben werden, wurde vom Forschungszentrum Karlsruhe GmbH eine Ausnahmegenehmigung beantragt, die diesem Umstand Rechnung trägt. Alle anderen Emissionen liegen unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.

Schadstoff	Konzentrationsgrenzwert nach 17. BImSchV ¹⁾ mg/Nm ³	Schadstoffkonzentration in mg/Nm ³ trocken, normiert auf 11 % O ₂ *	
		TAMARA	THERESA
HF	1	≤0,2	≤0,2
HCl	10	≤2,0	≤2,0
SO ₂	50	11,9	≤10
NO ₂	200	122	126
CO	50	≤10	42
C _{ges}	10	≤1,0	25
Staub	10	≤1,0	3,0
PCDD/PCDF	0,1 ng/Nm ³	0,02 ng/Nm ³	≤0,02 ng/Nm ³
Hg	0,05	≤0,01	≤0,01
Staubinhaltsstoffe Cd und Tl	0,05	≤0,01	≤0,01
Staubinhaltsstoffe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	0,5	≤0,1	≤0,1

¹⁾ Tagesmittelwerte * gemäß 17. BImSchV nur, wenn O₂-Gehalt > 11%

Tab. 5-5: Emissionsdaten der Versuchsanlagen TAMARA und THERESA im Jahr 2005

5.2.1.1.3 Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk

W. Noll (BTI-V)

Das Blockheizkraftwerk wurde insgesamt 2209 Betriebsstunden mit Erdgas und überwiegend mit Eindüsung von voll entsalztem Wasser betrieben. Der Betrieb mit Heizöl war nicht erforderlich. Die drei Kessel im Fernheizwerk wurden insgesamt 7208 h betrieben, davon wurden 7206 h mit Erdgas und 2 h mit Heizöl „EL“ gefahren. Die Betriebsweise mit Öl ist auf TÜV-Prüfungen und Einstellarbeiten an den Brennern und Kesseln zurückzuführen.

Schadstoff	Blockheizkraftwerk Jahresemission in Mg	Fernheizwerk Jahresemission in Mg
NO _x	21,356	7,735
CO	1,465	0,069

Tab. 5-6: Emissionsdaten der Heizwerke im Jahr 2005

5.2.1.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2005

A. Wicke, B. Messerschmidt

Im Rahmen der radiologischen Überwachungsaufgaben sind für die Fortluft entsprechend den „Grundsätzen für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem Forschungszentrum Karlsruhe (Stand: August 1999)“ die Aktivitätsabgaben der einzelnen Emittenten zu kontrollieren und zu bilanzieren. Dies geschieht auf der Grundlage eines von der Koordinierungsstelle Abluft/HS-TBG erstellten und vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg genehmigten „Abluftplans“. Dieser Abluftplan enthält für die einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe die zulässigen Jahres-, Wochen- oder Tagesableitungen, aufgeschlüsselt nach Radionukliden oder Radionuklidgruppen. Die Werte für den Abluftplan 2005 waren so festgelegt, dass rechnerisch die potentielle Strahlenexposition bei Ausschöpfung der dort angegebenen zulässigen Ableitungen die in § 47 der Strahlenschutzverordnung vorgeschriebenen Dosisgrenzwerte deutlich unterschreitet.

Im Abluftplan und bei der Bilanzierung der radioaktiven Ableitungen werden die folgenden Nuklidgruppen und Einzelnuklide unterschieden:

A _{AK}	Schwebstoffe mit kurzlebiger α -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)
A _{AL}	Schwebstoffe mit langlebiger α -Aktivität (Halbwertszeit \geq 8 Tage)
A _{BK}	Schwebstoffe mit kurzlebiger β -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)
A _{BL}	Schwebstoffe mit langlebiger β -Aktivität (Halbwertszeit \geq 8 Tage)
E	radioaktive Edelgase
G _K	kurzlebige radioaktive Aktivierungsgase
I	radioaktive Iodisotope
H-3	Tritium
C-14	Kohlenstoff-14

Die Einführung von Nuklidgruppen bedeutet keinen Verzicht auf die Bilanzierung der Ableitungen von einzelnen Radionukliden. Sie ist jedoch bei verschiedenen Emittenten notwendig, da bei diesen einerseits das Emissionsspektrum nicht vorhergesagt werden kann, andererseits aber zulässige Ableitungen vorgegeben werden müssen. Die Emittenten-spezifischen Definitionen der Nuklidgruppen werden in Kap. 5.2.1.3.5 aufgeführt und begründet. Im Abluftplan für das Jahr 2005 waren Genehmigungswerte für 24 Emittenten ausgewiesen (siehe Abb. 5-2).

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitungen über insgesamt 29 Emissionsstellen erfolgen. Die Zahl 24 ergibt sich dadurch, dass im Fall sehr nahe beieinander liegender Emissionsstellen zur Vereinfachung der Ausbreitungsrechnungen mehrere zu einem Emittenten zusammengefasst wurden:

HDB:	Kamine Bau 548 Ost und West
IMF II-FML:	Kamine Bau 702 und 709
ITU:	Kamine Bau 802, 806 und 807
WAK:	Kamine Bau 1503 und 1532

Die Ermittlung der radioaktiven Ableitungen der zum Forschungszentrum Karlsruhe GmbH gehörenden Emittenten erfolgt abteilungsübergreifend durch die Mitarbeiter der HS-Abteilungen HS-ÜM und HS-TBG. Dabei werden die zur Bilanzierung benutzten Filter, Iodkohlepatronen, C-14- und Tritiumsammler durch Mitarbeiter des operativen Strahlenschutzes vor Ort gewechselt und den physikalischen und chemischen Messlabors zur Auswertung zugeleitet (siehe Abb. 5-3). Die Ergebnisse der Messstellen für radioaktive Gase werden vor Ort registriert und der Koordinierungsstelle übermittelt. Wartung, Reparatur, Kalibrierung und Wiederkehrende Prüfungen der für die Fortluftüberwachung eingesetzten Geräte werden von HS-ÜM durchgeführt. Die Fortluftüberwachung der Emittenten am Standort, die nicht vom Forschungszentrum Karlsruhe

GmbH betrieben werden, wie WAK, ITU und ZAG, erfolgt durch die zuständigen Betreiber. Die Messergebnisse werden der Koordinierungsstelle Abluft als bilanzierende Stelle bei HS-TBG mitgeteilt. Die Fortluftproben der WAK und ZAG werden im Auftrag bei HS-ÜM ausgewertet.

Einzelheiten zur Messung und Bilanzierung von radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft sind aus Kap. 5.2.1.2 ersichtlich. Über die aufgrund dieser Ableitungen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe rechnerisch ermittelte Strahlenexposition wird in Kap. 5.2.1.3 berichtet. Bei der Dosisberechnung wurde auf ausdrücklichen Wunsch der zuständigen Aufsichtsbehörde die derzeit noch rechtsgültige „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung (alt)“ angewandt.

Die Bilanzierung der radioaktiven Ableitungen erfolgt durch Auswertung der in den Fortluftmessstellen eingesetzten Sammler. Für die Überwachung der Ableitung von radioaktiven Schwebstoffen werden Glasfaserfilter, von Iod Aktivkohle und von Tritium oder C-14 Molekularsiebe eingesetzt. Eine Ausnahme bilden die radioaktiven Gase, deren Bilanzierung durch Direktmessung erfolgt. Im Jahr 2005 belief sich das Probenaufkommen auf eine Zahl von insgesamt rd. 2530 (siehe Abb. 5-1).

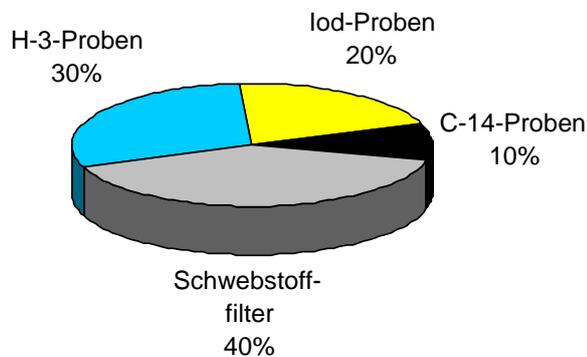


Abb. 5-1: Probenaufkommen in der Fortluftüberwachung im Jahr 2005 (Gesamtzahl 2530)

Alle Messergebnisse wurden auf der Grundlage einer wöchentlichen Bilanzierung dokumentiert und der Behörde in Form von Tages-, Wochen-, Quartals- und Jahresberichten mitgeteilt. Zur Bilanzierung wurden nur Messwerte herangezogen, die oberhalb der jeweils erreichten Erkennungsgrenze lagen. Die Bilanzierungswerte für radioaktive Schwebstoffe werden durch Messung der Gesamt-Alpha- und Gesamt-Beta-Aktivität ermittelt. In den Fällen, bei denen sich Hinweise darauf ergeben, dass bei erhöhten Kurzzeitabgaben die zulässigen Wochen- oder Tageswerte erreicht worden sein könnten, werden nuklidspezifische Messungen vorgenommen.

Die Radioiodableitungen werden durch gammaspektrometrische Analyse der Aktivkohlefilter ermittelt. Um die potenzielle Schilddrüsendosis bei Ableitung mehrerer Iodisotope zu begrenzen, ist gemäß Abluftplan folgende Summenformel einzuhalten:

$$\sum_i \frac{A_i}{A_{i,zul.}} \leq 1$$

Dabei bedeuten:

- i Nuklidindex
- A_i Aktivitätsabgabe für das Iodisotop i
- $A_{i,zul.}$ Zulässige Ableitung für das Iodisotop i

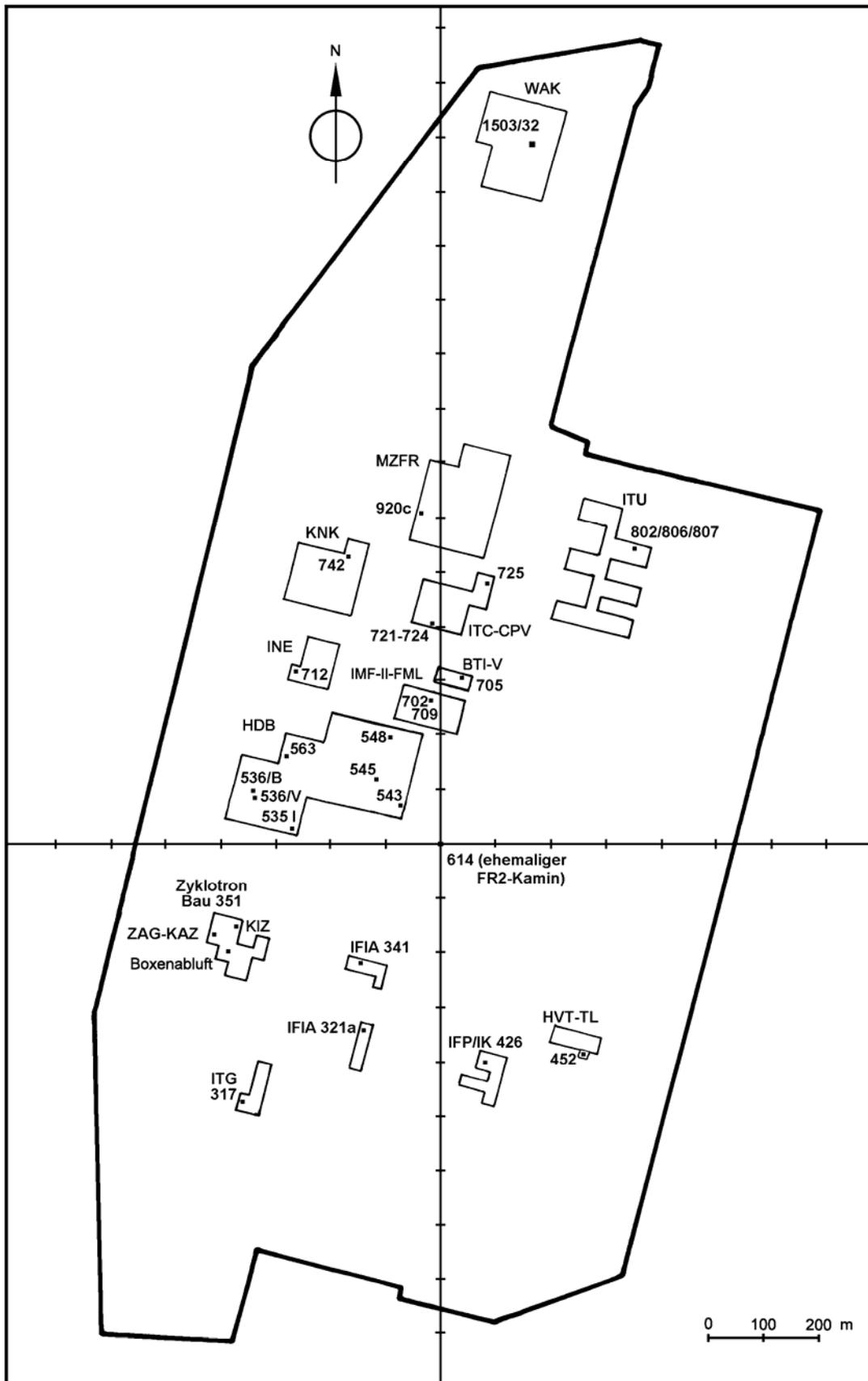


Abb. 5-2: Emittenten des Standortes „Forschungszentrum Karlsruhe“

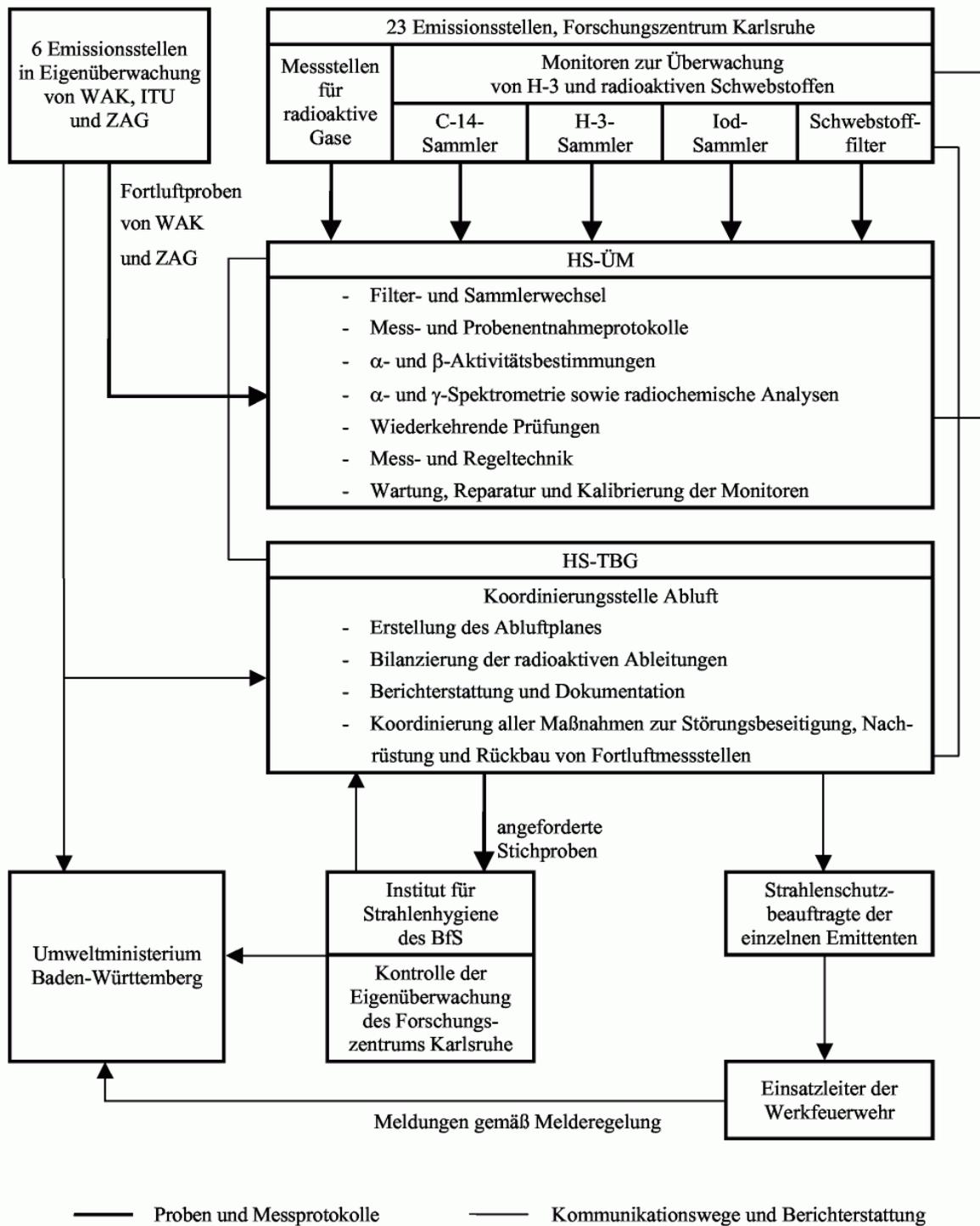


Abb. 5-3: Schematische Darstellung der Fortluftüberwachung im Forschungszentrum Karlsruhe

In Tab. 5-7 werden für alle Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe, geordnet nach aufsteigenden Gebäudenummern und den jeweils zu berücksichtigenden Nukliden und Nuklidgruppen, die im Jahr 2005 gemäß Abluftplan maximal zulässigen Ableitungen (Wochen- und Jahreswerte) mit den im Berichtsjahr und im Vorjahr bilanzierten Ableitungen verglichen. Die zulässigen Ableitungen wurden in keinem Fall überschritten. Auch die Forderung nach Unterschreitung von 50 % der zulässigen Jahresableitungen in einem beliebigen Zeitintervall von sechs Monaten wurde in allen Fällen eingehalten.

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2005		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten μSv
		Bq/Woche	Bq/a	2005 Bq	2004 Bq	
ITG Bau 317 14 m	A _{BL}		1,0 E06	2,2 E04	1,1 E04	< 0,001
IFIA Bau 321a 15 m	A _{AL} A _{BL}		2,0 E05 2,0 E08	2,8 E03 1,9 E04	3,1 E03 5,2 E04	< 0,001
IFIA Bau 341 15 m	A _{AL} A _{BL}		1,0 E05 1,0 E07	2,7 E03 5,4 E04	0 2,1 E04	< 0,001
ZAG Bau 351 KAZ 15 m	A _{AL} A _{BK} A _{BL} E+G _K I-123 I-125	5,0 E03 5,0 E08 5,0E06 1,0 E12 5,0 E08 5,0 E05	1,0 E05 1,0 E10 1,0 E08 2,0 E13 1,0 E10 1,0 E07	2,5 E02 1,7 E03 1,9 E04 7,6 E12 1,1 E09 1,1 E06	9,2 E01 - 3,3 E04 6,4 E12 1,3 E08 2,4 E04	0,71
IK-Zyklotron Bau 351 KIZ, 36 m	A _{BL}		5,0 E07	5,1 E05	9,8 E05	< 0,001
IK-Zyklotron Bau 351 Boxenabluft 11 m	A _{BL}		1,0 E+08	3,6 E06	9,9 E05	0,002
IFP und IK Bau 424-426 und 434 10 m	E H-3		3,0 E11 2,0 E11	4,0 E04 4,0 E03	4,0 E04 4,0 E03	< 0,001
HVT-TL Bau 452 50 m	H-3	2,0 E12	4,0 E13	1,6 E11	2,0 E11	0,009
HDB Bau 535 I 16,5	H-3		1,0 E11	2,0 E07	0	< 0,001

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-7: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2005 und 2004

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2005		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten
		Bq/Woche	Bq/a	2005	2004	
				Bq	Bq	μSv
HDB Bau 536/V (Ver- brennungs- anlage) 70 m	A _{AL}	2,0 E06	4,0 E07	7,7 E02	8,7 E02	0,14
	A _{BL}	1,0 E09	2,0 E10	1,2 E07	2,7 E06	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	3,4 E11	1,4 E11	
	C-14	7,0 E10	1,4 E12	2,6 E10	2,3 E10	
	I-125	1,5 E07	3,0 E08	0	0	
	I-129	1,5 E07	3,0 E08	0	1,5 E04	
	I-131	2,0 E07	4,0 E08	0	0	
HDB Bau 536/B (Betriebs- räume) 16,5 m	A _{AL}		1,0 E05	2,7 E03	0	< 0,001
	A _{BL}		2,0 E07	8,8 E04	0	
	H-3		5,0 E10	7,6 E08	0	
	I-125		8,0 E05	0	0	
	I-129		1,0 E06	0	0	
	I-131		1,0 E06	0	0	
HDB Bau 543 8 m	A _{AL}		4,0 E05	1,9 E03	6,9 E02	< 0,001
	A _{BL}		4,0 E07	1,7 E04	1,4 E04	
	H-3		1,0 E10	1,3 E07	1,0 E07	
	I-129		1,0 E04	-	4,0 E01	
HDB Bau 545 20 m	A _{AL}	1,0 E05	2,0 E06	1,2 E03	0	0,003
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	1,2 E05	3,6 E04	
	H-3	2,0 E11	4,0 E12	4,5 E10	3,8 E10	
	C-14	2,5 E09	5,0 E10	0	0	
	I-125	2,5 E06	5,0 E07	0	0	
	I-129	3,0 E05	6,0 E06	0	0	
	I-131	5,0 E06	1,0 E08	0	4,0 E07	
HDB Bau 548 Ost und Bau 547 15 m	A _{AK}	5,0 E07	1,0 E09	-	-	0,004
	A _{AL}	1,5 E05	3,0 E06	8,3 E02	1,6 E03	
	A _{BL}	2,0 E07	4,0 E08	6,0 E05	8,6 E04	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	7,5 E09	1,1 E10	
	C-14	2,5 E09	5,0 E10	0	0	
	I-125	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
	I-129	1,0 E06	2,0 E07	0	0	
HDB Bau 548 West 15 m	I-131	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
	E	5,0 E10	1,0 E12	2,3 E10	1,5 E10	
HDB Bau 563 14 m	A _{AL}		1,0 E06	1,4 E03	0	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E07	2,3 E04	0	
	H-3		8,0 E11	2,3 E09	2,8 E09	

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-7: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2005 und 2004 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2005		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten μSv
				2005	2004	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	
IMF II-FML Bau 702 60 m und Bau 709 60 m	A _{AL}	2,0 E06	4,0 E07	2,8 E02	0	0,001
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	1,3 E05	0	
	H-3	1,0 E12	2,0 E13	5,0 E10	1,5 E11	
BTI-V Wäscherei Bau 705 5,5 m	A _{AL}		1,0 E06	1,4 E03	1,0 E03	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E08	1,8 E04	1,2 E04	
INE Bau 712 60 m	A _{AL}		1,0 E06	0	0	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E08	1,7 E04	0	
	H-3		1,0 E11	0	0	
	E		2,0 E11	-	-	
	I-125		2,0 E07	-	-	
	I-126		2,0 E07	-	-	
	I-129		1,0 E06	-	-	
	I-131		3,0 E07	-	-	
ITC-CPV Bau 721 - 724 60 m	A _{AL}		1,0 E06	0	2,6 E02	< 0,001
	A _{BL}		3,0 E08	0	0	
ITC-CPV Bau 725 10 m	A _{AL}		1,0 E04	0	1,3 E02	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E05	0	1,0 E03	
KNK Bau 742 16 m	A _{BL}	2,5 E06	5,0 E07	1,2 E05	0	< 0,001
	H-3	1,0 E12	2,0 E13	3,8 E09	3,2 E09	
ITU Bau 802, 806, 807 50 m	A _{AK}	1,6 E09	3,2 E10	-	-	< 0,001
	A _{AL}	5,0 E04	1,0 E06	3,0 E03	3,3 E03	
	A _{BL}	2,0 E07	4,0 E08	6,0 E04	2,9 E04	
	E	2,0 E12	4,0 E13	6,3 E11	5,6 E11	
	C-14	1,0 E09	2,0 E10	-	-	
	I-129	5,0 E04	1,0 E06	-	-	
	I-131	1,0 E06	2,0 E07	-	-	
	H-3	5,0 E10	1,0 E12	-	-	

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze „-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-7: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2005 und 2004 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2005		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten
		Bq/Woche	Bq/a	2005	2004	
				Bq	Bq	μSv
MZFR Bau 920c 99,5 m	A _{AL}	5,0 E04	1,0 E06	0	0	0,009
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	0	1,0 E05	
	H-3	4,0 E12	8,0 E13	4,2 E11	4,2 E11	
	C-14	5,0 E09	1,0 E11	7,0 E09	0	
WAK Bau 1503/ 1532 60 m	A _{AL}		7,4 E07	1,3 E05	1,2 E05	0,045
	A _{BL}		3,7 E09	2,9 E06	2,2 E06	
	E		1,0 E12	1,0 E11	1,0 E11	
	H-3	9,0 E11	1,8 E13	1,4 E10	1,7 E10	
	I-129	5,0 E06	1,0 E08	1,5 E06	2,6 E06	
	I-131	3,1 E07	6,2 E08	5,9 E06	1,0 E07	

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

Tab. 5-7: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2005 und 2004 (Fortsetzung)

In den Abb. 5-4 a-g sind die monatlichen Radioaktivitätsableitungen mit der Fortluft im Jahr 2005 graphisch dargestellt. Es wird – aufgeschlüsselt nach Nuklidgruppen – unterschieden zwischen den Genehmigungsinhabern ITU, WAK, ZAG und Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. Für die Einrichtungen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH sind die Ableitungen für den Emissionsschwerpunkt HDB (7 Emittenten) und die 14 übrigen Emittenten getrennt dargestellt.

Graphisch dargestellt sind die Ableitungen der radioaktiven Schwebstoffe, und zwar getrennt nach denjenigen mit Alpha- und mit Betaaktivität, der radioaktiven Edelgase und kurzlebigen Aktivierungsgase sowie der Einzelnuklide I-129, I-131, H-3 und C-14.

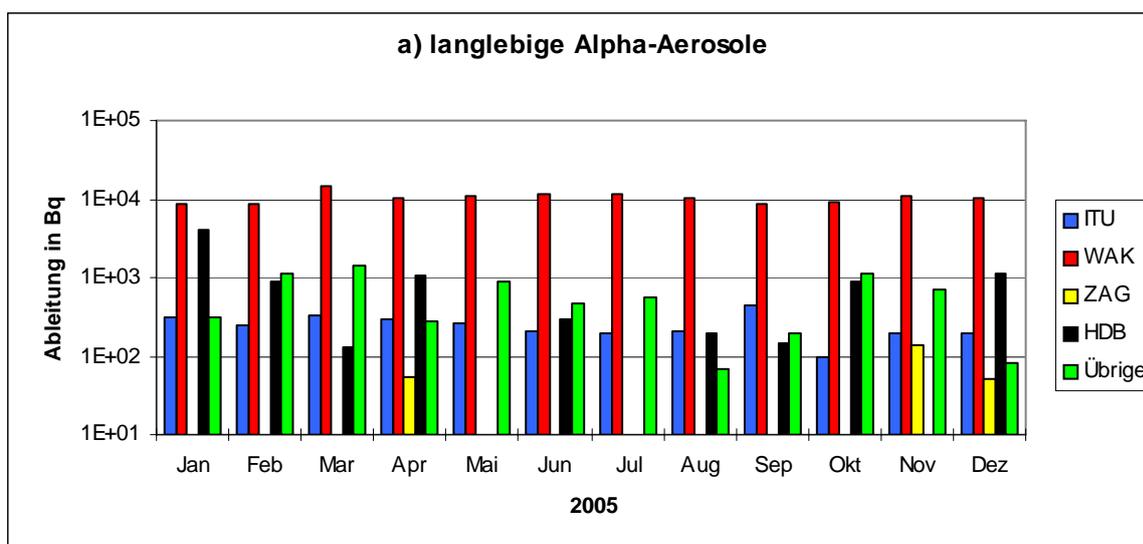


Abb. 5-4 a: Monatliche Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2005

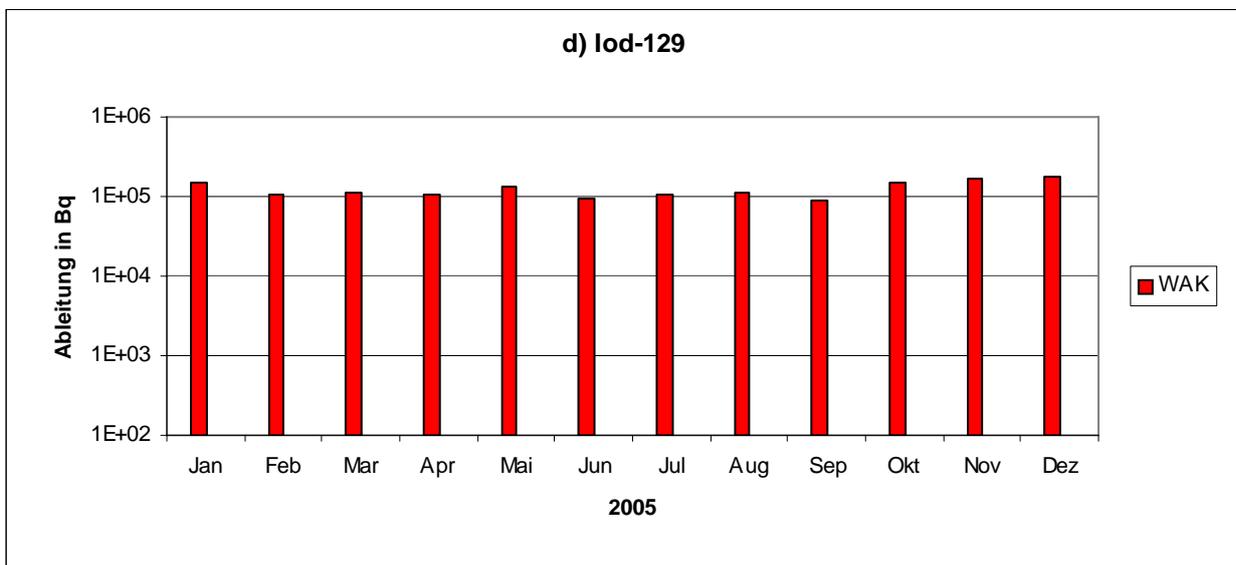
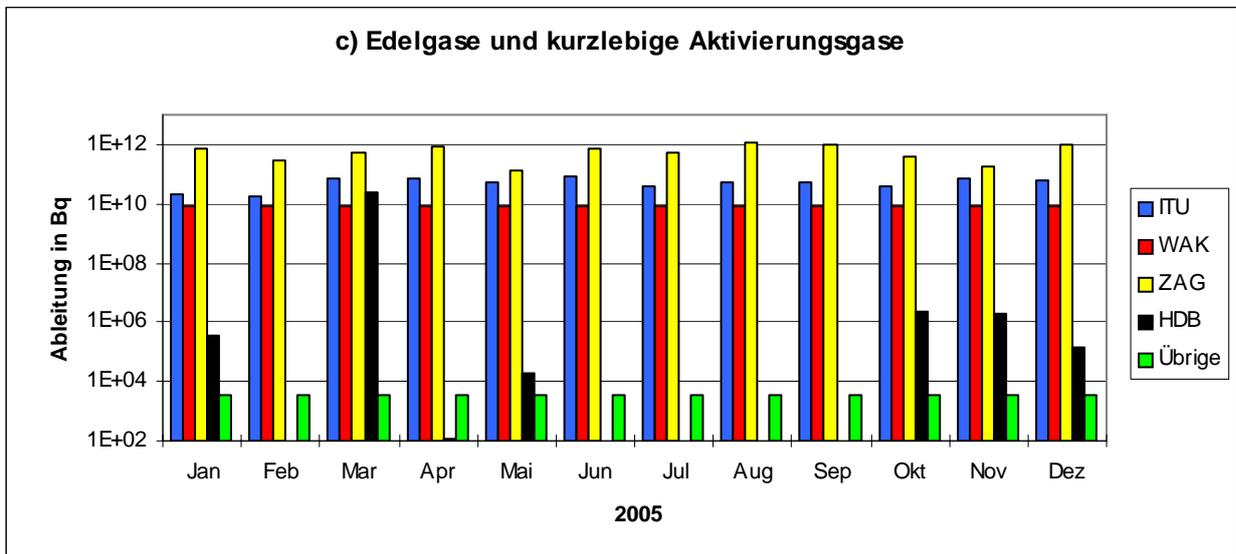
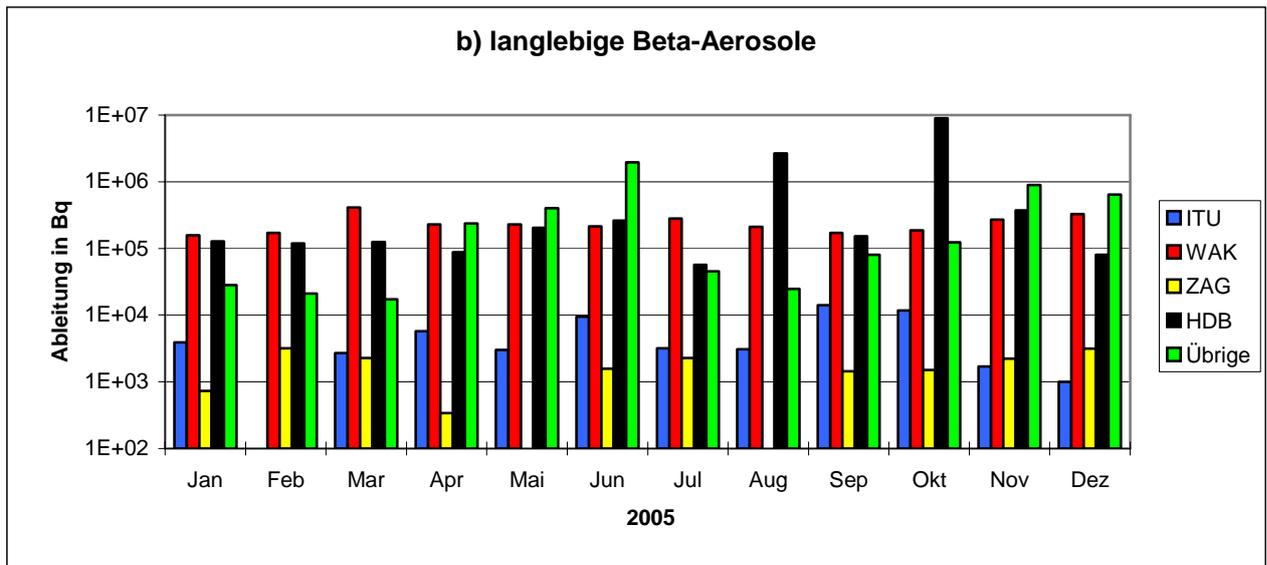


Abb. 5-4 b-d: Monatliche Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2005 (Fortsetzung)

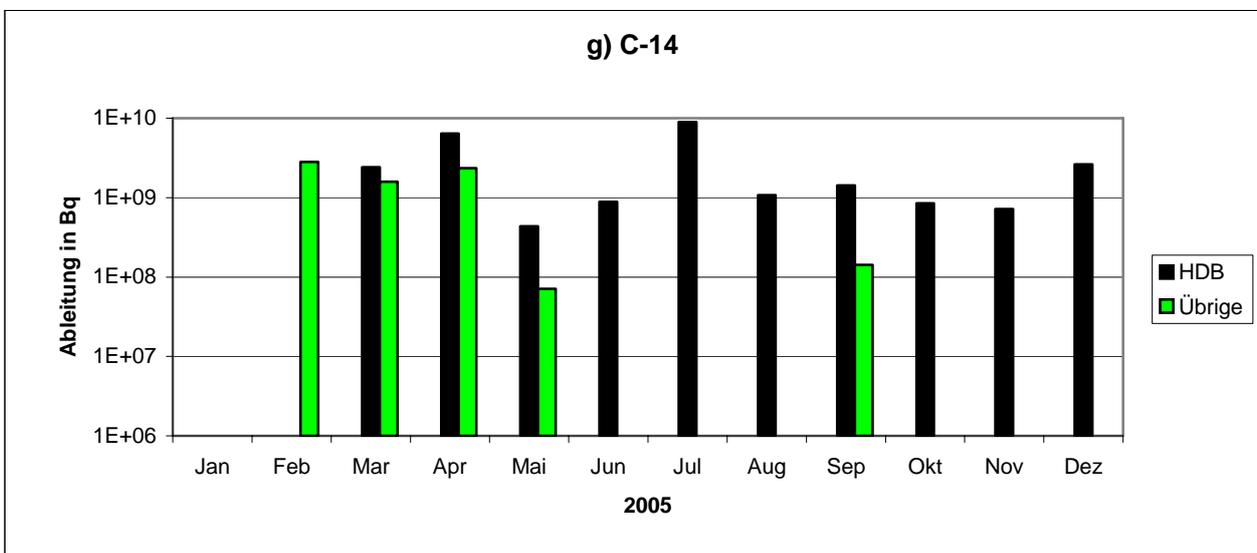
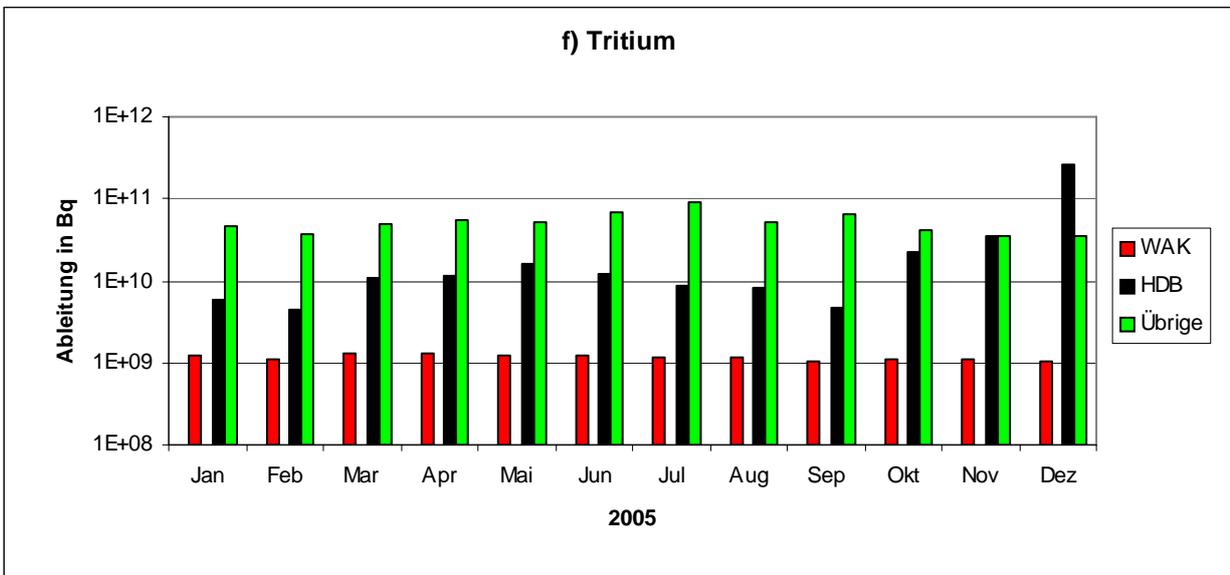
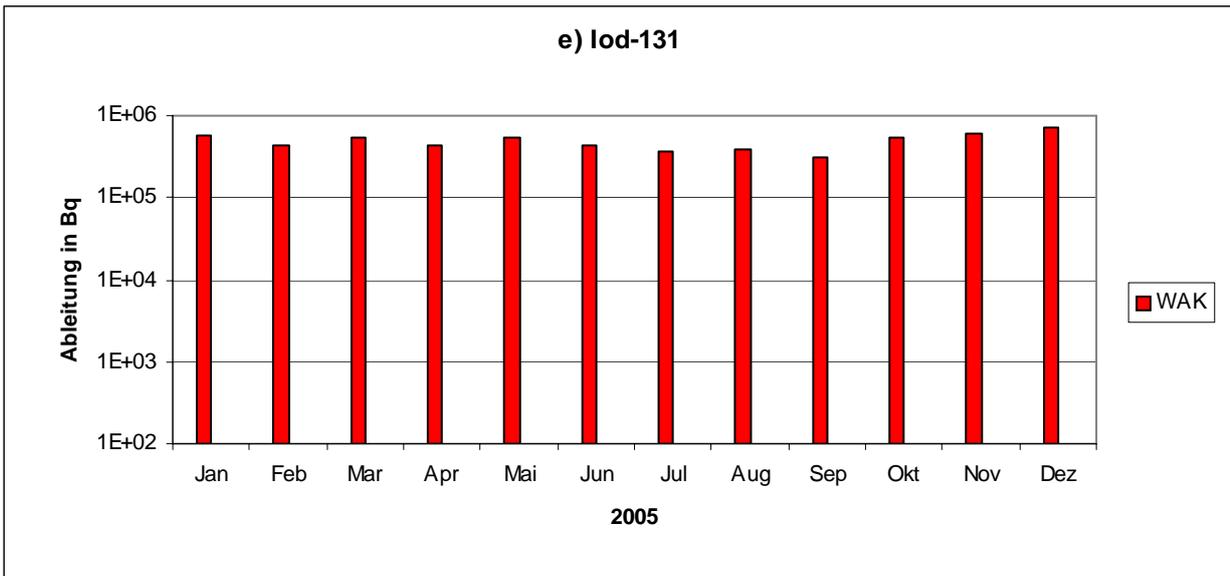


Abb. 5-4 e-g: Monatliche Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2005 (Fortsetzung)

5.2.1.3 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2005

A. Wicke

5.2.1.3.1 Berechnungsgrundlagen

Die Dosisberechnung erfolgte auf der Grundlage der monatlich bilanzierten Ableitungswerte der im Jahr 2005 zu berücksichtigenden Emittenten (s. Tab. 5-7). Für die Ausbreitungsrechnungen wurden die monatlichen Wetterstatistiken des Standorts verwendet. Die Teilkörper- und Effektivdosen wurden auf der Grundlage der noch rechtsgültigen „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift“ (AVV) zu § 45 der Strahlenschutzverordnung (alt) berechnet. Mit Teilkörper- und Effektivdosen sind im folgenden bezeichnet:

- bei äußerer Strahlenexposition die Äquivalentdosen im Bezugsjahr,
- bei innerer Strahlenexposition für Erwachsene die 50-Jahre-Folgeäquivalentdosen und für Kleinkinder die 70-Jahre-Folgeäquivalentdosen.

Ziel der Berechnungen ist zu prüfen, in wieweit die errechneten maximal möglichen Individualdosen für die jeweils ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung des Standortes unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter Expositionspfade im Einklang mit den in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerten der Körperdosen stehen. Die Berechnung nach der AVV ist im Gesamtergebnis konservativ. Sie geht u. a. von der Annahme besonderer Verzehrsgewohnheiten einer Referenzperson aus. Dabei wird angenommen, dass sich diese Person ausschließlich von Nahrungsmitteln ernährt, deren landwirtschaftliche Ausgangsprodukte am Ort der höchsten Kontamination erzeugt wurden. Bei der Berechnung blieb außer Betracht, ob an den ungünstigsten Einwirkungsstellen tatsächlich die Möglichkeit eines ständigen Aufenthalts gegeben war und ob die betrachteten Nahrungsmittel tatsächlich dort erzeugt wurden.

Die zur Berechnung der Teilkörperdosen und der Effektivdosis durch Inhalation, Ingestion und externer Bestrahlung benötigten Dosisfaktoren wurden entsprechend der Rechenvorschrift dem Bundesanzeiger 185a vom September 1989 entnommen. Um die Auswahl relevanter Klassen für die Lungenretention und Löslichkeit bei Ingestion radioaktiver Schwebstoffe zu ermöglichen, wurden die für die jeweiligen Emittenten dominierenden oder typischen chemischen Formen zu Grunde gelegt, oder – falls unbekannt – konservative Annahmen gemacht. Bei der Berechnung der Dosiswerte wurden die Tochternuklide grundsätzlich mitberücksichtigt.

Die Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift wird im folgenden spezifiziert, und die benutzten Rechenprogramme werden kurz charakterisiert.

5.2.1.3.2 Meteorologische Daten

Die für die Ausbreitungsrechnung benötigten meteorologischen Daten werden am 200 m hohen Messturm auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe gemessen. Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungskategorie werden halbstündlich gemittelt. Ihre Häufigkeitsverteilungen werden in der Ausbreitungsstatistik zusammengefasst. Die Windrose ist in zwölf 30°-Sektoren eingeteilt. Den Ausbreitungsrechnungen werden die Windgeschwindigkeit und -richtung in 60 m Höhe zu Grunde gelegt. Für andere Emissionshöhen als für die Bezugshöhe von 60 m wird die Windgeschwindigkeit aus dem Windgeschwindigkeitsprofil berechnet. Dazu werden die Exponenten des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils aus der AVV übernommen.

Gemäß AVV muss bei der Ausbreitungsrechnung für Emissionshöhen, die kleiner sind als die doppelte Gebäudehöhe, der Gebäudeeinfluss berücksichtigt werden. Die Gebäudehöhe der zu betrachtenden Emittenten beträgt im Mittel 15 m. Unterhalb einer Emissionshöhe von 30 m (doppelte Gebäudehöhe) wird der Gebäudeeinfluss dadurch berücksichtigt, dass die Ausbrei-

tungsparameter konservativ für die halbe Kaminhöhe gemäß Abschn. 4.6.2 der AVV korrigiert werden. Oberhalb von 30 m werden die Kaminhöhen als effektive Emissionshöhen betrachtet. Die horizontalen und vertikalen Ausbreitungsparameter σ_y und σ_z werden entsprechend Anhang 7 der AVV aus den dort angegebenen Ausbreitungskoeffizienten ermittelt.

5.2.1.3.3 Ausbreitung und Ablagerung

Bei der Ausbreitungsberechnung wird – abweichend von der AVV – eine azimutale Gleichverteilung nicht der Aktivitätskonzentration, sondern der Windrichtungshäufigkeit innerhalb eines Sektors angenommen. Das ist sachlich richtiger und vermeidet Sprünge an den Sektorgrenzen. Bei der Ermittlung der Ablagerung radioaktiver Stoffe durch Trockendeposition werden die in der AVV angegebenen Depositionsgeschwindigkeiten für Schwebstoffe und elementares Iod berücksichtigt. Bei der Berechnung der Ablagerung durch Niederschlag kommt das standortspezifische Verfahren gemäß Abschnitt 4.2.2.1 der AVV zur Anwendung, wobei der Washoutkoeffizient für jede Niederschlagsintensitätsstufe als proportional zur jeweiligen Niederschlagsintensität angenommen wird. Der Proportionalitätsfaktor c wird aus Tab. 3 Anhang 7 der AVV entnommen. Sowohl bei der Trockendeposition, als auch bei der Ablagerung durch Niederschlag bleiben Effekte durch Abreicherung in der Abluftfahne unberücksichtigt. Dieses Vorgehen ist hinsichtlich der Dosisberechnung konservativ. Die Berechnung der Ausbreitungs- und Washoutfaktoren erfolgt auf der Grundlage der monatlichen Ableitungswerte und der monatlichen meteorologischen Statistik. Bei der Ingestion wird die auf der Pflanze abgelagerte Aktivität nur im Sommerhalbjahr berücksichtigt.

5.2.1.3.4 Rechenprogramme

Die Dosisbeiträge durch Betasubmersion, Inhalation, Ingestion und Gammabodenstrahlung sind im wesentlichen proportional zur Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft in der Nähe des betrachteten Aufpunktes. Das Berechnungsverfahren für diese Expositionspfade ist daher prinzipiell gleich. Das FORTRAN-Programm ISOLA leistet in Verbindung mit dem FORTRAN-Programm EFFDOS die erforderlichen Rechenoperationen, indem die Dosisbeiträge der Einzelemittenten überlagert und für alle Expositionspfade und Organe ermittelt werden.

Wegen der geringen Schwächung der Gammastrahlung in Luft kann bei der Berechnung der Gamma-Submersiondosis nicht so vorgegangen werden. Hier muss für jeden Aufpunkt die Gammadosis als Summe der Dosisbeiträge der im Raum verteilten Gamma-Aktivität ermittelt werden. Das FORTRAN-Programm WOLGA errechnet die Gammadosis für einen beliebigen Aufpunkt in der Umgebung eines oder mehrerer Emittenten als Summe der Dosisbeiträge der Aktivität im Raum. Diese Berechnung wird unter Berücksichtigung der Gamma-Energien der dosisrelevanten Radionuklide durchgeführt.

Die Dosisberechnungen selbst erfolgten auf einem PC unter dem Betriebssystem Windows XP mit dem FORTRAN Compiler Visual Fortran 5.0.

5.2.1.3.5 Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuklide

Zur Dosisberechnung ist es erforderlich, für die in der Bilanzierung angegebenen Nuklidgruppen Leitnuklide oder charakteristische Nuklidgemische festzulegen. Die erforderlichen anlagenspezifischen Festlegungen wurden für das Jahr 2005 überprüft und aktualisiert:

- Nuklidgruppe A_{AK} : Schwebstoffe mit kurzlebiger α -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)

Die Ableitung kurzlebiger Rn-220-Folgeprodukte durch HDB 548 und ITU wurde durch das Leitnuklid Pb-212 berücksichtigt. Die chemische Form der Aerosolaktivität ist unbekannt. Für die Lungenretentionsklasse und für die Löslichkeit wurden daher konservative Annahmen getroffen.

- Nuklidgruppe A_{AL} : Schwebstoffe mit langlebiger α -Aktivität (Halbwertszeit ≥ 8 Tage)

Die Analysen von Filtern zeigten, dass bei der Mehrzahl der Institute Pu-239 als Leitnuklid gelten kann. Ausnahmen bilden folgende Institute, bei denen vom Umgang her oder aufgrund bekannter Restkontaminationen bestimmte Leitnuklide in Frage kommen:

IFIA, Bau 321a:	U_{nat}
IFIA, Bau 341:	Pu-238
ZAG-KAZ, Bau 351:	Ra-226

Für die HDB wurde aufgrund der Handhabung α -kontaminierter Reststoffe aus der Wiederaufarbeitung ein konservatives Gemisch aus Pu-238 (34 %), Pu-239 (7 %), Pu-240 (9 %), Am-241 (38 %) und Cm-244 (12 %) angenommen. Diese relativen Aktivitätsanteile wurden nach KORIGEN für den Umgang mit kernbrennstoffhaltigen Reststoffen mit einem mittleren Abbrand von 30 000 MWd/t und einer Kühlzeit von 14 Jahren berechnet. Es wird eine Ableitung in nitrosen Form angenommen. Bei der Verbrennungsanlage der HDB (Bau 536) und bei der Wäscherei (BTI-V, Bau 705) wird eine Ableitung als Chlorid oder Hydroxid angenommen.

Bei der Festlegung des Nuklidspektrums für die WAK wurde davon ausgegangen, dass sich die Ableitungen in ihrer Zusammensetzung immer mehr dem Nuklidgemisch der Ableitungen der Lagerungs- und Verdampfungsanlage (LAVA) annähern. Daher wird für die Dosisberechnung das insgesamt konservative Gemisch der LAVA zu Grunde gelegt.

- Nuklidgruppe A_{BK} : Schwebstoffe mit kurzlebiger β -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)

Die Ableitung kurzlebiger β -Aktivität ist nur für das Zyklotron von Bedeutung. Es wird produktionsbedingt folgendes Leitnuklid angenommen:

ZAG-KAZ, Bau 351:	F-18
-------------------	------

- Nuklidgruppe A_{BL} : Schwebstoffe mit langlebiger β -Aktivität einschließlich reiner Gammastrahler (Halbwertszeit \geq 8 Tage)

Bei Einrichtungen, die sich im Rückbau befinden, bei denen kernbrennstoffhaltige Reststoffe verarbeitet (HDB) oder bei denen mit Restkontaminationen zu rechnen ist, wird grundsätzlich Cs-137 als Leitnuklid angenommen. Ausnahmen bilden folgende Einrichtungen:

IFIA 341:	Zusammensetzung entspricht gemessenen Kontaminationen in den Lüftungskanälen
HDB 545:	Leitnuklid Ru-106
ITU:	Zusammensetzung der Emissionen entspricht der eines β -aktiven Spaltproduktgemisches nach KORIGEN unter Annahme eines mittleren Abbrandes von 30 000 MWd/t und einer Kühlzeit > 3 Jahren
WAK:	Bei der Festlegung des Nuklidspektrums für die Ableitungen der WAK wird analog zur Nuklidgruppe A_{AL} das Emissionsspektrum der LAVA zu Grunde gelegt

Bei folgenden Instituten beschränkt sich der Umgang bzw. die Produktion auf bestimmte Radioisotope:

ITG, Bau 317:	S-35 (org.)
ZAG-KAZ, Bau 351:	Be-7
IK-Zyklotron-KIZ, Bau 351:	P-32
IK-Zyklotron-Boxen, Bau 351:	P-32

- Nuklidgruppe E/G_K: Radioaktive Edelgase und kurzlebige Aktivierungsgase

Bei der HDB, Bau 548, und dem ITU wurde für die Dosisberechnung als Ableitung das radioaktive Edelgas Kr-85 betrachtet, bei IFP/IK das Edelgas Ar-41. Bei den Ableitungen des Zyklotrons (ZAG-KAZ, Bau 351) wurde das kurzlebige Aktivierungsgas N-13 als Leitnuklid zu Grunde gelegt. Bei der WAK wird angenommen, dass sich die Edelgasableitung zu gleichen Teilen aus Kr-87 und Kr-88 zusammensetzt.

- Nuklidgruppe I: Radioaktive Iodisotope

Die Dosisberechnung wurde mit allen bilanzierten Iodisotopen durchgeführt. Dabei wurde konservativerweise eine Ableitung in elementarer Form zu Grunde gelegt.

- Tritium

Grundsätzlich wird angenommen, dass Tritium als tritiiertes Wasser bzw. Wasserdampf (HTO) abgeleitet wird. Wird H-3 in Form von HT emittiert, wird in der Regel konservativ ebenfalls eine Ableitung in vollständig oxidierter Form angenommen.

- C-14

Es wird eine Ableitung in Form von ¹⁴CO₂ zu Grunde gelegt. Bei der Dosisberechnung wurden die Inhalations-Dosisfaktoren für CO₂ und die Ingestions-Dosisfaktoren für organische Verbindungen angewendet.

5.2.1.3.6 Ergebnisse der Dosisberechnung

Unter den beschriebenen Randbedingungen wurden die Teilkörper- und Effektivdosen für Kleinkinder und Erwachsene in der Umgebung berechnet. Die für jeden einzelnen Emittenten berechnete Effektivdosis für Erwachsene am jeweiligen Immissionsmaximum wurde bereits in Tab. 5-7 in der letzten Spalte aufgeführt. Nach Überlagerung der Auswirkungen aller Emittenten ergeben sich rechnerisch – aufgeschlüsselt nach den zu berücksichtigenden Expositionspfaden – für die ungünstigsten Einwirkungsstellen außerhalb des Betriebsgeländes des Forschungszentrums die in Tab. 5-8 aufgeführten maximalen Beiträge zur effektiven Dosis.

Expositionspfad	maximale effektive Dosis	
	für Kleinkinder	für Erwachsene
Inhalation	0,005 μSv*	0,006 μSv**
Ingestion	0,26 μSv*	0,16 μSv**
Gammabodenstrahlung	0,012 μSv	0,010 μSv
Gammastrahlung	0,84 μSv	0,70 μSv
Summe über alle Expositionspfade	1,2 μSv	0,88 μSv

Tab. 5-8: Maximale rechnerische Effektivdosen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2005 (70*- bzw. 50**,- Jahre Folgedosis)

Die Gesamtdosis hat sich gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Die Einzelergebnisse für die betrachteten Expositionspfade – aufgeschlüsselt nach den in Tab. X2 der Strahlenschutzverordnung (alt) aufgeführten Organen und Geweben – sind für Kleinkinder und Erwachsene in Tab. 5-9 und Tab. 5-10 zusammengestellt.

Die regionale Verteilung der Effektivdosen für Erwachsene in der Umgebung des Forschungszentrums als Summe der Dosisbeiträge aller Expositionspfade am jeweils betrachteten Ort ist in

Abb. 5-5 in Form von Isodosislينien dargestellt. Obwohl die in den Tab. 5-9 und Tab. 5-10 angegebenen Werte bereits die Emissionen der WAK mitberücksichtigen, wird gemäß behördlicher Auflage eine gesonderte Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft der WAK abgeleiteten Aktivität durchgeführt. Die errechneten Körperdosen sind für Kleinkinder und Erwachsene in Tab. 5-11 und Tab. 5-12 zusammengestellt.

Aus den Emissionen aller Emittenten im Jahr 2005 ergibt sich rechnerisch eine mittlere Effektivdosis für eine erwachsene Person der Bevölkerung im Umkreis von 5 km Radius um das Forschungszentrum von 0,02 μSv und von 0,008 μSv für einen Umkreis von 10 km Radius. Alle für die ungünstigsten Einwirkungsstellen berechneten Teilkörper- und Effektivdosen liegen selbst nach Summation über alle Expositionspfade deutlich unter 1 % der entsprechenden Grenzwerte in § 47 der Strahlenschutzverordnung.

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in μSv für Kleinkinder					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,003	0,25	0,011	0,84	-	1,1
Brust	0,002	0,25	0,013	0,84	-	1,1
Rotes Knochenmark	0,007	0,25	0,011	0,84	-	1,1
Lunge	0,006	0,25	0,013	0,84	-	1,1
Schilddrüse	0,016	0,74	0,013	0,84	-	1,6
Knochenoberfläche	0,057	0,26	0,013	0,84	-	1,3
Haut	0,002	0,25	0,014	0,84	2,9	4,0
Sonstige	< 0,003	< 0,25	< 0,012	0,84	-	< 1,1
effektive Dosis	0,005	0,26	0,003	0,84	-	1,2
ungünstigste Einwirkungsstelle ¹	420/1470	200/750	-565/0	-640/-370	-640/-370	-

¹ x/y-Koordinaten im m, bezogen auf den ehemaligen FR2-Kamin (s. Abb. 5-2)

Tab. 5-9: Maximale Körperdosen für Kleinkinder (*70-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 2005

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in μSv für Erwachsene					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,004	0,15	0,009	0,70	-	0,86
Brust	0,003	0,15	0,011	0,70	-	0,86
Rotes Knochenmark	0,008	0,16	0,009	0,70	-	0,88
Lunge	0,005	0,15	0,010	0,70	-	0,87
Schilddrüse	0,009	0,71	0,011	0,70	-	1,4
Knochenoberfläche	0,087	0,17	0,011	0,70	-	0,97
Haut	0,003	0,15	0,012	0,70	2,9	3,8
Sonstige	< 0,005	< 0,2	< 0,011	0,70	-	< 0,9
effektive Dosis	0,006	0,16	0,010	0,70	-	0,88
ungünstigste Einwirkungsstelle ¹	420/1470	200/750	-565/0	-640/-370	-640/-370	-

¹ x/y-Koordinaten im m, bezogen auf den ehemaligen FR2- Kamin (s. Abb. 5-2)

Tab. 5-10: Maximale Körperdosen für Erwachsene (*50-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 2005

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in μSv für Kleinkinder					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,001	0,001	0,002	0,015	-	0,019
Brust	< 0,001	0,001	0,003	0,015	-	0,019
Rotes Knochenmark	0,005	0,010	0,002	0,015	-	0,032
Lunge	0,002	0,001	0,002	0,015	-	0,020
Schilddrüse	0,002	0,59	0,003	0,015	-	0,61
Knochenoberfläche	0,052	0,027	0,003	0,015	-	0,097
Haut	< 0,001	0,001	0,004	0,015	0,004	0,024
Sonstige	< 0,002	< 0,001	< 0,003	0,015	-	< 0,02
effektive Dosis	0,005	0,021	0,003	0,015	-	0,044
ungünstigste Einwirkungsstelle ¹	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	-

¹ x/y-Koordinaten im m, bezogen auf den ehemaligen FR2- Kamin (s. Abb. 5-2)

Tab. 5-11: Maximale Körperdosen für Kleinkinder (*70-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft der WAK im Jahr 2005

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in μSv für Erwachsene					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,001	0,002	0,002	0,014	-	0,019
Brust	< 0,001	0,002	0,003	0,014	-	0,019
Rotes Knochenmark	0,006	0,020	0,002	0,014	-	0,042
Lunge	0,001	0,002	0,002	0,014	-	0,019
Schilddrüse	0,002	0,62	0,002	0,014	-	0,64
Knochenoberfläche	0,079	0,065	0,003	0,014	-	0,16
Haut	< 0,001	0,002	0,003	0,014	0,004	0,023
Sonstige	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,014	-	< 0,02
effektive Dosis	0,004	0,025	0,002	0,014	-	0,045
ungünstigste Einwirkungsstelle ¹	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	-

¹ x/y-Koordinaten im m, bezogen auf den ehemaligen FR2- Kamin (s. Abb. 5-2)

Tab. 5-12: Maximale Körperdosen für Erwachsene (*50-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft der WAK im Jahr 2005

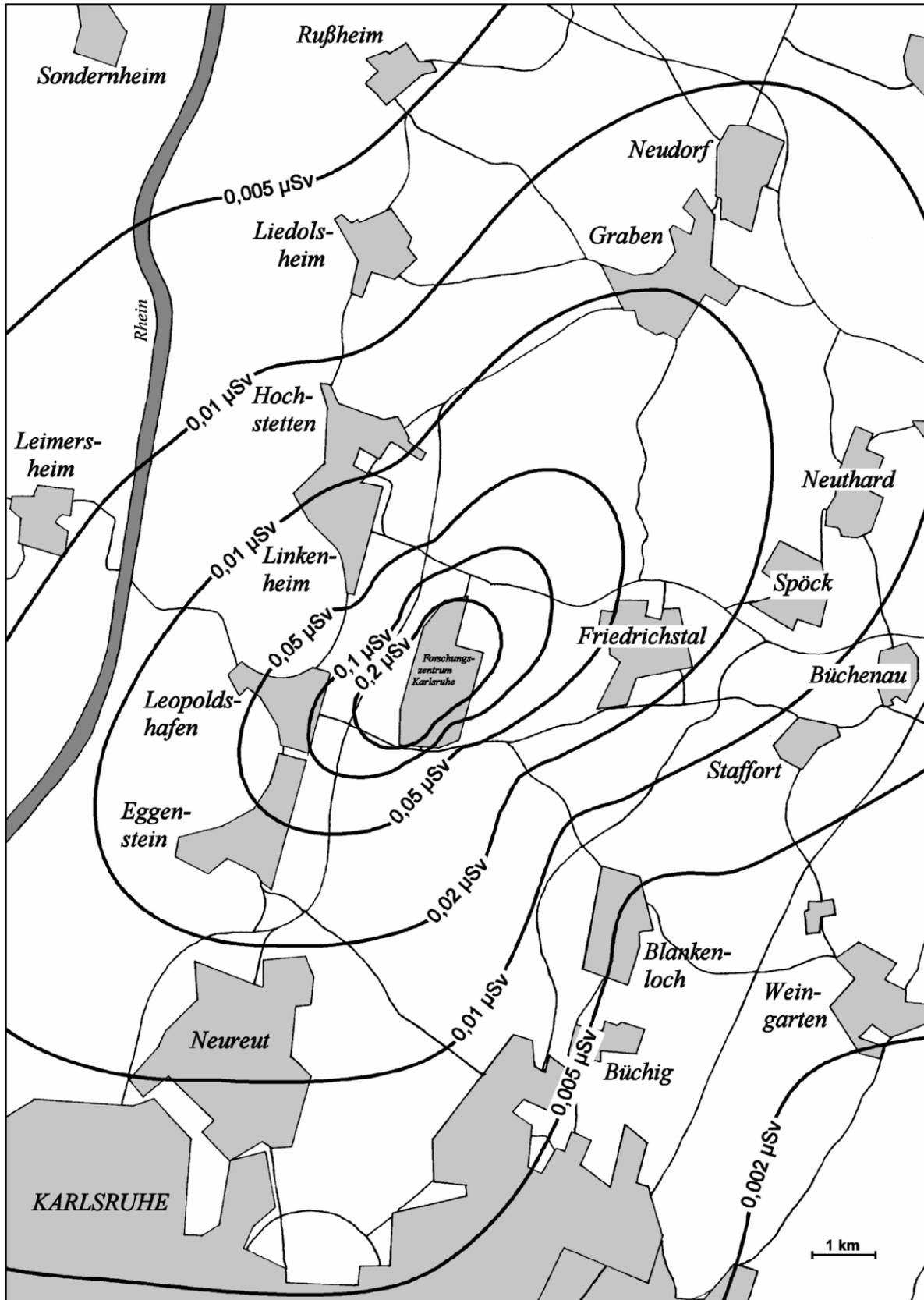


Abb. 5-5: Effektivdosen für Erwachsene in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe, 50-Jahre-Folgedosis aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2005

5.2.1.4 Potentielle Strahlenexposition für den Auslegungsstörfall „Flugzeugabsturz“ für Bau 712 – Institut für Nukleare Entsorgungstechnik

A. Wicke

Im Rahmen der Aktualisierung des Sicherheitsberichts für das Institut für Nukleare Entsorgungstechnik wurde die radiologische Auswirkung eines Störfalls auf die Umgebung gemäß Berechnungsvorschrift „Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV“ (Empfehlung der SSK Heft 44, 2004) neu ermittelt. Als ungünstigster Fall wurde der Absturz eines mit Treibstoffreserven in Höhe von ca. 10 t beladenen Militärflugzeuges auf das Containment betrachtet. Er hinterlässt bei hinreichend großem Trefferquerschnitt das total zerstörte Containment, das mit den Trümmern der Halle bedeckt ist. Dabei wird das vorhandene radioaktive Material freigesetzt. Der Anteil davon, der in bruchsicherer Verpackung eingeschlossen oder in sonst nicht dispergierbarer Form vorhanden war, bleibt zwischen den Trümmern liegen. Vom Rest, der als Pulver oder Flüssigkeit offen vorgelegen hat, wird angenommen, dass er durch den Brand in Aerosole überführt wird und diese in die Atmosphäre gelangen.

Hinsichtlich der freigesetzten Aktivität wurden zwei getrennte Quellterme auf der Grundlage des Bestands des Isotopenlagers und der Abgeschirmten Boxenlinie betrachtet. Bei der Freisetzung in die Atmosphäre durch Brand wurden die Freisetzungsteile des Gutachtens der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) vom 25. November 1998 zu Grunde gelegt:

Isotopenlager				Abgeschirmten Boxenlinie			
Radio-nuklid	Inventar, Bq	Frei-setzungs-anteil	Freigesetzte Aktivität in Bq	Radio-nuklid	Inventar, Bq	Frei-setzungs-anteil	Freigesetzte Aktivität in Bq
Pu-238	1,17E+12	2,0%	2,34E+10	Sr-90	1,90E+12	1,05%	2,00E+10
Pu-239	8,50E+10	2,0%	1,70E+09	Cs-137	1,90E+12	1,05%	2,00E+10
Pu-240	3,96E+10	2,0%	7,92E+08	Pu-238	5,60E+10	0,05%	2,80E+07
Pu-241	3,88E+11	2,0%	7,75E+09	Pu-239	3,30E+09	0,05%	1,65E+06
Am-241	4,70E+12	0,1%	4,70E+09	Pu-240	6,00E+09	0,05%	3,00E+06
Cm-244	2,40E+11	5,0%	1,20E+10	Pu-241	1,40E+12	0,05%	7,00E+08
U-234	1,08E+08	2,0%	2,16E+06	Pu-242	3,50E+07	0,05%	1,75E+04

Tab. 5-13: Quellterme für die Freisetzung von radioaktiven Stoffen bei Brand

Kritischer Belastungspfad bei der Ausbreitung von Radioaktivität über die Atmosphäre ist die Inhalation. Für die Berechnung der Inhalationsdosen muss die Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft an der ungünstigsten Einwirkungsstelle bekannt sein. Diese Aktivitätskonzentration wird aus Lage des betrachteten Gebäudes aus den dafür gültigen Randbedingungen wie Gebäude- bzw. Trümmergeometrie, der sich aus dem Brand ergebenden effektiven Emissionshöhe und aus der Art und Menge der emittierten Aktivität ermittelt. Zur Vereinfachung der Dosisberechnung wird zunächst nicht die Aktivitätskonzentration, sondern der Kurzeitenausbreitungsfaktor für die ungünstigste Einwirkungsstelle berechnet. Dabei wurde nach Anhang 8 zum Kapitel 4 der Störfallberechnungsgrundlagen verfahren. Betrachtet wird das Zeitintervall bis zu acht Stunden nach Beginn des Störfalls. Folgende Werte wurden für die Berechnung eingesetzt:

emittierte thermische Energie von 10 t Kerosin:	100	MW/h
Dauer der Emission:	1	h
Gebäudehöhe, ca.:	10	m
Kürzeste Entfernung zum Geländezaun	250	m

Als meteorologische Ausgangswerte wurde eine für das Forschungszentrum gemessene besonders ungünstige Kombination verschiedener Zustände eingesetzt. Durch den Einfluss der thermischen Überhöhung errechnet sich die ungünstigste Einwirkungsstelle für Inhalation in ca. 1000 m Entfernung. Als Kurzzeit-Ausbreitungsfaktor ergibt sich für diesen Ort:

$$\chi = 2,9 \cdot 10^{-7} \text{ s/m}^3$$

Die Inhalationsdosen für die sechs zu berücksichtigenden Altersgruppen ergeben sich aus dem Produkt aus abgeleiteter Aktivität, Kurzzeit-Ausbreitungsfaktor, den altersabhängigen Atemraten und Dosiskoeffizienten.

Bei einem Aufenthalt an der ungünstigsten Einwirkungsstelle wäre bei der einstündigen Durchzugszeit der radioaktiven Wolke auf der Grundlage der o. g. Quellterme des Isotopenlagers und Abgeschirmte Boxenlinie mit den in Tab. 5-14 aufgeführten maximalen Inhalationsdosen zu rechnen (Effektivdosen).

Altergruppe	Isotopenlager		Abgeschirmten Boxenlinie	
	Effektivdosis, mSv	Dosis/Grenzwert	Effektivdosis, mSv	Dosis/Grenzwert
≤ 1 Jahr	0,12	0,23%	0,0003	0,001%
>1 - ≤ 2 Jahre	0,19	0,37%	0,0005	0,001%
>2 - ≤ 7 Jahre	0,23	0,46%	0,0006	0,001%
>7 - ≤ 12 Jahre	0,31	0,62%	0,0007	0,001%
>12 - ≤ 17 Jahre	0,35	0,71%	0,0009	0,002%
>17 Jahre	0,44	0,89%	0,001	0,002%

Tab. 5-14: Inhalationsdosen für den Auslegungsstörfall „Flugzeugabsturz“

Erwartungsgemäß liegen die Dosiswerte für das Isotopenlager höher als die der Abgeschirmten Boxenlinie. Die maximale effektive Dosis für die „kritische“ Altergruppe „Erwachsene“ liegt deutlich unter dem nach § 49 StrlSchV zulässigen Grenzwert von 50 mSv.

5.2.2 Abwasserüberwachung

Chr. Wilhelm, K.-G. Langguth, C. Leim

Die Überwachung des auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe anfallenden Abwassers erfolgt im Rahmen wasserrechtlicher Erlaubnisbescheide und einer atomrechtlicher Genehmigung, die von den zuständigen Behörden des Landes Baden-Württemberg erteilt wurden. Die Überwachung radioaktiver Stoffe im Rahmen der Genehmigung erfolgt durch das „Physikalische Messlabor“ der HS-ÜM, die Überwachung nichtradioaktiver Stoffe erfolgt durch das „Labor für Wasser und Umwelt“ des BTI-V.

Das auf dem Gelände des Forschungszentrums anfallende Abwasser setzt sich aus Niederschlagswasser, häuslichem Abwasser, Kühlwasser und Chemieabwasser zusammen. Das Niederschlags- und Kühlwasser, das häusliche Abwasser und das Chemieabwasser werden innerhalb des Betriebsgeländes in getrennten Systemen abgeleitet.

Das Kühlwasser und das von versiegelten Flächen abfließende Niederschlagswasser wird über Sandfänge in den unmittelbar an das Forschungszentrum angrenzenden Hirschkanal eingeleitet. Vom eingeleiteten Wasser werden kontinuierlich Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert gemessen und die Messwerte in einer Schaltwarte bei BTI angezeigt, um bei Überschreitung vorgegebener Grenzwerte unmittelbar Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Die Aktivitätskonzentra-

tion im Wasser des Hirschkanals wird unterhalb der Einleitungsstellen durch kontinuierliche Probenentnahme im Rahmen der Umgebungsüberwachung kontrolliert (s. Kap. 5.2.3).

Die häuslichen Abwässer werden der biologischen Klärung zugeführt, in mehreren Verfahrensschritten gereinigt und kontinuierlich in den Vorfluter abgeleitet (s. Abb. 5-6). Die Abwässer werden gemäß der Eigenkontrollverordnung überwacht.

Die im Forschungszentrum anfallenden Chemieabwässer werden entsprechend ihrer Herkunft, ihrer Verunreinigung und ihres Aktivitätsgehaltes in unterschiedliche Einzelsysteme des Chemieabwassernetzes eingeleitet. Chemieabwässer aus Betriebsstätten oder Gebäuden, in denen nicht mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird, werden in das Chemieabwassernetz I eingeleitet und der Kläranlage für Chemieabwasser zugeführt. Chemieabwässer aus Kontrollbereichen oder aus Betriebsstätten, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird und die gemäß der atomrechtlichen Genehmigung zu überwachen sind (Chemieabwasser II), werden am Anfallort in sogenannten Abwassersammelstationen gesammelt. Anhand der im physikalischen Messlabor durchgeführten Aktivitätsmessung wird gemäß der atomrechtlichen Genehmigung über die direkte Einleitung in die Chemiekläranlage als Chemieabwasser I oder Einspeisung in die Dekontaminationsanlage als Chemieabwasser III entschieden (s. Abb. 5-6).

Chemieabwässer, die möglicherweise organische Lösungsmittel enthalten (Chemieabwasser IV), werden in speziellen Behältern gesammelt und bei Herkunft aus Kontrollbereichen oder Betriebsstätten, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird, auch hinsichtlich Radioaktivität überwacht. Bestätigt die chemische Analyse das Vorhandensein von Lösungsmitteln, so werden diese Abwässer gesondert entsorgt.

Die Abwässer aus der Dekontaminationsanlage werden in Übergabebehältern gesammelt. Vor einer Ableitung werden sie ebenfalls einer Kontrollmessung unterzogen und bei Überschreitung der Werte der Genehmigung erneut dekontaminiert, andernfalls in die Kläranlage für Chemieabwasser eingeleitet. Das in die Chemiekläranlage eingeleitete Chemieabwasser wird in einem mehrstufigen Prozess gereinigt und in den zwei Speicherbecken für Chemieabwasser mit je 750 m³ Fassungsvermögen gesammelt (s. Abb. 5-6).

Im gereinigten Abwasser werden die Konzentrationen der radioaktiven und bestimmter nicht-radioaktiver Stoffe ermittelt. Anhand der atomrechtlichen Genehmigung und der wasserrechtlichen Erlaubnis wird über die Ableitung entschieden. Über eine 6,7 km lange Rohrleitung werden die Abwässer – zusammen mit den geklärten Abwässern der Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen - in den Rhein eingeleitet.

Zusätzlich zu den Entscheidungsmessungen, die vor Abgabe des Abwassers aus den Abwassersammelstationen, der Dekontaminationsanlage und den Speicherbecken durchzuführen sind, wird die mit dem Abwasser des Forschungszentrums abgeleitete Aktivität durch nuklidspezifische Analysen von Monats- und Quartalsmischproben, die mengenproportional aus Teilmengen der einzelnen abgeleiteten Abwasserchargen herzustellen sind, bilanziert. Die bilanzierte Aktivität darf die ebenfalls in der atomrechtlichen Genehmigung festgelegten Jahresableitungsgrenzwerte für Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser nicht überschreiten. Die genehmigten Jahresableitungsgrenzwerte und zulässigen Konzentrationen radioaktiver Stoffe im Abwasser wurden im Zuge der Antragstellung zur Erteilung der atomrechtlichen Genehmigung durch einen von der Aufsichtsbehörde bestellten Gutachter überprüft.

Die Eigenüberwachung der radioaktiven Emissionen mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum wird durch Messungen behördlich beauftragter Sachverständiger kontrolliert. Aufgrund behördlicher Anordnung wird auf das Forschungszentrum sinngemäß das Programm zur „Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken“ gemäß der Richtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 05.02.1996 angewandt. Danach werden durch das Bundesamt für Strahlenschutz, das als beauftragter Sach-

verständiger von der Behörde hinzugezogen wurde, Kontrollmessungen an Monats- und Quartalsmischproben durchgeführt.

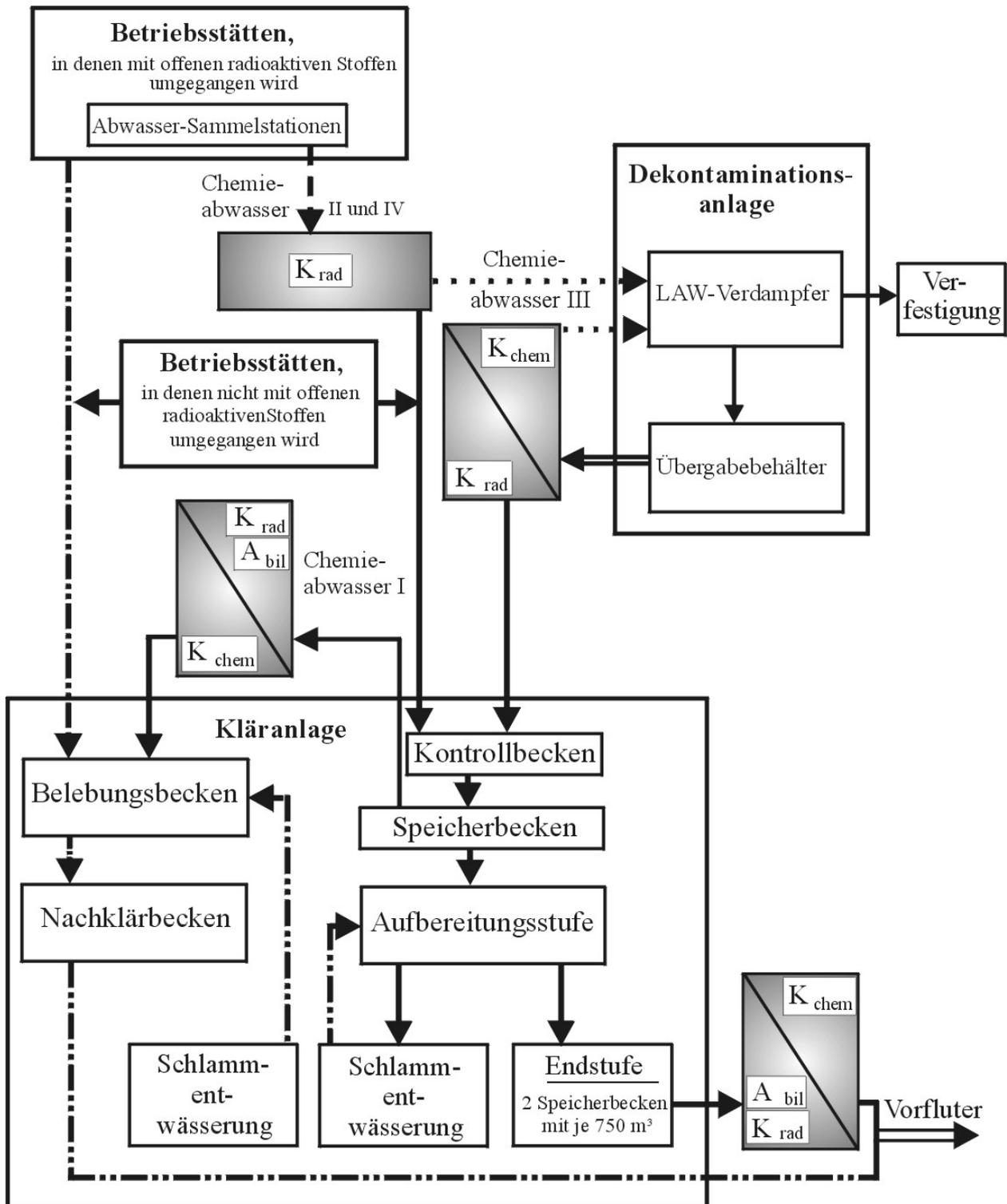


Abb. 5-6: Vereinfachtes Fließschema der Abwässer im Forschungszentrum Karlsruhe (K_{rad} : Kontrollmessung radioaktiver Stoffe; K_{chem} : Kontrollmessung nicht-radioaktiver Stoffe, A_{bil} : Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe)

5.2.2.1 Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit dem Abwasser im Jahr 2005

W. Bumiller (BTI-V), Chr. Wilhelm

Die Überwachung der aus der Kläranlage für Chemieabwasser und der Kläranlage für häusliches Abwasser in den Vorfluter eingeleiteten Abwässer hinsichtlich nichtradioaktiver Stoffe wird von BTI-V durchgeführt.

Zur Ermittlung der Jahresabgaben dienen dabei die Ergebnisse der Messungen, die an den einzelnen Speicherbeckenchargen der Chemiekläranlage gemäß den Vorgaben des wasserrechtlichen Erlaubnisbescheides und an qualifizierten Stichproben aus dem Ablauf der biologischen Kläranlage gemäß der Eigenkontrollverordnung des Landes Baden-Württemberg durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Stoffe zur Eigenkontrolle in die Überwachung einbezogen. In Tab. 5-15 sind die bilanzierten Ableitungen mit dem Chemieabwasser und dem häuslichen Abwasser sowie in Tab. 5-16 die errechneten Jahreskonzentrationsmittelwerte für das Jahr 2005 wiedergegeben. Die Genehmigungswerte wurden in keinem Fall überschritten. Dies bestätigen auch die amtlichen Überwachungsmessungen. Dies bestätigen auch die amtlichen Überwachungsmessungen.

Bei der Chemiekläranlage erreichte die Ableitung von CSB, KW, AOX und Phosphat ähnliche Werte wie im Vorjahr. Bei der Schmutzwasserkläranlage mit vorgeschalteter Denitrifikation konnte die Nitratfracht wieder bei dem niedrigen Wert des Vorjahres gehalten werden, jedoch kam es aufgrund wetterbedingter Störung zu einer leichten Frachterhöhung.

Parameter	Chemieabwasser [kg/a]	Häusliches Abwasser [kg/a]
Chem. Sauerstoffbedarf (CBS)	415,2	2210,5
Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	-	146,5
absorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0,813	2,7
flüchtige organische Halogenverbindungen (POX)	0,216	-
mineralöhlhaltige Kohlenwasserstoffe (KW)	1,1	-
Gesamtstickstoff (N ges.)	-	307,5
organ. gebundener Stickstoff (N org.)	-	83,2
Chlorid	1843,2	-
Nitrat - N	24,7	319,28
Nitrit - N	2,3	13,1
Phosphat - P ges	6,6	98,101
Sulfat	1620,7	-
Ammonium - N	22,2	178,15
Cadmium	< 0,5	< 0,5
Chrom	< 0,5	< 0,5
Eisen	4,4	5,1
Quecksilber	< 0,01	-
Blei	< 0,5	< 0,5
Kobalt	< 0,5	< 0,5
Kupfer	< 0,5	< 0,5
Mangan	< 1,0	1,8
Nickel	0,4	0,65
Zink	0,60	7,0

Tab. 5-15: Bilanzierte Mengen der im Jahr 2005 mit dem Chemieabwassers und dem häuslichen Abwasser in den Vorfluter abgeleiteten nichtradiaktiven Stoffe

Parameter	Mittelwert Chemiekläranlage [mg/l]	Mittelwert Schmutz- wasserkläranlage [mg/l]
pH-Wert	6.7	4.7
absetz. Stoffe	<0.1	-
absorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0,072	0,020
flüchtige organische Halogenverbindungen (POX)	0,019	-
mineralölhaltige Kohlenwasserstoffe (KW)	0.10	-
Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	-	1,9
chem. Sauerstoffbedarf (CSB)	-	1.05
Phenol-Index	39.8	18.6
Cadmium	-	-
Chrom ges.	< 0.010	< 0.01
Eisen gesamt	< 0.010	< 0.01
Quecksilber	0.39	0.03
Blei	< 0.010	< 0.01
Kobalt	< 0.010	< 0.01
Kupfer	0.038	< 0.01
Mangan	0.040	< 0.040
Nickel	0.043	< 0.010
Zink	0.038	0.04
Calcium	157.3	-
Magnesium	13.3	-
Aluminium	0.08	-
Barium	0.04	-
Ammonium-N	1.9	1.4
Chlorid	414.0	243.5
Sulfat	237.0	92.9
Cyanid gesamt	< 0.005	-
Fluorid	0.50	-
Nitrat-N	2.8	2.43
Nitrit-N	0.2	0.09
Phosphat-P ges.	0.62	0.77

Tab. 5-16: Jahreskonzentrationsmittelwerte der im Jahr 2005 mit dem Chemieabwasser und dem häuslichen Abwasser in den Vorfluter abgeleiteten nichtradioaktiven Stoffe

5.2.2.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2005

C. Leim, Chr. Wilhelm

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wird anhand von Mischproben bilanziert. Dazu werden mengenproportionale Proben der einzelnen Speicherbeckenfüllungen zu Monats- und Quartalsmischproben vereinigt und am Ende des Sammelzeitraumes analysiert. Neben der Bestimmung der Aktivität von Tritium erfolgen bei Monatsmischproben auch nuklidspezifische Messungen mittels Gamma-Spektroskopie. Bei den Quartalsmischproben werden die Gesamt-Alpha-Aktivität und nach einer chemischen Aufbereitung der Proben die Konzentration von Strontiumisotopen sowie von C-14 und S-35 ermittelt. Bei einer Gesamt-Alpha-Aktivität $\geq 0,5 \text{ kBq/m}^3$ müssen zusätzlich die folgenden Radionuklide radiochemisch bestimmt werden: Pu-238, Pu-239/240, Pu-241, Am-241 und Am-243. Da im Jahr 2005 bei allen Quartalsmisch-

proben die Gesamt-Alpha-Aktivität kleiner als 0,5 kBq/m³ war, konnte auf die radiochemische Bestimmung der Plutonium- und Americiumisotope verzichtet werden. In Tab. 5-17 sind die anhand von Monats- und Quartalsmischproben ermittelten Gesamtableitungen radioaktiver Stoffe im Jahr 2005 wiedergegeben. Zum Vergleich sind die Vorjahreswerte und die Genehmigungswerte mit angegeben. Um die atomrechtliche Genehmigung einzuhalten, muss für die nachgewiesenen Radionuklide gewährleistet werden, dass die Summe der Verhältniszahlen aus der gemessenen Aktivitätsabgabe und den Genehmigungswerten der einzelnen Radionuklide kleiner oder höchstens gleich 1 ist (im Jahr 2005 betrug das Verhältnis 0,1).

Radionuklid	Genehmigungswerte J _n für die Aktivitäts- abgaben in Bq/a	bilanzierte Ableitungen in Bq/a	
		2005	2004
H-3	8,0 E+13	6,8 E+12	9,28 E+11
Co-57	2,0 E+10	-	1,19 E+05
Co-60	1,0 E+09	7,9 E+04	1,07 E+06
Sr-90	3,0 E+09	2,1 E+07	8,90 E+06
Mn-54	2,0 E+10	-	1,23 E+05
Cs-137	3,0 E+09	1,0 E+07	9,06 E+06
aus dem Forschungs- zentrum abgeleitete Chemieabwasser- menge in m ³	-	30 300	32 500

Tab. 5-17: 2005 aus dem Forschungszentrum Karlsruhe abgeleitete Abwassermenge und -aktivität sowie Genehmigungswerte gemäß atomrechtlicher Genehmigung

Bei den bilanzierten Ableitungen dominiert das in Form von HTO abgeleitete Tritium. Einen Überblick über die Entwicklung der mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe abgeleiteten Tritiumaktivität in den letzten 30 Jahren gibt die Abb. 5-7.

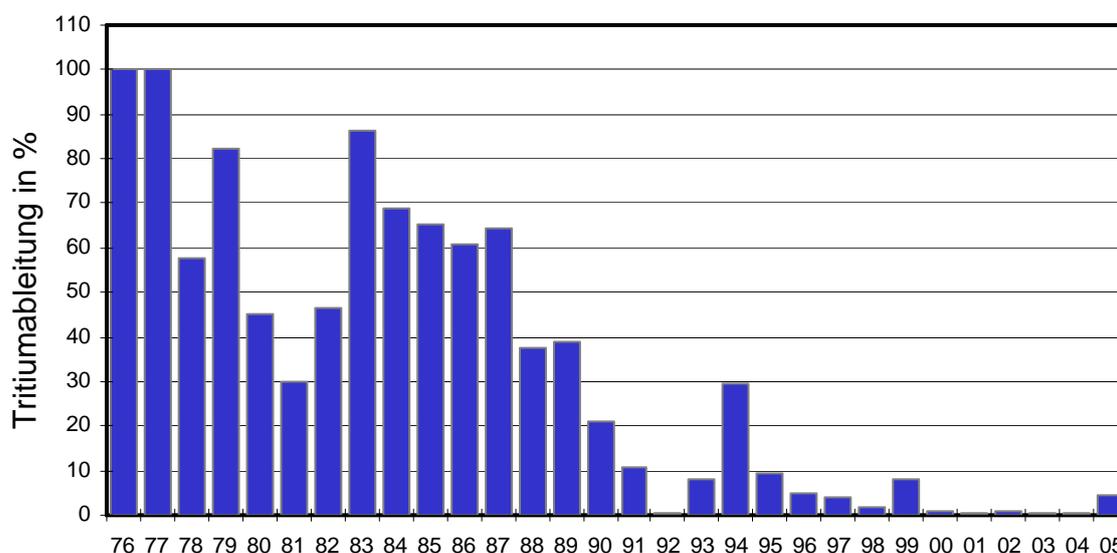


Abb. 5-7: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum Karlsruhe jährlich abgeleiteten Tritiumaktivität seit 1976 (1976 = 100 %)

Im Jahr 2005 ist eine leichte Erhöhung der Tritiumwerte zu den Vorjahren feststellbar. Das Tritium stammt aus den Rückhaltesystemen des Tritiumlabors Karlsruhe (TLK), in denen das Tritium nach einer katalytischen Oxidation aus den Boxen und der Zentralen Rückhaltung als Wasser (HTO) zurückgehalten wird. Diese Systeme wurden regeneriert und das anfallende Wasser an die LAW-Destillation der HDB abgegeben. Auf diesen Weg gelangte das Tritium in die Abwassersysteme des Forschungszentrums.

5.2.2.3 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser in den Rhein abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2005

K.-G. Langguth, C. Leim

Die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe in den Rhein resultierende Strahlenexposition wurde unter Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV vom 30.06.1989 berechnet. Die Berechnung wurde mit Hilfe des Programms STARS durchgeführt. Dabei wurden die Effektiv- und Organdosen - jeweils für Erwachsene und Kleinkinder - als 50-Jahre-Folgeäquivalentdosen ermittelt. Die Berechnung erfolgte mit den Parametern und den Expositionspfaden, die auch im Gutachten im Auftrag des UM zum Antrag des Forschungszentrums auf Einleitung des Abwassers in den Rhein zur Anwendung kamen. An der Einleitungsstelle wurde dabei von einem mittleren Abfluss MQ von 1 260 m³/s ausgegangen. Die berechneten effektiven Dosen und ggf. die jeweils größten Dosen der relativ zum Grenzwert der StrlSchV stärker exponierten Organe für Erwachsene und Kleinkinder für die Ableitung in den Rhein sind in Tab. 5-18 wiedergegeben.

Die Rechenergebnisse zeigen, dass für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in den Rhein die Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung (Grenzwert für die effektive Dosis: 3 E-04 Sv/Jahr) deutlich unterschritten werden.

Bilanzierte Aktivitätsableitungen 2005		Maximale Körper-Folgeäquivalentdosen in Sv			
		Erwachsene		Kleinkinder	
Nuklid	Aktivität in Bq	Effektive Dosis	Dosis für das rela- tiv am stärksten exponierte Organ	Effektive Dosis	Dosis für das rela- tiv am stärksten exponierte Organ
H-3	6,8 E+12	7,3 E-08		7,3 E-08	
Co-60	7,9 E+04	1,1 E-11		1,6 E-11	
Sr-90	2,1 E+07	1,7 E-09	8,1 E-09 (RK)	1,0 E-09	4,5 E-09 (RK)
Cs-137	1,0 E+07	2,1 E-09		5,4 E-10	
Summe, gerundet		7,7 E-08	-	7,5 E-08	-

(RK): Rotes Knochenmark

Tab. 5-18: Maximale Körper-Folgeäquivalentdosen, berechnet aus den bilanzierten Aktivitätsableitungen mit dem Abwasser in den Rhein im Jahr 2005

5.2.3 Radiologische Umgebungsüberwachung

A. Wicke, B. Vobl, B. Messerschmidt, W. Bohn

Die Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe wird nach einem vom Umweltministerium Baden-Württemberg angeordneten Routinemessprogramm überwacht. Das überwachte Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 150 km². Die meisten Mess- und Probenentnahmeorte liegen, wie in Abb. 5-9 dargestellt, innerhalb eines Bereichs von ca. 6 km Radius um das Forschungszentrum Karlsruhe. Die Mess- und Probenentnahmeorte innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe sind in Abb. 5-10 dargestellt.

Das auflagenbedingte Überwachungsprogramm umfasst die Ermittlung der direkten Strahlenexposition sowie die Messung der Aktivität von Probenmaterialien aus verschiedenen Umweltmedien. Monatliche Messfahrten dienen dem Training des Einsatzpersonals bei Störfällen. Wenn sich im Rahmen der Routineüberwachung gegenüber bekannten Schwankungsbereichen signifikant erhöhte Messwerte ergeben, werden ergänzende, zeitlich befristete Überwachungsmaßnahmen durchgeführt. Die sehr umfangreiche Zusammenstellung aller Einzelmessergebnisse wird für jedes Quartal den Aufsichtsbehörden zugeleitet.

Das derzeit gültige Umgebungsüberwachungsprogramm trat im Mai 2001 mit Beginn der direkten Einleitung der gereinigten Abwässer des Forschungszentrums Karlsruhe in den Rhein in Kraft. Insgesamt wurden im Jahr 2005 488 Proben genommen und 911 Radioaktivitätsmessungen durchgeführt, wobei der größte Anteil der Proben weiterhin auf die Überwachung der Umweltbereiche Luft (Schwebstoffe) und Niederschlag entfällt (Abb. 5-8).

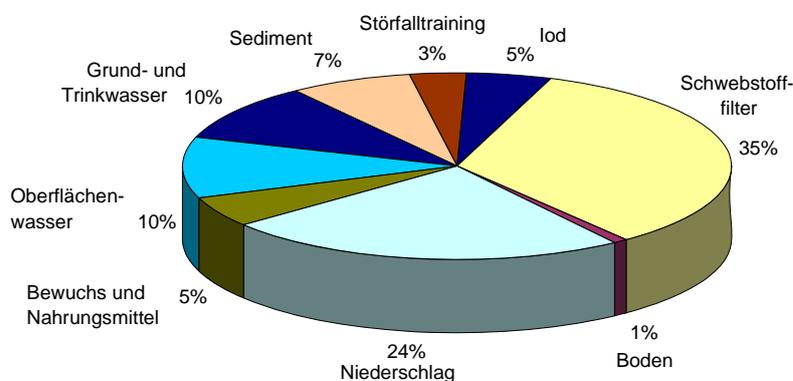
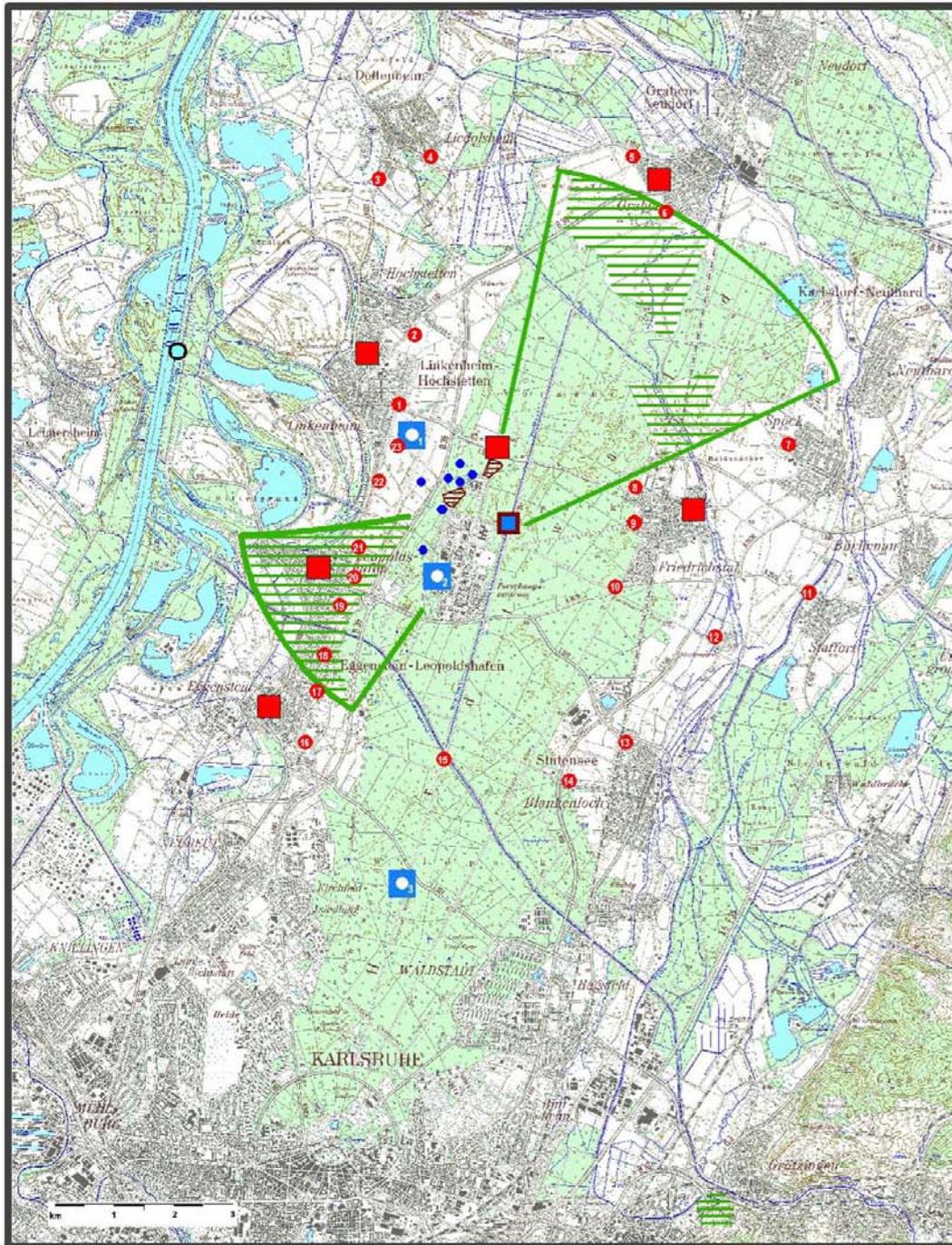


Abb. 5-8: Prozentuale Verteilung der Anzahl von Proben zur Umgebungsüberwachung, bezogen auf einzelne Umweltmedien



Legende

Stand: Mai 2001

Grundlage: Topografische Karte 1:50 000,
Copyright Landesvermessungsamt Baden-Württemberg
(<http://www.lv-bw.de>), 21.03.2002, Az.: 2851.2-D/27

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Außenstation |  Hauptausbreitungssektoren |
|  Festkörperdosimeter (Messorte Nr.1 - 23) |  Landwirtschaftliche Produkte und Boden |
|  Trinkwasser (Wasserwerke)
1 = Linxheim, 2 = FZK Süd, 3 = Karlsruhe-Hardtwald |  Boden |
|  Grundwasser |  Gemeinsame Einleitungsstelle für die Abwässer der Gemeinde
Eggenstein-Leopoldshafen und des
Forschungszentrums Karlsruhe bei Rhein-km 373,74 |
|  kontinuierliche Sammlung von Oberflächenwasser und
Sediment unterhalb der Regen- und Kühlwassereinleitungen | |

Abb. 5-9: Lageplan der Mess- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung außerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe

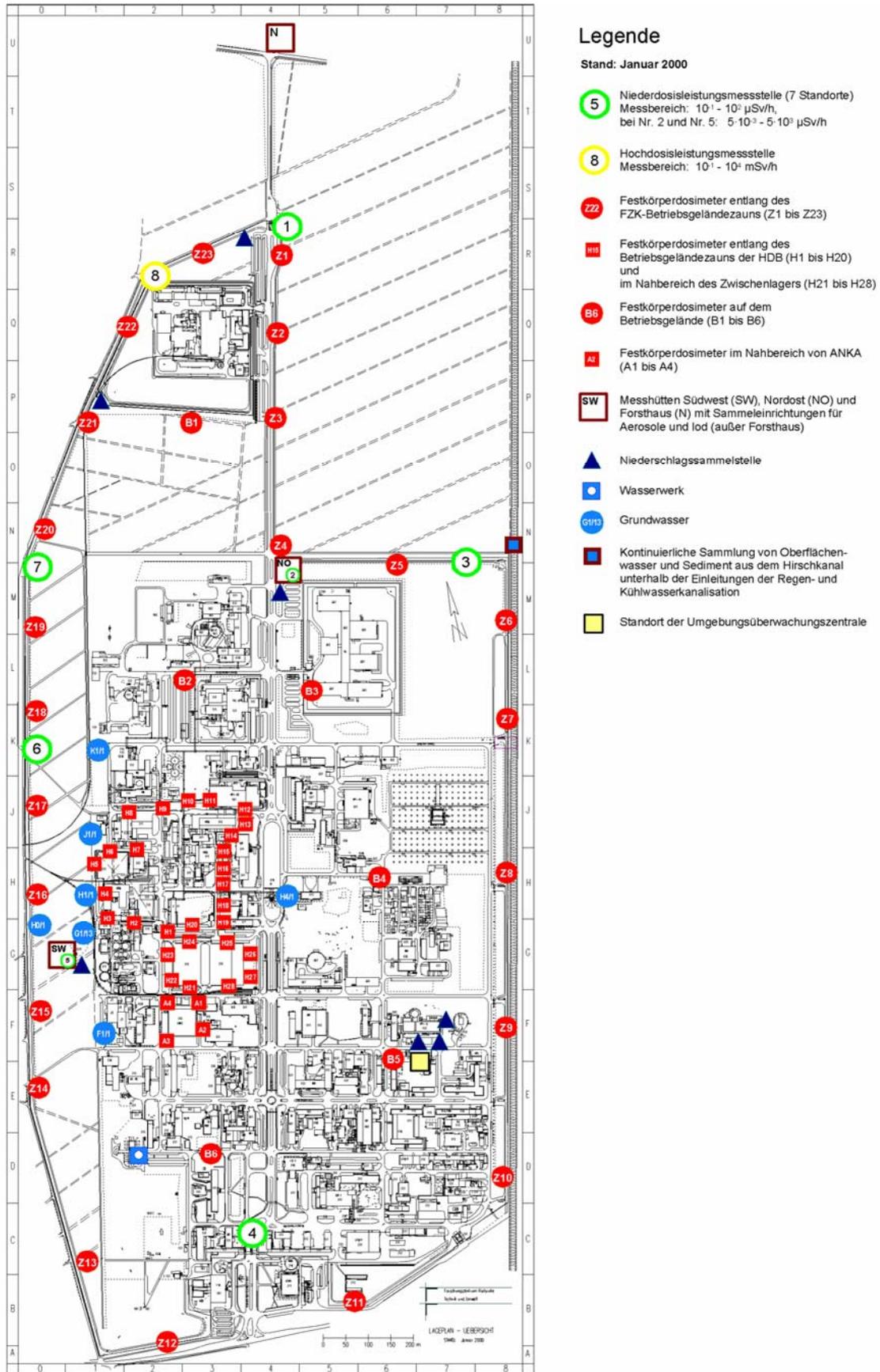


Abb. 5-10: Lageplan der Mess- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe

Das Routineüberwachungsprogramm zur Überwachung der Umgebung hat folgende Struktur:

- I Direktmessung der Strahlung
 - Außenstationen
 - Monitoranlage zur Überwachung des Betriebsgeländes einschließlich WAK
 - Festkörperdosimeter
- II Radioaktivitätsmessungen
 - Luft
 - Niederschlag
 - Boden
 - Bodenoberfläche
 - Bewuchs
 - Pflanzliche Nahrungsmittel
 - Oberflächenwasser
 - Sediment
 - Grund- und Trinkwasser
- III Messfahrten (Störfalltraining)
 - γ -Ortsdosisleistung
 - Schwebstoffe
 - Bodenoberfläche
 - Boden

5.2.3.1 Direktmessung der Strahlung

Zur Direktmessung der Strahlung befinden sich zwei Online-Systeme im Einsatz. Das eine System, die Monitoranlage, dient der Überwachung der Ortsdosisleistung entlang des Betriebsgeländezauns. Das andere System, die Außenstationen, dient zur Überwachung des Strahlenpegels in den umliegenden Ortschaften. Im Jahr 2005 wurde durch die Monitoranlage keine Überschreitung der Warnschwelle von $0,5 \mu\text{Sv/h}$ registriert. Die gemessene Ortsdosisleistung bei den Außenstationen folgte den natürlichen Schwankungen (keine signifikanten Erhöhungen). In Abb. 5-11 sind die Wochenmittelwerte der γ -Ortsdosisleistung im Jahr 2005 an den Außenstationen der nächstgelegenen Ortschaften und an der Station „Forsthaus“ dargestellt. Im Rahmen der jährlich durchgeführten Wiederkehrenden Prüfung zeigte sich, dass die in Leopoldshafen installierte Sonde in ihrer Messempfindlichkeit deutlich nachgelassen hatte. Die Sonde wurde im Februar 2005 ausgetauscht, was durch den sprunghaften Anstieg des Messwertes in Abb. 5-11 ersichtlich wird. Der Schwankungsbereich der Ortsdosisleistung lag zwischen 64 und 95 nSv/h. Die Unterschiede des Strahlungspegels werden im wesentlichen durch messgerät- und standortspezifische Parameter bestimmt.

Die Direktstrahlung wird auch als Jahresortsdosis mit integrierenden Thermolumineszenzdosimetern gemessen. An den 23 Messorten entlang des Zauns des Betriebsgeländes lag die Ortsdosis im Bereich von 0,55 bis 0,67 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,60 mSv/a (Abb. 5-12). Die Dosimeterstandorte sind aus Abb. 5-10 zu ersehen. Der Maximalwert wurde am Westzaun ermittelt. Die Messwerte der 23 Umgebungsdosimeter in den umliegenden Ortschaften reichten von 0,54 bis 0,78 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,60 mSv/a (Abb. 5-12, Dosimeterstandorte siehe Abb. 5-9). Leider sind dort im Berichtsjahr vier Dosimeter abhanden gekommen.

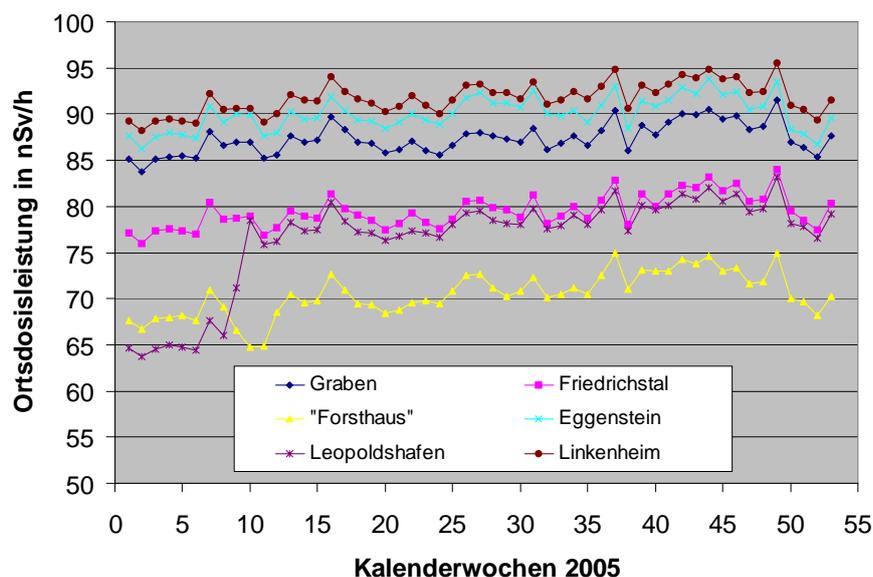


Abb. 5-11: Wochenmittelwerte der γ -Ortsdosisleistung im Jahr 2005 in den nächstgelegenen Ortschaften und am „Forsthaus“

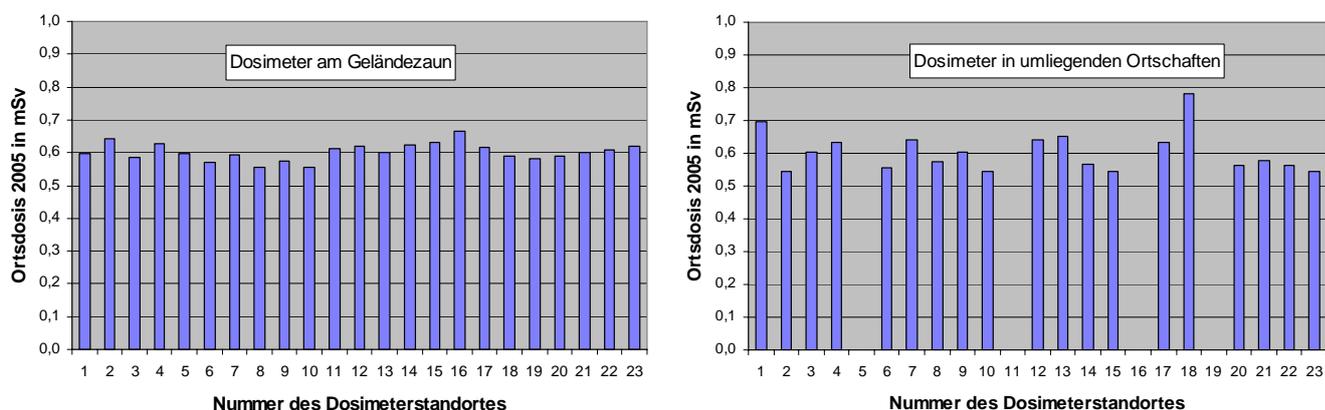


Abb. 5-12: Messwerte der Ortsdosis im Jahr 2005 entlang des Geländezaunes und in umliegenden Ortschaften (vgl. Abb. 5-9 und Abb. 5-10). Fehlende Messbalken zeigen an, dass am jeweiligen Standort das Dosimeter abhanden gekommen ist.

5.2.3.2 Radioaktivitätsmessungen

An den drei Messhütten werden Schwebstofffilter kontinuierlich bestaubt und wöchentlich gewechselt. Neben der Messung der langlebigen α - und β -Gesamtaktivität aller Einzelfilter erfolgen vierteljährlich γ -spektrometrische Untersuchungen und Plutoniumanalysen an Quartalsmischproben der Filter. Im Jahr 2005 lagen alle durch γ -Spektrometrie bestimmten Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide unter der Erkennungsgrenze (z. B. $7,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Cs-137). Die Aktivitätskonzentration des natürlichen Radionuklids Be-7 schwankte zwischen $2,4$ und $5,5 \text{mBq}/\text{m}^3$. Bei der Untersuchung der Plutonium-Aktivitätskonzentrationen lagen die Messergebnisse nur im dritten Quartal mit $0,05 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Pu-239/240 knapp oberhalb der Erkennungsgrenze.

An insgesamt sieben Stellen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums wird Niederschlag zur Überwachung auf Radioaktivität gesammelt (s. Abb. 5-10). Eine weitere Sammelstelle in Durlach dient als Referenzstelle. Im Jahr 2005 betrug die über alle sieben Sammelstellen gemittelte Jahresniederschlagsmenge rd. 590 mm. Im Niederschlag wurden bei der γ -spektrometrischen Analyse keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen. Die Nachweisgrenze für Cs-137 lag bei 0,02 Bq/L. Die H-3-Aktivitätskonzentration schwankte zwischen der Nachweisgrenze und 18,4 Bq/L.

Tab. 5-19 enthält eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der in den Jahren 2004 und 2005 gemessenen spezifischen Aktivitäten in Boden- und Sedimentproben. Aufgeführt sind außer dem natürlichen Radionuklid K-40 nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 2004 und 2005 mindestens ein Messergebnis über der Erkennungsgrenze lag.

Gegenüber dem Vorjahr wurde keine erhöhte spezifische Aktivität im Boden oder Sediment festgestellt. Die gemessenen Cs-137-Aktivitäten beruhen zum größten Teil auf dem Fallout des Reaktorunfalls in Tschernobyl im Jahr 1986.

Zur Bestimmung der spezifischen Aktivität im Boden wurden in den Hauptausbreitungssektoren der WAK (braun umrandete Sektoren in Abb. 5-9) und an einer Referenzstelle Proben bis zu einer Tiefe von 5 cm entnommen und anschließend im Labor gemessen. In den beiden Hauptausbreitungssektoren bezüglich der Standorte der Abluftkamine im Forschungszentrum (grün umrandete Sektoren in Abb. 5-9) wurden von den Anbauflächen der überwachten Nahrungsmittel (siehe Tab. 5-20) Bodenproben bis zu einer Tiefe von 20 cm entnommen. Die gemessene spezifische Aktivität dieser Proben lag im Schwankungsbereich der Messwerte der Bodenproben bis 5 cm Tiefe (Tab. 5-19). Vergleichbare Ergebnisse lieferten Messungen der spezifischen Aktivität der Bodenoberfläche an vier Stellen durch In-situ-Gammaspektrometrie.

Das Sediment aus dem Hirschkanal wird kontinuierlich in einem so genannten Sedimentsammelkasten aufgefangen, der monatlich geleert wird. Die im Jahr 2005 gemessenen spezifischen Cs-137-Aktivitäten zeigen keine Veränderung zu den Ergebnissen des Vorjahres.

Eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der in den Jahren 2004 und 2005 gemessenen Radioaktivitätsgehalte in Nahrungsmitteln gibt Tab. 5-20. Aufgeführt wurden nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 2004 und 2005 mindestens ein Messergebnis über der Erkennungsgrenze lag. Die untersuchten landwirtschaftlichen Produkte wurden in den beiden Hauptausbreitungssektoren angebaut.

überwachtes Medium	Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg Trockensubstanz			
		2005		2004	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Boden (0-5 cm)	K-40	460	580	450	560
	Cs-137	12	55	6,8	30
	Sr-90	0,56	0,66	0,25	1,08
	Pu-238	<0,02	0,13	<0,01	0,09
	Pu-239/240	0,16	0,43	0,07	0,35
Boden (0-20 cm)	K-40	480	550	450	480
	Cs-137	7,6	15	7,7	14
Boden (In-situ-Gamma-Spektrometrie)	K-40	360	480	440	470
	Cs-137	7,3	13,4	3,1	10,6
Sediment (Hirschkanal)	K-40	520	600	460	650
	Cs-137	110	140	99	150
	Am-241	< 11	<16	< 2,7	<10

Tab. 5-19: Schwankungsbereiche der spezifischen Aktivität in Boden und Sediment

überwachtes Medium	Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg Frischsubstanz			
		2005		2004	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Wurzelgemüse	K-40	23	86	30	91
	Cs-137	< 0,013	< 0,033	< 0,015	< 0,042
	Sr-90	0,064	0,081	< 0,016	< 0,019
Getreide	K-40	104	112	79	121
	Cs-137	< 0,059	<0,069	< 0,041	0,10
	Sr-90	0,12	0,17	0,12	0,17
Blattgemüse	K-40	33	79	15	126
	Cs-137	< 0,017	0,048	< 0,026	0,074
	Sr-90	0,11	0,13	0,04	0,44

Tab. 5-20: Schwankungsbereiche der spezifischen Aktivität in Nahrungsmitteln

Die Kühl- und Regenwässer des Forschungszentrums werden über die Sandfänge 1 bis 6 in den Hirschkanal abgeleitet. Das Oberflächenwasser des Hirschkanals wird unterhalb von Sandfang 6 im Teilstrom gesammelt (siehe Abb. 5-10) und wöchentlich ausgewertet. Die H-3-Aktivitätskonzentration lag oberhalb der Erkennungsgrenze mit einem Maximalwert im März von 4 Bq/L.

Zur Überwachung des Grundwassers im Nahbereich der HDB werden im Rahmen des Umgebungsüberwachungsprogramms zahlreiche Beobachtungspegel beprobt. Diese Pegel befinden sich innerhalb und außerhalb des Betriebsgeländes in Grundwasserfließrichtung. Die H-3-Aktivitätskonzentrationen schwankten im Jahr 2005 zwischen Messergebnissen unterhalb der Erkennungsgrenze und einem Maximalwert von 11,4 Bq/L, der im zweiten Halbjahr am Beobachtungspegel H 0/1 innerhalb des Betriebsgeländes gemessen wurde. Insgesamt liegen die Werte im Bereich derer des Vorjahres.

Die H-3-Aktivitätskonzentrationen von Grund- und Trinkwasser aus den Wasserwerken Linkenheim und des Forschungszentrums liegen wie im Vorjahr nur geringfügig über der Aktivitätskonzentration an der Referenzstelle (siehe Abb. 5-13). Die Werte lagen zwischen 3,0 und 3,9 Bq/L. Die H-3-Aktivitätskonzentrationen der Beobachtungsbrunnen zwischen dem Forschungszentrum und Linkenheim lagen bei maximal 5,6 Bq/L.

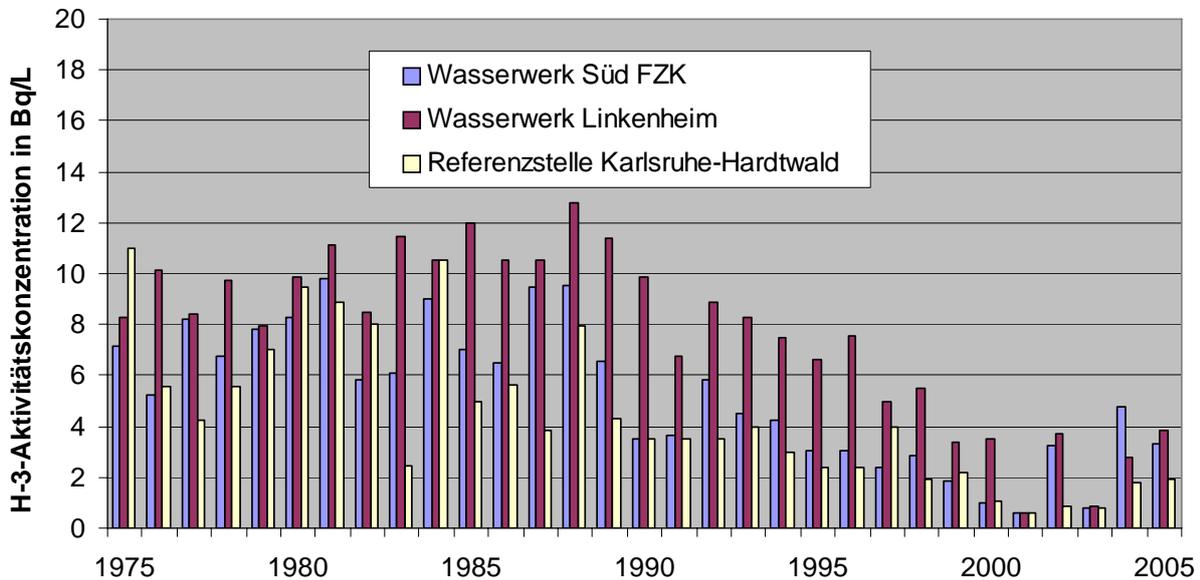
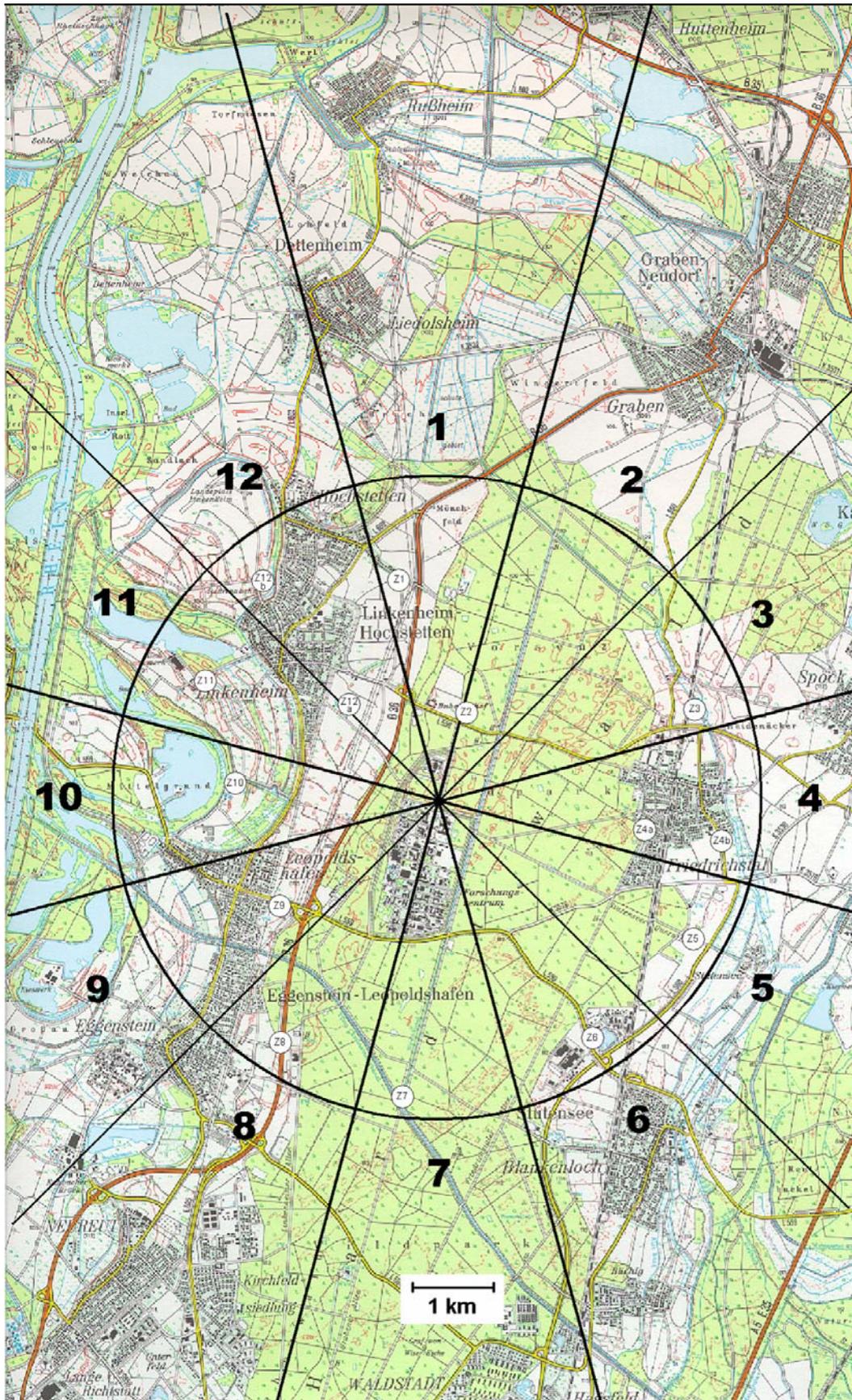


Abb. 5-13: Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser aus benachbarten Wasserwerken von 1975 bis 2005

5.2.3.3 Messfahrten im Rahmen des Störfalltrainingsprogramms

Im Rahmen des Störfalltrainingsprogramms werden monatliche Messfahrten zu wechselnden Mess- und Probenentnahmeorten durchgeführt. Die in der Zentralzone (Abb. 5-14) anzufahrenden Stellen wurden gemäß dem Katastropheneinsatzplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe für die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe und das Institut für Transurane festgelegt. Ziel dieser Messfahrten ist das Training des Rufbereitschaftspersonals. Alle Messergebnisse entsprachen der Erwartung und zeigten keinerlei Auffälligkeiten.



Stand: Juli 1998

Abb. 5-14: Mess- und Probenentnahmeorte in den Sektoren der Zentralzone gemäß dem Katastropheneinsatzplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe

6 Biologische Sicherheitsbereiche

E. Wittekindt

Organisationseinheiten des Forschungszentrums, in denen biologische Sicherheitsbereiche wie gentechnische Anlagen und Tierversuchsanlagen angemeldet bzw. genehmigt sind, werden hinsichtlich der Erfüllung gesetzlicher Voraussetzungen und Aufgaben von der Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung „Technisch administrative Beratung und Genehmigungen“ unterstützt.

6.1 Gentechnische Anlagen

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist als juristische Person Betreiber von neun gentechnischen Anlagen der Sicherheitsstufe S1 (davon zwei Tierhaltungsanlagen) und einer S2-Anlage. Betreiberpflichten ergeben sich auf der Grundlage einer Vielzahl gesetzlicher Bestimmungen wie des Gentechnikgesetzes (GenTG), der Gentechniksicherheitsverordnung (GenTSV), der Gentechnik-aufzeichnungsverordnung (GenTAufzV), der Biostoffverordnung (BioStoffV), technischer Regelwerke sowie den berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.

HS-TBG verfolgt die aktuellen Gesetzesänderungen im Bereich Gentechnik auf nationaler und internationaler Ebene und stellt diese den Organisationseinheiten zur Verfügung. Weiterhin berät und unterstützt HS-TBG die Organisationseinheiten zur langfristigen Sicherstellung der gesetzlichen Anforderungen und zur Erfüllung behördlicher Maßnahmen.

6.1.1 Umsetzung behördlicher Maßnahmen (Gentechnikrecht)

In 2005 wurden zwei neue S1-Anlagen für das Institut für Toxikologie und Genetik (ITG) angemeldet. Dies betraf eine Fischhaltungsanlage und eine weitere für ein Tierversuchsvorhaben mit Mäusen. Weiterhin wurden drei bestehende Anlagen erweitert Institut für Meteorologie und Klimaforschung-Bereich Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), zwei Anlagen des ITG). Die erforderlichen administrativen Abläufe zur S1-Anmeldung und Erweiterungsmeldung erfolgten über HS-TBG. Des weiteren laufen die Vorbereitungen zur Anmeldung von zwei weiteren S1-Anlagen Institut für Biologische Grenzflächen und Institut für Technische Chemie, Bereich Wasser- und Geotechnologie (IBG, ITC-WGT) und einer weiteren S2-Arbeit (ITG). Für die Einhaltung personeller, organisatorischer und technischer Voraussetzungen zum Betrieb von gentechnischen Anlagen sind sowohl die jeweiligen Projektleiter gentechnischer Anlagen, als auch der Betreibervertreter (HS-TBG) verantwortlich.

6.1.1.1 Strukturierung von Verantwortungsbereichen

In Forschungseinrichtungen mit sehr unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten (z. B. dem ITG) werden gentechnische Arbeiten in einem wissenschaftlichen Netzwerk, teilweise anlagenübergreifend durchgeführt. Die Institute weisen eine dementsprechend hohe Zahl wissenschaftlicher Mitarbeiter (zum größten Teil auf Zeitverträgen) aus. Im Forschungszentrum oblag die Verantwortlichkeit für die in diesem Rahmen durchgeführten gentechnischen Arbeiten in Einzelfällen nur einem Projektleiter, welcher zudem für mehrere S1/S2-Anlagen eines Instituts verantwortlich war. Nach eingehender Diskussion mit der zuständigen Behörde (Regierungspräsidium Tübingen) wurde begonnen, weitere Projektleiter - grundsätzlich wissenschaftliche Mitarbeiter (Gruppenleiter) - zu bestellen, um die Pflichten und Verantwortlichkeiten auf einen größeren Personenkreis verteilen zu können. Zusätzlich wurden und werden die bereits bestellten Projektleiter durch weitere Maßnahmen schrittweise entlastet, insbesondere durch Ausgliederung bzw. Anmeldung neuer Teilbereiche. Diese Maßnahmen zur Neuordnung der Projektleiter-Verantwortung sind notwendig, um die komplexen Aufgabengebiete umfassend zu betreuen und die gesetzlichen Verpflichtungen gemäß GenTG, GenTSV und GenTAufzV nachzuhalten.

6.1.2 Technische und organisatorische Maßnahmen zur biologischen Sicherheit

Gemäß § 8 GenTSV hat der Betreiber einer gentechnischen Anlage die nach dem Stand der Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorgemaßnahmen zu treffen, um eine Exposition der Beschäftigten und der Umwelt gegenüber dem gentechnisch veränderten Organismus so gering wie möglich zu halten. Grundsätzlich sind individuelle Schutzmaßnahmen den technischen Maßnahmen nachgeordnet.

Gemeinsam mit der Stabsstelle für Arbeitssicherheit (StFA) und Medizinischen Abteilung (MED) berät HS-TBG die Beauftragten für die Biologische Sicherheit, Projektleiter und wissenschaftliche Mitarbeiter entsprechender Einrichtungen in Fragen zur (biologischen) Arbeitssicherheit, gibt Unterstützung zur Anfertigung von Betriebsanweisungen und Hygieneplänen und zur Beschaffung von Schutzausrüstungen. Die Anforderungen an Betriebsanweisungen, zur Ausweisung von Desinfektionsmitteln und Verhaltensregeln wurden von der zuständigen Überwachungsbehörde in 2005 neu bewertet. Entsprechende Vorschläge wurden in die bestehenden Betriebsanweisungen und Hygienepläne integriert. So werden mittlerweile in den biologischen Sicherheitsbereichen des Forschungszentrums ausschließlich anerkannte Desinfektionsmittel gemäß RKI-Liste bzw. Desinfektionsmittel-Liste der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie; (DGHM) benutzt. Des Weiteren wurden auch die Regelungen tierschutzrechtlicher Vorgaben in die Anweisungen eingearbeitet und entsprechende Fassungen in englischer Sprache erstellt. Strahlenschutzrechtliche Aspekte können hierbei ebenfalls Berücksichtigung finden.

Auf der Grundlage der am 01.01.2005 in Kraft getretenen Neuerungen der Biostoffverordnung (BioStoffV) wurden Vorgaben zur Erstellung von „Gefährdungsbeurteilungen“ für biologische Arbeitsbereiche in Form eines Fragekatalogs entwickelt. Die Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung nach §§ 6 und 7, 8 (BioStoffV) basierte dabei auf einem gemeinsamen Konzept der Universitäten Hamburg und Bonn (Februar 2000) und wurde für die Belange des Forschungszentrums adaptiert. Zur Ermittlung von Gefährdungen im Laborbereich (aufgrund der Verwendung von Mikroorganismen, gentechnisch veränderten Organismen, Tieren und allergenen bzw. toxischen Stoffen) wurden auch die Technischen Regelwerke für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 100; Laborausrüstung, TRBA 120; Tierhaltung, TRBA 500; Hygiene-Mindestvorschriften) einbezogen. Gemeinsam mit den Organisationseinheiten wurde begonnen, entsprechende Gefährdungsbeurteilungen für die Institute durchzuführen, wobei diese auch anlagenübergreifend und unter Einbeziehung der einschlägigen Regelwerke erfolgen.

Zu den Querschnittsaufgaben im Bereich der „Biologischen Sicherheit“ gehört auch die Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen des Bereichs Technische Infrastruktur (BTI) zur Koordination zentraler Aufgaben in Bezug auf die spezifischen Anforderungen für Anlagen mit biologischer Sicherheitseinstufung. Es erfolgt eine fortlaufende Aktualisierung der Gebäudepläne einschließlich der Erfassung der erforderlichen technischen Infrastruktur. Die aktualisierten Unterlagen wurden sowohl an die betroffenen Organisationseinheiten und Fachabteilungen des Forschungszentrums, als auch an die zuständige Behörde weitergeleitet.

6.1.3 Begehungen gentechnischer Anlagen

HS-TBG führt auf der Grundlage gesetzlicher Vorgaben routinemäßig Arbeitsstättenbegehungen in Laboren mit biologischer Sicherheitseinstufung durch. In den gentechnischen Anlagen des Forschungszentrums führte HS-TBG in 2005 neun Begehungen durch. In den meisten Fällen erfolgten diese Begehungen in Kooperation mit StFA und MED.

Die Anlagen wiesen in der Regel einen guten bis sehr guten technischen Standard auf. Teilweise wurden jedoch räumliche Engpässe, sowohl im Labor-, als auch im Bürobereich vorgefunden, die eine erhöhte Arbeitsbelastung für die Mitarbeiter darstellen können.

Im Juli 2005 fand anlässlich der Errichtung einer neuen S1-Anlage und im Rahmen einer S1-Erweiterung eine behördliche Begehung durch das Referat 57 des Regierungspräsidiums Tübingen statt; die gesichteten Räumlichkeiten des ITG wurden behördlicherseits nicht beanstandet.

6.1.4 Sicherheitsunterweisungen

In gentechnischen Anlagen der Sicherheitsstufen S1 und S2 unterstützte HS-TBG in 2005 die Institute bei der Durchführung von Sicherheitsunterweisungen gem. § 12 Abs. 3 der GenTSV, indem sie den allgemeinen Teil der Unterweisung übernahm. Diese erfolgten teilweise anlagenübergreifend, wie z. B. im ITG im Rahmen einer Institutsversammlung.

Neben den routinemäßigen jährlichen Mitarbeiterunterweisungen wurden auch Unterweisungen unter Mithilfe von HS-TBG im Rahmen der Einstellung neuer Institutsmitarbeiter, bei neu eingerichteten gentechnischen Anlagen sowie von Fremdfirmenpersonal (Reinigungskräfte) vorgenommen.

6.1.5 Dokumentations- und Berichtspflichten gemäß GenTG

Der Betreiber gentechnischer Anlagen ist verpflichtet, Aufzeichnungen über gentechnische Arbeiten zeitnah zu führen und diese der zuständigen Behörde auf ihr Ersuchen vorzulegen. Allgemeingültige Regeln zur Anfertigung der Aufzeichnungen sind in der Gentechnikaufzeichnungsverordnung (GenTAufzV) aufgenommen.

Die der Behörde zur Verfügung gestellten gentechnischen Aufzeichnungen des Forschungszentrums wurden eingehend geprüft und bewertet. Das Regierungspräsidium wertete zudem auch eine Vielzahl von Aufzeichnungen weiterer Betreiber aus Baden-Württemberg aus. Die Aufzeichnungen waren hinsichtlich Form, Vollständigkeit und Inhalt „insgesamt von unterschiedlicher Qualität“, wobei bislang noch keine grundlegende Richtlinie zu Form und Inhalt von Aufzeichnungen existierte. Auf der Grundlage dieser Bewertungen entwickelte das Regierungspräsidium Tübingen einen neuen Formblattsatz (Modulsystem), der im August 2005 zur Verfügung gestellt wurde.

Im Juli 2005 fand eine Besprechung mit der Aufsichtsbehörde zur Organisationsstruktur in gentechnischen Anlagen und zur Ausführung der vom Forschungszentrum eingereichten Aufzeichnungsdokumente statt. Mögliche Aufzeichnungslücken ergaben sich aus der Tatsache, dass ehemalige Mitarbeiter nach ihrem Wechsel zu anderen Einrichtungen entsprechende Dokumente auf unsere Anfrage hin erst nachliefern mussten. Die Behörde forderte in diesem Zusammenhang, die Verantwortlichkeiten für Projektleiter in den gentechnischen Anlagen des Forschungszentrums neu zu strukturieren. Damit soll das Ziel verfolgt werden, dass der Zuständigkeitsbereich für Projektleiter „überschaubar“ bleibt und deren Risiko aufgrund der vom Gesetz vorgesehenen persönlichen Haftung minimiert wird.

Die neuen Formblätter zur Aufzeichnung gentechnischer Arbeiten wurden schrittweise in den gentechnischen Anlagen des Forschungszentrums eingeführt. Hierzu führte HS-TBG zahlreiche Informationsgespräche mit Projektleitern, BBS und Gruppenleitern durch. Insbesondere wurde auf die Tatsache hingewiesen, dass vor Beginn einer weiteren S1-Arbeit eines geplanten Vorhabens eine Risikobewertung gemäß § 6 GenTG i.V.m. Anhang I der GenTSV durchzuführen ist. Hierzu erstellte HS-TBG ein Informationsblatt und übersetzte die entsprechenden Richtlinien ins Englische.

Da das Forschungszentrum sehr heterogene Arbeitsschwerpunkte verfolgt und die gentechnischen Arbeiten komplex vernetzt sein können (z. B. zur Analyse genetischer Signalkaskaden in Zellkulturen, Fischen und Mäusen), ist die klare Abgrenzung einer S1-Arbeit mitunter recht schwierig. Es wird anlagenübergreifend gearbeitet, so dass sich auch die Frage nach der Zuordnung einer spezifischen S1-Arbeit stellte.

Die Verantwortlichkeit bezüglich der Dokumentationspflichten obliegt sowohl dem Projektleiter einer gentechnischen Anlage, als auch dem Betreiber (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH), in dessen Auftrag die Hauptabteilung Sicherheit tätig wird. Zur Sicherstellung der Aufzeichnungspflichten verfolgt HS-TBG die Umsetzung der GenTAufzV in den gentechnischen Anlagen (Anpassung der Formblattmodule an die Anforderungen der Institute, Beratung, Terminierung, routinemäßiger Abgleich, Risikobewertung weiterer gentechnischer S1-Arbeiten). Scheidet der Projektleiter aus, so verbleiben die Originalaufzeichnungen künftig bei HS-TBG. In diesem Rahmen mussten auch von ehemaligen Mitarbeitern rückwirkend Aufzeichnungen angefordert bzw. solche angefertigt und entsprechende Nachmeldungen und Stellungnahmen zur Neustrukturierung gentechnischer Anlagen an die Behörde geleitet werden.

6.2 Tierhaltungsanlagen

Zur Erfüllung gesetzlicher Voraussetzungen und administrativer Abläufe im Routinebetrieb von Tierversuchsanlagen werden die Organisationseinheiten des Forschungszentrums, in denen Tierzucht und -haltung erfolgt und Tierversuchsvorhaben durchgeführt werden, von der HS-TBG unterstützt.

6.2.1 Begehungen in Tierhaltungsanlagen

Die auf dem Gelände des Forschungszentrums befindlichen Tierhaltungsanlagen sind parallel als gentechnische Anlagen angemeldet. Entsprechend sind sowohl die Vorgaben gemäß TierSchG als auch genrechtliche Belange einzuhalten. Weiterhin sind hier vorbeugende technische und organisatorische Maßnahmen ((SPF-Bereich mit Zwangsdusche, Handlungs- und Betriebsanweisung, Hygienepläne) implementiert, die einen Eintrag von Zoonosen und Infektionserregern in die Tierhaltung weitestgehend minimieren. Zur Entsorgung von Tierkörpern und Exkrementen gelten weitere Anforderungen gemäß BioStoffV.

In 2005 führte HS-TBG in Kooperation mit der StFA und MED im Tierhaltungsbereich des Gebäudes 317 (SPF-Bereich zur keimarmen Tierhaltung und sterilen Durchführung von Eingriffen an Mäusen und Ratten) und in der Fischhaltung des Gebäudes 223 (ITG) Begehungen durch.

Im Rahmen von aktuellen Genehmigungsverfahren und der Neuanmeldung von Tierhaltungsräumen (IBG, ITG) fanden in 2005 zwei Begehungen durch die zuständige Behörde (Referat 35, Regierungspräsidium Karlsruhe) statt. Die Nutzungsbedingungen zur Durchführung von Tierversuchen und zur Haltung der Tiere post OP wird von der Behörde nach Augenscheinnahe der Institutsräume in Abhängigkeit von den räumlichen Bedingungen festgelegt.

In diesem Rahmen wurde die zeitliche Befristung für die Zucht und Haltung von Zebrabärblingen aufgehoben und eine Kapazitätserhöhung erwirkt.

6.2.2 Technische und organisatorische Maßnahmen

Werden Tierversuchsvorhaben ausschließlich unter Verwendung von Fischembryonen durchgeführt, so sind diese nicht genehmigungspflichtig, da Embryonen nicht Gegenstand des Tierschutzgesetzes sind. Weder im TierSchG, noch in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung des TierSchG (Febr. 2000) wird das "Ende" eines Embryonalstadiums für Fische explizit definiert. Internationalen Regelungen gemäß gelten Entwicklungsstadien allgemein bis zur selbstständigen Futteraufnahme als Embryonalstadien: Artikel 2, Richtlinie des Rates 86/609/EWG vom 24. Nov. 1986 i. V. mit dem Britischen Animals (Scientific Procedures) Act 1986, 1986 Chapter 14 (1)1 [<http://www.archive.officialdocuments.co.uk/document/hoc/321/321-xa.htm>]. Unter Ausschöpfung dieser internationalen Richtlinien und auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde das tierschutzrechtlich relevante Stadium bei der im ITG verwendeten Spezies auf >120 hpf (hours post fertilization) festgelegt. Die zuständige Behörde stimmte dieser Festlegung zu. Diese eindeutige Abgrenzung ermöglicht eine sichere Bestim-

mung der Fallzahlen bei der Beantragung von Tierversuchsvorhaben und für die entsprechenden Tierversuchs-Jahresmeldungen.

Zur Vermeidung umfassender Restriktionen hinsichtlich Verwendung, Aufzeichnung und Lagerung von Schmerzmitteln, die von der zuständigen Behörde empfohlen wurden, aber dem Betäubungsmittelgesetz unterliegen, wurden Alternativen gesucht und den verantwortlichen Versuchsleitern die Mittel vorgeschlagen. Diese Substanzen, Dextropropoxyphen (Dvelin ret.®) und Tramadol (Tramal®), haben vergleichbare Wirkungen, unterliegen jedoch nicht der Betäubungsmittel-Verschreibungsverordnung (BtMVV) (Quelle: Tierärztliche Vereinigung für Tiererschutz e.V.; TVT - Merkblatt Nr. 52 – Empfehlungen zur Schmerzbehandlung beim Versuchstier“).

6.2.3 Dokumentations- und Berichtspflichten gemäß TierSchG

Die Zahl der pro Jahr durchgeführten Versuchsvorhaben, sowie bei Wirbeltieren Art und Zahl der insgesamt verwendeten Tiere, sind der zuständigen Behörde gemäß Versuchstiermeldeverordnung vom 01. Januar 2000 zu melden. Diese Meldungen sind für jedes Kalenderjahr fristgerecht bis zum 31. März des folgenden Jahres in elektronischer Form zu erstatten. Zur Plausibilitätskontrolle der Meldungen kann die Behörde vor Ort Einsicht in die laufende Buchführung als Bezugsbasis nehmen. Da das Forschungszentrum Karlsruhe als juristische Person Genehmigungsinhaber für die Tierversuchsvorhaben ist, ergehen entsprechende Meldungen zentral über HS-TBG an die Behörde.

6.3 Arbeiten mit infektiösen Materialien

Das ITC-WGT (Abteilung Umweltmikrobiologie) betreibt eine BSL-2-Anlage mit Erlaubnis zum Umgang mit Krankheitserregern gem. § 44ff des Infektionsschutzgesetzes, die auch als S1-Anlage ausgewiesen ist. Zu genehmigungsrechtlichen und technischen Fragen wird diese von HS-TBG beraten. Weitere Organisationseinheiten arbeiten ebenfalls mit potenziell infektiösen Materialien oder Proben, so dass die Vorgaben der BioStoffV Berücksichtigung finden (Ausweisung als gezielte bzw. ungezielte Tätigkeiten, Schutzvorkehrungen etc.). Gemeinsam mit StFA werden die Anforderungen an die räumliche Beschaffenheit, technische Ausstattung (z. B. Sicherheitswerkbänke) sowie an organisatorische Abläufe mit den wissenschaftlichen Einrichtungen beraten.

HS-TBG führt hierzu auf Wunsch der Institutsmitarbeiter Recherchen zu beabsichtigten Vorhaben (Arbeiten mit Blutbestandteilen, Zellkulturarbeiten, S2-Arbeiten) durch, um entsprechende Unterlagen zur Genehmigung der Arbeiten zu erstellen bzw. Schutzmaßnahmen (Blutprodukte) zu definieren.

7 Werkschutz

R. von Holleuffer-Kypke

Der Werkschutz hatte im Jahr 2005 keine außergewöhnlichen Ereignisse zu verzeichnen. Organisatorisch mussten die durchzuführenden Werkschutzaktivitäten an die sich einstellenden personellen Gegebenheiten angepasst werden. So wurden zum 01.10.2005 nicht sicherheitsrelevante Auftragskontrollen, z. B. die Überwachung von wissenschaftlich-technischen Experimenten außerhalb der Arbeitszeit, eingestellt. Die Überwachung wird nun von den Organisationseinheiten in Eigenregie organisiert. Auch die Regelbestreifung in den nicht kerntechnischen Bereichen wurde den Personalverhältnissen angepasst. Mit Wirkung zum 23.12.2005 wurde außerdem Tor 7 (Nordtor) in den Nachtstunden (23.³⁰ bis 5.³⁰ Uhr) geschlossen, so dass in dieser Zeit ein Zutritt zum Betriebsgelände ausschließlich über das Südtor möglich ist. Mit diesen organisatorischen Maßnahmen können die notwendigen Werkschutzaktivitäten mit dem vorhandenen Personal anforderungsgemäß aufrechterhalten werden.

7.1 Anmeldung und Zugang

B. Hehr

Im Jahr 2005 wurden 5 825 neue Betriebsausweise ausgestellt und 5 675 Betriebsausweise eingezogen. Zum Stichtag 31.12.2005 befanden sich 11 188 Betriebsausweise im Umlauf. Die Verteilung der Betriebsausweise nach den einzelnen Einrichtungen ist in Tab. 7-1 aufgelistet.

Einrichtung	Personenstatus	
	aktiv	Ruhestand
Forschungszentrum	4 304	2 253
ANKA	8	0
FIZ	288	70
ITU	302	118
KBG	0	149
KHG	32	2
Universität	403	0
WAK	223	162
ZAG	19	0
Gäste	89	0
Fremdfirmen	2 729	0
Fremdmietverträge	37	0

Tab. 7-1: Betriebsausweise

Da nur Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Forschungszentrums Karlsruhe GmbH und die ihnen gleichgestellten Personen anderer Einrichtungen auf dem Gelände rund um die Uhr Zutritt haben, wurden von den Organisationseinheiten 3 188 Anträge für Zutritt/Arbeiten außerhalb der Regelarbeitszeit für Fremdfirmenangehörige bearbeitet.

Im Berichtszeitraum erstellte das Personal der Anmeldung 40 711 Besucherausweise (2004: 48 904) und 375 Gruppenpassierscheine (2004: 409) für den Zutritt zum Gelände. Dazu kommen 385 Sonderzutritte (2004: 286) für Kinder unter 16 Jahren, die von den zuständigen Verantwortlichen der besuchten Organisationseinheit erteilt wurden. Für kurzfristig im Forschungszentrum eingesetzte Fremdfirmenangehörige wurden 2 219 befristete Ausweise (2004: 1 323) ausgestellt. Über Kurse im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt kamen 2 593 Gäste (2004: 3 066) ins Gelände. Durch die Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit und andere Organisationseinheiten wurden 164 Besuchergruppen (2004: 166) angemeldet und betreut. An der Lieferzufahrt wurden im Berichtszeitraum für Fremdfirmen und Anlieferer 16 551 Warendurchlasspassierscheine ausgestellt sowie 966 Anlieferungen/Abholungen von radioaktiven Stoffen bearbeitet. Die im Forschungszentrum tätigen Fremdfirmen hielten sich weitgehend an die Ordnungs- und Kontrollbestimmungen.

Gemäß atomrechtlicher Auflagen wurden Anträge für Zuverlässigkeitsüberprüfungen nach der Atomrechtlichen Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung (AtZüV), bei der Aufsichtsbehörde eingereicht. Die zuständige Behörde hat bis auf wenige Einzelfälle den Zutrittsersuchen stattgegeben.

Bei der Anmeldung wurden im Berichtsjahr 51 Fundgegenstände abgegeben. Die nicht abgeholten Fundsachen wurden der zuständigen Gemeindeverwaltung übergeben.

7.2 Werkschutzbereiche

B. Ritz

Zur Wahrung von Sicherheit und Ordnung für den Betrieb und die Belegschaft unterhält das Forschungszentrum Karlsruhe einen Werkschutz. Der Werkschutz kontrolliert den Zugang an den Toren, bestreift die Gebäude und die nicht zu kerntechnischen Inseln gehörenden Lagerbereiche sowie das Freigelände.

Im Berichtszeitraum wurden an den Toren des Forschungszentrums-Geländes stichprobenartig 3 703 Eigentumskontrollen, teilweise in Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutz, durchgeführt.

Während der Streifenförmigkeit achtet der Werkschutz auf die Einhaltung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes, des vorbeugenden Brandschutzes und des Umweltschutzes.

In der Alarmzentrale sind im Berichtsjahr 1 120 Alarm- und Störmeldungen eingegangen und bearbeitet worden. Im Einzelnen waren es folgende Meldungen, getrennt nach Auslösungsursache:

Brandmeldungen	156	Technische Sicherheit	326
Objektalarne	40	Feststellungen	554
Alarmübungen	9	Sankra-Einsatz	77
Deko-Einsatz	39		

Alle in der Alarmzentrale eingesetzten Mitarbeiter wurden weiterhin praxisbezogen weitergebildet, so dass in diesem Bereich stets ein fachkundiger Umgang mit den hoch entwickelten technischen Systemen gewährleistet ist. Die in der Alarmzentrale installierten rechnergestützten Systeme wurden softwaremäßig der technischen Entwicklung angepasst, um die Einsatzfähigkeit und Kompatibilität mit Erweiterungen sicherzustellen. Um auch bei technischem Ausfall eine zügige und kompetente Abwicklung in Alarm- und Störfällen zu garantieren, wird als Redundanz zu den vorhandenen software-gestützten Informationen eine Handdatei geführt.

7.3 Werkfeuerwehr

W. Lang

Zum vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz sowie zur Behebung akuter Notsituationen unterhält die Forschungszentrum Karlsruhe GmbH eine Werkfeuerwehr, deren Stärke 28 Mitarbeiter beträgt. Die Werkfeuerwehr ist in einem Zwei-Schichten-Betrieb rund um die Uhr auf dem Gelände des Forschungszentrums anwesend. Während der Regelarbeitszeit ist der Leiter der Werkfeuerwehr für den Dienstbetrieb verantwortlich; außerhalb der Regelarbeitszeit obliegt diese Aufgabe dem diensthabenden Schichtführer. Reicht die anwesende Mannschaftsstärke der Werkfeuerwehr zur Schadensabwehr nicht aus, wird die Rufbereitschaft der Werkfeuerwehr alarmiert oder Überlandhilfe angefordert.

Im Berichtszeitraum kam es zu 325 feuerwehrtechnischen Einsätzen. Im Einzelnen waren es folgende Einsätze:

Technische Hilfeleistung	162	Brandmeldealarne	107
Personenbefreiung aus Aufzügen	15	Einsätze zur Tierrettung	3
Brandeingsätze	18	Hilfeleistung bei Verkehrsunfällen	8
Überlandhilfe	12		

Im Rahmen von wiederkehrenden Prüfungen und von regelmäßigen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten im baulich-technischen und vorbeugenden Brandschutzes wurden gewartet und geprüft:

Fahrbare Feuerlöscher	19		
Handfeuerlöscher	2 160	Überflurhydranten	143
Wandhydranten nass/trocken	} 290	Personen- u. Lastenaufzüge	266
Sprühwasserlöschanlagen		Brandschutztore und Türen	384
Berieselungsanlagen		CO ₂ Löschanlagen	14
		Löschdecken	32

Im vorbeugenden Brandschutz wurden durch den Leiter der Werkfeuerwehr 159 Orts- und Brandschutzbegehungen durchgeführt. Dazu gehören die ebenfalls betreuten Einrichtungen Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK), Institut für Transurane (ITU), Kerntechnische Hilfsdienst GmbH (KHG) und Fachinformationszentrum Karlsruhe (FIZ). Dazu kamen noch Überwachungen und Kontrollen von 342 Erlaubnisscheinen für Schweiß-, Schneid-, Löt- und Auftauarbeiten in feuergefährdeten Bereichen.

In der Atemschutzzentrale der Werkfeuerwehr wurden die Atemschutzgeräte aus Instituten und Abteilungen des Forschungszentrums, dem ITU und aus den Stilllegungsprojekten Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage (KNK) und Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) gewartet und geprüft sowie desinfiziert. Im Einzelnen wurden folgende Stückzahlen erreicht:

Atemschutzmasken gereinigt, desinfiziert, gewartet und geprüft	17475
Pressluftatmer gewartet und geprüft	981
Lungenautomaten gewartet und geprüft	702
Druckluftflaschen (Volumen < 50 l) gefüllt	5388
Druckluftflaschen zur wiederkehrenden Prüfung vorgeführt und gefüllt	377
Absturzsicherungen vom ganzen Forschungszentrum gewartet u. geprüft	47
Prüfungen der Chemikalien-Schutzanzüge (CSA)	34
Ortsfeste Leitern	2

Die Werkfeuerwehr ist auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes für das Bestellen, Einlagern, Ausgeben und Verbuchen des notwendigen Materials zuständig. Es wurden 1 249 Wareneingänge und -ausgänge ausgeführt und 129 Beschaffungsaufträge und 362 Materialentnahmescheine bearbeitet. Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an über tausend Dienstfahrrädern des Forschungszentrums wurden von der Werkfeuerwehr 715 Stunden aufgebracht.

Die Ausbildung setzt sich zusammen aus der Aus- und Weiterbildung der eigenen Mitarbeiter der Werkfeuerwehr und aus der Vermittlung von feuerwehrspezifischem Grundwissen im Rahmen der Brandschutzvorsorge an betriebseigenem und externem Personal. Hinzu kommt die feuerwehrspezifische Ausbildung in der forschungszentrumseigenen Atemschutzübungsanlage. Es wurden folgende Übungen und Kurse durchgeführt:

Alarmübungen	10
Ausbildung zur Brandverhütung und Brandbekämpfung mittels Handfeuerlöscher (mit insgesamt 216 Teilnehmern)	16
Atemschutzkurse (mit insgesamt 384 Teilnehmern)	35
Ausbildung in der Atemschutzübungsanlage insgesamt (mit 1054 Teilnehmern)	95

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter der Werkfeuerwehr wurden Kurse zur Qualifizierung des Einsatzpersonals u. a. an der Landesfeuerweherschule in Bruchsal besucht. Insgesamt konnten im Berichtszeitraum 185 weitere Qualifikationen in 21 verschiedenen Kursen erworben werden.

7.4 Einsatzleitung und Einsatzplanung

W. Lang

Die Funktion des Einsatzleiters wird vom Kommandanten der Werkfeuerwehr des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH bzw. dem ihn vertretenden Schichtführer wahrgenommen. Damit ist sichergestellt, dass er jederzeit erreicht werden kann. Er verfügt über entsprechende Fähigkeiten und ist für diese Aufgabe ausdrücklich bestellt. Der Einsatzleiter handelt für den Vorstand oder den Sicherheitsbeauftragten. Er übernimmt im Alarmfall die Einsatzleitung. Der Einsatzleiter ist verantwortlich für die Durchführung aller Maßnahmen, die bei drohender Gefahr, Personenschäden, Brandeinsätzen, Technischer Hilfeleistung, Strahlenunfällen oder sonstigen Schadensfällen zur Wiederherstellung der technischen Sicherheit ergriffen werden müssen. Er sorgt weiterhin für die Einhaltung der Meldeverpflichtungen des Forschungszentrums Karlsruhe, indem er über die Alarmzentrale des Forschungszentrums gemäß den Melderegungen die Meldungen absetzt. Für die Terminverfolgung von Folgemeldungen ist die Alarmzentrale zuständig.

7.4.1 Einsatzplanung

Zur Planung und Vorbereitung der Einsätze muss der Einsatzleiter über aktuelle Einsatzunterlagen verfügen. Dabei unterstützt ihn die Arbeitsgruppe „Einsatzplanung“ bei der Feuerwehr, die folgende Aufgabe hat:

- Umsetzen, Aktualisieren und Kontrollieren der einsatzspezifischen Unterlagen
- Aktualisieren der Einsatzpläne
- Aktualisieren und Kontrollieren der Brandbekämpfungspläne.

Der Einsatzleiter muss außerdem auf gut geschultes Einsatzpersonal zurückgreifen können. Zusammen mit der Feuerwehr sorgt er darum auch für die Betreuung und Weiterbildung der Einsatztrupps des Forschungszentrums.

7.4.2 Statistik und Analyse der Einsatzleiter-Einsätze

Der Einsatzleiter wird üblicherweise über die Alarmzentrale des Forschungszentrums alarmiert. Durchschnittlich kam der Kommandant der Werkfeuerwehr bzw. der ihn vertretende Schichtleiter in der Funktion als Einsatzleiter 1,6 mal pro Tag zum Einsatz. In allen Fällen konnten die Einsatzkräfte des Forschungszentrums durch rasches und zielgerichtetes Handeln die Auswirkungen der Störungen auf ein Minimum begrenzen.

Zum Einsatzschwerpunkt „Feueralarm“ zählen alle Einsätze, die im Zusammenhang mit der Alarmart „Feuer“ ein Tätigwerden des Einsatzleiters erforderlich gemacht haben, unabhängig davon ob es tatsächlich gebrannt oder nur ein Fehlalarm vorgelegen hat. Eine große Zahl der Fehlalarme ist darauf zurückzuführen, dass nahezu alle Gebäude und Anlagen auf dem Gelände des Forschungszentrums mit automatischen Brandmeldeanlagen ausgestattet sind, die bereits durch

Schweiß-, Löt- oder Trennarbeiten im Rahmen von Umbaumaßnahmen oder durch Abgase von Verbrennungsmotoren der in Gebäude einfahrenden Transportfahrzeuge ansprechen können.

In den Einsatzschwerpunkt „Technische Hilfe und Sonstiges“ fallen alle Maßnahmen, die zur Wiederherstellung der technischen Sicherheit dienen. Hierzu gehören Hilfemaßnahmen bei der Behebung von Störungen an Lüftungs-, Klima-, Heizungs-, Kühl-, Abwasser-, Überwachungs-, Warn- und Medienversorgungsanlagen, Experimentiereinrichtungen, Freisetzung von Chemikalien, Sturm- und Wasserschäden, Verkehrs- und Arbeitsunfälle.

In den Einsatzschwerpunkt „Gerätestörungen“ werden Einsätze eingestuft, bei denen insbesondere bei Fort- und Raumlufüberwachungsanlagen sowie bei anderen diversen Messgeräten Störungen auftraten.

In den Einsatzschwerpunkt „Wasserstörung“ werden Einsätze eingestuft, bei denen es zum Auslaufen von Wasser kam. Bei mehr als der Hälfte der Einsätze waren die Ursachen Undichtigkeiten in Rohrleitungssystemen. Weiterhin führten nicht ordnungsgemäß befestigte Schläuche an Versuchsständen zu Wasserstörungen.

Während der regulären Dienstzeit werden auftretende Störungen vom Betriebspersonal in der Regel schnell erkannt und mit Hilfe der Wartungsdienste rechtzeitig behoben und somit in ihren Auswirkungen begrenzt. Störungen außerhalb der normalen Arbeitszeit werden jedoch erst durch Ansprechen von sicherheitstechnischen Meldeeinrichtungen bzw. bei Routinekontrollgängen durch Mitarbeiter des Werkschutzes bekannt. Die technischen Einsatzdienste, Rufbereitschaften, Werkfeuerwehr und der Einsatzleiter garantieren eine qualifizierte Behebung der Störung.

7.4.3 Übungen der Einsatzdienste

Vom Forschungszentrum werden über 24 Stunden folgende Einsatzdienste vorgehalten:

- Einsatzleiter
- Werkfeuerwehr
- Werkschutz
- Med. Abteilung (Ambulanz)
- BTI (Bereich Technische Infrastruktur)
- Strahlenschutz

Aufgabe der Einsatzdienste ist es, die zur sofortigen Gefahrenabwehr notwendigen Maßnahmen durchzuführen, um Schaden für Mensch und Umwelt so gering wie möglich zu halten. Zu diesem Zweck unterhält das Forschungszentrum ständige Einsatzdienste, die im Bedarfsfall durch Einsatztrupps verstärkt werden können. Diese Einsatztrupps setzen sich wie folgt zusammen:

- | | |
|-------------------------|-------------|
| - Strahlenmesstrupp | 10 Personen |
| - Sanitätstrupp | 12 Personen |
| - Dekontaminationstrupp | 5 Personen |

Im Jahr 2005 wurden 10 Alarmübungen durchgeführt. Übungszwecke waren Alarmierung, Kommunikation, Zusammenwirken der Einsatzkräfte, Menschenrettung unter schwierigen Bedingungen, Versorgung der Verletzten, Umgang mit Gefahrenstoffen, Strahlenschutz- und Messaufgaben. Neben den ständigen Sicherheitsdiensten wurden auch die Einsatztrupps und das Betriebspersonal der betroffenen Institute in die Übungen mit einbezogen.

7.5 Verkehrsdienst

E. Duran, R. Seitz

In Anlehnung der Bestimmungen der Straßenverkehrsordnung wird im Forschungszentrum der ruhende Verkehr überwacht. Diese Maßnahme dient der Unfallverhütung und richtet sich schwerpunktmäßig gegen behindernde, gefährdende oder im Parkverbot abgestellte Fahrzeuge. Die Beanstandungen reduzierten sich von 105 im Jahr 2004 auf 100 im Jahre 2005.

Mit 37 Verkehrsunfällen verringerte sich die Zahl der aufgenommenen und bearbeiteten Verkehrsunfälle gegenüber dem Vorjahr um 10 Fälle (Tab. 7-2). Bei 22 Unfällen entstand ein Sachschaden unter 500 €, während bei 15 Unfällen der geschätzte Gesamtschaden bei 99440 € lag. Darüber hinaus waren 3 Unfälle mit Personenschaden zu bearbeiten. 6 Verkehrsunfälle mit unerlaubtem Entfernen vom Unfallort waren zu verzeichnen. Hiervon konnten drei Verursacher ausfindig gemacht werden. Bei den restlichen Geschädigten musste der Schaden in Höhe von ca. 930 € selbst getragen werden.

Monat	Anzahl der Verkehrsunfälle			Sachschaden < 500 €	Sachschaden > 500 €	Personenschäden
	2003	2004	2005			
Januar	3	3	7	3	4	2
Februar	4	5	2	1	1	0
März	4	7	2	2	0	0
April	3	0	1	0	1	0
Mai	5	5	0	0	0	0
Juni	7	1	1	1	0	0
Juli	6	6	2	0	2	0
August	1	4	5	2	3	0
September	3	6	4	2	2	1
Oktober	6	1	5	4	1	0
November	5	3	3	1	2	0
Dezember	2	6	5	3	2	0

Tab. 7-2: Verkehrsunfälle 2005

7.6 Schadensaufnahme

E. Duran, R. Seitz

Die Zahl der gemeldeten Sachschäden liegt im Berichtszeitraum mit 70 Fällen (2004: 56) geringfügig über dem Niveau des Vorjahres (Tab. 7-3).

beschädigte Gegenstände	Jahr	bekannt gewordene Fälle	aufgeklärte Fälle	geschätzter Schaden in T€
Kabelschäden	2002	3	3	4,0
	2003	5	2	6,9
	2004	3	2	4,8
	2005	2	2	5,8
Lichtmasten	2002	1	1	1,0
	2003	1	1	1,5
	2004	2	2	1,5
	2005	5	5	7,5
Tore, Einzäunungen, Schranken	2002	7	7	10,6
	2003	3	3	4,1
	2004	6	6	9,3
	2005	9	9	7,4
Gebäude, Sachschäden	2002	23	19	31,8
	2003	35	27	65,2
	2004	17	15	69,3
	2005	29	29	56,9
Dienst-Kfz	2002	26	26	32,8
	2003	20	19	20,8
	2004	19	14	21,1
	2005	14	13	31,0
Verschiedenes (Fenster, Türen, Bedachungen, Transport- und Sturmschäden)	2002	10	9	21,1
	2003	3	3	1,9
	2004	3	2	0,6
	2005	7	7	32,2
Fahrbahnverunreinigung durch Öl- u. Kraftstoffspuren	2002	5	3	1,0
	2003	0	0	0,0
	2004	6	6	2,3
	2005	4	3	0,8
Summe	2002	75	68	102,3
	2003	67	55	100,4
	2004	56	47	108,9
	2005	70	68	141,6

Tab. 7-3: Sachschäden: Einsatz der Schadensaufnahme

In Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachabteilungen wurden im Berichtsjahr 47 Betriebsunfälle und sonstige Unfälle innerhalb des Zentrums aufgenommen und untersucht.

Im Berichtszeitraum wurden 16 Diebstähle gemeldet, wobei sich der Verlust an Sachwerten auf ca. 2650 € beläuft.

7.7 Schlüsselverwaltung

E. Duran, R. Seitz

Die Schließebenen der Gebäude des Zentrums sind in General-, Haupt-, Obergruppen-, Gruppen- und Einzelschließungen unterteilt. Aus allen Schließsystemen ergibt sich ein Bestand von 29 724 (2004: 29 563) Schließzylindern und 106 747 (2004: 106 046) Einzel- u. Gruppenschlüsseln. Nach der Neukonzeption von Schließanlagen, die sich wegen der Errichtung von Neubauten oder durch Änderungen in Arbeitsabläufen ergaben, mussten 161 (2004: 356) Schließzylinder und entsprechende Schlüssel neu beschafft werden. Eine große Anzahl von Schließzylindern und Schlüsseln war defekt oder abgenutzt und musste erneuert oder ausgewechselt werden.

7.8 Technische Sicherungssysteme

R. Günther

Die Anpassung der Prüfanweisungen für wiederkehrende Prüfungen an technischen Objektsicherungseinrichtungen wurde fortgeführt. Speziell neu erstellt werden mussten Unterlagen für eine Tür-Videoanlage zur Überwachung der Zugänge zu Kontrollbereichen.

Anfang Juli 2005 wurde mit der Einführung neuer Betriebsausweise im Forschungszentrum begonnen. Da mehr als zwei Drittel der im Umlauf befindlichen Ausweise wegen Ablaufs der aufgedruckten Gültigkeit zum Austausch gelangten, wurde dies auch dazu benutzt, um Design und Funktionalität der Ausweise zu verbessern. Die Entwicklung der neuen Ausweise und dem dazugehörigen Bedruckungs- und Verwaltungsprogramm erfolgte in Zusammenarbeit mit der Abteilung HS-ZA.

Der neue Betriebsausweis enthält nun sichtbare Angaben über die Zugangsberechtigungen des Ausweisinhabers und ob die kostenfreie Beförderung ins Forschungszentrum beansprucht werden kann. Eine wichtige Neuerung besteht vor allem darin, dass Merkmale, die Änderungen unterliegen können, in einen wieder beschreibbaren Bereich gedruckt werden. Eine Erneuerung des Ausweises ist somit z. B. bei einem Abteilungswechsel des Ausweisinhabers nicht mehr erforderlich, es genügt die Löschung des vorhandenen Textes und die Neubeschreibung durch den aktuellen Text. Diese neue, Kosten reduzierende Möglichkeit hat wegen ihrer technischen Randbedingungen das neue Design maßgeblich beeinflusst.

Die bisherigen elektronisch lesbaren Codierungsarten sind im neuen Ausweis beibehalten worden. Weitere bisher nicht vorhandene Funktionalitäten, vornehmlich bei IT-Anwendungen, sollen durch den Einsatz des links auf dem Ausweis sichtbaren PKI-Chips bereitgestellt werden.

Als Folge des Ausscheidens von Mitarbeitern bei der Abteilung HS-WS standen im Gebäude 221 Räume zur Verfügung, die eine Konzentration der Arbeitsbereiche durch Neuaufteilung der Räume erforderlich machten, um somit kurze Wege zu schaffen. D. h. von den 3 Stockwerken im Gebäude werden zukünftig nur noch 2 Stockwerke von HS-WS-Personal belegt.

Deshalb wurde für die Gruppe administrative Maßnahmen (AM), die für die Ausstellung von Zutrittsberechtigungen verantwortlich ist, direkt bei der Anmeldung, zuständig für die Ausstellung von Besucher- und Betriebsausweisen, ein neuer Büroraum eingerichtet. Er wurde Mitte Mai 2005 bezogen.

Im Herbst 2005 wurde dann mit dem Umbau des 1. Obergeschosses begonnen. Durch Versetzen von Trennwänden wurden zwei neue Büroräume und ein „Einsatzbesprechungsraum“ geschaffen. Ein Sozialraum mit Teeküche wurde ebenfalls neu eingerichtet. Die vorhandene LAN-Verkabelung nach 10 Base 5 konnte für die neuen Räume nicht erweitert werden. Deshalb wurde eine strukturierte Verkabelung nach Kat. 5 installiert. Ende Dezember waren die Umbaumaßnahmen im wesentlichen abgeschlossen, so dass Abteilungsleitung und Gruppenleitung Werkenschutz zukünftig im 1. OG von Bau 221 konzentriert sind.

8 Zentrale Aufgaben

W. Tachlinski

Die „Stabsstelle Zentrale Aufgaben“ nimmt Querschnittsaufgaben der Hauptabteilung Sicherheit selbst wahr oder unterstützt abteilungsübergreifend oder zentrumsweit wirkende Prozesse koordinierend. Neben abteilungsübergreifenden kleineren Einzelprojekten waren die Arbeitsschwerpunkte im Berichtsjahr der Betrieb der HS-Datenverarbeitung im weitesten Sinn, die Einführung neuer Betriebsausweise und eines auf den neuen Ausweisen aufsetzenden Schlüsselersatzsystems sowie die Erneuerung der elektronischen Dosimetrie-Systeme für den Strahlenschutz. Darüber hinaus wurden in der Errichtung eines Qualitäts-Management-Systems gute Fortschritte erzielt,

mit dessen Hilfe Teile der Hauptabteilung nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert und Labore nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert werden sollen.

8.1 Datenverarbeitung der Hauptabteilung Sicherheit

W. Tachlinski, D. Bosch, T. Dunker, C. Firchau, D. Meier, H. Petermann, F. Stelzig

Der Datenverarbeitung kommt durch ständig wachsenden Bedarf an Daten und deren Auswertung sowie durch die damit zu erledigenden, meist gesetzlich vorgeschriebenen, Dokumentationspflichten eine stetig wachsende Bedeutung zu. Das drückt sich auch dadurch aus, dass im Netzwerk (LAN) der HS zur Zeit ca. 230 Benutzerkonten, ca. 230 PC's und 29 Serverdienste wie Datenbank-, Druck- und WWW-Server auf 20 Hardwareservern zu betreuen sind.

Die Hauptschwierigkeit bei Wartungsarbeiten und bei der Umsetzung der weiter unten genannten Tätigkeiten und Systemänderungen bestand und besteht darin, dass sie im laufenden operationellen Betrieb mit möglichst kurzen Unterbrechungen durchzuführen sind. Nachdem mit den weiter unten beschriebenen Hard- und Softwaremaßnahmen nun ein sehr hoher Standard der IT-Sicherheit und Verfügbarkeit erreicht ist, muss künftig das Augenmerk auf den Schwachpunkt „Arbeit am laufenden System“ gerichtet werden. Um zu vermeiden, dass eines Tages durch ungetestete Änderungen, z. B. an Datenbanken, schwere operationelle Störungen entstehen, muss nun ein gutes Testumfeld für die wichtigen HS-Systeme aufgebaut werden.

Aus den einzelnen EDV-Bereichen gibt es Folgendes zu berichten:

8.1.1 LAN Infrastruktur

Die HS hat praktisch in allen Teilen des Zentrums Aufgaben zu erledigen für die HS-EDV Dienste erforderlich sind. Nach den in den vergangenen Jahren durchgeführten Reorganisationsmaßnahmen der Netzwerkinfrastruktur ist HS heute in ca. 25 Gebäuden oder Gebäudeteilen direkt vernetzt, wobei die meisten Endgeräte in einem eigenen virtuellen LAN verbunden sind. Endgeräte, die in ca. 10 nicht zu HS gehörenden Netzsegmenten des Zentrums stehen, sind selbst hinter fremden Firewalls, transparent mit dem HS-Netz verbunden.

Nahezu alle physischen HS-Teilnetze, die gemeinsam das virtuelle HS-LAN bilden, sind redundant an die ebenfalls redundanten zentralen Router des Zentrums-LAN bei IWR angebunden.

Im Berichtszeitraum wurde das physische Netz im HS Hauptgebäude komplett neu organisiert. Die gemeinsame Nutzung von Komponenten mit ITG wurde entflochten und Keller sowie EG erhielten eigene Switches im EG. Die bestehenden Switches für das 1. und 2. OG, im 2. OG, wurden mit den neuen Switches im EG so verschaltet, dass bei Ausfall einer Seite die Netzverbindung über die andere Seite aufrecht erhalten wird. Entsprechend redundant wurde auch die Anbindung an das Zentrums-LAN realisiert.

Im 1. OG wurde das Teilnetz der Messlabore wieder so eingerichtet, dass auch bei Ausfall des gesamten Zentrums-LAN oder des HS-LAN die Fähigkeit zu radiologischen Messungen und deren Auswertung erhalten bleibt.

8.1.2 Server, Ausfallsicherheit, Domains und Endgeräte

Die Hardware-Server der HS sind weitgehend in der Win2000 HS-Domain zusammengefasst. Eine ältere WinNT Domain muss noch weiter betrieben werden, um auf diese Plattform festgelegte Anwendungen weiterhin vorhalten zu können, insbesondere um damit verwaltete alte Originaldaten weiterhin im Zugriff zu halten. Eine weitere NT-Domain ist für das von HS entwickelte Content Management System „Karlsruher Informations- System Sicherheit“ erforderlich, da es auf einer unter WinNT laufenden NOTES Installation basiert, die vorerst nicht auf Win2000 umgestellt werden soll. Außerhalb der mit dem Zentrumsnetz verbundenen Domains existiert weiterhin das geschlossene WinNT-Netz für die Gefahrenmeldesysteme in der Alarmzentrale.

Die Absicherung aller aktiven Netzkomponenten und aller produktiven Server durch unterbrechungsfreie Stromversorgungen und die Verwendung von Serverhardware, die in allen wesentlichen Komponenten redundant ausgelegt ist, bieten eine sehr hohe Sicherheit gegen den Ausfall dieser Hardwarekomponenten.

Dagegen kann durch diese Maßnahmen bei Ausfall eines ganzen Standortes, z. B. durch Feuer, Löschwasser oder den Kabel zerbeißenen Bagger, die Funktionalität der HS-EDV nicht sichergestellt werden. Davon betroffen wären u. a. die zentrumsweit verteilten Dosimetriesysteme mit den Zutrittsprüfungen für Strahlenschutz-Kontrollbereiche, Schlüssellersatzsysteme, Programme für Material- und Personenzugänge und nicht zuletzt die Arbeitsfähigkeit der HS-Mitarbeiter durch fehlenden Zugriff auf Programme und Daten.

Um auch einen kompletten Standortausfall abzufangen, wurde im Berichtsjahr für einige unternehmenskritische Server eine Clusterlösung geplant und angeschafft. Damit sollen die Datenbankserver und Fileserver parallel und an unterschiedlichen Standorten laufen. Bei Ausfall eines Standortes kann der andere Standort nahezu unterbrechungsfrei (nahezu katastrophensichere Form) die volle Funktionalität übernehmen (Details siehe 8.1.2.1).

Die Endgeräte, meist PC's, sind inzwischen mit wenigen Ausnahmen auf das Betriebssystem WinXP umgestellt. Durch die in diesem Betriebssystem integrierten remote Funktionen ist eine sichere Fernwartung und Fernbenutzerhilfe durch Administratoren und Techniker möglich, ebenso wie die zentral gesteuerte Verteilung von Software, Updates, Sicherheitspatches, Virensignaturen, etc.

8.1.2.1 Planung einer hochverfügbaren Server-Infrastruktur

D. Bosch

Für Datei-, Datenbank- und Druck-Dienste wurden bei HS bisher folgende Systeme eingesetzt :
der Datei-Dienst läuft auf einem eigenständigen, mittlerweile 5 Jahre alten Server.

der Datenbank-Dienst läuft auf einem eigentlich nur als Applikations-Server (für Web-Anwendungen) geplanten System zusätzlich mit, wodurch sich Performance-Einbußen ergeben; Alter ebenfalls 5 Jahre.

zur Steuerung der Netzwerk-Drucker wird ein eigenständiger, noch älterer Server eingesetzt.

Das Physikalische Messlabor der Abteilung Überwachung und Messtechnik setzt darüber hinaus eigene Server ein, die von HS-ZA hard- und softwaretechnisch betreut werden.

Alle Server sind mit RAID-Systemen ausgestattet, so dass (einzelne) Festplattenfehler im laufenden Betrieb abgefangen werden können. Bei Hardware-Störungen in anderen Komponenten (Systemboard, Memory, etc.) würde jedoch das jeweilige System komplett ausfallen. Im Falle des File- oder Datenbank-Servers würden sich dadurch längere Ausfallzeiten für wichtige HS-Bereiche wie Strahlenpassstelle, Besucheranmeldung, Lieferzufahrt, etc. ergeben. Bei den mittlerweile vier Jahre alten Servern des Physikalischen Messlabors traten bereits mehrere Ausfälle durch Hardware-Defekte auf. Diese Ausfälle führten zu deutlichen Störungen des Laborbetriebs, die nur durch schnellen Austausch der defekten Bauteile behoben werden konnten.

Zur Erhöhung der Systemverfügbarkeit wurde, mit Beratung durch die zentrale Abteilung für Bürokommunikation im IWR, ein Konzept erarbeitet, bei dem die kritischen Server durch Servercluster ersetzt werden sollen. In einem ersten Schritt wurde für das Physikalische Messlabor ein aus zwei Knoten bestehender Servercluster beschafft, bei dem im Normalbetrieb ein Knoten den Datei- und Druckdienst, und der andere Knoten den Datenbank-Dienst übernimmt. Bei Ausfall eines Knotens werden die betroffenen Dienste automatisch auf dem anderen Knoten gestartet, so dass diese nach sehr kurzer Ausfallzeit wieder zur Verfügung stehen.

Bei einer Cluster-Architektur besteht jedoch das Problem darin, dass die Knoten auf ein gemeinsames Storage-System zugreifen, welches nicht redundant ausgelegt ist. Bei Ausfall dieses Systems fallen damit wieder alle Dienste im Cluster aus. Um auch diesen Fehler beherrschen zu können, wurde ebenfalls in Zusammenarbeit mit IWR ein Konzept zur redundanten Datenhaltung in doppelten Storage-Systemen erarbeitet.

Dazu wurde geplant, einen zweiten, baugleichen Server-Cluster an einem anderen Standort aufzubauen. Zur eigentlichen Storage-Spiegelung wird unter Verwendung der „Veritas Storage Foundation“ eine Software-Lösung eingesetzt. Jeder aktive Knoten spiegelt dabei die Daten in einem RAID-1 Verbund zusätzlich auf den entfernten Storage. Die vier Knoten der beiden Cluster wurden darüber hinaus so auf die beiden Standorte verteilt, dass jeder Standort von jedem Cluster jeweils einen Knoten enthält. Dadurch bleiben auch bei größeren Schadensereignissen mit Ausfall eines ganzen Standortes mit Hilfe des jeweils anderen Standortes die Server-Dienste und die Daten im gesamten Netz verfügbar. Zum Jahresende wurden die Komponenten geliefert und befinden sich derzeit noch im Aufbau.

8.1.3 Elektronische Dosimetrie

Als besonderer Erfolg ist die Ablösung der alten, nur mit Windows95 betreibbaren, Lesestationen der elektronischen Dosimetriesysteme zu berichten.

Die alten Access Datenbanken und die schon 1998 angeschaffte Spezial-Hardware hatten zu ständiger Instabilität des Gesamtsystems geführt, was sich in steigender Zahl von Ausfällen zeigte. Es konnte erreicht werden, dass der Hersteller des Basissystems, Fa. RADOS, Software und Datenbank auf die moderne MSDE umstellt (Kernel des MS-SQL Servers). Da die alte Hardware das Ende ihres Lebenszyklus erreicht hatte und weder neuere Betriebssysteme und Datenbanken mit den erforderlichen Steuerprogrammen darauf lauffähig waren, musste diese vor Installation der neuen Software ebenfalls ersetzt werden. Aus Kostengründen wurde, statt wieder originaler RADOS Spezial-Hardware zu kaufen, eine HS-Eigenentwicklung auf der Basis marktüblicher Komponenten in Serie gefertigt und erfolgreich in Betrieb genommen. Bis Ende März 2006 sollen alle Stationen dem neuen Standard genügen, damit dann die zentralen Datentransferprogramme und die auswertenden Hintergrundprogramme von den Besonderheiten der alten Software entrümpelt werden können.

Im Zusammenhang mit der beschriebenen Erneuerung wurde auch die Personenidentifikation der elektronischen Dosimetrie von Barcodelesern auf berührungsfreies Lesen der neuen Betriebsausweise umgestellt. Gegenwärtig wird im Mischbetrieb gearbeitet, da noch nicht an allen Stellen die erforderlichen organisatorischen Änderungen umgesetzt sind.

8.1.4 Virenschutz

Der durchgängige Virenschutz aller Endgeräte durch zentral gewartete Antiviren Services wurde erfolgreich betrieben, so dass bei mehreren Angriffen auf das Zentrum die HS nur wenige und leicht zu eliminierende Schäden erlitt.

8.1.5 Software und Service

Eine HS-weite transparente Dokumentablage auf gemeinsamer Ablagestruktur im zentralen Fileserver, zur Vermeidung redundanter bzw. lokaler Datenhaltung, und damit Sicherstellung eines effektiven Backups unternehmenskritischer Daten wurde auch im Berichtsjahr sicher und erfolgreich betrieben. Bestimmte HS-interne Dokumententypen können über eine Suchmaschine per Browser recherchiert werden.

Im Bereich der Individualsoftware wurden verschiedene Anwendungen erneuert oder neu entwickelt. Neben eigenen Programmierleistungen musste wieder auf Fremdbeauftragung zurückgegriffen werden. Die eigentlichen Kernanwendungen im Strahlenschutz und Arbeitsschutz konnten im Berichtszeitraum noch nicht auf moderne Technologie umgestellt werden, die Datenbe-

stände müssen daher zum Großteil noch in zwei verschiedenen Datenbanksystemen parallel gehalten werden. Bei dieser Konstellation ist die größte Schwierigkeit, die Datenbestände im laufenden Betrieb mit geringer Zeitverzögerung konsistent zu halten. In der Zukunft wird eine wesentliche Aufgabe sein, die alten Programme vollständig auf moderne Software umzustellen, und gleichzeitig neue, rechtlich begründete, funktionelle Anforderungen zu implementieren. Mit der geplanten Umstellung ist das mittelfristige Ziel verbunden, die aufwändige gleichzeitige Datenhaltung in zwei Systemen zu beenden.

Neuere HS-Software ist im Regelfall mittels browsergestützter Intranetfunktionen zu bedienen, damit sie ohne Installation eines Client-Programms praktisch an jedem mit LAN versorgten Punkt des Zentrums genutzt werden kann. Die im Jahresbericht 2003 beschriebenen Funktionen wurden um eine gemeinsame Benutzerverwaltung ergänzt. Für die Zukunft wurde festgelegt, dass Web-Anwendungen künftig unter PHP5 entwickelt werden, als Datenbank der MS-SQL Server 2005 verwendet wird und als Web-Server Apache 2 zum Einsatz kommt. Dieses Umfeld wird Anfang 2006 auf leistungsstarker neuer Server Hardware installiert.

Die in früheren Jahren begonnenen Arbeiten im Zusammenhang mit der Nutzung des von IWR zentrumsweit angebotenen Dokumenten Management Systems (DMS) und des Content Management System (CMS) wurden im Berichtszeitraum nicht weitergeführt, da hierzu keine Ressourcen zur Verfügung standen.

8.1.6 Spezielle HS-Programme

Ein großer Teil der Terminüberwachungsaufgaben in Arbeits- und Strahlenschutz wird bisher noch im Datenbanksystem K-man verwaltet, das bereits 1988 in Betrieb ging und seinen Lebenszyklus deutlich überschritten hat. Im Berichtszeitraum wurde deshalb ein neues Programm konzipiert, das die mit Tätigkeiten oder Funktionen verbundenen Anforderungen an die Inhaber aufnimmt, reale Personen zuordnet, die Erfüllung der Anforderungen terminspezifisch überwacht und die jeweilige Auswirkung bei Terminverletzungen auslösen soll. Die hohen Anforderungen an Flexibilität, Zuständigkeits- und Zugriffssteuerung waren mit dem Vorläuferkonzept, Arbeitstitel „Funktionen, Anforderungen, Termine“ (FAT), hausintern nicht zu realisieren. Einer unserer externen Partner bei der Erstellung von Individualsoftware bot an, dieses Grundkonzept browsergestützt unter PHP5 rein objektorientiert umzusetzen. Als Nachweis der Tauglichkeit dieser Technologie wurde unter dem Arbeitstitel „Termine & Anforderungen für Schulungen und Unterweisungen“ (TermASU) ein Pilotprojekt konzipiert. Das Pilotprogramm hat gemessen an dem oben beschriebenen generellen Ansatz, Einschränkungen in der Zuständigkeits- und Zugriffssteuerung, kann aber im Erfolgsfall dennoch operationelle Aufgaben übernehmen und Teile bestehender Terminverwaltungen ersetzen sowie bisher fehlende Verwaltungsfunktionen für den Arbeitsschutz bereitstellen. Gleichzeitig soll es in diesem Fall als Basis für die Entwicklung des generellen Programms dienen. TermASU wurde Ende des Jahres in einer Beta-Version geliefert, befindet sich zur Zeit in der Erprobungs- und Korrekturphase. Im Mai 2006 soll die Erfahrung mit TermASU Grundlage für die Entscheidung über ein Anschlussprojekt sein.

Das Dosisregister des Zentrums wird, ebenso wie die Terminüberwachung, im alten Datenbanksystem K-man verwaltet. Die Datenbestände sind jetzt weitgehend auf Datenbanken des MS-SQL Servers übertragen und werden zusammen mit neu anfallenden Daten in beiden Systemen parallel gehalten. Die Anwendungsprogramme hingegen sind, bis auf die Personenverwaltung und die Funktionen im Zusammenhang mit dem System der elektronischen Betreiberdosimetrie, noch K-man Programme. Eine Erneuerung dieser K-man Programme ist wesentliche Aufgabe der nächsten Jahre.

Das auf die neuen SQL-Datenbanken aufsetzende Programm „FZK-PD“ wurde im Jahresbericht 2003 im Kapitel 7.1.4.3 beschrieben. Es verwaltet die Einsätze von Fremdfirmenpersonal nach § 15 StrlSchV und prüft die personen- und arbeitsspezifischen Voraussetzungen für den Zutritt

zu Strahlenschutz-Kontrollbereichen. Geprüft werden dabei Dosiswerte und ärztliche Bescheinigungen zu Strahlen- und Atemschutz, Unterweisungen, Abgrenzungsverträge und Genehmigungen etc. Soweit zutreffend werden diese Zutrittsprüfungen auch für die Mitarbeiter des Zentrums durchgeführt. Seit in Betriebnahme werden ständig Einzelfunktionen erweitert und optimiert. So z. B. die Umsetzung der neuen „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift Strahlenpass“, die nennenswerten Anpassungsbedarf ausgelöst hat. Auch die Umstellung von örtlichen MS-Access Datenbanken in den elektronischen Dosimetriesystemen auf MSDE Datenbanken erforderte bezüglich des Datentransfers vom und zum zentralen SQL-Datenbankserver erhebliche Umprogrammierungen (siehe auch Kapitel 8.1.3). Im Berichtszeitraum wurden auch Programme zur Erstellung von Standard Behördenmeldungen über Einsätze und radiologische Belastungen von Fremdpersonal aus dem K-man System in das Programm „FZK-PD“ transferiert.

Die bei HS-ZA entwickelten EDV-Programme für die Buchführung von Kernmaterial (KMÜ) und sonstiger radioaktiver Stoffe (BURAST), die Überwachung und Dokumentation von Dichtheitsprüfungen an Strahlern (BURAST) sowie für die Dokumentation von atomrechtlichen Genehmigungen und Bescheiden (BUGEN) wurden im Jahresbericht 2003 vorgestellt. In diesem Arbeitsbereich wurden die Programme in Abstimmung mit Anwenderwünschen weiterentwickelt. Zum Beispiel wurde die vollständige Datentransparenz zwischen genehmigten und real vorhandenen Radioaktivitätsmengen durch Integration der Programme BURAST und BUGEN erreicht, womit die Aufnahmefähigkeit für Radionuklide in Genehmigungen oder Orte schon beim Buchen geprüft wird und Überladungen verhindert werden. Hinzugekommen ist eine Schnittstelle zur Entsorgung radioaktiver Stoffe, die direkt aus den Buchungen in BURAST das Datenformat der Landessammelstelle für radioaktive Abfälle bedient.

Neu entwickelt wurde das Programm BUFREIB, mit dem eine strukturierte und datenbankgestützte Dokumentation von Freigabebescheiden gemäß § 29 StrlSchV durchgeführt wird. BUFREIB löst, ähnlich wie BUGEN, EDV-technisch das Problem der Rekonstruktion von Textfassungen zu einem bestimmten Zeitpunkt und stellt programmtechnisch verwendbar dar, welche atomrechtlichen Bedingungen bei der Freigabe von Material aus dem Atomrecht einzuhalten sind. Ein EDV-gestützter Workflow, der reales Handeln gegen genehmigte Bedingungen prüft und der das Gesamtprocedere der Entsorgung über § 29 StrlSchV steuern soll, ist in Planung. Diese Planung hat aber noch nicht den Stand erreicht, um die Programmierung zu beauftragen.

8.2 Abteilungsübergreifende Arbeiten

W. Tachlinski

Die Koordination abteilungsübergreifender Arbeiten befasste sich im Berichtsjahr wieder mit der Neu- und Weiterentwicklung zentraler Datenverarbeitungsprogramme. Dabei war regelmäßiger Abstimmungsbedarf mit den Beteiligten in den verschiedenen Abteilungen oder Arbeitsgruppen erforderlich.

Darüber hinaus ergaben sich Koordinationsaufgaben wieder bei der inhaltlichen Begleitung des Änderungsbedarfs am zentrumsinternen Strahlenschutzregelwerk, d. h. Regeländerungen wurden unter dem Aspekt der Konsistenz mit vorhandenen Workflows überprüft und abgeglichen.

Vornehmlich das von HS-ZA entwickelte Verwaltungsprogramm für den Einsatz von Personen in Strahlenschutzbereichen, in Verbindung mit der flächendeckenden Verwendung elektronischer Dosimeter für die Betreiberdosimetrie, machten einen hohen Koordinationsaufwand zwischen den Sachbearbeitern der Abteilungen HS-ÜM und HS-TBG, den betroffenen Strahlenschutzbeauftragten, sowie den Entwicklern bei HS-ZA und den beauftragten Fremdfirmen erforderlich.

Ähnliches gilt auch für die Buchführungsprogramme für radioaktive Stoffe (BURAST), für die EURATOM Kernbrennstoffbuchführung (KMÜ) und für die Verwaltungsprogramme der atom-

rechtliche Genehmigungen (BUGEN) und der Freigabebescheide nach § 29 StrlSchV. (BUFREIB) über die im Jahresbericht 2003 und weiter oben schon berichtet wurde.

Alle diese Tätigkeiten dienten der Vereinfachung und Vereinheitlichung der Geschäftsprozesse, meistens im sensitiven atomrechtlichen Umfeld.

Da von zentrumsweiter Bedeutung und HS-Aufgaben berührend, wurde die Einführung des SAP-Moduls Environment Health and Safety (EH&S) durch OKD im Berichtsjahr begleitet, wobei Wissensaufbau und Projektdefinitionen im Vordergrund standen.

8.2.1 Austausch der Betriebsausweise des Zentrums

Für den Werkschutz war 2002 bis auf einige Drucker die Hard- und Software zur Verwaltung von Daten und zur Produktion von Betriebsausweisen neu beschafft bzw. neu erstellt worden. In 2005 stand nun wegen Ablaufs der Gültigkeit der Ersatz eines Großteils der im Umlauf befindlichen Betriebsausweise an.

Eine besonders umfangreiche und komplexe Aufgabe war es bei dieser Gelegenheit die 2002 fast vollständig übernommene alte Struktur der Ausweismerkmale, die technische Ausstattung der Codierungen und das Design der Ausweise in Zusammenarbeit mit HS-WS neu zu konzipieren. Bei der Produktion der neuen Betriebsausweise musste als neue Aufgabe die Codierung der im Ausweis enthaltenen Legic-Chips und die Bearbeitung wieder beschreibbarer Felder organisiert und mit eigen entwickelter Software und neu beschaffter Drucker- und Codierhardware umgesetzt werden. Wegen des fast zeitgleich einzuführenden Schlüsselersatzsystems und der im elektronischen Dosimetrie-System geplanten Personenidentifikation über den Legic-Chip müssen neue Segmente im Chip codiert und mit individuellen Daten beschrieben werden. Fertig codierte Ausweisrohlinge zu kaufen und wie bisher mit separat hergestellten Barcodes zu versehen, war deshalb nicht mehr möglich.

Weil den Ausweisinhabern im neuen System individuelle Merkmale zugeordnet werden sollen, ihnen im alten Datenbestand aber nur grobe Gruppenmerkmale zugeordnet waren, mussten umfangreiche Änderungen auf Datenbankebene durch Programmfunktionen und händisches Eingreifen der HS-WS Mitarbeiter definiert und koordiniert werden.

Auch die Verwaltungsprogramme mussten in vielen Details den neuen Bedingungen angepasst werden. Für den Kauf richtig ausgestatteter Ausweisrohlinge und die Einführung der geänderten Produktionsbedingungen musste umfangreiches Know-how aufgebaut werden.

Der Übergang auf die neuen Betriebsausweise ist technisch abgeschlossen, noch gültige Altausweise werden an ihrem Ablaufdatum ersetzt und bei Bedarf können die Chips in den Altausweisen auf die neuen Strukturen umcodiert werden.

8.2.2 Aufbau eines Schlüsselersatzsystems das zentrumsweit genutzt werden kann

Zur allgemeinen Beschreibung wird im Folgenden ein Artikel für die Hauszeitschrift des Zentrums wiedergegeben:

Metallschlüssel, eine sterbende Spezies?

Wer reist, dem ist sicher schon aufgefallen, dass der gute alte Hotelschlüssel mit dem soliden bronzenen Löwenkopfanhänger ausstirbt. Welch ein Ärger, ging er verloren. Die Alternative; unscheinbare Plastikkarten öffnen Türen, Schleusen, und Drehkreuze wie von Geisterhand und immer genau jene, die der Inhaber auch öffnen können soll. Und bei Verlust? Kein Problem mit unberechtigten Besuchern, einige Mouse-klicks und die Karte ist nur noch ihr Plastik wert, denn sie öffnet nichts mehr. Der wirtschaftliche Schaden ist unbedeutend, selbst oder gerade bei umfangreichen Schließanlagen.

Wussten Sie,

- dass im Forschungszentrum in 20 Schließanlagen ca. 30.000 Schließzylinder mit ca. 107.000 Schlüsseln registriert sind und bei 6.300 Schlüsselträgern jährlich ca. 800 Änderungen dokumentiert werden?
- dass im Mittel ca. 1.200 Schlüssel und über 200 Zylinder jährlich neu beschafft werden.
- dass für die Schließbarkeit in Notfällen und für den Zugang putzender und reparierender Heizeilmännchen überall Vorsorge getroffen ist?

In obigen Zahlen sind ungezählte Einzelschlösser und die Reaktoren MZFR und KNK nicht einmal enthalten.

Auch im Zentrum gibt es an einigen Stellen schon Zugänge, die mit Ausweisen zu öffnen sind. Das waren einzeln genehmigte Zugangskontrollsysteme, gekennzeichnet durch hohe Kosten und der Problematik, dass durch Speicherung der Zugangsdaten Verhaltenskontrolle nicht ausgeschlossen ist. Das ist im Einzelfall durch Betriebsvereinbarungen geregelt.

Doch zurück zum Hotel. In solchen Systemen wird der Metallschlüssel nur durch einen auf der Karte gespeicherten Code ersetzt. Der wirkt dann wie die Zacken eines Metallschlüssels im Schlüsselloch, nur wenn er zum Code im Schloss passt, geht es auf.

Unser Vorteil eines solchen Schlüsselersatzsystems bestünde darin, dass aufwändige Umbauten und Neubeschaffungen bei Umzügen oder Neuorganisation von Arbeitsgruppen durch einfache Umkodierung entfallen. Außerdem können Kartenschlüssel einen Gültigkeitszeitraum tragen und der Türcode ist im Handumdrehen änderbar, beide Möglichkeiten entwerfen eine verlorene Karte ohne Aufwand.

Um zu erkunden, ob ein Schlüsselersatzsystem im Forschungszentrum mit ausreichender Funktionalität, hinreichend unabhängig und einfach, und vor allem, mit großem Einsparungspotenzial betrieben werden kann, hat die Hauptabteilung Sicherheit (HS) ein Pilotprojekt in ihren Häusern geplant und mit dem Bereich Technische Infrastruktur (BTI) realisiert. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass das von Firma Interflex nach unseren Vorgaben gelieferte System nun, nach mehreren Nachbesserungen, Alltagstauglichkeit erreicht hat.

Unsere Betriebsausweise sind zur Aufnahme von elektronischen Schlüsseln geeignet, die laufende Software kann im jetzigen Ausbau 1000 Schlüsselausweise verwalten. Die alten Metallschlüssel sind bei besonderem Bedarf parallel benutzbar, z. B. von Einsatzkräften im Notfall. Teiladministratoren können per Intranet die örtlichen Zugangsberechtigungen selbst verwalten, dem Datenschutz ist durch Nichtspeicherung genüge getan. Wer mitmachen will, muss nur noch die Kartenleser und Türbeschläge beschaffen.

8.3 Qualitätsmanagement

S. Heise

Die Hauptabteilungsleitung hat beschlossen, zur Aufrechterhaltung der Güte der zu erbringenden Leistungen ein Qualitätsmanagement-System einzuführen.

Dazu wird für die gesamte Hauptabteilung eine Zertifizierungsbasis gemäß der DIN EN ISO 9001 (Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen) geschaffen.

Auf dieser Basis aufsetzend sollen die Laboratorien (Messstelle für Festkörperdosimetrie, Physikalisches Messlabor, Chemische Analytik, In-vivo Messlabor) zu deren Kompetenznachweis nach DIN EN ISO/IEC 17025 (Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien) akkreditiert werden.

Neben dem Aufbau der allgemeinen Zertifizierungsbasis lag der Focus der Arbeiten zuerst auf der Akkreditierung der amtlichen Messstelle für Festkörperdosimetrie. Mit dem Verkauf dieser Messstelle wurden die bis dahin angefertigten Arbeiten zu ihrer Akkreditierung archiviert und eingestellt. Neuer Schwerpunkt der Akkreditierung wurde das Physikalische Messlabor (siehe Kapitel 4.7), das im Jahr 2006 akkreditiert werden soll.

Im Bereich der Zertifizierung finden parallel zu den oben genannten Zielen Vorbereitungen statt, in 2006 das Zertifikat der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft für ein Arbeitsschutz Management System zu erhalten.

Um die für ein QM-System anfallende Dokumentation einfach handhaben und jederzeit überall präsent haben zu können, wurde bereits Ende 2003 vom WEKA-Verlag die browserorientierte Software „WEKA QM-Intranet“ beschafft und seither weiterentwickelt und operationell genutzt. Diese Software ermöglicht u. a. die Lenkung von Dokumenten, d. h. die nachverfolgbare Erstellung, Prüfung, Freigabe, Rücknahme und Archivierung. Auch Workflows der Auditierung und des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, inklusive der daraus resultierenden Verfolgung von Maßnahmen, werden mit dieser Software verwaltet.

Ein Großteil der zu erstellenden Dokumentation liegt bereits in der QM-Software vor und Anwender können in dem QM-Portal jederzeit den Ist-Stand des Qualitätsmanagement-Systems und die derzeit ablaufenden Arbeiten verfolgen.

Der Antrag zur Akkreditierung des Physikalischen Messlabors soll im Frühsommer 2006 bei der DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen gestellt werden. Die DAP führt die Begutachtung gemäß der DIN EN ISO/IEC 17025 durch.

Der von der DAP für die Akkreditierung vorgeschlagene Begutachter ist gleichzeitig Mitarbeiter des TÜV Nord CERT. Falls er den Auftrag zur Zertifizierung der nicht zu akkreditierenden HS-Bereiche bekäme, würde das erhebliche Synergien einbringen.

8.4 Hausmeister

H. Stengel

In Zusammenarbeit mit den Vorgesetzten in Abteilungen und Arbeitsgruppen und mit den Betriebsbeauftragten der HS-Gebäude soll ein reibungsloser Betriebsablauf durch intakt gehaltene Infrastruktur und Basis-Services erreicht werden. Dabei sollen allerdings die Zuständigkeiten der jeweiligen Betriebsbeauftragten nicht verlagert werden.

Folgende Arbeiten werden zur Zeit regelmäßig erledigt:

- In allen HS-Gebäuden
 - Regelmäßige Überprüfung von Hausinstallationen und Sicherheitseinrichtungen
 - Instandhaltungs- oder Sanierungsarbeiten veranlassen
 - Kleinreparaturen oder Montagearbeiten durchführen
 - Entsorgung von Sondermüll
 - Entsorgung oder Abgabe von Altgeräten und Altmöbel im Gerätelager oder bei der Abfallentsorgung
 - Transportfahrten, Personenfahrten und Servicefahrten
 - Unterstützung bei Umzügen, inkl. kleinere Änderungen an Büroeinrichtungen
- Zusätzlich im Gebäude 123 (HS-M und HS-ÜM)
 - Betreuung des Gaslagers, d.h. Stickstoffbündel nach Bestellung und Lieferung an- und abklemmen
 - An 5 – 10 Tagen im Monat Dosimeter Versandfahrten

- Zusätzlich im Gebäude 436 (HS-TBG)
 - Dosimetertransport von und zu HS-M
 - Reststofflager in Ordnung halten
 - Servicefahrten zum Regierungspräsidium Karlsruhe
 - Botengänge im Forschungszentrum
- Zusätzlich im Hauptgebäude 439 (HS)
 - Gasversorgung von Argon/Methan für HS-ÜM, die rund um die Uhr benötigt wird, sicherstellen, dass immer ein Gasbündel in Betrieb ist und ein weiteres Bündel in Reserve steht, wobei beide Bündel über einen Ambimat verbunden sind
 - Manuelle Umschaltung der Methan- und Propangas-Versorgungsanlage
 - Tägliche Überprüfung der Gasanlagen auf ihren Zustand
 - Rechtzeitiges Bestellen sowie Austauschen der Gasflaschen
 - zweimal in der Woche müssen ca. 8 Kannen Flüssigstickstoff für HS-ÜM an der stationären Abfüllstation abgefüllt werden
 - Wiederkehrende Prüfungen an Gebäudetechnik
 - Lager- und Verbrauchsmaterial besorgen oder bestellen
 - Lieferungen entgegennehmen oder ausliefern
 - Arbeiten von Fremdfirmen überwachen
 - Dienstwäsche bereitstellen und reinigen lassen
 - Beschließen von Räumen berechtigter Mitarbeiter oder Wartungspersonal
 - Betreuung des Dienstfahrzeuges

8.5 Aus- und Weiterbildung

W. Tachlinski

Die Aufgaben und Werkzeuge von HS-ZA sind in ganz besonderem Maße einer rapiden technischen Weiterentwicklung unterworfen, insbesondere im Bereich der EDV. Aus diesem Grund werden die Mitarbeiter ermuntert und unterstützt, durch den Besuch von Kursen ihre Kompetenz zu erhalten oder auszubauen.

Nach reger Weiterbildung im Jahr 2004 wurden 2005 wenige Weiterbildungsmaßnahmen besucht. Hintergrund war die relative Stabilität der verwendeten Softwareprodukte und der Beginn von Microsoft Schulungsmaßnahmen erst zu Beginn 2006.

Im Einzelnen wurden besucht:

- Englisch für Telefonzentrale und Empfang, 3 Manntage
- Word 2003, 1 Manntag
- Microsoft Technical Summit Tour 2005, 1 Manntag.

9 Veröffentlichungen

Doerfel, H. R.; In vivo measurements. Kaul, A. [Hrsg.] Radiological Protection Berlin [u. a.]: Springer, 2005 S. 380-420 (Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology / Landolt-Börnstein: N. S., Group 8, Vol. 4., Subvol.1) ISBN 3-540-20207-2

Döscher, K.; Kosbadt, O.; Massing, B.; Naber, C.; Reichert, A.; Sauer, D.; Schiele, C.; Stollenwerk, A.; Messstrategien für die In-situ-Gammaspektrometrie bei Freimessungen nach Paragraph 29 StrlSchV. 7. Internat. Symp. "Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle" (KONTEC 2005), Berlin, 20.-22. April 2005

Döscher, K.; Kosbadt, O.; Massing, B.; Naber, C.; Reichert, A.; Sauer, D.; Schiele, C.; Stollenwerk, A.; Messstrategien für die In-situ-Gammaspektrometrie bei Freimessungen von Gebäuden und Bodenflächen nach Paragraph 29 StrlSchV. 7. Internat. Symp. "Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle" (KONTEC 2005), Berlin, 20.-22. April 2005; 37. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Basel, CH, 20.-23. September 2005

Pimpl, M.; Unsicherheitsermittlung bei der Radiostrontium Bestimmung. Webseite: Eichrom Europe (www.eichrom.com), September 2005

Reichert, A.; Freigabeverfahren nach Paragraph 29 StrlSchV. Standardverfahren. GNS Workshop Freigabe und Freimessen, Gladbeck, 17. März 2005

Urban, M.; Bickel, A.; Strahlenschutzüberwachung schwangerer Frauen im Forschungszentrum Karlsruhe. Neue Entwicklungen im Strahlenschutz und ihre Anwendung in der Praxis: Seminar, TÜV-Akademie, München, 23.-24. Juni 2005

Urban, M. [Hrsg.]; Jahresbericht 2004 der Hauptabteilung Sicherheit. Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7130 (Juni 2005)

10 Literatur

- [1] Anderson DH, *Compartmental Modeling and Tracer Kinetics*, Springer, Berlin, 1983
- [2] Blanchette J, Summerfield M, *C++ GUI Programming with Qt*, Prentice Hall, New Jersey, 2004
- [3] Catsch A, *Dekorporierung radioaktiver und stabiler Metallionen – Therapeutische Grundlagen*. Thiemig, München , 1968
- [4] Godfrey K, *Compartmental Models and their Applications*, Academic Press, London, 1983
- [5] Hall RM et al., *A Mathematical Model for Estimation of Plutonium in the human Body from urine Data influenced by DTPA Therapy*, *Health Physics*, 34, 419-431, 1978
- [6] ICRP, *Limits on Intakes of Radionuclides by Workers*, ICRP Publication 30, Pergamon Press, Oxford, 1979
- [7] ICRP, *The Metabolism of Plutonium and Related Elements*, ICRP Publication 48, Pergamon Press, Oxford, 1986
- [8] ICRP, *Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2*, ICRP Publication 67, Pergamon Press, Oxford 1994
- [9] ICRP, *Human Respiratory Tract Model for Radiation Protection*, ICRP Publication 66, Pergamon Press, Oxford 1994
- [10] ICRP, *Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers*, ICRP Publication 78, Pergamon Press, Oxford 1998
- [11] Jacquez JA, *Compartmental Analysis in Biology and Medicine*, BioMedware, Ann Arbor, 1996
- [12] Jacquez JA, *Modeling with Compartments*, BioMedware, Ann Arbor, 1999
- [13] LaBone TR, *Evaluation of Intakes of Transuranics influenced by Chelation Therapy*, In *Internal Radiation Dosimetry* (Ed. Raabe OG), 461-476, Medical Physics Publishing, Madison, 1994
- [14] Legget RW et al., *Mayak Worker Study: An Improved Biokinetic Model for Reconstructing Doses from Internally Deposited Plutonium*, *Radiation Research* 164, 111-122, 2005
- [15] Volf V, *Treatment of incorporated transuranium elements*, IAEA Technical Reports Series No .184, International Atomic Energy Agency, Wien 1978
- [16] Zhang C-L. and Popp F-A., 1994, “Log-normal Distribution of Physical Parameters and the Coherence of Biological Systems” in *Medical Hypotheses* 43
- [17] Khokhryakov V. F. and all, 2004, “Relative Role of Plutonium Excretion with Urine and Feces from Human Body” in *Health Physics Vol. 86, No. 5*
- [18] Kathren R. L. and all, 1988, „Partitioning of 238Pu, 239Pu and 241 Am in Skeleton and Liver of U.S. Transuranium Registry Autopsy Cases“ in *Health Physics Vol. 54, No. 2*
- [19] International Commission on Radiological Protection (ICRP), 1997, „Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers” in *ICRP Publication 78*

- [20] Alexander, W.R.; Shimmield, T.M.: "Microwave oven dissolution of geological samples. Novel application in the determination of natural decay series radionuclides" *J. of Radioanalyt. And Nuc. Chem.*, Vol. 145, No 4 (1990) p.301-310
- [21] Roig, M.; Ribera, M.M.; Rauret, G.: "Application of microwave oven to the pre-treatment of macrosamples in environmental radioactivity monitoring" *J. of Radioanalyt. And Nuc. Chem.*, Vol. 190, No 1 (1995) p. 59-69
- [22] Martin J.P.; Odell, K.J.: "The development of emergency radioanalytical techniques for the determination of radiostrontium and transuranic radioisotopes in environmental materials" *Radioact. and Radiochem.* (1998) v. 9(3) p. 49-60
- [23] Mihai, S.A.; Georgescu, I.I.; Hurtgen, Ch.: "Artificial radioactive contamination of sediments along the Romanian sector of the Danube river and the Black Sea coast" *J. of Radioanalyt. And Nuc. Chem.*, Vol. 242, No 3 (1999) p.683-686
- [24] Kingston, H.M.; Jassie, L.B.: "Introduction to Microwave Sample Preparation" ACS Books, publ. by American Chemical Society, ISBN 0-8412-1450-6
- [25] Horwitz, E.P. et al.: "Separation and Preconcentration of Actinoids from Acidic Media by Extraction Chromatography" *Anal. Chim. Acta* 281 (1993) p. 361-372
- [26] Horwitz, E.P. et al.: "Separation and preconcentration of actinoids by extraction chromatography using a supported liquid anion exchanger: application to the characterization of high-level nuclear waste solutions" *Anal. Chim. Acta* 310 (1995) p. 63-78
- [27] Maxwell, S.L.: "Rapid Actinoid-Separation Methods" *Radioact. and Radiochem.* (1997) v. 8(4) p. 36-44
- [28] Dulaiova, H. et al.: "Separation and Analysis of Am and Pu from Large Soil and Sediment Samples" *Radioact. and Radiochem.* (2001) v. 12(3) p. 4-15
- [29] Pilviö, R.; Bickel, M.: "Actinoid separations by extraction chromatography" *Applied Radiation and Isotopes* 53 (2000) p. 273-277
- [30] R. E. Rowland: *Radium in Humans. A review of U.S. studies.* Argonne National Laboratory, Environmental Research Division, September 1994