



---

**Forschungszentrum Karlsruhe**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

---

**Wissenschaftliche Berichte**  
FZKA 7030

# **Jahresbericht 2003 der Hauptabteilung Sicherheit**

**Redaktion: M. Urban**  
Hauptabteilung Sicherheit

**Mai 2004**

**Forschungszentrum Karlsruhe**  
**in der Helmholtz-Gemeinschaft**  
**Wissenschaftliche Berichte**  
**FZKA 7030**

**Jahresbericht 2003**  
**der Hauptabteilung Sicherheit**

**Redaktion: M. Urban**  
**Hauptabteilung Sicherheit**

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe**  
**2004**

**Impressum der Print-Ausgabe:**

**Als Manuskript gedruckt  
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:0005-070303**

## 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 2003 erarbeiteten Ergebnisse.

### **Central Safety Department, Annual Report 2003**

#### 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 2003 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
1	Central Safety Department: Duties and Organisation .....	5
2	Genehmigungsverfahren .....	7
3	Arbeitssicherheit.....	9
3.1	Organisation und Aufgaben der Gruppe konventionelle Arbeitssicherheit .....	9
3.2	Unfallgeschehen .....	9
3.3	Arbeitsplatzüberwachungen .....	10
3.4	Aus- und Fortbildung .....	11
3.5	Arbeitsschutzausschuss .....	11
3.6	Pilotprojekt „Arbeitssicherheitsmangementsystem“ .....	12
4	Strahlenschutz .....	14
4.1	Strahlenschutzorganisation im Forschungszentrum.....	14
4.2	Administrativer Strahlenschutz .....	14
4.2.1	Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung .....	14
4.2.2	Umsetzung des atomrechtlichen Regelwerkes .....	15
4.2.3	Betriebsüberwachung .....	15
4.2.4	Zentrale Erfassung und Überwachung von Personen nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung .....	16
4.2.4.1	Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen.....	16
4.2.4.2	Überwachung nicht beruflich strahlenexponierter Personen.....	17
4.2.4.3	Überwachung von Besuchern in Kontrollbereichen des Forschungszentrums .....	17
4.2.4.4	Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum .....	17
4.2.4.5	Ergebnisse der Personendosisüberwachung.....	18
4.2.5	Personen in fremden Strahlenschutzbereichen.....	19
4.2.5.1	Fremdfirmen in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums .....	20
4.2.5.2	Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen oder Einrichtungen .....	20
4.2.5.3	Strahlenpassstelle .....	21
4.2.6	Zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe .....	22
4.2.6.1	Kernmaterialbuchführung und Euratom-Aufsicht.....	22
4.2.6.2	Buchführung sonstiger radioaktiver Stoffe und Wiederholungsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen .....	23
4.2.7	Transport radioaktiver Stoffe .....	25
4.3	Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung .....	26
4.4	Operationeller Strahlenschutz .....	26
4.4.1	Arbeitsplatzüberwachung.....	26
4.4.1.1	Personendosimetrie .....	27
4.4.1.2	Kontaminationskontrollen .....	27
4.4.1.3	Interventionserlaubnisse .....	28
4.4.1.4	Schichtdienst und Rufbereitschaft.....	29
4.4.1.5	Aus- und Weiterbildung .....	29
4.4.2	Dosimetrie .....	29

## II

4.4.2.1	Routine- und Sondermessungen.....	31
4.4.2.2	Cs-137-Referenzmessungen.....	34
4.4.2.3	Empirische Nachweisgrenze für U-nat in der Lunge.....	35
4.4.3	Betrieb der Eichhalle.....	37
4.4.3.1	Routinekalibrierung .....	37
4.4.3.2	Amtliche Eichabfertigungsstelle .....	38
4.4.4	Strahlenschutzmesstechnik .....	38
4.4.4.1	Aufgaben .....	38
4.4.4.2	Wartung und Reparatur .....	38
4.4.4.3	Messungen gemäß Arbeitsschutzgesetz.....	39
4.4.4.4	In-Situ-Gammaspektrometrie.....	39
4.5	Freigabe nach § 29 StrlSchV.....	42
4.5.1	Standardverfahren .....	42
4.5.2	Einzelfall-Verfahren beim MZFR.....	43
4.6	Physikalisches Messlabor .....	45
4.6.1	Aufgaben.....	45
4.6.2	Messsysteme .....	45
4.6.2.1	Alpha-Beta-Messtechnik.....	45
4.6.2.2	Gammaspektrometrie .....	46
4.6.2.3	Alphaspektrometrie .....	47
4.6.2.4	Flüssigszintillationsspektrometrie.....	47
4.7	Chemische Analytik.....	47
4.7.1	Aufgaben.....	47
4.7.2	Radiochemische Arbeiten .....	50
4.8	Raumluftüberwachung .....	51
4.8.1	Probenentnahme.....	51
4.8.2	Probenauswertung.....	51
4.9	Dichtheitsprüfungen.....	52
4.9.1	Voraussetzungen .....	52
4.9.2	Probenentnahme.....	52
4.9.3	Probenauswertung.....	52
4.10	Messstelle für amtlich anerkannte Festkörperdosimetrie.....	53
4.10.1	Amtliche Personendosimetrie .....	53
4.10.2	Photolumineszenzdosimetrie.....	54
4.10.3	Thermolumineszenzdosimetrie .....	55
4.10.4	Vergleichsbestrahlungen.....	56
4.10.5	Sonstige Personen- und Ortsdosimeter .....	57
4.10.6	Umsetzung der Radon-Überwachung nach StrlSchV §95 für die Wasserwerke durch die Karlsruher Messstelle.....	58
4.10.7	Dosimetrische Verfahren .....	61
4.10.7.1	Entwicklung von Thermolumineszenz- $H^*(10)$ -Ortsdosimetern.....	61
4.11	„Strahlenschutz made in Karlsruhe“ oder Kompetenzerhalt im Strahlenschutz...	62
4.11.1	Effizienzkalibrierung.....	63
4.11.2	Risiken der Spätfolgen nach der Aufnahme von $^{239}\text{Pu}$ in Beagle Hunden .....	66
4.11.3	Voruntersuchungen zu elektronischen $H^*(0,07)$ -Ortsdosimetern .....	69
4.11.4	Erweiterung des Messbereichs von Kernspurdosimetern durch Optimierung der Spurenzählverfahren .....	70
4.11.5	Neue Bestimmung von Pseudokoinzidenzfaktoren .....	71
5	Umweltschutz.....	73
5.1	Administrativer Umweltschutz .....	73

### III

5.1.1	Beauftragte im Umweltschutz .....	73
5.1.2	Wiederkehrende Prüfungen .....	73
5.1.3	Umsetzung der Gefahrstoffverordnung .....	74
5.1.4	Beförderung gefährlicher Güter und Gefahrgutumschlag .....	75
5.1.5	Kreislaufwirtschaft und Abfallbeseitigung .....	77
5.1.6	Immissionsschutz .....	83
5.1.7	Gewässerschutz .....	84
5.2	Emissions- und Umgebungsüberwachung .....	84
5.2.1	Emission nicht-radioaktiver Stoffe im Jahr 2003 .....	85
5.2.1.1	Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe .....	85
5.2.1.2	Versuchsanlagen TAMARA und THERESA .....	86
5.2.1.3	Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk .....	87
5.2.2	Radiologische Fortluftüberwachung .....	88
5.2.2.1	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2003 .....	91
5.2.2.2	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2003 .....	99
5.2.2.3	Potentielle Strahlenexposition bei der Reinigung von Natrium-Kühlfallen des KNK .....	107
5.2.3	Abwasserüberwachung .....	108
5.2.3.1	Ableitung nicht radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2003 .....	110
5.2.3.2	Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2003 .....	113
5.2.3.3	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser in den Rhein abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2003 .....	114
5.2.4	Radiologische Umgebungsüberwachung .....	115
5.2.4.1	Direktmessung der Strahlung .....	119
5.2.4.2	Radioaktivitätsmessungen .....	120
5.2.4.3	Messfahrten .....	123
6	Werkschutz .....	124
6.1	Anmeldung und Zugang .....	124
6.2	Werkschutzbereiche .....	125
6.3	Werkfeuerwehr .....	126
6.4	Einsatzleitung und Einsatzplanung .....	127
6.4.1	Aufgaben .....	128
6.4.2	Statistik und Analyse der Einsatzleiter-Einsätze .....	128
6.4.3	Übungen der Einsatzdienste .....	129
6.5	Verkehrsdienst .....	130
6.6	Schadensaufnahme .....	130
6.7	Schlüsselverwaltung .....	131
6.8	Technische Sicherungssysteme .....	132
7	Zentrale Aufgaben .....	132
7.1	Datenverarbeitung der Hauptabteilung Sicherheit .....	133
7.1.1	Netzwerk .....	135
7.1.1.1	Netzwerkpläne .....	136
7.1.2	Rechner- und Betriebssysteme .....	136
7.1.3	Standardsoftware .....	137
7.1.4	Individualsoftware .....	137
7.1.4.1	Altanwendung für Strahlen- und Arbeitsschutz .....	137
7.1.4.2	Zutrittsverwaltung im Werkschutz .....	138

7.1.4.3	Elektronische Betreiberdosimetrie, Kontrolle der Zugangsberechtigung zu Strahlenschutz-Konrollbereichen.....	138
7.1.4.4	Buchführung radioaktiver Stoffe (BURAST) als Web-Anwendung.....	139
7.1.4.5	EURATOM-Buchführung für die Kernmaterialüberwachung (KMÜ).....	140
7.1.4.6	Buchführung von Genehmigungen (BUGEN).....	141
7.1.4.7	Web-Anwendungen, eine neue Softwaregeneration.....	141
7.1.5	Informationssysteme.....	143
7.1.5.1	Internet.....	143
7.1.5.2	Intranet.....	144
7.1.5.3	HS-Net.....	144
7.1.6	Datenschutz IT-Sicherheit.....	145
7.1.6.1	Konzept zur IT- Sicherheit.....	145
7.1.6.2	Datenschutz.....	146
7.2	Qualitätsmanagement.....	146
7.3	Abteilungsübergreifende Arbeiten.....	147
7.3.1	Hausmeister.....	147
7.4	Aus- und Weiterbildung.....	148
7.4.1	Programmierung.....	148
7.4.2	IT-Sicherheit.....	149
7.4.3	Qualitätsmangement.....	149
7.4.4	Werksschutz.....	149
7.4.5	Arbeitssicherheit.....	149
8	Veröffentlichungsliste.....	150

## Verzeichnis der Abkürzungen

ANKA	Ångströmquelle Karlsruhe
AtG	Atomgesetz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BImSchV	Bundesimmissionsschutz-Verordnung
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
CMS	Content Management System
DMS	Dokumenten Management System
EvD	Einsatzleiter vom Dienst
EVM	Hauptabteilung Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft
FIZ	Fachinformationszentrum Karlsruhe
FR2	Forschungsreaktor 2
FTU	Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe
HGF	Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (HGF)
HPS	Hauptabteilung Personal und Soziales
HS	Hauptabteilung Sicherheit
HS-M	Hauptabteilung Sicherheit, Amtliche Messstelle
HS-TBG	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Technische Beratung und Genehmigungen
HS-ÜM	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Überwachung und Messtechnik
HS-WS	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Werkschutz
HVT	Hauptabteilung Versuchstechnik
HVT-HZ	Hauptabteilung Versuchstechnik/Heiße Zellen
HVT-TL	Hauptabteilung Versuchstechnik/Tritiumlabor
HZY	Hauptabteilung Zyklotron
HZY-RTM	Hauptabteilung Zyklotron, Radionuklidtechnik im Maschinenbau
IFIA	Institut für Instrumentelle Analytik
IFP	Institut für Festkörperphysik
IHM	Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik
IK	Institut für Kernphysik

IMB	Institut für Medizintechnik und Biophysik
IMF	Institut für Material- und Festkörperforschung
IMK	Institut für Meteorologie und Klimaforschung
INE	Institut für Nukleare Entsorgungstechnik
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
KBG	Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst GmbH
KIZ	Karlsruher Isochronzyklotron
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
MED	Medizinische Abteilung
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor
ÖA	Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit
PAE	Stabsabteilung Planung, Außenbeziehungen und Erfolgskontrolle
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RöV	Röntgenverordnung
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TAMARA	Testanlage für Müllverbrennung, Abgasreinigung, Rückstandsverwertung, Abwasserbehandlung
THERESA	Versuchsanlage zur thermischen Entsorgung spezieller Abfälle
TÜV ET	TÜV Energie- und Systemtechnik GmbH Baden-Württemberg
UVM	Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe

## 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 Koordination von Genehmigungsverfahren dar.

Am 31. Dezember 2003 waren in der Hauptabteilung Sicherheit 199 wissenschaftliche, technische und administrative Mitarbeiter beschäftigt. Acht Studierende wurden im Rahmen der dualen Ausbildung mit der Berufsakademie Karlsruhe zu Strahlenschutzingenieur ausgebildet. Der Organisationsplan der Hauptabteilung ist auf Seite 4 wiedergegeben.

#### Abteilung Technisch-Administrative Beratung und Genehmigung (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. Als neue 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.

Der Arbeitsschwerpunkt „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 Strahlenschutzbelehrungen 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 tätig werden. Als weitere Aufgabe werden die zentrale Buchhaltung zur Überwachung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen im Forschungszentrum durchgeführt, Materialbilanzberichte erarbeitet und an die zuständigen Behörden weitergeleitet und Inspektionen und Inventuren durch Euratom vorbereitet und begleitet.

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.

Im Arbeitsschwerpunkt „Einsatzdienste“ sind die rund um die Uhr tätigen, zur Sicherheitsorganisation des Forschungszentrums gehörenden Einsatzleiter vom Dienst zusammengefasst. Es werden Einsatzunterlagen erarbeitet und aktualisiert sowie Alarmübungen in Verbindung mit anderen Organisationseinheiten organisiert.

#### Abteilung Überwachung und Messtechnik

Die aus der bisherigen Abteilung Strahlenschutz und den überwiegend messtechnisch arbeitenden Teilen der Abteilung Umweltschutz hervorgegangene 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 direktanzeigenden 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 den betrieblichen Überwachungsbereich des Forschungszentrums und aus dem Zentrumsgelände nach außen. Neben den strahlenschutzrelevanten Messungen vor Ort werden auch Messaufgaben aus dem Bereich des konventionellen Arbeitsschutzes durchgeführt.

Die Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ 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 Bereich „Interne Dosimetrie“ werden mittels Ganz- und Teilkörperzählern Nukliddepositionen im Körper ermittelt und Verfahren zur Bestimmung der Äquivalentdosis bei innerer

Strahlenexposition weiterentwickelt. Im Vordergrund steht die Verbesserung des Nachweises von Thorium, Uran, Plutonium und Americium in Lunge, Leber und im Skelett sowie die Bereitstellung von Stoffwechselmodellen zur Interpretation der Messergebnisse.

Der Bereich „Strahlenschutzmessgeräte“ führt Wartungsarbeiten, Reparaturen und Kalibrierungen an Anlagen zur Raum- und Abluftüberwachung und an Gammapegel-Messstellen durch. 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 die Kontrolle aller zur Ein- oder Ausfuhr bestimmten Güter durch, überwacht das Schließwesen und ist für den ordnungsgemäßen Ablauf des Straßenverkehrs im Bereich des Forschungszentrums zuständig. Mit Hilfe des Ermittlungsdienstes werden die Einhaltung der Ordnungs- und Kontrollbestimmungen und 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 technischen 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 beweglichen Feuerlöscheinrichtungen.

#### Stabsstelle „Amtliche Messstelle für Festkörperdosimeter“

Für die Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen wird im Auftrag des Landes Baden-Württemberg die „Amtliche Messstelle für Festkörperdosimeter“ betrieben, die auf Anforderung auch Auswertungen für andere Bundesländer und Aufgaben im Bereich der nichtamtlichen Dosimetrie durchführt.

#### Stabsstelle „Zentrale Aufgaben“

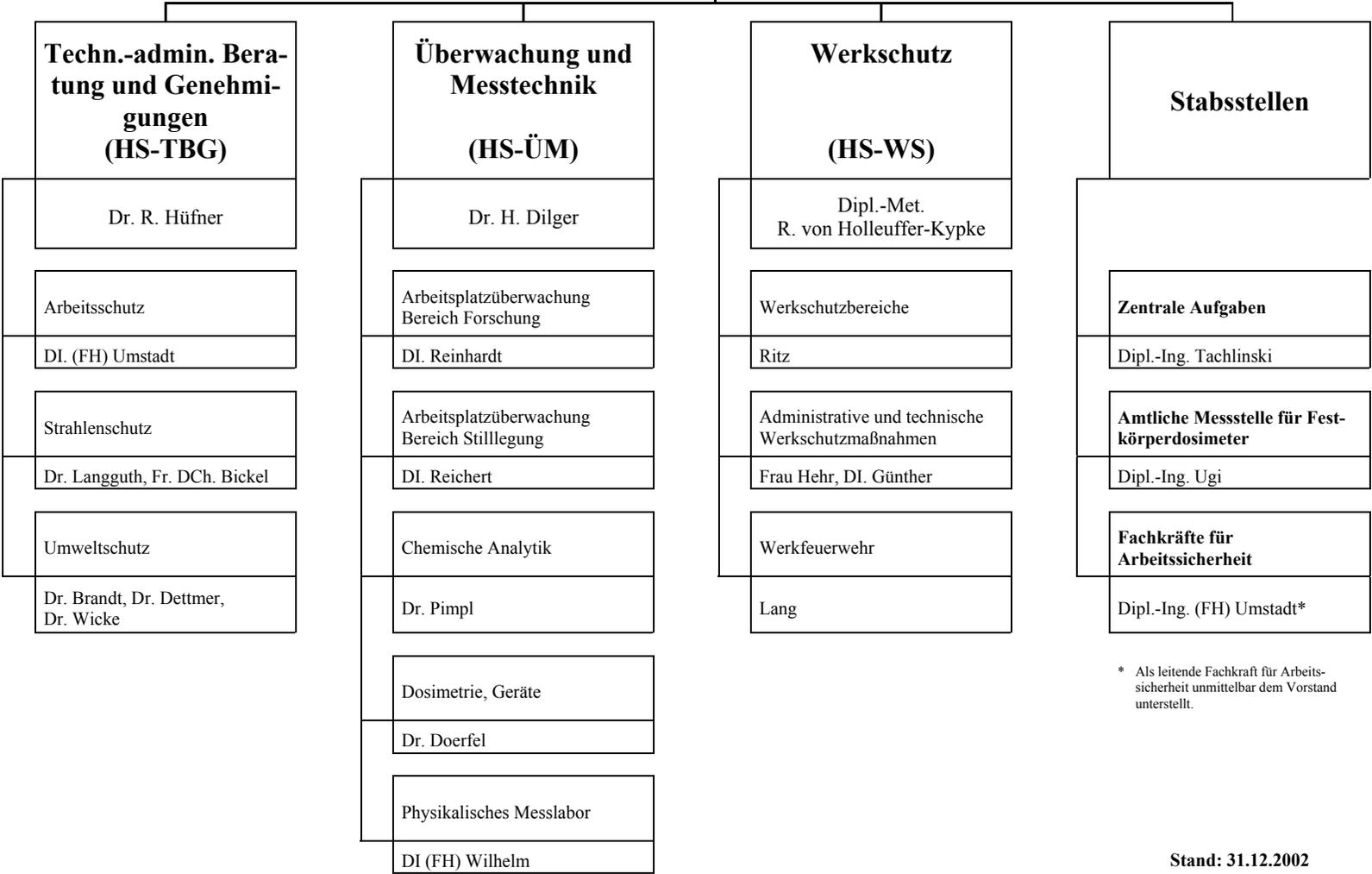
Um die Erledigung der Querschnittsaufgaben der Hauptabteilung Sicherheit teilweise wahrzunehmen oder zum anderen Teil koordinierend zu unterstützen, wurde die "Stabsstelle Zentrale Aufgaben" eingerichtet.

Als Arbeitsschwerpunkte wurden dem Stab der Betrieb 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.

**Hauptabteilung Sicherheit (HS)**  
 Leiter: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Urban  
 Vertreter: N. N.



\* 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. As per December 31, 2003, the Central Safety Department employed 199 scientific, technical, and administrative staff members and four 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 "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 "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 "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 is operated for personnel dose monitoring in the State of Baden-Württemberg; on request it also fulfils duties for other states and in the field of non-official dosimetry.

### 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. 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.

In the "Dosimetry Group", human body counters and special partial body counters are used to determine nuclide depositions in the body. Procedures are developed 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. 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.

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 "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.

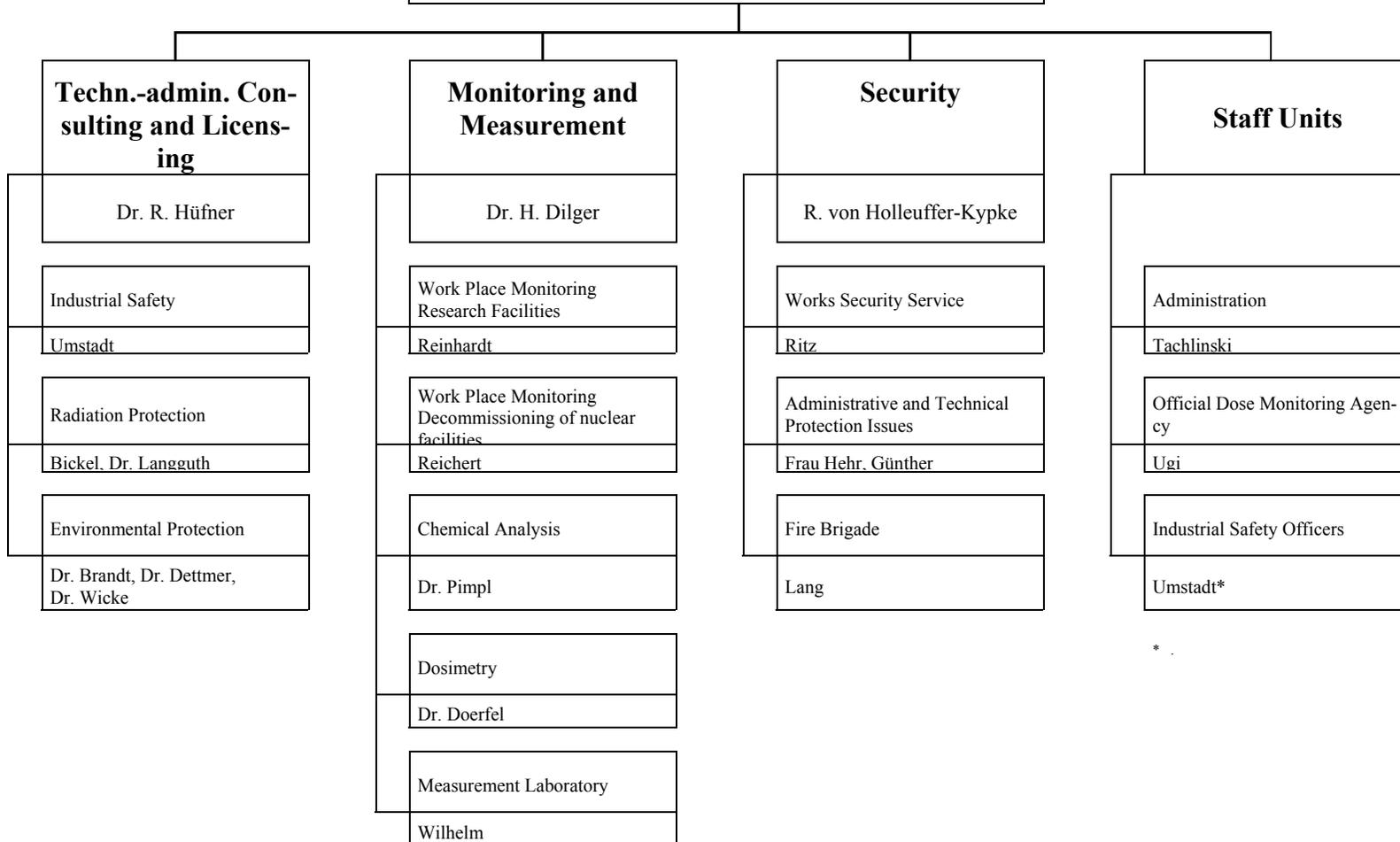
#### Works Security Service

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 duties 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.

# Central Safety Department (HS)

Head: Prof. Dr. M. Urban



\*



## 2 Genehmigungsverfahren

A. Bickel, R. Hübner, G. Scholer, M. Fellhauer

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 sowie
- 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 2003 Gültigkeit besaßen.

Im Berichtsjahr mussten vor allem die Änderungen aus der novellierten Strahlenschutzverordnung und der novellierten Röntgenverordnung umgesetzt werden. Im Bereich des Atom-/Strahlenschutzrechts wurde dies durch zwei übergeordnete, in alle bestehenden Bescheide eingreifende Genehmigungen erreicht.

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

Tab. 2-1: Genehmigungen und Anzeigen der Institute und Abteilungen des Forschungszentrums Karlsruhe, Stand Dez. 2003  
 - ausgenommen sind die atomrechtlichen Genehmigungen, die vom Geschäftsbereich Stilllegung selbst betreut werden -

Der Bestand der Röntgengeräte und Störstrahler des Forschungszentrums (66 Geräte) wurde anhand der Kriterien der neuen Röntgenverordnung überprüft. Rund 20% der Geräte konnten neu eingruppiert werden, so dass für sie die Genehmigungspflicht bzw. die Pflicht zur wiederkehrenden 5-jährigen Sachverständigenprüfung entfiel.

Weiterhin waren im Berichtsjahr Anpassungen, Erweiterungen und Aktualisierungen bestehender Genehmigungen erforderlich. Ein Beispiel hierfür ist die Genehmigung nach Strahlenschutzverordnung, die den Rückbau der Heißen Zelle im IFIA zum Gegenstand hat. In Anlehnung an das Vorgehen im ITC-CPV beim Rückbau der MILLI, wurde eine Rahmengenewmigung erteilt, das detaillierte Vorgehen aber in abgegrenzten zustimmungspflichtigen Arbeitspaketen festgelegt. Ein weiteres ist die erweiterte Erlaubnis zum Züchten und Halten von Wirbeltieren, die das Anwachsen des Versuchstierbestands des ITG um einige tausend Zebraabärblinge ermöglicht.

### 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.

#### 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 2003 wurden insgesamt 84 Arbeitsunfälle an den Unfallversicherer gemeldet. Davon waren 61 Unfälle anzeigepflichtig (Betriebsunfälle: 33, Wegeunfälle: 27; 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 deutlich erhöht, obwohl die Gesamtzahl der gemeldeten Unfälle nur leicht die Summe des Vorjahres übersteigt. Über ein Drittel der Betriebsunfälle ereigneten sich durch stolpern und stürzen ohne erkennbare Ursache. Bei

den Wegeunfällen – Unfälle auf dem Weg zum und vom Forschungszentrum –haben sich die Zahlen mehr als verdoppelt. 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	
	2002	2003		2002	2003
Kopf	1	2	Prellungen, Quetschungen	14	8
Augen	1	2	Verstauchungen	2	5
Rumpf	3	1	Zerrungen, Verrenkungen	4	3
Beine, Knie	8	4	Wunde, Riss	7	3
Füße, Zehen	5	9	Knochenbruch	1	4
Arme	2	5	Verbrennungen, Verätzungen	1	0
Hände, Finger	13	14	Schnitte	4	7
Wirbel	2	6	Sonstige	1	5

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 in Tab. 3-2 dargestellten Zahlen.

Art der Unfälle	Zahl der anzeigepflichtigen Unfälle je 1 000 Beschäftigte	
	Forschungszentrum Karlsruhe 2003	gewerbliche Wirtschaft 2002*
meldepflichtige Betriebs- u. Sportunfälle	9,1	32,4
meldepflichtige Wegeunfälle	7,5	4,9

\* Daten von 2003 liegen noch nicht vor.

Tab. 3-2: Unfälle im Forschungszentrum Karlsruhe 2003 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 der 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 Arbeitsplatzüberwachungen 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 Gasen“ und „Fremdfirmenmitarbeiter im Betrieb“ durchgeführt. In den einzelnen Kursen wurden Mitarbeitern mit Sicherheitsfunktionen und Führungskräften die im Arbeitsschutzrecht, der Unfallverhütung und im Umweltschutz notwendigen Kenntnisse vermittelt. Es erfolgten außerdem Ausbildungen zu Sachkundigen im Hebezeugbetrieb und der Instandhaltung von Aufzügen. Für den innerbetrieblichen Transport wurden Mitarbeiter entsprechend den Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften für das Bedienen von Krananlagen und das Führen von Flurförderzeugen geschult. Zur Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter sowie zur Durchführung der gesetzlich geforderten Unterweisungen hat HS-TBG die vorhandenen Arbeitsschutzfilme aktualisiert und ergänzt. Insbesondere durch die Digitalisierung der Videofilme und der Ablage in einer eigenen Datei, wurde der Zugriff auf das Bildmaterial wesentlich vereinfacht.

### 3.5 Arbeitsschutzausschuss

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

- Beurteilung eines neuen Gefahrstoff-Verwaltungssystems.

Nach § 16 der Gefahrstoffverordnung ist der Arbeitgeber verpflichtet, ein Verzeichnis aller ermittelten Gefahrstoffe zu führen. In Anbindung an die elektronische Beschaffung wurde hierfür ein neues Programm mit dem Namen Chemie Assistent entwickelt und dem ASA zur Begutachtung vorgestellt. Die Mitglieder befürworteten die Einführung dieses Systems.

- Betriebssicherheitsverordnung

Zur Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung wurden in Zusammenarbeit mit BTI (Bereich Technische Infrastruktur) zwei Seminare mit dem Themen, Prüfung von Arbeitsmitteln und Druckgeräterichtlinie durchgeführt.

- Inhalte neuer Regelwerke.

Insbesondere die Neuerungen in der Arbeitsstättenverordnung (z.B. Nichtraucherschutz) und der BGV A 1 wurden diskutiert. Für die Umsetzung in den Instituten erarbeitete der ASA Vorschläge .

### 3.6 Pilotprojekt „Arbeitsicherheitsmanagementsystem“

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. Die Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW) unterstützt das Projekt personell und stellt auch finanzielle Mittel bereit. Die Ergebnisse des Projektes und die Erfahrungen sollen anderen Mitgliedsbetrieben der Unfallkasse die Einführung eines Arbeitsschutzmanagementsystems erleichtern. Das Gewerbeaufsichtsamt Karlsruhe begleitet und unterstützt das Projekt beratend.

In einem Pilotprojekt wird das Institut für technische Physik (ITP) am Forschungszentrum Karlsruhe ein Arbeitsschutzmanagementsystem auch im wissenschaftlichen Umfeld mit seinen speziellen Anforderungen etablieren. Wechselnde Forschungstätigkeiten und variierende Aufgabenfelder stellen eine Randbedingung für ein Arbeitsschutzmanagement im wissenschaftlich-technischen Umfeld dar. Ebenso der Einsatz neuer Technologien, für die Arbeitsschutzmaßnahmen zu erarbeiten sind, da nicht auf bewährte Regeln der Technik zurückgegriffen werden kann. Ein Managementsystem für das ITP muss stark integrativ ausgerichtet sein, d.h. an vorhandene Führungs- und Organisationsstrukturen angepasst werden.

Mittelfristig soll das Arbeitsschutzmanagementsystem auf andere Organisationseinheiten des Forschungszentrums Karlsruhe in geeigneter Weise übertragen werden. ITP erhält deshalb für das Pilotprojekt finanzielle und personelle Unterstützung durch die Hauptabteilung Sicherheit des Forschungszentrums. Ebenfalls direkte Unterstützung gewähren die medizinische Abteilung, die Stabsstelle für Arbeitssicherheit, der Betriebsrat, sowie die Hauptabteilung Einkauf und Materialwirtschaft.

- Mit der Einführung eines Arbeitsschutzmanagementsystems werde folgende Ziele verfolgt:
- kontinuierliche Verbesserung und Vervollständigung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit
- Erhöhen der Rechtssicherheit für das Unternehmen
- Verankerung des Arbeitsschutzgedankens als Führungsaufgabe auf allen Ebenen („Management first“)

Hieraus ergeben sich folgende Einzelziele:

- Integration von Arbeitsschutz in die Organisationsabläufe, so dass gleichzeitig ein Beitrag zu Wirtschaftlichkeit durch sichere Prozesse und störungsfreie Abläufe geleistet werden.
- 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, auf andere Betriebsstätten der Helmholtzgemeinschaft und seitens der Unfallkasse Baden-Württemberg auf weitere Mitgliedsbetriebe.

Die Projektorganisation für die Umsetzung eines Arbeitsschutzmanagementsystems im Forschungszentrum Karlsruhe setzt sich wie folgt zusammen:

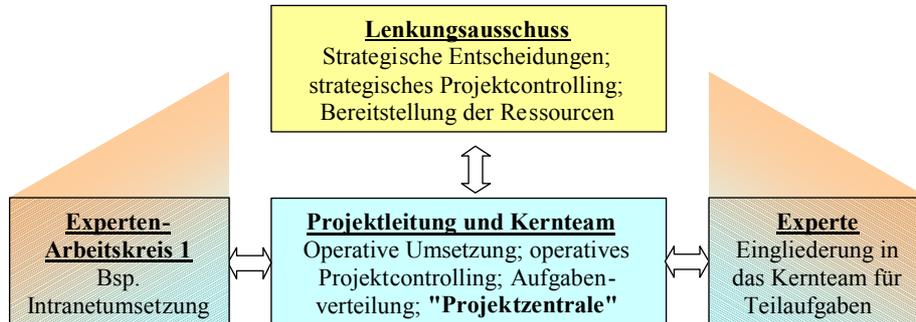


Abb. 3-1: Zusammensetzung der Projektorganisation

Der **Lenkungsausschuss** führt das Projekt als Aufsichtsgremium, ist übergeordneter Entscheidungsträger und nimmt die Schnittstellenfunktion zur Vorstandsebene zum wissenschaftstechnischen Rat wie zur Leitung anderer Organisationseinheiten wahr.

Die **Projektleitung** ist verantwortlich für die Umsetzung der Ziele auf operativer Ebene. In diesem Rahmen obliegt ihr die Einhaltung der inhaltlichen und terminlichen Vorgaben, die Abstimmung und Koordination mit Vertretern anderer Organisationseinheiten und mit Behörden. Sie ist angehalten, eigenständig Projektfortschritte zu erzielen. Die Projektleitung berichtet dem Lenkungsausschuss regelmäßig und auf Anforderung über den Projektfortschritt.

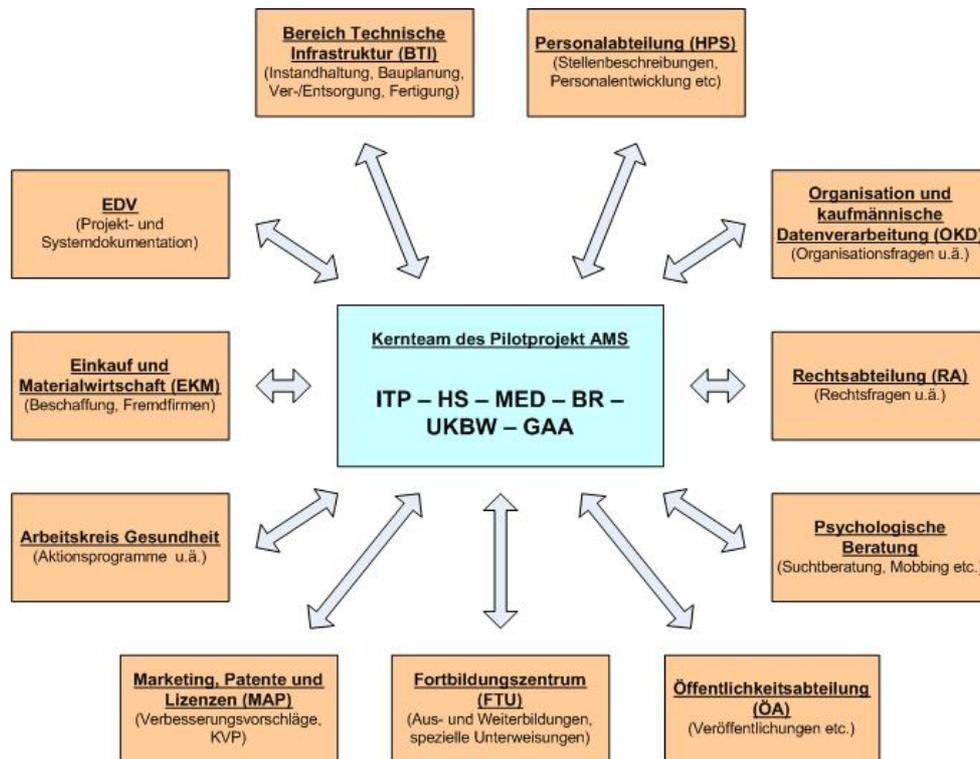


Abb. 3-2: Zusammenarbeit mit anderen Organisationseinheiten

Das **Kernprojektteam** hat die Aufgabe, Lösungen zu Sachfragen zu erarbeiten. Bei Bedarf können Experten anderer Organisationseinheiten oder von extern beigezogen werden. Die erfolgreiche Realisierung des Projekts setzt eine umfangreiche Abstimmung mit anderen betrieblichen Organisationseinheiten, wie unten beispielhaft abgebildet, voraus. Die Schnittstellenverantwortung liegt bei der Projektleitung. Kontakte werden ggf. durch den Lenkungsausschuss eingeleitet. Gewerbeaufsichtsamt und die Unfallkasse Baden-Württemberg sind im Lenkungsausschuss in der Projektlei-

tung und im Projektkernteam vertreten, so dass die Kommunikation sichergestellt ist. Kontakte zu anderen Behörden und Unfallversicherungsträgern werden beim Bedarf hergestellt.

## 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 des administrativen Strahlenschutzes von der Abteilung Technisch-administrative Beratung und Genehmigungen (HS-TBG) wahrgenommen.

### 4.2 Administrativer Strahlenschutz<sup>1</sup>

K.-G. Langguth, A. Bickel

#### 4.2.1 Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung

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

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

Als Strahlenschutzbeauftragte dürfen nur Personen bestellt werden,

- 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.

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.

---

<sup>1</sup> Die dem administrativen Strahlenschutz ebenfalls zuzurechnende Durchführung von Genehmigungsverfahren sind in einem gesonderten Kapitel (Kap.2) ausgeführt, da in diesem Aufgabenbereich nicht nur Genehmigungen auf der Grundlage der Strahlenschutzgesetzgebung, sondern auch auf der Grundlage anderer Gesetzgebung erwirkt und bearbeitet werden.

Bei der Bestellung der Strahlenschutzbeauftragten sind deren Aufgaben und lokalen Zuständigkeitsbereiche durch die Organisationseinheiten und TBG so gegeneinander abzugrenzen, dass Doppelverantwortlichkeiten oder Lücken in den Verantwortungsbereichen auszuschließen 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 Personalwechsel bedingen einen erheblichen administrativen Aufwand. Zur Zeit sind 152 Personen zu Strahlenschutzbeauftragten nach StrlSchV und RöV bestellt, die in 247 eigenständigen innerbetrieblichen Entscheidungsbereichen tätig sind. Im Jahr 2003 waren insgesamt 28 Neubestellungen oder Entlastungen von Strahlenschutzbeauftragten durchzuführen sowie 72 innerbetriebliche Entscheidungsbereiche neu festzulegen oder geänderten Gegebenheiten anzupassen. Für Neubestellungen waren 17 Fachkundebescheinigungen einzuholen.

#### 4.2.2 Umsetzung des atomrechtlichen Regelwerkes

K.-G. Langguth, A. Bickel, 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 InformationsSystem Sicherheit) angeboten. Die weitere Umsetzung der Regelungen der neuen Strahlenschutzverordnung vom 20.7.2001 und der Änderungsverordnung zur RöV vom 18.6.2002 führten zu einem vergleichbar großen administrativen Aufwand bei der Aktualisierung des Regelwerkes wie im Vorjahr.

#### 4.2.3 Betriebsüberwachung

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

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 sicher gestellt. 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 werden.

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 2003 wurden insgesamt 12 Begehungen nach Strahlenschutz- oder Röntgenverordnung durchgeführt.

#### 4.2.4 Zentrale Erfassung und Überwachung von Personen nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung

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

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 werden. Die Erfassung dieser Personen ist vorrangig die Aufgabe des jeweils zuständigen Strahlenschutzbeauftragten in enger Zusammenarbeit mit der Hauptabteilung Sicherheit. Die dazu erhobenen Personendaten und die gemessenen Dosiswerte werden an 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.

Im Jahr 2003 wurden 1 092 Personen des Forschungszentrums (Vorjahr 1 090) gemäß Strahlenschutz- und Röntgenverordnung überwacht und die zugehörigen Daten im Personendosisregister dokumentiert. In dieser Zahl sind auch Personen enthalten, die außerhalb von Kontrollbereichen genehmigungspflichtigen Umgang mit radioaktiven Stoffen hatten. Sofern Änderungen in den Expositionsbedingungen von beruflich strahlenexponierten Personen eintraten, und/oder durch Arbeitsplatzwechsel sich der zuständige Strahlenschutzbeauftragte änderte, wurde dies im Personendosisregister durch das Anlegen eines neuen Überwachungsintervalls dokumentiert. Im Jahr 2003 wurden 1 117 (Vorjahr 1 133) Überwachungsintervalle für Mitarbeiter des Forschungszentrums angelegt.

Im zentralen Personendosisregister werden zudem von Fremdfirmenmitarbeitern (siehe Kap. 4.2.5.1) die nichtamtlichen Dosiswerte aus externer Strahlenexposition sowie die Dosiswerte aus interner 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 30 Jahre, 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 durch-

geführt werden soll und eine Übersicht über die im Personendosisregister bis zum entsprechenden Monat registrierten Monatsdosen aus externer Bestrahlung.

#### 4.2.4.2 Überwachung nicht beruflich strahlenexponierter Personen

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 in der Strahlenschutzverordnung sind, besitzen kein persönlich zugeordnetes amtliches Dosimeter und werden darum, wenn sie Kontrollbereiche des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH betreten, mit einem nichtamtlichen, elektronischen 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 und keine beruflich strahlenexponierten Personen entsprechend der Definition der Strahlenschutzverordnung sind, unterliegen ebenfalls einer - modifizierten - Überwachung. Die vorgeschriebene Dokumentation der anhand direkt ablesbarer elektronischer Dosimeter gemessenen oder ermittelten effektiven Dosis sowie der Personaldaten und dem Namen 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 wenn 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“ festgestellt. Diese Anweisung setzt die Richtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die „Physikalische Strahlenschutzkontrolle bei innerer Exposition“ um.

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 wird 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 2003 durchgeführten Inkorporationsanalysen aufgrund außergewöhnlicher Ereignisse, wurde bei insgesamt 10 Mitarbeitern von Fremdfirmen und des Forschungszentrums eine Dosis aufgrund innerer Exposition berechnet.

Die daraus resultierenden effektiven Dosen<sup>2</sup> betragen 59 mSv, 0,6 mSv und 0,1 mSv; in allen anderen Fällen wurde eine effektive Dosis von 0 mSv berechnet.

#### 4.2.4.5 Ergebnisse der Personendosisüberwachung

In Tab. 4-1 ist für die Mitarbeiter 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 externer Bestrahlung angegeben. Im Jahr 2003 wurden alle beruflich strahlenexponierten Personen mit Phosphatglasdosimetern der amtlichen Messstelle im Forschungszentrum Karlsruhe, die sonstigen Mitarbeiter mit elektronischen Dosimetern, überwacht. Die angegebenen Dosiswerte sind die Summe aus Photonen- und - soweit gemessen – Neutronendosis.

Dosisintervall in mSv				Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte in Prozent [Anzahl der Personen]
	H	=	0	86,1 [767]
0	<	H	≤ 0,5	10,3 [92]
0,5	<	H	≤ 1,0	2,2 [19]
1,0	<	H	≤ 3,0	1,1 [10]
3,0	<	H	≤ 6,0	0,2 [2]
6,0	<	H	≤ 10,0	0,1 [1]
10,0	<	H		0 [0]
Anzahl erfasster Monatsdosiswerte				9 638 (Vorjahr 10 872)
höchste Jahresdosis in mSv				6,1 (Vorjahr 4,5)

Tab. 4-1: Ergebnisse der Personendosisüberwachung für das Jahr 2003 der mit Dosimetern überwachten Personen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH

Von den 1 092 Mitarbeitern des Forschungszentrums, die im Jahre 2003 im Personendosisregister erfasst waren, waren bei 891 Mitarbeitern Jahresdosen aufgrund von Kontrollbereichsaufenthalten zu bestimmen. Die summierte Dosis dieser Personen betrug einschließlich der Dosen aufgrund innerer Exposition 64,0 mSv. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Strahlenexposition von 0,07 mSv. Der höchste für eine Einzelperson festgestellte Jahreswert der Personendosis betrug 6,1 mSv (Vorjahr 4,5 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 Mitarbeiter von Fremdfirmen, die in Kontrollbereichen des Forschungszentrum tätig waren, die prozentuale Häufigkeitsverteilung der ermittelten Betreiberjahresdosis, die Anzahl

<sup>2</sup> Gemäß Strahlenschutzverordnung wurde - unabhängig vom Alter der Personen - die über die nächsten 50 Jahre zu erwartende Dosis berechnet. Die mittlere Strahlenexposition der Bevölkerung aus natürlichen Quellen und der medizinischen Diagnostik beträgt im gleichen Zeitraum (50 Jahre) ca. 200 mSv.

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	76,2 [612]
0	<	H	≤ 0,5	15,6 [125]
0,5	<	H	≤ 1,0	4,1 [33]
1,0	<	H	≤ 3,0	3,6 [29]
3,0	<	H	≤ 6,0	0,4 [3]
6,0	<	H	≤ 10,0	0 [0]
10,0	<	H		0,1 [1]
höchste Jahresdosis in mSv				59 <sup>3</sup> (Vorjahr 7,2)

Tab. 4-2: Ergebnisse der Personendosisüberwachung für das Jahr 2003 des mit Betreiberdosimetern überwachten Fremdfirmenpersonals in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH einschließlich der effektiven Folgedosis aus Inkorporationen

#### 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 haben, 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 (§ 20 StrlSchV<sub>alt</sub>), 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. Zum Jahresende 2003 bestanden mit 309 Fremdfirmen gültige Abgrenzungsverträge.

<sup>3</sup> Diese Dosis (50 Jahre effektive Folgedosis) wurde aus der gemessenen Kontamination einer Wunde, die sich ein Fremdfirmenmitarbeiter bei Arbeiten in der Verschrottungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe zugezogen hatte, berechnet. Siehe dazu auch Fußnote in Kap. 4.2.4.4

#### 4.2.5.1 Fremdfirmen 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 Mitarbeiter sichergestellt werden.

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

Entsprechend den Abgrenzungsverträgen wurde im Jahr 2003 Betreiberdosimetrie nur noch in den Bereichen HDB, IMF II-FML, HZY, MZFR und KNK durchgeführt, in denen dies die Behörde auch für Mitarbeiter des Forschungszentrums zur Auflage macht. In allen anderen Bereichen war aufgrund des geringen Gefährdungspotentials sowohl für Fremd- als auch Eigenpersonal nur noch die amtliche Dosimetrie erforderlich. Ermittelte nichtamtliche Dosen wurden beim Verlassen des Forschungszentrums in den Strahlenpass des Fremdfirmenmitarbeiters eingetragen. War der Fremdfirmenmitarbeiter in Bereichen ohne 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 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 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.

Die Erfordernisse für 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 Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen oder Einrichtungen

Seit Juli 2003 ist das Forschungszentrum Karlsruhe im Besitz einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV, die die alte Genehmigung nach § 20 StrlSchV<sub>alt</sub> ersetzt. TBG hat dies zum Anlass genommen, den Abgrenzungsvertrag, den das Forschungszentrum der fremden Anlage oder Einrichtung anbietet, zu überarbeiten und der neuen Strahlenschutzverordnung anzupassen. Inzwischen wurde mit 26 Betreibern ein neuer Abgrenzungsvertrag abgeschlossen, mit 7 weiteren Betreibern gibt es noch einen gültigen Vertrag alter Form.

Außer für den Abschluss des Abgrenzungsvertrages ist TBG auch für die Registrierung und das Führen der erforderlichen Strahlenpässe der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter 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 2003 124 einen Strahlenpass, wobei im Jahr 2003 14 Strahlenpässe neu zu registrieren waren.

#### 4.2.5.3 Strahlenpasstelle

Fremdfirmenmitarbeiter, 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 Strahlenpasstelle 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 Strahlenschutz des jeweiligen Bereiches. Die Strahlenpässe verbleiben während des Einsatzes in der Strahlenpasstelle des Forschungszentrums.

Erstreckt sich der Einsatz von Fremdfirmenmitarbeitern 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 1 800 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, die durchgeführten Inkorporationsüberwachungsmaßnahmen sowie die daraus resultierenden Dosiswerte eingetragen. Sofern diese Werte beim Verlassen des Forschungszentrums noch nicht vorlagen, wurden sie den Firmen schriftlich nachgereicht.

Seit 2003 müssen sich auch Fremdfirmenmitarbeiter, die als nicht beruflich strahlenexponierte Personen im Sinne der Strahlenschutzverordnung Kontrollbereiche des Forschungszentrums Karlsruhe betreten, über die zentrale Strahlenpasstelle 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 Strahlenpasstelle erhält die Fremdfirma eine Dosisbescheinigung über die in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe erhaltene Körperdosis.

Im Jahr 2003 wurden insgesamt 986 Anmeldungen in der zentralen Strahlenpasstelle durchgeführt, wovon 167 Mehrfach-Anmeldungen waren. Des Weiteren wurden im Laufe des Jahres 2003 insgesamt 921 Abmeldungen verbucht.

Von den 803 Fremdfirmenmitarbeiter, die von insgesamt 271 Firmen im Jahre 2003 in der Strahlenpasstelle angemeldet waren, waren 610 Personen im Rahmen einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe. Während eines Einsatzes konnten diese Personen in mehreren Bereichen des Forschungszentrums tätig sein. Insgesamt 193 Personen, die keine beruflich strahlenexponierten Personen im Sinne der StrlSchV sind, haben 2003 Kontrollbereiche des Forschungszentrums betreten. Weitere 46 Personen verlangten als Sachverständige gemäß § 20 AtG Zutritt zu Kontrollbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe.

#### 4.2.6 Zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe

A. Zieger, A. Metzger

##### 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-Verordnung<sup>4</sup> 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, angereichertes 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: angereichertes 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 2003 wurden nur noch die drei MBZ WHZK, 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 TBG, wo die Meldungen anhand von Lieferscheinen geprüft und in die EDV aufgenommen werden. Im Jahr 2003 waren 22 Änderungen zu bearbeiten. Zur Erfassung der Daten und Erstellung der Meldungen an Euratom in der speziell vorgeschriebenen Form steht eine im Jahr 2002 in Zusammenarbeit mit HS/ZA entwickelte Buchführungs-Software mit einer ACCESS-Datenbank zur Verfügung. Damit werden die monatlichen Bestandsänderungsberichte erstellt, welche an Euratom, UVM 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 Meldungen gemäß § 70 Abs. 1 Punkt 1 StrlSchV an UVM und GAA ist ebenfalls eine Programmfunktion vorhanden.

Im Jahr 2003 hat die Direktion Sicherheitsüberwachung von Euratom, Luxemburg, zusammen mit der IAEO, Wien, im Forschungszentrum Karlsruhe zwei Inspektionen durchgeführt. Die Materialbilanzzone WHZK enthält seit Juni 2002 keinen Bestand an Kernmaterial mehr, wird aber bis zum erfolgten Abbau der Heißen Zellen aufrechterhalten. So wurde lediglich eine Begehung der Anlage zur sog. „Design Information Verification“ durchgeführt. Die MBZ WKKE hat noch den größten Bestand an Kernmaterial. Hier wurde jedoch keine Buchprüfung und Anlagenbegehung durchgeführt, stattdessen wurden auf besonderen Wunsch der IAEO in der Boxenlinie von INE Wischtestproben genommen.

---

<sup>4</sup> Verordnung (Euratom) Nr. 3227/76 der Kommission vom 19. Oktober 1976 zur Anwendung der Bestimmungen der Euratom-Sicherungsmaßnahmen

#### 4.2.6.2 Buchführung sonstiger radioaktiver Stoffe und Wiederholungsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen

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. Im Verlauf des Jahres wurde es in enger Zusammenarbeit zwischen TBG, ZA und ÜM ausgiebig getestet und eine Vielzahl notwendiger Erweiterungen und Verbesserungen in Auftrag gegeben. Die Daten aller rund 720 umschlossenen radioaktiven Stoffe lagen bereits in der vor einigen Jahren von ZA programmierten und seither auch von TBG geführten BURAST-Datenbank vor und konnten in die neue Anwendung überspielt werden. Erstmals wurden nun auch ca. 760 offene radioaktive Stoffe in die neue Datenbank eingebucht. Dazu musste zunächst eine Aufstellung des Bestandes an offenen radioaktiven Stoffen durch die einzelnen Organisationseinheiten erstellt werden, worauf jede einzelne Charge von den Mitarbeiterinnen der zentralen Buchführung bei TBG in BURAST eingegeben und nochmals kontrolliert wurde. Die Jahresmeldung 2003 über den Bestand an radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten über 100 Tagen zum 31.12.2003 konnte erstmals komplett aus BURAST erstellt werden. Die Strahlenschutzbeauftragten der Organisationseinheiten erhielten Mitte Dezember Bestandslisten ihrer bei TBG gemeldeten offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffe, mit der Bitte sie zu überprüfen und gegebenenfalls korrigiert an TBG zurück zu schicken. Dabei konnten die letzten Abweichungen zwischen der Buchführung der Organisationseinheiten und der zentralen BURAST-Datei festgestellt und beseitigt werden. Ausgehend von diesem Stand müssen nun zukünftig alle Ein- und Ausgänge von radioaktiven Stoffen entweder durch die Zentralbuchhalter bei TBG oder durch die Strahlenschutzbeauftragten der Organisationseinheiten und deren Mitarbeiter, die sog. OE-Buchhalter, in BURAST gebucht werden. Dann können zukünftig auch die Monatsmeldungen an die Behörden komplett mit diesem Programm erstellt werden.

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 durchzuführen. 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 TBG oder den SSBs in BURAST eingegeben, die Dichtheitszertifikate der Hersteller werden bei 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. Im Jahr 2003 wurden 126 Strahler geprüft. Es wurden keine Undichtigkeiten festgestellt.

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 der Dichtheitsprüfungen umschlossener radioaktiver Stoffe erstellt werden, in übersichtlicher Form wiedergegeben.

Art der Berichte	Anzahl der Berichte pro Berichtsempfänger				
	Euratom	Umwelt- ministerium	Gewerbe- aufsichtsamt	sonstige Behörden	Gesamt
Monatsberichte					
- Erwerb, Erzeugung und Abgabe radioaktiver Stoffe		18	12		30
- Bestände und Bestandsänderungen von Kernmaterial	12	(12)		(12)	12
- Erwerb und Abgabe von Tritium kanad. Ursprungs	12				12
Quartalsberichte					
- Verbringung radioaktiver Stoffe in EU-Staaten				9	9
- Bestände und Bestandsänderungen an radioaktivem Abfall	4				4
Jahresberichte					
- Bestand an offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen incl. Kernmaterial		1	1		2
- Wiederkehrende Prüfungen an umschlossenen Stoffen		1	(1)		1
- Zugang, Abgabe (§9a AtG) und Bestand radioaktiver Reststoffe in HDB-Zwischenslagern		1	(1)		1
- Bestand an Schwerwasser amerik./kanad. Ursprungs	1				1
- Kernmaterialeingänge und Neubewertungen (HDB)	1				1
- Materialbilanzberichte und Aufstellung des realen Bestandes an Kernmaterial	2				2
- Tätigkeitsprogramme	1				1
insgesamt	33	33	15	21	76

Tab. 4-3 Umfang der Berichterstattung im Jahr 2003. (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 Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) 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 der autorisierten Behälterliste und einer Liste der durchgeführten wiederkehrenden Prüfungen.

Aufgrund der Neufassung der Strahlenschutzverordnung wurde die interne Transportordnung in den Jahren 2001 und 2002 bei HS/TBG in Zusammenarbeit mit HS/ÜM und HDB überarbeitet und trat mit Stand vom 2. Dezember 2002 in Kraft, nachdem die Genehmigungsbehörde im April 2003 ihre Zustimmung erteilt hatte. Der Geltungsbereich der ITO erstreckt sich auf den Transport radioaktiver Stoffe zwischen den Organisationseinheiten mit eigener atomrechtlicher Genehmigung 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 auflagengemäß zur jederzeitigen Einsicht zur Verfügung gehalten. Desgleichen werden auch die Kopien bzw. Durchschläge der drei Arten von Transportbegleitpapieren der R-Transporte, die der Transporteur direkt nach der Durchführung an HS/TBG sendet, zur Einsicht abgelegt. Im Jahr 2003 wurden 18 S-Transporte und 80 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 im Verlaufe der Transportdurchführung. 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 auflagengemäß die autorisierte Behälterliste geführt. Sie muss folgende Angaben enthalten: Behälter-Nr., Bezeichnung, Klassifizierung, Nummer der Prüfbescheinigung, zugelassener Inhalt, zugelassene Aktivitätsmenge und den Vermerk, ob diese Angaben prototypisch 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 an-

zuzeigen. Die verantwortliche Organisationseinheit muss dazu bei HS/TBG Prüfbescheinigungen, Prüfanweisungen, Zeichnungen und Farbfotos vorlegen. Zur Zeit sind über 13 500 Transportbehälter in der autorisierten Behälterliste erfasst. Sie werden allerdings 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 Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung

Nach § 51 der am 01.08.2001 in Kraft getretenen neuen Strahlenschutzverordnung ist der Eintritt eines Unfalles, eines Störfalles oder eines sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisses unverzüglich der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde anzuzeigen. Die Vorgehensweise zur Unterrichtung der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden über Vorkommnisse im Forschungszentrum Karlsruhe sind in einer Melderegelung festgelegt.

Im Jahr 2003 wurde den Aufsichtsbehörden kein sicherheitstechnisch bedeutsames Ereignis der Meldestufe II gemeldet.

11 Vorkommnisse, die von besonderem Interesse für das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg als atomrechtliche Aufsichtsbehörde sein könnten, wurden als so genannte INFORMATION übermittelt.

#### 4.4 Operationeller Strahlenschutz

H. Dilger

Die Aufgaben des operationellen Strahlenschutzes umfassen die Bereitstellung von Strahlenschutzpersonal einschließlich der Messgeräte zur Durchführung der Arbeitsplatzüberwachung.

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

Die Gruppe Dosimetrie betreibt einen Ganzkörper- und verschiedene Teilkörperzähler zum gamma-spektroskopischen Nachweis von Radionukliden im menschlichen Körper. Sie wurde 1997 vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Messstelle zur Direktmessung inkorporierter Radionuklide nach § 63 Abs. 6 Strahlenschutzverordnung (alt) bestimmt. Weiter betreibt diese Gruppe die Eichhalle mit einem Neutronen-/Gammastrahler-Kalibrierstand und einem Röntgen-/Gammastrahler-Eichstand, der für eigene Kalibrierbestrahlungen und für Eichungen durch das Landesgewerbeamt genutzt wird.

##### 4.4.1 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 fünf Bereiche (siehe Abb. 4-1 und Tab. 4-4). Im Berichtsjahr wurde die MAW Dekontaminationsanlage der HDB vollständig rückgebaut.

#### 4.4.1.1 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, der HZY, der 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 2002), ist in Spalte 4 der Tab. 4-4 aufgeführt.

#### 4.4.1.2 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 Aktivitätssammlern und an Arbeitsplätzen, an denen eventuell mit Freisetzen zu rechnen ist, mit Monitoren überwacht.

Aus den Dosisgrenzwerten und den Dosiskoeffizienten für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A und dem Jahres-Inhalationsvolumen von 2 400  $\text{m}^3$  werden Interventionswerte abgeleitet. So werden in den Anlagen des Forschungszentrums Karlsruhe die Interventionswerte allgemein für  $\alpha$ -Aktivitätsgemische auf 0,04  $\text{Bq/m}^3$ , für  $\beta$ -Aktivitätsgemische auf 40  $\text{Bq/m}^3$  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  $\alpha$ -Strahler geringer sind als nach der alten Strahlenschutzverordnung. In Institutionen, in denen mit speziellen Nukliden umgegangen wird, werden die Interventionswerte haus- und nuklidspezifisch festgelegt. Für I-123 ergibt sich 0,4  $\text{kBq/m}^3$  und für HTO 1  $\text{MBq/m}^3$ .

Bei Raumluftaktivitätskonzentrationen oberhalb dieser Interventionswerte dürfen Arbeiten in den 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	Bereich Überwachte Institutionen	Anzahl der Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz	Anzahl überwach- ten Perso- nen	Fläche des überwachten Bereichs in m <sup>2</sup>	Anzahl der Arbeitserlaub- nisse Strahlen- schutz
1	2	3	4	5	6
Arbeitsplatz- überwachung Forschung	Gruppenleiter	1 (1)			
	1. <u>Institute Nord:</u> BTI, IMFII- FML, INE, IRS, IHM, IMF, ITC- CPV	7,5 (7,5)	369 (304)	20800 (20800)	144 (229)
	2. <u>Institute Süd</u> ANKA, BTI- B, FTU, HS, HVT-TL, HZY, IFIA, IFP, IHM, IK, ITG	5,5 (5,5)	400 (341)	10300 (10300)	133 (139)
Arbeitsplatz- überwachung Stilllegung	Gruppenleiter	1 (1)			
	3. <u>HDB</u>	13+5 <sup>+</sup> (14+5 <sup>+</sup> )	422 (312)	42200 (42500)	842 (759)
	4. <u>MZFR</u>	5 (6)	52 (85)	5500 (5500)	267 (450)
	5. <u>KNK</u>	4 (3)	79 (174)	2100 (2100)	736 (586)

<sup>+</sup>Zweischichtdienst

Tab. 4-4: Anzahl der HS-Mitarbeiter in der Arbeitsplatzüberwachung, strahlenschutzmäßig überwachte Personen (einschließlich Fremdfirmenangehörigen), und Bereichsgröße jeweils Stand Dezember 2003 bzw. Anzahl der Arbeitserlaubnisse im Jahr 2003 (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  $\alpha$ -Aktivitätsgemische (Leitnuclid Pu-239 löslich) oder von 1250 Bq für  $\beta$ -Aktivitätsgemische (Leitnuclide Sr-90 löslich) überschreiten, werden bei den betroffenen Mitarbeitern Inkorporationsmessungen aus besonderem Grund durchgeführt und eine spezielle Abschätzung der Aktivitätszufuhr vorgenommen.

#### 4.4.1.3 Interventionserlaubnisse

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 2003 wurden insgesamt ca. 2100 Vorgänge bearbeitet, eine Aufteilung auf die Bereiche ist der Spalte 6 von Tab. 4-4 zu entnehmen.

#### 4.4.1.4 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 Rufbereitschaften 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.

#### 4.4.1.5 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. Insgesamt nahmen 54 Mitarbeiter der Abteilung an Kursen oder Fortbildungsveranstaltungen über Strahlenschutz, Chemie und Datenverarbeitung teil. Für die Mitarbeiter des Schichtdienstes und der Rufbereitschaften wurden monatlich Begehungen von Gebäuden mit Fort- und Raumluftmonitoren sowie sonstigen dauernd betriebenen Strahlenschutzmessgeräten durchgeführt.

#### 4.4.2 Dosimetrie

H. Doerfel

Die Gruppe "Dosimetrie" ist für die personenbezogene Inkorporationsüberwachung durch Direktmessung der Körperaktivität zuständig. Außerdem beschäftigt sie sich mit der Bereitstellung von biokinetischen und dosimetrischen Modellen zur Interpretation der bei der Inkorporationsüberwachung anfallenden Messdaten und mit der Verbesserung der Messverfahren zur internen Dosimetrie. Im Vordergrund steht hierbei die Direktmessung der Körperaktivität von Aktiniden in Lunge, Leber und Skelett.

Die Gruppe ist in erster Linie für die Eigenüberwachung des Forschungszentrums sowie die Überwachung der auf dem Gelände des Forschungszentrums angesiedelten Institutionen zuständig. Darüber hinaus führt sie auch Messungen für externe Auftraggeber (Industrie, Berufsgenossenschaften, Euratom) durch.

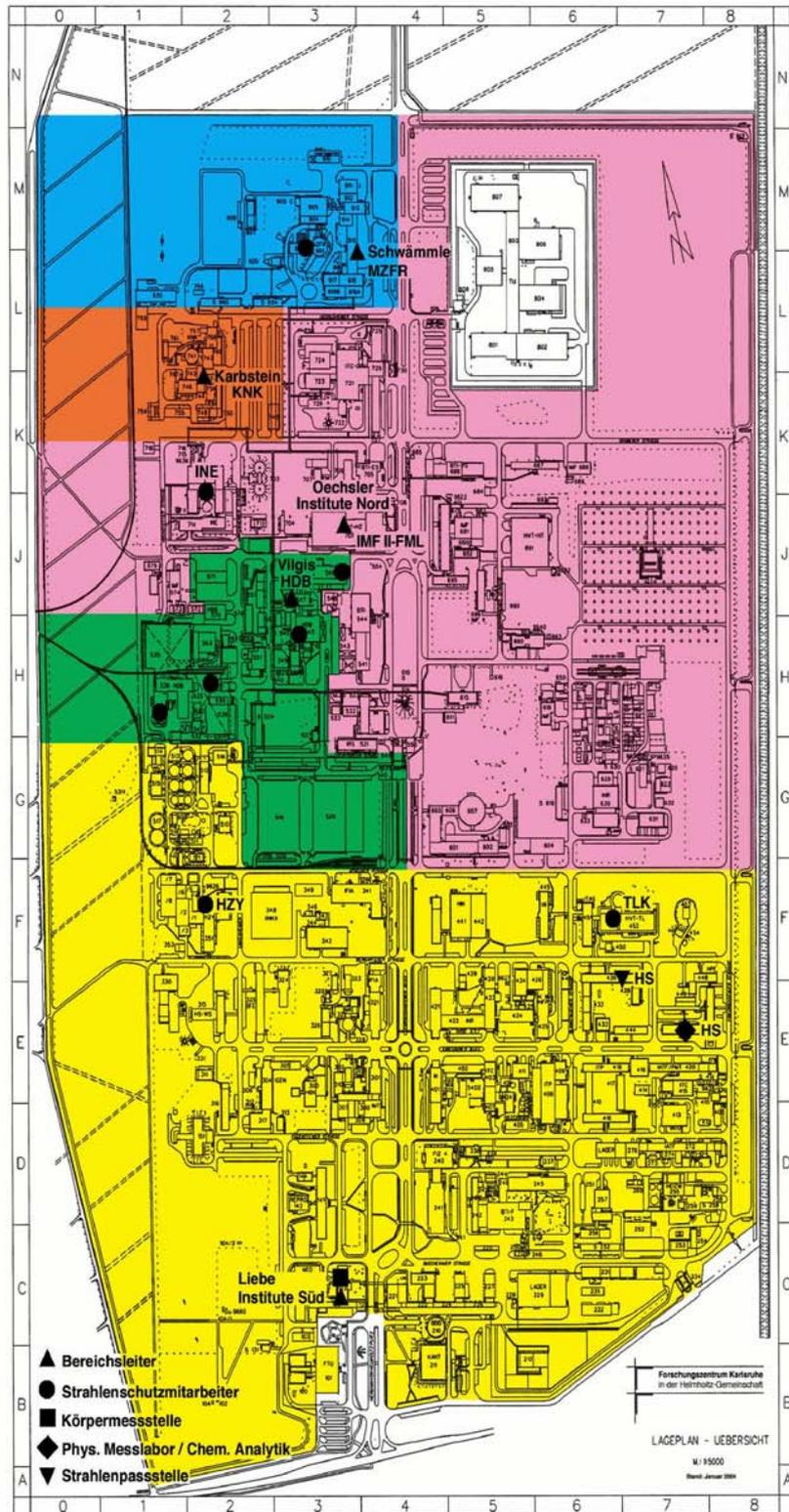


Abb. 4-1: Lageplan des Forschungszentrums Karlsruhe mit Bereichseinteilung

#### 4.4.2.1 Routine- und Sondermessungen

H. Doerfel, G. Cordes, B. Heide, U. Mohr, G. Nagel, M. Streckenbach

Die Gruppe Dosimetrie 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 Anti-Compton-Diskriminierung zum Nachweis niederenergetischer Photonenstrahler wie I-125, Pb-210 und Am-241. 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 können. Für räumlich eng begrenzte Nukliddepositionen stehen außerdem auch ein kleiner 1"-Phoswich- und ein 1"-NaI(Tl)-Detektor sowie zwei koaxiale HPGe-Detektoren zur Verfügung. Diese Detektoren werden hauptsächlich zur Untersuchung von Schilddrüsen- oder Wunddepositionen eingesetzt.

Die Tab. 4-5 und Tab. 4-6 vermitteln einen Überblick über die im Jahr 2003 mit den Ganz- bzw. Teilkörperzählern durchgeführten Personenmessungen und ihre Verteilung auf die verschiedenen Institutionen. Mit dem Ganzkörperzähler wurden insgesamt 1521 Personen (ohne Referenzpersonen) untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so dass sich die Gesamtanzahl der Ganzkörpermessungen auf 2030 beläuft. Hierbei handelte es sich zum weitaus überwiegenden Teil um Messungen im Rahmen der routinemäßigen Inkorporationsüberwachung. Etwa 33% 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 (22 %) und Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (33 %)) sowie im Auftrag externer Institutionen (12 %).

Bei etwa 7,3 % aller untersuchten Personen wurden Cs-137-Inkorporationen nachgewiesen. Bei 111 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, so dass auch hier zumeist von keiner beruflich bedingten Inkorporation auszugehen war. Bei 24 Personen wurden Inkorporationen von Co-60 (33 Messungen), Eu-152 (2 Messungen), Tc-99m (3 Messungen) und I-125, Tl-202 und Zr-95 nachgewiesen (je 1 Messung). In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um länger zurückliegende Aktivitätszufuhren, die bereits bei früheren Messungen festgestellt wurden.

Bei den Messungen aus besonderem Grund wurden mit dem Ganzkörperzähler in 19 Fällen Cs-137 und in 3 Fällen Tc-99m nachgewiesen. In 6 Fällen handelt es sich um zwischenfallsbedingte Inkorporationen. Zwei der nachgewiesenen Cs-137-Inkorporationen waren bereits bei vorhergehenden Messungen festgestellt worden und sind demzufolge nicht auf Zufuhren während des Überwachungszeitraums zurückzuführen. Alle festgestellten Aktivitäten lagen unter der Interpretationsschwelle nach der „Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle“.

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	14	9	1	10	1	0	0	0	0
HS	3	1	0	2	0	0	0	0	0
HVT	8	5	0	4	0	0	0	0	0
HZY	12	2	1	11	1	0	0	0	0
IFIA	8	6	1	5	0	0	0	3	0
IMF II	8	6	1	6	1	0	0	0	0
INE	9	5	1	8	1	0	0	0	0
INFP	1	0	0	1	0	0	0	0	0
ITC-CPV	9	0	0	10	0	0	0	0	0
Summe Bereich Forschung	72	34	5	57	4	0	0	3	0
HDB	198	170	27	200	27	10	0	15	0
KNK	64	62	6	54	2	0	0	2	1
MZFR	43	36	4	31	1	0	0	2	0
Summe Bereich Stilllegung	305	268	37	285	30	10	0	19	1
ITU	326	102	5	147	10	188	11	3	1
WAK	592	6	0	131	11	521	28	10	3
Fremdauftrag	226	0	0	0	0	193	13	53	17
Summe Sonstige	1144	108	5	278	21	902	52	66	21

Tab. 4-5: Anzahl der Personenmessungen mit dem Ganzkörperzähler im Jahr 2003 (ohne Referenzmessungen und Messungen zur Qualitätssicherung)

Institution	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der routinemäßigen Messungen			Anzahl der Inkorporationsmessungen aus besonderem Grund
		Eingang	Ausgang	wiederkehrende Routine	
IFIA	1	0	0	0	1
Summe Bereich Forschung	1	0	0	0	1
HDB	13	0	0	0	18
KNK	1	0	0	0	1
MZFR	1	0	0	0	1
Summe Bereich Stilllegung	15	0	0	0	20
ITU	168	77	72	37	4
WAK	8	0	0	0	14
Fremdauftrag	185	0	0	179	9
Summe Sonstige	361	77	72	216	27

Tab. 4-6: Anzahl der Personenmessungen mit den Teilkörperzählern im Jahr 2003 (ohne Messungen zur Qualitätssicherung)

Mit dem Teilkörperzähler wurden insgesamt 377 Personen untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so dass sich die Gesamtanzahl der Messungen auf 413 beläuft. Die Messungen wurden für verschiedene Institutionen des Forschungszentrums (5,2 %), die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (3,3 %), das Institut für Transurane (46 %) sowie im Fremdauftrag für andere Firmen bzw. Institutionen (45,5 %) durchgeführt. Bei etwa 11,6 % der Teilkörpermessungen handelte es sich um Untersuchungen aus besonderem Grund. Neben den genannten Überwachungsmessungen wurden regelmäßige Messungen zur Ermittlung der Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe vorgenommen (vgl. Kap. 4.4.2.2).

Zur Qualitätssicherung 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 2003 durchgeführten Messungen beläuft sich auf 2467. Im HPGe-Detektor konnten keine Messungen durchgeführt werden, weil ein Umbau bei der Flüssigstickstoffversorgung vorgenommen werden musste.

Messung	Ganzkörperzähler	Teilkörperzähler	
		8"-Phoswich	HPGe-Sandwich
Eingang	410	77	0
Ausgang	620	72	0
Routine	912	216	0
Besond. Grund	88	48	0
Fremdauftrag	246	188	0
Referenz	128	3	0
Nulleffekt	59	57	0
Materialproben	4	5	0
Summe	2467	666	0

Tab. 4-7: Anzahl aller Messungen mit Ganz- und Teilkörperzählern im Jahr 2003 (ohne tägliche Funktionskontrollmessungen)

#### 4.4.2.2 Cs-137-Referenzmessungen

H. Doerfel, G. Cordes, B. Heide, U. Mohr, G. Nagel, M. Streckenbach

Seit Inbetriebnahme des ersten Ganzkörperzählers im Jahr 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. 4-2 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.

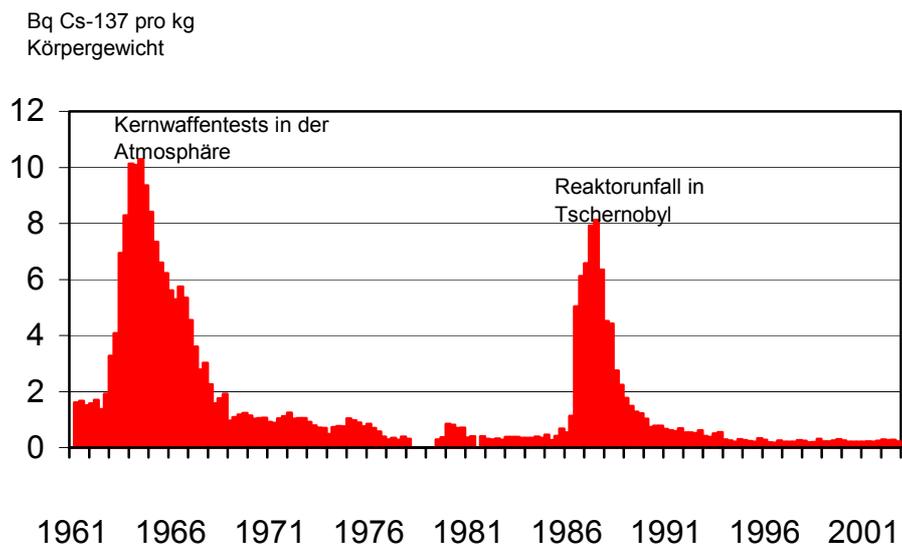


Abb. 4-2: Quartalsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe seit 1961

Die Tab. 4-8 zeigt die Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität für das Jahr 2003. 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 in diesem Jahr arithmetische Mittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität angegeben werden können. Der auf diese Weise für 2003 gewonnene Jahresmittelwert von 0,25 Bq/kg liegt geringfügig unter dem Vorjahreswert von 0,26 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. Muskel/Fett-Verhältnis, Stoffwechsel und 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 23,4 Bq bei den Männern bzw. 12,7 Bq bei den Frauen. Die mittlere arithmetische Standardabweichung beträgt 9,1 Bq bei den Männern bzw. 5,2 Bq bei den Frauen.

Monat	Spezifische Cs-137-Körperaktivität in Bq pro kg Körpergewicht		
	Frauen	Männer	Gesamt
Januar	0,17	0,37	0,27
Februar	0,31	0,43	0,37
März	0,20	0,15	0,18
April	0,23	0,12	0,18
Mai	0,24	0,27	0,26
Juni	0,04	0,22	0,13
Juli	0,16	0,25	0,21
August	0,24	0,36	0,30
September	0,20	0,51	0,36
Oktober	0,10	0,45	0,38
November	0,21	0,25	0,23
Dezember	0,35	0,25	0,30
Arithmetischer Mittelwert im Jahr 2003	0,20 ± 0,08	0,30 ± 0,12	0,25 ± 0,07

Tab. 4-8: Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe im Jahr 2003

#### 4.4.2.3 Empirische Nachweisgrenze für U-nat in der Lunge

B. Heide, H. Doerfel

Aus gegebenem Anlass wurde im Berichtszeitraum die empirische Nachweisgrenze des Phoswich-Teilkörperzählers für Natururan (U-nat) in der Lunge für einen männlichen Probanden mit einer

Körpergröße von 179 cm und einem Körpergewicht von 70 kg ermittelt. Die Bestimmung der empirischen Nachweisgrenze erfolgte in Anlehnung an DIN 25 482 bei Zugrundelegung des beim Phoswich-Teilkörperzähler angewandten Verfahrens zur Nulleffektseparierung. Bei diesem Verfahren werden anhand biometrischer Parameter geeignete Referenzspektren ausgewählt. Der wichtigste Anpassungsparameter ist hierbei die Brustwandstärke B des Probanden, die gemäß der empirischen Formel

$$B = \frac{4,57 \cdot G}{H} + 0,44$$

aus dem Körpergewicht G in kg und der Körpergröße H in cm ermittelt wird. Die ausgewählten Referenzspektren werden gemittelt und von dem Probandenspektrum abgezogen. Die bei diesem Verfahren auftretende Schwankungsbreite der Netto-Impulsrate wird in erster Linie von den personenspezifischen Unterschieden der Referenzspektren und in zweiter Linie von der Zählstatistik bestimmt. Aus diesem Grund kann die Schwankungsbreite und damit auch die untere Nachweisgrenze bei diesem Verfahren nur empirisch bestimmt werden.

Für die Messungen wurden die beiden 8''-Phoswich-Detektoren (Harshaw Type 32 MBSH 1M/5B-X) des Teilkörperzählers sowie das Torso-Phantom des Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) benutzt, wobei die Brustwandstärke des Phantoms durch geeignete Wahl der Overlays and die Brustwandstärke des Probanden (2,2 cm) angepasst wurde. Das Torso-Phantom wurde mit zwei Lungenflügeln mit insgesamt 0,689 g Natur-Uran entsprechend einer Gesamtaktivität von 17,8 kBq bestückt. Anschließend wurde mit Hilfe einer „Figure of merit“ (FOM) die optimale Spektralregion (ROI) zur Bestimmung Uranaktivität über die beiden  $\gamma$ -Linien des Uran-Folgeprodukts Th-234 bei 63 keV und 92 keV bestimmt. Die FOM ist hierbei ein Gütefaktor, der sich nach der Formel

$$FOM(ROI) = \frac{Z_n(ROI)}{\sqrt{Z_0(ROI)}}$$

aus der Nettoimpulsrate  $Z_n$  und der Nulleffektimpulsrate  $Z_0$  in der betreffenden ROI ergibt. Die Abb. 4-3 zeigt die auf diese Weise ermittelte Abhängigkeit der FOM von der Breite der ROI, wobei die Mitte der ROI bei 72 keV (entsprechend dem gewichteten Mittelwert der Energie der beiden  $\gamma$ -Linien) liegt. Im vorliegenden Fall hat die FOM kein Maximum, so dass als optimale Breite der ROI derjenige Wert angenommen wurde, bei dem die FOM ca. 95 % ihres Maximalwertes erreicht (55 Kanäle).

Für die auf diese Weise optimierte ROI ergibt sich aus den Referenzspektren eine empirische Standardabweichung der Impulsrate in Höhe von 480 Impulsen pro 2000 s Messzeit. Hieraus ergibt sich bei Zugrundelegung des entsprechenden Wirkungsgrades eine empirische Nachweisgrenze in Höhe von 80 Bq Natururan in der Lunge. Dieser Wert bezieht sich auf die untersuchte Person mit einer Brustwandstärke von 2,2 cm. Bei Personen mit anderen Brustwandstärken kann die Nachweisgrenze bis zu 20 % von diesem Wert abweichen.

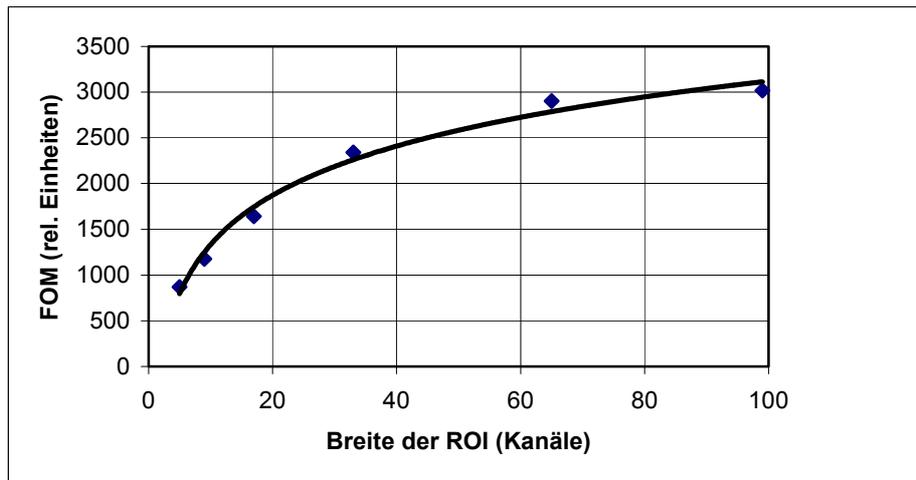


Abb. 4-3: Figure Of Merit (FOM) als Funktion der Breite der ROI

#### 4.4.3 Betrieb der Eichhalle

H. Doerfel

Die Gruppe interne Dosimetrie betreibt die Eichhalle mit einem Neutronen/Gammastrahler-Kalibrierstand und einen Röntgen-/Gamma-Kalibrierstand. Die Kalibrierstände werden für eigene Routinekalibrierungen sowie für Eichungen des Eichamtes Baden-Württemberg benutzt.

##### 4.4.3.1 Routinekalibrierung

M. Hauser, P. Bohn

Die routinemäßige Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten dient der Gewährleistung der innerhalb der Strahlenschutzüberwachung erforderlichen Messgenauigkeit der Geräteanzeige. Die für die Strahlenschutzmessgeräte vorgeschriebene Messgenauigkeit ergibt sich aus den Anforderungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt für die Zulassung zur Eichung und den Prüfregele für Strahlenschutzdosimeter. Folgende Aufgaben stehen im Vordergrund:

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

Im Berichtsjahr wurden 21 Neutronen-Dosisleistungsmessgeräte sowie 26 Neutronen-Dosisleistungsmessgeräte kalibriert. In die Bestrahlungsanlage des Bestrahlungsbunkers wurden zwei neue Cs-137-Quellen eingebaut, deren Strahlenfeld anschließend durch ausführliche zeitintensive Messungen bestimmt wurde. Im Bestrahlungsbunker wurden 584 Dosimeter-Bestrahlungen durchgeführt. Alle Cs-137-Bestrahlungseinrichtungen wurden regelmäßig mit einem Sekundärstandard kontrolliert. Die Überprüfung von 1663 Strahlenschutz-Messgeräten zum Zweck der Eichfristverlängerung erfolgte mit der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zugelassenen stationären Kontrollvorrichtung (SKV). Bei 70 Strahlenschutzmessgeräten, meist Reparaturfällen, erschien eine Messprüfung mit der stationären Kontrollvorrichtung sinnvoll, bevor sie der Eichbehörde überstellt wurden. Bei 8 Kontaminationsmonitoren von Kernkraftwerken erfolgte eine Funktionskontrolle. Wenn notwendig und möglich wurden defekte Geräte repariert und kalibriert.

#### 4.4.3.2 Amtliche Eichabfertigungsstelle

M. Hauser, P. Bohn

Aufgrund 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 der Forschungszentrum Karlsruhe GmbH werden hierfür die vorhandenen technischen Einrichtungen zur Verfügung gestellt. Bei der amtlichen Eichabfertigungsstelle werden Beamte der Aufsichtsbehörde hoheitlich tätig. Der Beitrag der Hauptabteilung Sicherheit besteht in der Bereitstellung der Bestrahlungseinrichtungen und in der Unterstützung bei der Durchführung der Eichungen mit insgesamt 5171 Eichpunkten im Jahr 2003.

#### 4.4.4 Strahlenschutzmesstechnik

B. Reinhardt

##### 4.4.4.1 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 werden. 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 der Dosisleistungs- und Luftüberwachungsanlagen in den Instituten und Abteilungen des Forschungszentrums und in der Umgebung,
- Reparatur sonstiger elektronischer Geräte,
- Erstellung von Prüfanweisungen.

Außerdem werden bei neu beschafften Geräte Eingangskontrollen und Gerätetest 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.

##### 4.4.4.2 Wartung und Reparatur

J. Burkhardt, B. Reinhardt, T. Wächter

Zur Instandhaltung der von der Abteilung Überwachung und Messtechnik betreuten kontinuierlich messenden Raumluft- und Fortluftüberwachungsanlagen, sowie Ortdosisleistungs-Messstellen und Handgeräte waren tägliche Reparatursätze notwendig.

Der mechanische Umbau und die Ertüchtigung eines Wäschemonitors auf simultane und getrennte Alpha-Beta-Messung, einschließlich Erneuerung mechanischer Komponenten wurde bis zur Inbetriebnahme betreut und erfolgreich abgeschlossen.

Die von der Abteilung Überwachung und Messtechnik betriebene Hochdosis-Bestrahlungseinrichtung erhielt eine neue Kameraüberwachungs- und Beleuchtungsanlage, so dass jetzt diese Anlage von der Eichbehörde Karlsruhe benutzt werden kann und auch Fremdfirmen für Bestrahlungen zur Verfügung steht.

#### 4.4.4.3 Messungen gemäß Arbeitsschutzgesetz

N. Liebe

Im Berichtszeitraum wurden im Bereich Inst. Süd insgesamt fünf Arbeitsplatzmessungen durchgeführt. Je zwei Anforderungen bezogen sich auf Raumklimamessungen und Lärmmessungen und eine Anforderung auf Beleuchtungsmessungen.

#### 4.4.4.4 In-Situ-Gammaspektrometrie

Chr. Naber, A. Reichert

Bei der Stilllegung und dem Rückbau kerntechnischer Anlagen kommt der abschließenden Freigabe der Gebäude große Bedeutung zu, da hierbei die mit Abstand größten Massenströme bewegt werden. Mit der Einführung der In-Situ-Gammaspektrometrie wurde ein Messverfahren entwickelt, das es erlaubt, die dabei anfallenden Mengen radioaktiver Reststoffe mit einem vertretbaren zeitlichem Aufwand frei zumessen. Im Hinblick auf die sich im Rückbau befindlichen Anlagen MZFR und KNK erfolgt seitens FZK die Anschaffung eines solchen In-Situ-Gammaspektrometrie Messsystems.

Das im FZK zum Einsatz kommende Messsystem ISOCS (**In Situ Object Counting System**) der Firma Canberra ist ausgestattet mit einem „Broad Energy Germanium Detector“, dessen Aufbau zu einer hohen Effizienz bei der Messung niederenergetischer Gammastrahler führt. Der Energiebereich reicht von 40 keV bis 3 MeV.

Das Detektorsystem ist auf einem fahrbaren Wagen befestigt, der Detektor lässt sich dabei in einem Winkelbereich von 0° bis 180° neigen. Daraus ergeben sich verschiedene Möglichkeiten der Messanordnung, abhängig von der jeweiligen Messgeometrie kann der Detektor damit in die optimale Position zur Messfläche gebracht werden. Das dazugehörige Kollimatorsystem besteht aus folgenden Komponenten:

- der seitlichen Abschirmung des Detektors (Bleiringe mit Stahlmantel, Bleidicke 25 mm oder 50 mm stark),
- der Abschirmung des Detektors in rückwärtige Richtung (geteilte stahlgefasste Bleischeibe, 50 mm stark) und
- stahlgefasste Bleischeiben (Abschlussstücke, ebenfalls mit einer Stärke von 25 mm und 50 mm), aus denen Kegel mit Öffnungswinkeln von 90° und 30° ausgespart wurden.

Als Spektroskopie- und Spannungsversorgungssystem wird der „InSpector 2000“ verwendet. Zur Steuerung der Elektronik-Detektor-Einheit sowie zur Datenspeicherung und Datenauswertung wird die Standardsoftware Genie-2000 eingesetzt.

Zur Erstellung der mathematischen Effizienzkalibrierungen wird die ISOCS-Software verwendet, dem Anwender stehen 20 verschiedene Grundgeometrien (Templates) zur Verfügung, aus denen dann objektbezogene Effizienzkalibrierungen entsprechend den jeweiligen geometrischen Randbedingungen erstellt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Meßsystem ISOCS ohne Kollimator.



Abb. 4-4: Messsystem ISOCS

Die Energiekalibrierung erfolgt mit einem Kalibrierstandard, welcher den erforderlichen Energiebereich von 59 keV bis ca. 2000 keV abdeckt. Im Sinne einer Qualitätskontrolle bei der Einzelmessung wird gerade bei der Freimessung von Gebäuden das natürlich vorkommende Nuklid K-40 herangezogen.

Die Effizienzkalibrierung des ISOCS-Messsystems wird mathematisch mit Hilfe der dazu entwickelten ISOCS-Software durchgeführt. Damit können gewählte Messgeometrien und -bedingungen simuliert und für diese spezifischen Parameter relevante Wirkungsgradkurven rechnerisch erstellt werden. Im Rahmen der im FZK anstehenden Freigabemessungen soll im Wesentlichen auf 2 Grundgeometrien zurückgegriffen werden, zum einen die Messung einer Wandfläche von einigen m<sup>2</sup> in Form einer kollimierten Messung, zum anderen die Messung eines Raumes in Form einer unkollimierten Messung. Die Anwendung der kollimierten Messung soll nachfolgend beispielhaft aufgezeigt werden. Hierzu wird aus den Grundgeometrien das Template „Rectangular Plane“ (rechteckige Fläche) ausgewählt.

Nach der Wahl des Templates werden das verwendete Messsystem, die Messbedingungen und Messparameter definiert. Weitere Geometrieparameter und Angaben zur Aktivitätsverteilung werden in die entsprechende Eingabemaske eingetragen. Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft den Ausschnitt einer auszumessenden Wand, mit dem dazugehörigen Template „Rectangular Plane“.

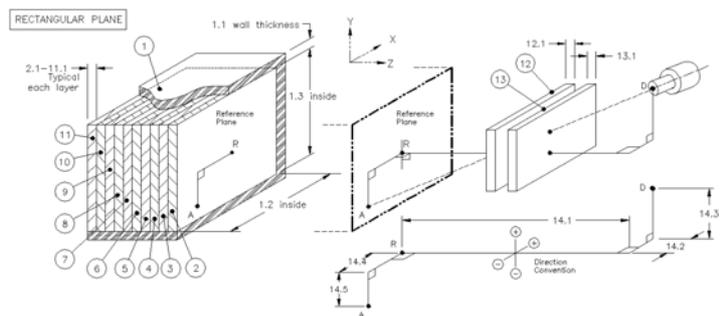


Abb. 4-5: Wandausschnitt mit dazugehörigem Template „Rectangular Plane“

Von besonderer Bedeutung bei der Erstellung der Kalibrierung sind dabei die Referenzpunkte

- Detektor-Referenz-Punkt D (Mittelpunkt der Detektorendkappe)
- Quell-Referenz-Punkt R (Mittelpunkt der Bezugsfläche)
- Detektor-Ziel-Punkt A (Punkt auf der vom Detektor betrachteten Fläche, auf den die Detektorachse gerichtet ist).

Weiter erfolgt die Definition der Bezugsfläche (Länge \* Breite) und die Beschreibung der Schichten („Layer“) aus denen die freizumessende Fläche aufgebaut ist (Dicke, Materialart, Dichte und Aktivitätsverteilung).

Aufgrund dieser Vorgaben erfolgt die Berechnung der Effizienzkalibrierung anhand eines MCNP (Monte Carlo Neutron Proton)-Modells, woraus die entsprechende Effizienzkalibrierkurve in Abhängigkeit von der Energie erstellt werden. Die Stützpunkte der Kalibrierkurve werden im Vorfeld durch Auswahl des Energiebereiches definiert.

Die eigentliche Wirkungsgradkalibrierung des Detektors erfolgt beim Hersteller.

Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft eine Kalibrierkurve.

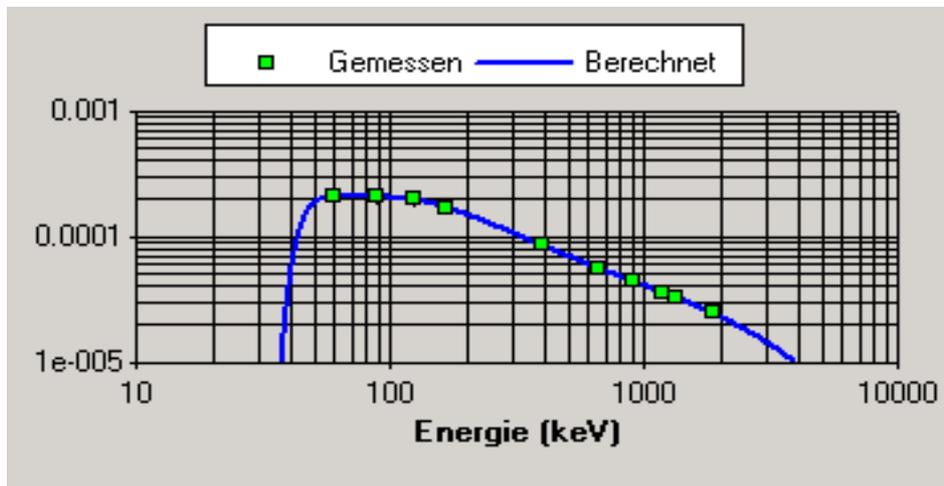


Abb. 4-6: Beispiel einer Kalibrierkurve

Im Anschluss an die Kalibrierung und Durchführung der Messung erfolgt die Auswertung der aufgenommenen Spektren mit Hilfe der Genie-2000 Software. Die mittels ISOCS erstellten Effizienzkalibrierungen werden automatisch in die Auswertesoftware Genie-2000 implementiert. Nach der Erstellung von anwendungsbezogenen Nuklidbibliotheken können im Programm Genie-2000 die der Messaufgabe entsprechenden Auswerteanalysesequenzen entwickelt werden.

Die Bestimmung der bei der Messung erreichbaren Nachweis- und Erkennungsgrenzen erfolgt im Zuge der Freigabemessung entsprechend der Vorgaben aus DIN 25482 Teil 5.

In der nachfolgenden Tabelle sind beispielhaft die erreichbaren nuklidspezifischen Nachweisgrenzen in Abhängigkeit von Messzeit und Messfläche dargestellt.

Die Anwendbarkeit des hier beschriebene Freimessverfahren mit dem Messsystem ISOCS wurde im Rahmen eines Freigabeantrags nach § 29 (2) Nr. 2 c StrlSchV für Gebäude zum Abriss durch den von der Aufsichtsbehörde zugezogenen Gutachter bereits bestätigt.

Nuklid	Messzeit in min	betrachtete Fläche in m <sup>2</sup>	Nachweisgrenze in Bq/cm <sup>2</sup>
Co-60	10	1	9,14 E-2
	20	1	5,00 E-2
	20	10	1,07 E-1
	30	10	7,55 E-2
	60	25	6,51 E-2
	120	25	3,97 E-2
Cs-137	10	1	1,01 E-1
	20	1	6,27 E-2
	20	10	9,69 E-2
	30	10	7,57 E-2
	60	25	6,69 E-2
	120	25	4,55 E-2
Am-241	10	1	1,24 E-1
	20	1	8,41 E-2
	20	10	1,42 E-1
	30	10	1,11 E-1
	60	25	9,79 E-2
	120	25	7,09 E-2

Tab. 4-9: Typische Nachweisgrenzen für das Template "Rectangular Plane"

#### 4.5 Freigabe nach § 29 StrlSchV

H. Dilger, A. Reichert

##### 4.5.1 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, strebt das Forschungszentrum Karlsruhe einen standardisierten Bescheid für verschiedene Stoffströme zur uneingeschränkten Freigabe an. Dabei werden für überwiegend gleichartige Stoffe, folgende materialspezifische Verfahren angewendet:

- Bei Metallen und Nichtmetallen mit der Messung zugänglichen Flächen wird die Freimessung in Form einer Oberflächenkontaminationsmessung durchgeführt. Hierbei müssen in Anlehnung an DIN 25457 Teil 4 Kap. 5.1 mindestens 90 % der Oberfläche der direkten Messung zugänglich sein. Die Kontrolle an den der direkten Messung nicht zugänglichen Flächen erfolgt dann anhand von Wischproben und/oder oberflächennahen Materialproben.
- Metalle und Nichtmetalle mit Flächen, die der Messung gänzlich unzugänglich sind (z. B. Rohrleitungen), oder welche keine definierte Oberfläche aufweisen (z.B. Schrauben), werden mittels Gesamt-Gamma-Messung mit der Freimessanlage ausgemessen.
- Der aus laufenden Betriebsarbeiten bzw. Rückbaumaßnahmen oder der Verarbeitung von Betonteilen (z.B. Abschirmriegel etc.) anfallende Bauschutt oder Bodenaushub wird mittels Gesamt-Gamma-Messung mit der Freimessanlage ausgemessen.

- Elektrokabel mit unterschiedlichen Geometrien und Zusammensetzungen werden, um eine einheitliche Probenbeschaffenheit zu erlangen, geschreddert. Das geschredderte Material wird durch eine Gamma-Gesamt-Messung mit der Freimessanlage ausgemessen.
- Abfälle in Kleinmengen (z. B. Folie, Papier, Holz, Metalle) werden als gesamtes Messgut mit  $\gamma$ -Spektrometrie ausgemessen.
- Schüttgüter aus homogenem Material (z. B. Strahlgut) oder Flüssigkeiten wie z. B. Wasser, Öle, Entwicklerlösungen, organische Lösungsmittel werden mittels repräsentativer Probenentnahme mit  $\gamma$ -Spektrometrie oder mittels Flüssigszintillationsmessungen ausgemessen.

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 nach einigen Änderungen positiv begutachtet. Es wird erwartet, dass der Freigabebescheid bis Mitte des Jahres 2004 erteilt wird.

#### 4.5.2 Einzelfall-Verfahren beim MZFR

Für die Gebäude des Mehrzweckforschungsreaktor MZFR beantragt das Forschungszentrum Karlsruhe GmbH eine Genehmigung nach § 29 zur Freigabe. Der Antrag bezieht sich auf alle Gebäude des MZFR, die in den Geltungsbereich der atomrechtlichen Genehmigung fallen. Die Besonderheit beim MZFR ist, dass beim Betrieb des schwerwassermoderierten Reaktors größere Mengen an Tritium freigesetzt wurden, die zum Teil bis in tiefere Schichten der Betonstrukturen eindringen. Somit sind bei der Freigabe sowohl die Grenzwerte aus Anlage III Tab. 1 Sp. 10 StrlSchV für die oberflächliche Kontaminationen außer Tritium als auch die Freigabewerte aus Anlage III Tab. 1 Sp. 6 für die massenspezifischen Kontamination durch Tritium einzuhalten. In den Tab. 4-10 und Tab. 4-11 sind die Massen und Oberflächen der freizugebenden Gebäude sowie der Anteil der tritiumhaltigen Betonmassen aufgeführt.

Für die Freimessungen der stehenden Gebäudestrukturen soll vor allem das In-Situ-Verfahren (s. Kap. 4.4.4.4) angewandt werden. Die Freimessungen der tritiumhaltigen Stoffe erfolgt durch repräsentative Probenentnahme und Laborauswertungen. Dabei können Stoffe mit spezifischen Aktivitäten bezogen auf H-3  $< 60$  Bq/g sofort freigegeben werden, während höher kontaminierte Stoffe einer thermischen Behandlung unterzogen werden.

Weiterhin führen Mitarbeiter die Strahlenschutzkontrolle bei der Ausfuhr von Stoffen aus den Kontrollbereichen und den betrieblichen Überwachungsbereichen mit Kontaminationsrisiko durch. Dabei kann es sich um weiterverwendbare Gegenstände, wiederverwertbare Reststoffe oder inaktive Abfälle handeln. Im Jahre 2002 wurden insgesamt 198 (Vorjahr 174) formalisierte Vorgänge von der Abteilungsleitung bearbeitet. Diese Zahlen umfassen nicht Vorgänge von Reststoffen, die nach Dekontamination von der HDB direkt abgegeben werden.

Gebäude	Beton + Mauerwerk [Mg]	Kontaminationskategorie Innenoberfläche ca. [m <sup>2</sup> ]		
		unwahrscheinlich od. auszuschließen	möglich	vorhanden
Bau 901, Reaktorgebäude	15.500			
Stahlmantel innen		0	4.420	0
Beton-Außenfl. zum Stahl		0	2.230	0
Beton-Gebäudeinnenfläche		0	3.910	3.760
große Materialschleuse		280	0	0
kleine Materialschleuse		110	0	0
Bau 902, Beckenhaus	6.000	100	2.245	2.100
Bau 903, Rohr-/Kabelbrücke und Bau903a, Loopraum	3.000	1.600 750	0 520	0 0
Bau 904, Schaltheus	4.000	3.500	0	0
Bau 913, Raum 205	87	200	0	0
Bau 914, Raum 202	161	255	0	0
Bau 916, D <sub>2</sub> O-Turm incl. Über- gang(Raum 221) und Stichgang (Raum 115)	1.700	1.500	0	0
Bau 917, Filterhaus	3.300	0	5.100	0
Bau 918, Hilfsanlagegebäude	5.800	5.100	0	0
Bau 919a, Sammelbehälterhaus	4.500	0	1.020	510
kleine Materialschleuse		110	0	0
Bau 919b, Montage- und Lager- gebäude		0	2.200	1.120
Bau 920a, Abluftschornstein, Bau 920b, Abluftkanal und Bau 920c, Exhaustorgebäude	2.500	0	0	780
		420	0	420
		100	150	220
Bau 921a, Rohrkanal	1.500	0	350	360
Bau 930, Kabelkanal	400	1.060	0	0
Verkehrsflächen, erdverlegte Kanäle und Rohre	2.400	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>50.600</b>	<b>14.630</b>	<b>22.145</b>	<b>9.270</b>

Tab. 4-10: Massen und Innenoberflächen der Gebäude

In Tab. 4-11 sind diejenigen Gebäude zusammengefasst, die höhere H-3 kontaminierte Betonstrukturen aufweisen.

Betonstrukturen	Betonmasse [Mg] mit	
	H-3 <60 Bq/g	H-3 >60 Bq/g
Bau 901, Reaktorgebäude und Beckenhauszwischenbau	10.660	4.840
Bau 918, Hilfsanlagegebäude	5.440	360
Bau 916, D <sub>2</sub> O-Turm (incl. Übergang (Raum221) und Stichgang (Raum 115))	1.420	280
<b>Gesamtmasse</b>	<b>17.520</b>	<b>5480</b>

Tab. 4-11: Bauschuttmassen tritiumkontaminierter Betonstrukturen

## 4.6 Physikalisches Messlabor

Chr. Wilhelm

### 4.6.1 Aufgaben

Die Gruppe nimmt die Aufgaben eines zentralen Messlabors für die Hauptabteilung Sicherheit wahr. Im „Physikalischen Messlabor“ werden alle Messungen an Proben für die Raumlufüberwachung, an Proben zur Dichtheitsprüfung sowie alle Messungen zur Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft durchgeführt. Ebenso erfolgen hier alle Messungen an Umweltpuben, an Proben für die Arbeitsplatzüberwachung und an Proben zur Abwasserüberwachung. Für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen werden  $\alpha$ - und  $\gamma$ -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. 4-12 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 strahlenschutzrechtlichen Genehmigung in ein Überwachungskonzept, als auch die Durchführung der Aktivitätsmessungen einschließlich der Entscheidung über die Weiterverarbeitung der Abwässer.

### 4.6.2 Messsysteme

S. Kaminski, A. Radziwill-Ouf

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.

#### 4.6.2.1 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.4.8) durchgeführt.

Neben diesen Detektoren werden zur Durchführung von Alpha- und Beta-Gesamtaktivitätsmessungen an Abwasser und Umweltpuben 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.

Messzweck	Anzahl der Proben	Anzahl der durchgeführten Messungen				
		$\alpha/\beta$	Flüssigszintillation		$\alpha$ -Spektrometrie	$\gamma$ -Spektrometrie
			Einzel-Nuklide	Spektrometrie		
Abwasserüberwachung						
- Innerbetrieblich	771	804	495	34	5	467
- Ableitungen	77	63	78	-	-	81
Umgebungsüberwachung	558	255	306	68	24	105
Überwachung der Fortluft	2024	1518	1036	56	-	870
Überwachung der Raumluft						
- Routine	37251	50000	-	-	-	309
- Sonder	750	1500	-	-	-	10
Dichtheitsprüfungen	114	26	15	15	-	83
Freimessungen	631	12	146	45	45	523
Auftragsmessungen						
- Fortluftüberwachung für WAK	516	-	51	-	-	879
- Externe Aufträge	72	-	34	34	1	47
Messungen für Arbeitsplatzüberwachung	219	-	218	62	102	54
Sondermessungen	8	6	5	4	1	8
Entwicklungsarbeiten	287	2483	280	60	-	-
Qualitätssicherung	-	2937	3281	144	1032	846
Ringversuche	9	25	13	13	84	32

Tab. 4-12: Art und Anzahl der Proben sowie der 2003 in der Gruppe „Physikalisches Messlabor“ durchgeführten Einzelmessungen

#### 4.6.2.2 Gammaspektrometrie

Für die Gammaspektrometrie 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. Drei Detektoren wurden im Werk von Canberra charakterisiert, so dass es an diesen Detektoren möglich ist, mit Hil-

fe der zugehörigen Software mathematische Effizienzkalibrierungen durchzuführen. Vorteile dieses neuen Verfahrens sind, dass für die Wirkungsgradkalibrierung keine radioaktiven Präparate eingesetzt werden müssen und dass Geometrien nahezu jeder Form, Material und Dichte kalibriert werden können.

#### 4.6.2.3 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.

#### 4.6.2.4 Flüssigszintillationsspektrometrie

Für die Messung von 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 einem aktiven Schirm 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. Ebenso bietet dieses Programm Entfaltungsmethoden, um bei komplexen Multinuklidspektren Einzelaktivitäten abzuschätzen.

### 4.7 Chemische Analytik

#### 4.7.1 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 „Arbeitsplatzüberwachung“ durchgeführt, wenn dies zur Überwachung der Materialtransporte aus den Kontrollbereichen in den betrieblichen Überwachungsbereich des Forschungszentrums notwendig ist. Weiterhin werden nuklidspezifische Analysen durchgeführt, die im Rahmen der Freigabe radioaktiver Reststoffe aller Art erforderlich sind und vor Ort nicht durchgeführt werden können.

Für die Abluft-, Abwasser- und Umgebungüberwachung 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 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 für Freimessungen durchgeführten radiochemischen Analysen hat in 2003 im Vergleich zu den Vorjahren weiter stark abgenommen. Der zeitliche Auf-

wand für solche Arbeiten beträgt in der Gruppe „Chemische Analytik“ nur noch etwa 9 % der insgesamt durchzuführenden Aufgaben.

Die Bestimmung des Aktivitätsgehaltes aller interessierenden Radioisotope in einer Stichprobe oder in mehreren repräsentativen Proben zur Ermittlung des Nuklidvektors einer Anlage oder eines Instituts gewinnt zunehmend an Bedeutung. Während im Jahr 2002 nur etwa 7 % der durchgeführten Arbeiten hierfür aufgewendet wurden, entfielen in 2003 bereits 26 % der Tätigkeiten auf solche interne Messungen, wobei hauptsächlich Alpha-Strahler, Sr-90 und die Aktivierungsnuklide Fe-55 und Ni-63 zu bestimmen waren.

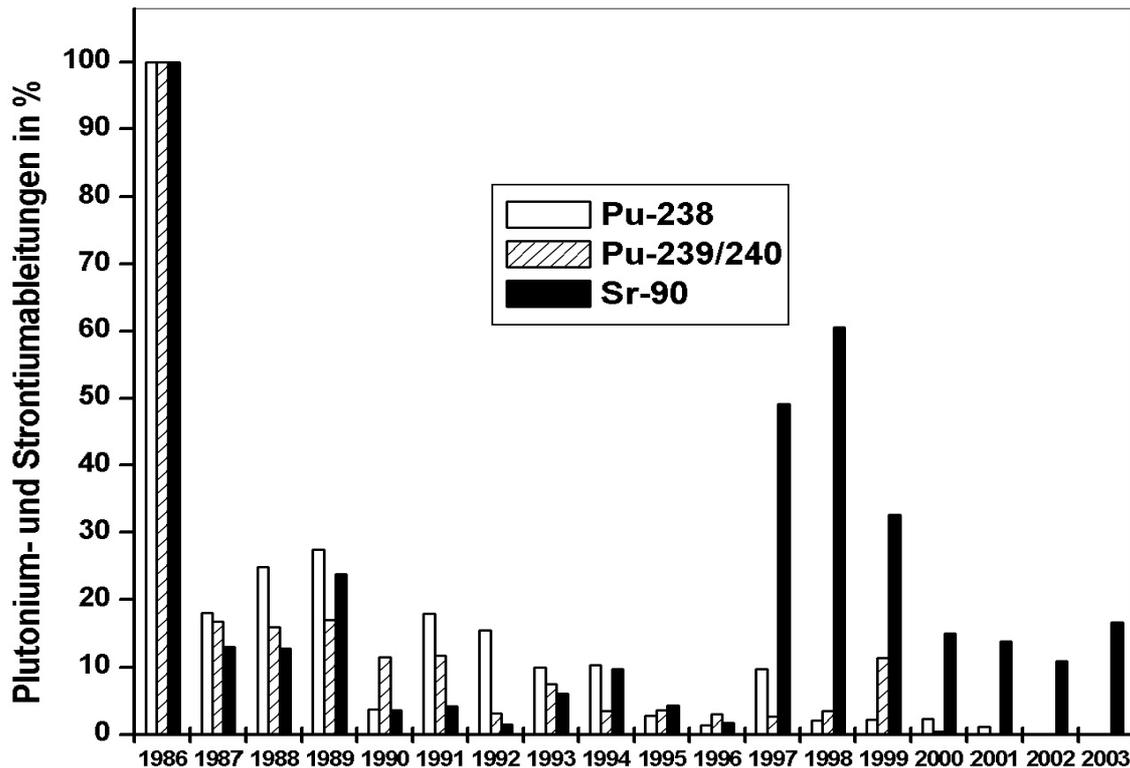


Abb. 4-7: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum abgeleiteten Aktivitäten an Pu-238, Pu-239/240 und Sr-90 von 1986 bis 2003 (Ableitungen von 1986 sind gleich 100 % gesetzt)

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. Neben begleitenden Arbeiten zur Qualitätssicherung werden Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung bestehender Verfahren und zur Einführung neuer Methoden geleistet.

Neben diesen Routineaufgaben werden nuklidspezifische Bestimmungen gegen Berechnung auch für externe Auftraggeber durchgeführt. Zur Überprüfung von Geräten und Methoden hat die Gruppe auch 2003 an verschiedenen Ringversuchen und Vergleichsmessungen teilgenommen, wobei durchweg gute Ergebnisse erzielt werden konnten.

Tätigkeitsgebiet	Art der Analysen	Anzahl der Bestimmungen
Umgebungsüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	15
	Sr-89, Sr-90	13
	K-40	120
Abwasserüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	2
	Pu-241	2
	Sr-89, Sr-90	4
	C-14, S-35	je 4
Fortluftüberwachung	C-14	260
	Sr-89, Sr-90	4
Freimessproben	U-238, U-235, U-234	5
	Pu-238, Pu-239/240	5
	Pu-241	5
	Am-241, Cm-242, Cm-244	5
	Sr-89, Sr-90	5
	Fe-55, Ni-63	je 11
	C-14	1
	H-3 (Austausch)	20
Interne Messungen	U-238, U-235, U-234	10
	Pu-238, Pu-239/240	26
	Pu-241	22
	Am-241, Cm-242, Cm-244	18
	Sr-89, Sr-90	18
	Fe-55, Ni-63	je 26
Kalibrierstandards	K-40, Pu-236, Sr-90, Fe-55, Ni-63	22
	Proben für Röntgenfluoreszenz	30
Kontroll- und Vergleichsanalysen	Sr-89, Sr-90	10
	Pu ( $\alpha$ -Strahler)	20
	Pu-241	12
	U ( $\alpha$ -Strahler)	8
	Am-241, Cm-242, Cm-244	12
	C-14, S-35 (Abwasser)	je 1
	C-14 (Abluft)	10
	H-3 (Austausch)	8
	Fe-55, Ni-63	je 14
Blindelektrolysen	155	
Ringversuche	U ( $\alpha$ -Strahler)	16
	Sr-89, Sr-90	8
	Fe-55, Ni-63	je 4

Tab. 4-13: Arbeiten der Gruppe „Chemische Analytik“ im Jahr 2003

#### 4.7.2 Radiochemische Arbeiten

M. Pimpl, U. Malsch, P. Perchio, P. Steinbach, S. Vater

Die im Laufe des Jahres 2003 insgesamt in der Gruppe „Chemische Analytik“ durchgeführten Laborarbeiten sind in Tab. 4-13 aufgelistet. Abb. 4-8 vermittelt einen Überblick über die Verteilung des zeitlichen Aufwands für die 2003 angefallenen radiochemischen Arbeiten.

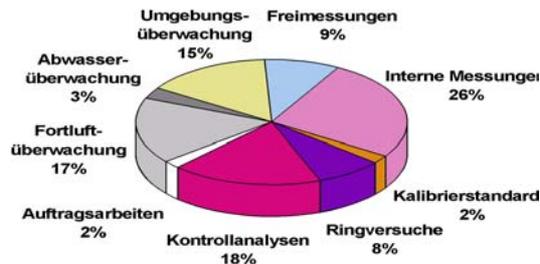


Abb. 4-8: Aufteilung der radiochemischen Arbeiten nach Zeitaufwand im Jahr 2003

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 2003 nur 1,8 % der nach Abluftplan zulässigen C-14-Ableitungen von 1,4 TBq emittiert. Aus den Anlagen zur Gerätedekontamination und Verschrottung, der LAW-Eindampfanlage und aus dem MZFR wurden 2003 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 2002 in den Abwassermischproben keine messbaren Konzentrationen an S-35 und C-14 gefunden. Die Erkennungsgrenze lag für S-35 zwischen 7,0 und 7,8 Bq/l und betrug für C-14 bei allen Messungen 1,7 Bq/l. Die Sr-89-Aktivitätskonzentration lag in allen 4 Quartalsproben unter den erreichten Erkennungsgrenzen, die zwischen 0,03 und 0,05 kBq/m<sup>3</sup> lagen.

Nur für Sr-90 wurden Aktivitätskonzentrationen zwischen 0,13 und 0,74 kBq/m<sup>3</sup> gemessen. Im Jahr 2003 wurden insgesamt 13,3 MBq Sr-90 mit dem Abwasser abgeleitet. Dies entspricht einer Zunahme von etwa 50 % gegenüber 2002, jedoch ist die Abgabe von Sr-90 mit dem Abwasser deutlich geringer als in den Jahren 1997-2001, wie aus Abb. 4-7 ersichtlich ist.

Bei der Überwachung der Plutoniumkonzentrationen der bodennahen Luft wurden an den Aerosolsammelstellen Messhütte "Südwest", Messhütte "Nordost" und "Forsthaus" in den je Quartal gesammelten Proben mehrfach Werte über den erreichten Erkennungsgrenzen erhalten, die zwischen 0,04 und 0,07 µBq/m<sup>3</sup> lagen. An der Aerosolsammelstelle Messhütte "Südwest" wurden im 1. Quartal 2003 Plutoniumkonzentrationen von 0,46 µBq/m<sup>3</sup> für Pu-238 und 0,42 µBq/m<sup>3</sup> für Pu-239/240 bestimmt, im 2.-4. Quartal nur Werte unter den Erkennungsgrenzen. An der Sammelstelle Messhütte „Nordost“ wurden im 1., 3. und 4. Quartal Plutoniumkonzentrationen im Bereich der Nachweisgrenzen ermittelt, ebenso im 4. Quartal an der Sammelstelle „Forsthaus“. Die erreichten Nachweisgrenzen lagen dabei zwischen 0,06 und 0,1 µBq/m<sup>3</sup> sowohl für Pu-238 als auch für Pu-239/240.

Auch 2003 wurden, wie schon in 2002, 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 Hoch-

temperatur-Kernkraftwerk Hamm wurden zusätzlich nur einzelne Analysen gegen Verrechnung durchgeführt.

#### 4.8 Raumlufüberwachung

K. Schultze, H.-J. Genzer, 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. Nach der erwähnten Richtlinie sind für diese Radionuklide tägliche Messungen der Aktivitätskonzentration in der Raumluf am Arbeitsplatz und einmal jährlich je eine Messung der Aktivitätskonzentration in Stuhl und Urin durchzuführen.

##### 4.8.1 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  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  und  $70 \text{ m}^3/\text{h}$  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 Vorort die Luftdurchsätze, die Sammelzeit, der verwendete Atemschutz und die effektive Arbeitszeit zu den Raumlufiltern eingegeben werden.

##### 4.8.2 Probenauswertung

Im Jahr 2003 wurden 34 000 Filter mit Pseudokoinzidenzanlagen auf künstliche  $\alpha$ - und  $\beta$ -Aktivität ausgemessen. Als untere Messschwelle wurde bei  $\alpha$ -Aktivität  $12 \text{ mBq}/\text{m}^3$  und bei der  $\beta$ -Aktivität  $10 \text{ Bq}/\text{m}^3$  gewählt. Damit ist bei einem nach der Strahlenschutzverordnung angenommenen Jahres-Inhalationsvolumen von  $2400 \text{ m}^3$ , das aber in der Praxis wegen kürzerer Aufenthaltszeiten weit unterschritten wird, eine  $\alpha$ - und  $\beta$ -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 Forschungszentrum erreicht.

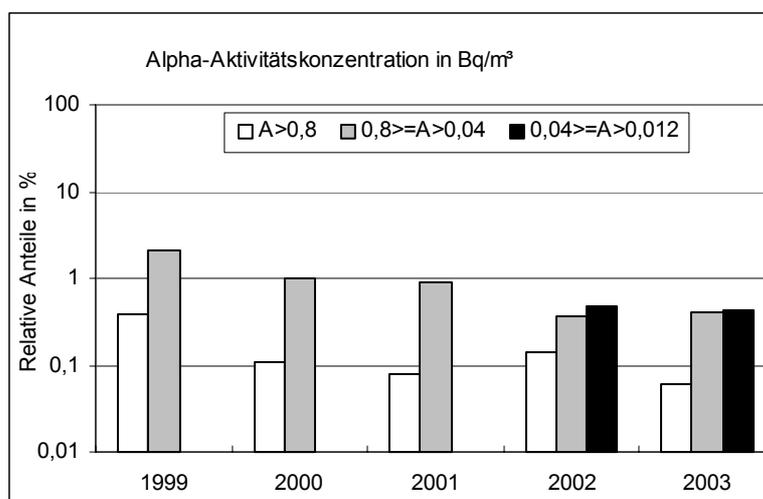


Abb. 4-9: Verlauf der Häufigkeitsverteilung der  $\alpha$ -Aerosolaktivitätskonzentrationen in der Raumluf oberhalb der Messschwelle

Aktivität	Aktivitätsgrenzen in Bq/m <sup>3</sup>	Anteil an der Gesamtzahl in %
α-Aktivität	A > 0,8	0,06 (0,14)
	0,8 ≥ A > 0,04	0,41 (0,37)
	0,04 ≥ A ≥ 0,012	0,43 (0,47)
	A < 0,012	99,10 (99,02)
β-Aktivität	A > 800	0 (0)
	800 ≥ A > 40	0,01 (0)
	40 ≥ A ≥ 10	0 (0)
	A < 10	99,99 (100)

Tab. 4-14: Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration in der Raumluft im Jahr 2003. Die in Klammern angegeben Werte sind die des Vorjahres.

#### 4.9 Dichtheitsprüfungen

K. Schultze

##### 4.9.1 Voraussetzungen

Die Abteilung Überwachung und Messtechnik hat die Aufgabe an umschlossenen Strahlern, die sich im Besitz des Forschungszentrum befinden, Dichtheitsprüfungen durchzuführen. Hiefür 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. Danach 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.

##### 4.9.2 Probenentnahme

Das zu wählende Prüfverfahren wird gemäß DIN 25 426 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 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.

##### 4.9.3 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. 4-15 nach Nuklid und Institution sortiert aufgeführt. Im Berichtszeitraum wurde kein undichter Strahler gefunden. Die Erhöhung der Gesamtanzahl der durchgeführten Messungen

lässt sich auf die Anwendung der neuen Strahlenschutzverordnung auf alle Genehmigungen im Forschungszentrum und somit Änderung der anzuwendenden Freigrenzen erklären.

	Cs-137	Sr-90	Am-241	Cf-252	Co-60	Fe-55	Pb-210	Ba-133	Cd-109	Np-237	Pm-147	Po-210	Ra-226	Sm-151	Tl-204	Am-241 Gemisch	Ges.
HS-ÜM	23	8	7	2			1			1	1					4	47
FTU	6	3	1	2	1		1										14
HZY		8	1										1				10
HDB	3		4		1			1									9
IK I	1	2	4			1											8
IK III			5											1			6
HS-M		4													1		5
MZFR	3	1			1												5
IMK			1									1					2
ISS						1			1								2
KNK	1				1												2
EKM						1											1
IMF II-FML	1																1
INE				1													1
ITC-TAB			1														1
Summe	38	26	24	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	114

Tab. 4-15: Anzahl der im Jahr 2003 durchgeführten Dichtheitsprüfungen an umschlossenen Strahlern

#### 4.10 Messstelle für amtlich anerkannte Festkörperdosimetrie

##### 4.10.1 Amtliche Personendosimetrie

###### S. Ugi

Die amtliche Messstelle für Festkörperdosimeter im Forschungszentrum Karlsruhe ist eine von sechs 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 Fingerringdosimeter aus Edelstahl mit Thermolumineszenzdetektoren an: für Röntgen- und Gammastrahl-

lungsfelder 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 6,6 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. 4-16). Eine Anpassung des Albedodosimeters an  $H_p(10)$  für Photonen ist nicht dringend, da dies nur Auswirkungen in dem hier kaum vorkommenden Energiebereich unter 30 keV hat.

#### 4.10.2 Photolumineszenzdosimetrie

A. Hager, B. Seitz, T. Teclé

Die Anzahl der mit Photolumineszenz-Glasdosimetern überwachten Betriebe erhöhte sich im Berichtszeitraum um über 12%, wobei die Auswertezahlen gegenüber dem Vorjahr ebenfalls um 12 % zunahmen (Tab. 4-16). Während die Auswertezahlen in der Technik geringfügig anstiegen, setzte sich die Ausweitung unserer Aktivitäten in den medizinischen Bereich unvermindert stark fort. Die Entwicklung der Auswertezahlen in den letzten neunzehn Jahren ist in Abb. 4-10 dargestellt.

amtliche Auswertung	Auswertezahl	Kundenzahl
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter	148 077	449
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter	29 123	292
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter	13 024	54
nichtamtliche Auswertung		
Phosphatglasdosimeter	2 399	42
Thermolumineszenzdosimeter	5 797	36
Radondosimeter	4 086	96

Tab. 4-16: Serviceleistungen der Karlsruher Messstelle 2003

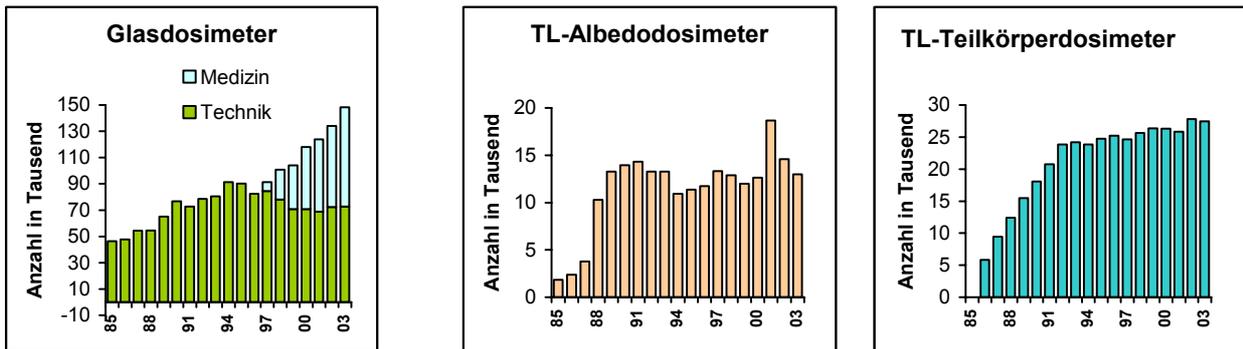


Abb. 4-10: Entwicklung der Auswertezahlen pro Jahr seit 1985

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.

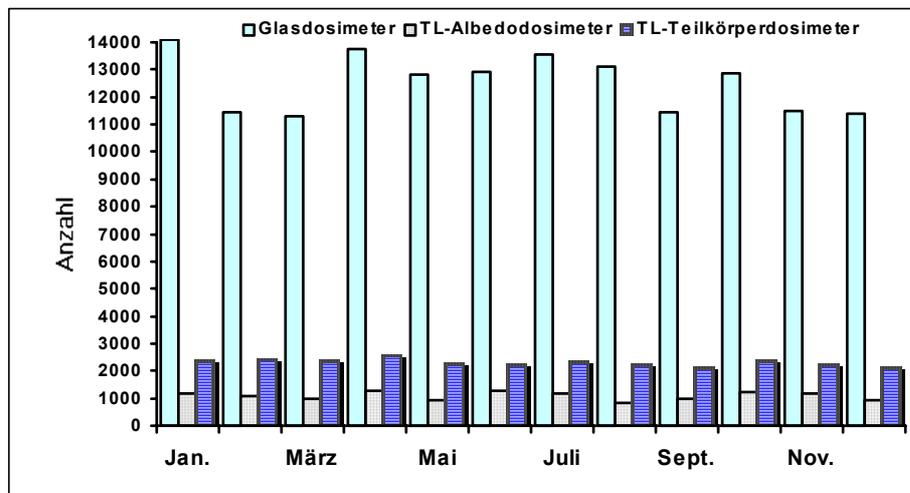


Abb. 4-11: Verlauf der Auswertezahlen pro Monat im Jahr 2003

#### 4.10.3 Thermolumineszenzdosimetrie

N. Dollt, S. Volk

Zur Zeit bieten nur die Karlsruher und Neuharberger Messstelle amtliche Beta-Photonen-Teilkörper-Dosimeter mit PTB-Bauartzulassung an. Die Auswertezahlen der Teilkörperdosimetrie in Karlsruhe stieg um etwa 5% auf 2400 im Monat. Durch die Zunahme der medizinischen Anwendung von Beta-Nukliden in der Schmerz- und Brachytherapie erhöhte sich die Nachfrage nach diesen neuen Dosimetern.

Die Anzahl der automatisch ausgewerteten Albedoneutronendosimeter ist durch den Rückgang des Bedarfs bei den durchgeführten Castortransporten auf ca. 1150 Dosimetern pro Monat eingependelt.

#### 4.10.4 Vergleichsbestrahlungen

B. Burgkhardt, N. Dollt, A. Hager, S. Volk

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. 4-17 und in Abb. 4-12 wiedergegeben.

In Tab. 4-17 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.

Dosimeter	$H_{KA} / H_{PTB}$
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter ( $H_X$ )	$1,00 \pm 14,4 \%$
Phosphatglas-Ortsdosimeter Typ SC-2 ( $H^*(10)$ )	$0,995 \pm 5,2 \%$
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter (Photonen $H_p(0,07)$ )	$1,30 \pm 9,9 \%$
TL-Teilkörperdosimeter BETA 50/200 (Photonen $H_p(0,07)$ )	$1,39 \pm 9,4 \%$
TL-Teilkörperdosimeter BETA 50/200 (Beta $H_p(0,07)$ )	$1,09 \pm 20 \%$
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Photonen $H_X$ )	$1,14 \pm 11,6 \%$
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Neutronen $H_p(10)$ )	$1,12 \pm 20 \%$
Kernspurdosimeter $H_p(10)$	$0,84 \pm 25 \%$

Tab. 4-17: Ergebnisse der Karlsruher Messstelle bei den PTB-Vergleichsmessungen im Jahr 2003

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 2003 (ausgefüllte Punkte) liegen zusammen mit denen der letzten Jahre innerhalb der erlaubten Abweichungen. Die mittlere Abweichung wird sich noch weiter verringern, sobald auf die neue Messgröße bezogen wird, für die das Flachglasdosimeter entwickelt wurde.

Seit 1982 wird im Rahmen des Strahlenschutzforschungsprogramms der Europäischen Kommission in regelmäßigen Abständen eine internationale Vergleichsmessung für Radon und Radonzerfallsprodukte mit passiven Detektoren durchgeführt. 2003 nahmen an diesem durch die NRPB in Großbritannien organisierten Vergleich 38 Laboratorien teil. Die Ergebnisse unserer Auswertungen sind in Tab. 4-18 wiedergegeben.

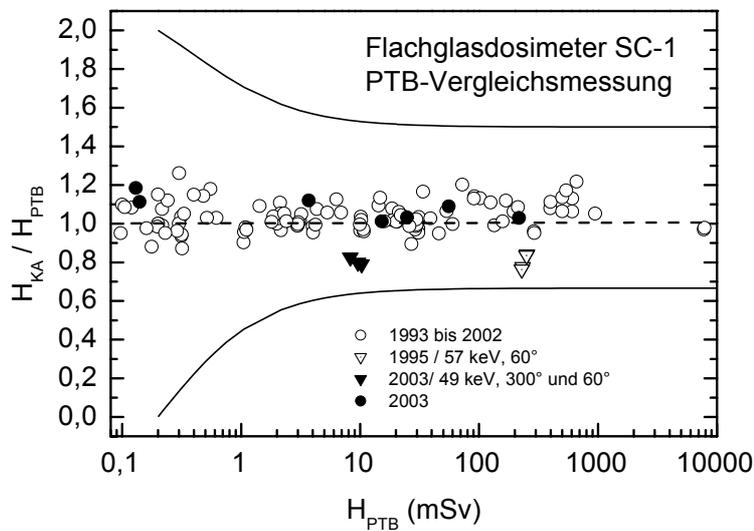


Abb. 4-12: Ergebnisse der PTB-Vergleichsmessungen von Flachglasdosimetern der Karlsruher Messstelle in den Jahren 1993 bis 2003 in der bisherigen Messgröße  $H_x$

Radon Exposition ( $\text{kBq m}^{-3} \text{ h}$ )	117	294	2290
H / Hr Set 1	$1,13 \pm 10 \%$	$1,02 \pm 10 \%$	$1,01 \pm 3\%$
H / Hr Set 2	$1,15 \pm 10 \%$	$1,08 \pm 9 \%$	$1,01 \pm 3 \%$

Tab. 4-18: Ergebnisse der FZK-Messstelle bei den EC-Radon-Vergleichs-bestrahlungen im Jahr 2003

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 2003 erstmals von der BfS veranstalteten Vergleichsprüfung. Die Ergebnisse unserer Auswertungen sind in Tab. 4-19 wiedergegeben.

Radon Exposition ( $\text{kBq m}^{-3} \text{ h}$ )	158	601	654	3453
	$0,99 \pm 10 \%$	$1,04 \pm 10 \%$	$1,05 \pm 8,6\%$	$0,98 \pm 2,4\%$

Tab. 4-19: Ergebnisse bei den BfS-Radon-Vergleichsbestrahlungen im Jahr 2003

#### 4.10.5 Sonstige Personen- und Ortsdosimeter

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

Neben den amtlichen Dosimetern wird von der Messstelle eine größere Anzahl an nichtamtlichen Dosimeterauswertungen und Messverfahren angeboten Tab. 4-16.

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  $500 \text{ mg/cm}^2$  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  $H_p(10)$  (PTB-Zulassungszeichen Z23.01/92.06. In sehr geringer Stückzahl auch noch die Flachglaskapselung SC-1 als Ortsdosimeter zur Messung in der bisherigen Photonenortsdosismessgröße  $H_X$  unter der Bezeichnung OD FGD-10 & SC-1 eingesetzt (PTB-Zulassungszeichen Z23.01/92.06).
- Passive Radondosimeter in zwei Ausführungen, bestehend aus Kernspurätzdetektor und Diffusionskammer. Bei der Bereitstellung und Auswertung von Radondosimetern ist eine beachtliche Zahl durch Aufträge aus den neuen Bundesländern bedingt. Aufgrund von §95 der neuen Strahlenschutzverordnung stieg die Auswertezahl durch die Erstmessung in Wasserwerken.
- Passive Neutronen-Äquivalentdosismesser, bestehend aus einer Polyäthylenkugel von 30 cm Durchmesser mit einem thermischen Neutronendetektor im Zentrum. Als Detektoren können Thermolumineszenzdetektoren oder Kernspurdetektoren im Kontakt mit einem  $(n,\alpha)$ -Konverter verwendet werden. Mit geeigneten  $(n,\alpha)$ -Konvertern lässt sich der Beitrag der natürlichen Neutronenstrahlung bei Expositionszeiten von einigen Monaten nachweisen. Dieses Dosimeter bekommt zunehmend Bedeutung bei den vorgeschriebenen langzeitigen Ortsdosismessungen bei der Lagerung 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 (siehe z.B. Kapitel 3.3)

#### 4.10.6 Umsetzung der Radon-Überwachung nach StrlSchV §95 für die Wasserwerke durch die Karlsruher Messstelle

S. Ugi

Im August 2001 wurde die Europäische "Richtlinie zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen Gefahren durch ionisierende Strahlung" in deutsches Recht durch Novellierung der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) umgesetzt.

Neben der künstlichen unterliegt somit erstmals auch die natürliche Strahlung einer gesetzesmäßigen Überwachung (geregelt in Teil 3 der StrlSchV). Grenzwerte für die Radonexposition an bestimmten Arbeitsplätzen wurden damit wirksam.

Die Bestimmung der Jahresexposition der Beschäftigten durch Radon und seine Zerfallsprodukte beschränkt sich auf definierte Bereiche mit erhöhten Aktivitätskonzentrationen in der Atemluft, die in Anlage XI, Teil A der StrlSchV festgelegt sind. Darunter fallen Untertagebauanlagen wie Bergwerke, Schauhöhlen, Schächte und Stollen sowie Radonheilbäder und Trinkwassergewinnungsanlagen. Andere Arbeitsplätze sind nicht berücksichtigt.

Damit ergaben sich für alle Wasserversorgungsunternehmen (WVU) neue Pflichten. Die Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Technisch-wissenschaftlicher Verein (DVGW) hat innerhalb eines DVGW/BMU-Projektkreises "Strahlenschutz" dazu drei Informationsblätter erarbeitet und an die Mitglieder gerichtet. In diesem Gremium vertreten sind Wasserversorgungsunternehmen, die DVGW-Hauptgeschäftsführung, die Berufsgenossenschaft BGFV, das Bundesministerium für Umwelt (BMU), das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), die zuständigen Länderministerien bzw. Landesämter der Länder Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen sowie ein Verband von Firmen, die typische Auftragsarbeiten in Wasserversorgungsanlagen durchführen.

Die Umsetzung der Grenzwertüberwachung durch Radonexposition erfolgte in den Ländern auf unterschiedliche Weise. In Baden-Württemberg wurde vom UVM-BW zusätzlich über den Städte- und Gemeindetag die Kommunen informiert. Ziel der Aktion war es, einen repräsentativen Überblick über die Situation der Radonbelastung in den WVUs bis Ende 2003 zu erhalten. Überschreitet die Exposition einer Person einen Eingreifwert von  $2 \text{ MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$  (entspricht ca.  $6 \text{ mSv/a}$ ), so müssen die Beschäftigten eine kontinuierliche Expositionsmessung (amtliche Überwachung) vornehmen und unterliegen der ärztlichen Kontrolle. Dieser Wert entspricht bei einer jährlichen Arbeitszeit von ca 2000 Stunden einer Radonaktivitätskonzentration von  $1 \text{ kBq}/\text{m}^3$ . Der vom Gesetzgeber festgelegte Grenzwert, die maximal erlaubte Jahresexposition, liegt bei  $6 \text{ MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$  (entspricht ca.  $20 \text{ mSv/a}$ ). Dies entspricht einer Radonaktivitätskonzentration von  $3 \text{ kBq}/\text{m}^3$  bei ständiger Tätigkeit am Ort dieser Konzentration.

Die FZK-Messstelle war durch die erfolgreiche Teilnahme an der BfS-Radon - Vergleichsbestrahlung 2003 (siehe 4.10.4) als Messstelle zugelassen. Um den WVUs einen einfachen Einstieg in das für sie neue Thema Strahlenschutz zu ermöglichen, wurde von uns eine aktuelle Sonderseite im INTERNET- Auftritt der Messstelle eingestellt. Hier wurden alle notwendigen Informationen für die Durchführung von Messungen zur Bestimmung der Radonkonzentration an Orten (Quellschächten, Hochbehälter, Wasseraufbereitungsanlagen) und für die Bestimmung der Personenexposition bei Arbeiten in den Anlagen bereitgestellt. Empfohlen wurde die Überwachung von einer bis zwei Personen mit typischem Tätigkeitsprofil und zusätzlich die Konzentrationsmessung an relevanten Orten um einen Überblick über die möglichen Belastungspfade zu erhalten. Für die Durchführung vor Ort wurde den Wassermeistern Protokollvorlagen zur Zeiterfassung der Überwachten erstellt.

Dieses Angebot wurde von 86 Unternehmen direkt angenommen. Dabei wurden Ergebnisse für 400 Ortsmesspunkte mit einer Expositionszeit von 14 Tagen ermittelt. Für 92 Personen von 44 Wasserwerken wurde mittels einer Dosimeterkombination aus Referenzdosimeter und Personendosimeter die Exposition durch die Tätigkeit in den Anlagenteilen in dem Zeitraum von drei Monaten ermittelt und auf die Jahresexposition hochgerechnet. Zusätzlich wurde eine größere Anzahl von Dosimetern von Instituten angefordert, die ihrerseits für Wasserwerke Messungen durchführten.

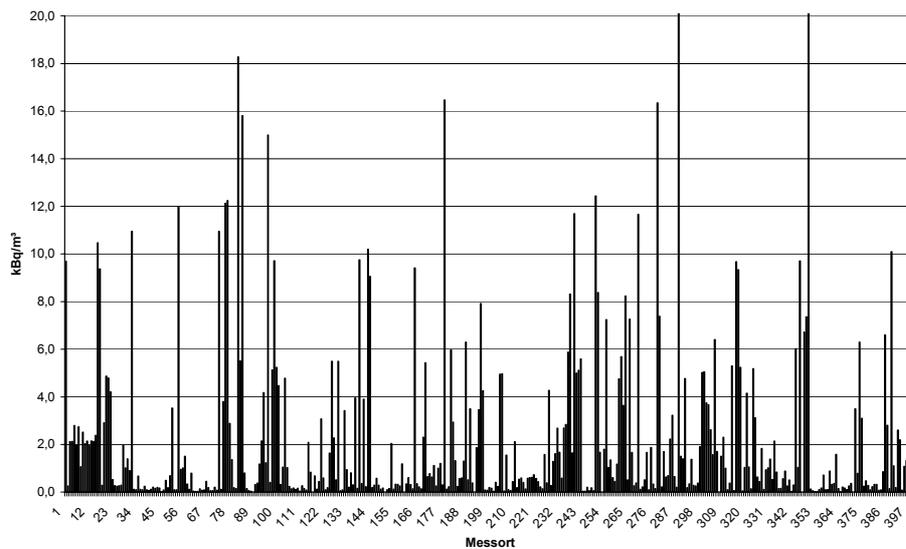


Abb. 4-13: Radon-Aktivitätskonzentration der Messorte

In Abb. 4-13 ist die Aktivitätskonzentration an den Messorten dargestellt. Nur an zwei Orten war die Konzentration größer als  $20 \text{ kBq/m}^3$ . Aus Rückmeldungen von den WVUs war zu erkennen, dass die Jahresarbeitszeiten an Orten mit höherer Konzentration gering sind und der Expositionsanteil von diesen Orten durch Belüftung zukünftig vor Aufnahme der Arbeit deutlich verringert werden soll.

Die Verteilung der hochgerechneten Personen-Jahresexposition, Abb. 4-14 zeigt, dass der überwiegende Teil (70%) im Bereich bis  $300 \text{ kBq}\cdot\text{h/m}^3$  liegt, das entspricht etwa  $1 \text{ mSv/a}$ . Hier sind keine Massnahmen erforderlich. Weitere 28% liegen im Bereich bis  $1,5 \text{ MBq}\cdot\text{h/m}^3$ . In diesem Fall wird von der BfS Belüftung, Verkürzung der Aufenthaltszeit und eine Kontrollmessung nach zwei Jahren vorgeschlagen. Nur zwei Expositionen (2%) lagen in der Nähe bzw. leicht über dem Eingreifwert von  $2 \text{ MBq}\cdot\text{h/m}^3$ . Hier ist die Meldung durch die Unternehmen an die Behörde erforderlich und innerhalb einer Übergangsfrist für eine Verringerung zu sorgen oder die Strahlenschutzüberwachung aufzunehmen.

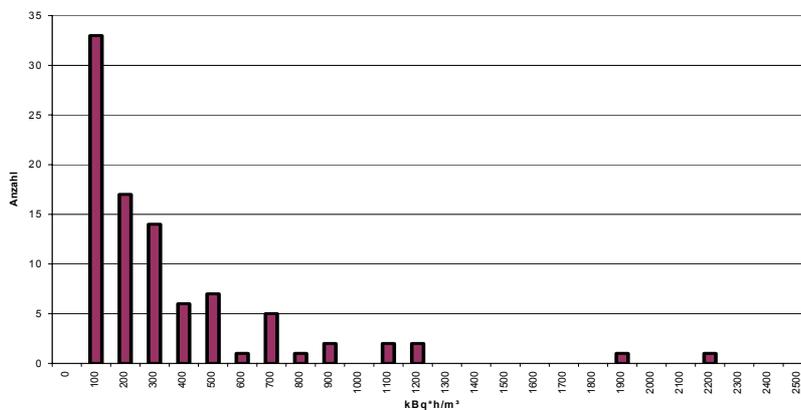


Abb. 4-14: Häufigkeitsverteilung der Personenexpositionen ( 92 Personen aus 44 Wasserwerken)

#### 4.10.7 Dosimetrische Verfahren

B. Burgkhardt, S. Scheloske, A. Straubing

##### 4.10.7.1 Entwicklung von Thermolumineszenz- $H^*(10)$ -Ortsdosimetern

Mit Einführung der gesetzlich verbindlichen neuen Messgröße  $H^*(10)$  für Ortsdosimeter muss die Messstelle dafür geeignete Dosimeter bereitstellen. Die bisher in der Routine als  $H_X$ -Ortsdosimeter eingesetzte PE-Kapsel in einer 0,35 mm PVC-Hülle zeigt als  $H^*(10)$  Dosimeter ein zu hohes Ansprechvermögen im Energiebereich unterhalb von 40 keV (Abb. 4-15, Dreiecke nach unten).

Dies erfordert eine Änderung der bisherigen verwendeten Energiekompensationsfilter in den Dosimetern.

Auf der Basis von Absorptionsberechnungen wurden verschiedene Abdeckmaterialien ausgewählt. Die Energieabhängigkeit des LiF:Mg;Ti-Detektors mit den optimierten Abdeckungen wurde experimentell durch Bestrahlungen bei der PTB ermittelt. Es ergaben sich für die Praxis folgende geeignete Möglichkeiten:

- Zusätzliche Umhüllung der vorhandenen  $H_X$ -Kapsel mit einem PVC-Rohr mit 1 mm Wanddicke (Abb. 4-15, Dreiecke nach oben) oder 0,8 mm Aluminium (nicht in der Abbildung enthalten)
- Kapsel aus 15 mm Plexiglas (Abb. 4-15, Vierecke) oder 25 mm Polyethylen (Abb. 4-15, Kreise)

Dosimeter für die Messgröße  $H^*(10)$  sollten ein isotropes Ansprechvermögen zeigen. Dies wird am besten durch eine kugelförmige Geometrie der Umhüllung erreicht.

Wird aus Wetterschutzgründen eine Umhüllung der Dosimeterkapseln erforderlich, so ist deren Abschirmwirkung durch entsprechende Verringerung der Kapseldicke zu kompensieren, die sich aus den Massenabsorptionskoeffizienten ergibt.

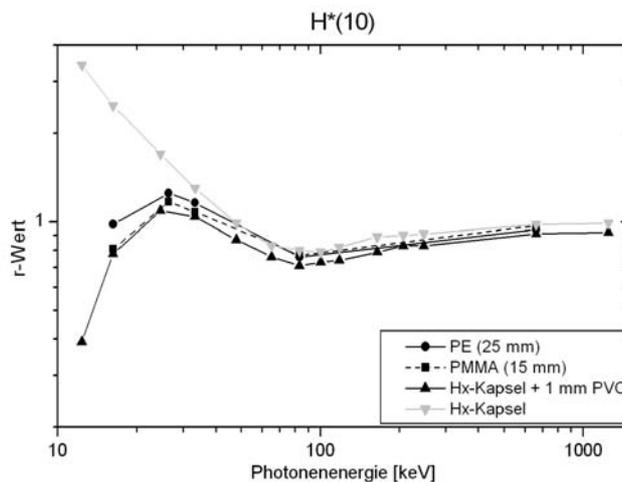


Abb. 4-15: Ansprechvermögen der verschiedenen Detektorumhüllungen

#### 4.11 „Strahlenschutz made in Karlsruhe“ oder Kompetenzerhalt im Strahlenschutz

M. Urban

Strahlenschutz hat in Karlsruhe eine lange wissenschaftliche Tradition. Politische Entscheidungen der letzten Jahre und ein falsches Grundverständnis von den eigentlichen Aufgaben des Strahlenschutzes haben mit dazu beigetragen, dass das Interesse an diesem Fachgebiet stark gesunken ist und heute ein akuter Mangel an qualifiziertem Strahlenschutzpersonal besteht. Das war nicht immer so. Der Standort Karlsruhe hat in den 60-iger bis in die 80-ger Jahren wesentlich zum heutigen hohen Wissensstand dieser Fachrichtung beigetragen. So ist es in einzigartiger Weise gelungen („Karlsruher Erfolgsmodell“) das Erarbeiten von wissenschaftlichen Grundlagen an der Universität und dem heutigen Forschungszentrum Karlsruhe, das Übertragen der gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis und die Rückkopplung praktischer Erfahrung in die wissenschaftliche Arbeit mit einer qualifizierten Ausbildung zu kombinieren.

Auch heute verfügt der Standort Karlsruhe noch für kurze Zeit über wissenschaftliche und Praktische Strahlenschutzkompetenz, die auf mehrere Einrichtungen verteilt ist Abb. 4-16 und für die Zukunft erhalten werden soll.

In Zusammenarbeit mit der Universität Karlsruhe und der Berufsakademie Karlsruhe und mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wurden 2003 mehrere Nachwuchswissenschaftlerprogramme begonnen Abb. 4-17. Gearbeitet wird unter Anleitung erfahrener Kollegen und unter Einbindung von Studenten auf den Gebieten Radiochemie, Spektrometrie, Kernstrahlenmesstechnik, externe Dosimetrie, Biokinetik radioaktiver Stoffe im Körper und interne Dosimetrie sowie natürliche Strahlenexposition am Arbeitsplatz. Erste vielversprechende Zwischenergebnisse liegen bereits vor und wurden anlässlich eines wissenschaftlichen Kolloquiums „*Karlsruher Kompetenz im Strahlenschutz: Was junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler heute forschen*“ gemeinsam veranstaltet von der Universität Karlsruhe, der Berufsakademie Karlsruhe und der Hauptabteilung Sicherheit des Forschungszentrums Karlsruhe anlässlich des 80. Geburtstags von Herrn Professor Dr. rer. nat. Hans Kiefer ehem. Leiter der Hauptabteilung Sicherheit, Kernforschungszentrums Karlsruhe und apl. Professor für das Lehrgebiet „Strahlenschutz“ an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Universität Karlsruhe vorgestellt. Diese und weitere Arbeiten sollen im Jahr 2004 und darüber hinaus fortgesetzt werden.



Abb. 4-16: Strahlenschutz „made in Karlsruhe“

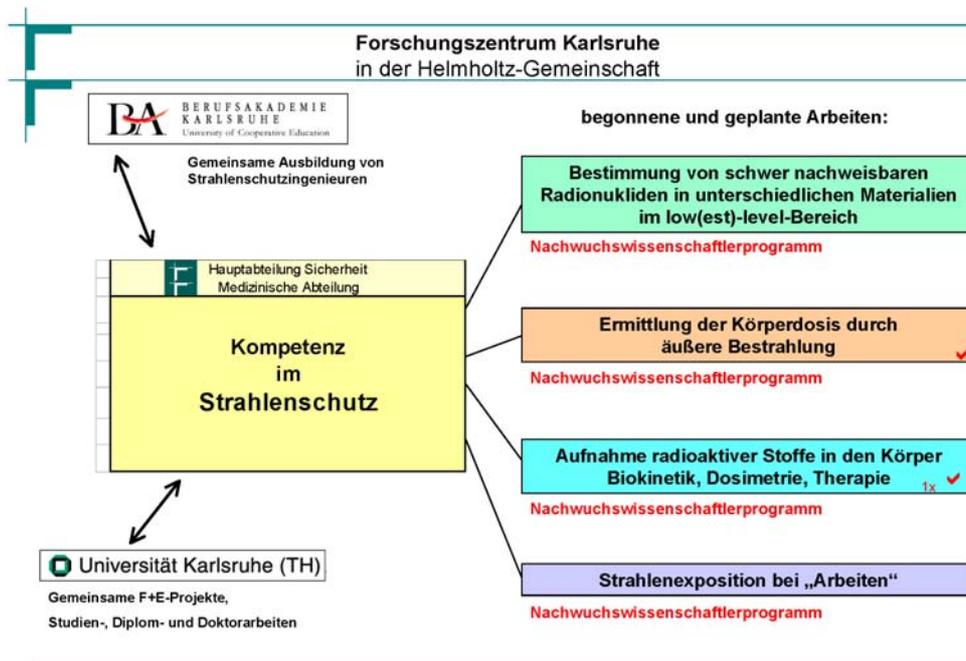


Abb. 4-17: Nachwuchswissenschaftlerprogramme des Forschungszentrums Karlsruhe zum Kompetenzerhalt

#### 4.11.1 Effizienzkalibrierung

B. Heide, M. Streckenbach, H. Doerfel, M. Urban

Die Genauigkeit der Aktivitätsbestimmung inkorporierter Radionuklide mit Ganz- und Teilkörperzählern wird beim heutigen Stand der Messtechnik in erster Linie von der Genauigkeit der Kalibrierung bestimmt. Dies gilt ganz besonders für niederenergetische Photonenstrahler wie z.B. Pb-210, U-235, Th-234 (Folgeprodukt von U-238). Erschwerend kommt bei diesen Nukliden hinzu, dass sie im Allgemeinen sehr inhomogen im Körper verteilt sind (Knochenoberfläche, Lunge, Lymphknoten, Leber, Nieren). Die Kalibrierprobleme können auch mit hochentwickelten Phantomen - wie sie z. B. im Forschungszentrum Karlsruhe vorhanden sind - nicht vollständig gelöst werden, da diese Phantome stets nur eine Standardverteilung in einer Standardperson repräsentieren. Im Einzelfall müssen die mit den Phantomen ermittelten Kalibrierfaktoren auf die individuellen Messbedingungen übertragen werden. Das heißt, es müssen sowohl die individuellen Körperproportionen als auch die individuellen Aktivitätsverteilungen berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck wird derzeit ein neues Verfahren zur numerischen Kalibrierung von Ganz- und Teilkörperzählern mit Hilfe von Voxel-Phantomen entwickelt. Die Entwicklung des Verfahrens gliedert sich in die folgenden Schritte:

- Bereitstellung eines Monte-Carlo-Codes zur Simulation des Strahlentransports von den Quellen im menschlichen Körper bzw. im Phantom zu den Detektoren des Ganz- oder Teilkörperzählers
- Verifizierung der Monte-Carlo-Simulation anhand von Messungen an den verfügbaren physikalischen Phantomen des Forschungszentrums
- Implementierung eines anthropomorphen Voxel-Phantoms („MEET Man“ Datensatz vom Institut für Biomedizinische Technik der Universität Karlsruhe)
- Implementierung von Morphing-Techniken zur individuellen Anpassung des Voxel-Phantoms an die individuellen Körperproportionen

Die Entwicklung des Verfahrens wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biomedizinische Technik (IBT) der Universität Karlsruhe, dem Institut für Angewandte Informatik (IAI) des Forschungszentrums Karlsruhe, dem Lehrstuhl für Ergonomie (LFE) der Technischen Universität München sowie mit dem brasilianischen Institut für Strahlenschutz (IRD/CNEN) in Rio de Janeiro durchgeführt.

Als Monte-Carlo-Code wurde das Programm von John Hunt (IRD/CNEN) implementiert. Eine erste Anwendung, bei der mehrere Wirkungsgradfunktionen des Body-Counters für homogene Nukliddepositionen im **BOMAB (Bottle Manikin Absorber)** Phantom berechnet wurden, zeigte, dass die berechneten Werte in derselben Größenordnung wie die gemessenen Werte liegen. Die entsprechenden Werte sind in Tab. 4-20 aufgeführt. Dabei wird zwischen dem Wirkungsgrad bezogen auf die Gesamtabsorption und dem Wirkungsgrad bezogen auf die Absorption durch Photoeffekt im Detektor unterschieden.

Die Tabelle zeigt, dass bei Energien unter 1 MeV der gemessene Wirkungsgrad größer als der berechnete Wert ist. Dies überrascht, da in der Simulation ein sogenannter „Calibration factor“, welcher die Photonen-Absorption im Detektorfenster sowie den Informationsverlust hinsichtlich der elektronischen Impulsverarbeitung berücksichtigt, noch nicht angewandt wurde und daher die simulierten Werte größer sein sollten. Die Klärung dieser Diskrepanz ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Radionuklid	Energie [keV]	Wirkungsgrad [%]		
		gemessen	berechnet	
			Gesamtabsorption	Photoeffekt
Co-57	123	2,1	1,89	0,98
Na-22	511	1,6	1,4	0,96
Cs-137	662	1,5	1,33	0,9
Co-60	1173	1,1	1,11	0,75
Co-60	1332	1	1,1	0,78

Tab. 4-20: Vergleich zwischen den gemessenen und berechneten Werten des Wirkungsgrads des Ganzkörperzählers für verschiedene Energien.

Hinsichtlich der Anpassung des Voxel-Phantoms MEET Man an individuelle Körperproportionen wurde das Programm KisMo von Hüseyin Kemal Cakmak (IAI) installiert sowie ein C++-Programm erstellt, mit dem einzelne Organ-Datensätze des Voxel-Phantom-Datensatzes in ein Format transformiert werden können, welches vom Programm KisMo unterstützt wird. Ferner wurde ein Algorithmus implementiert, mit dem eine geschlossene Oberflächendarstellung in eine Voxel-Darstellung überführt werden kann. Zur Anpassung des Voxel-Phantoms an einen (individuellen) Probanden wurde folgende Strategie erarbeitet:

1. Erzeugung eines Oberflächenmodells von dem Probanden (mit den Methoden des Lehrstuhls für Ergonomie der Technischen Universität München)
2. Falls der Proband in etwa dieselbe Statur wie das Voxel-Phantom besitzt:
  - direkte Implementierung der Voxel-Organen in das Oberflächenmodell des Probanden (mit dem Programm KisMo)

- Anpassung der Voxel-Organe an die Organe des Probanden durch lineare Transformationen (mit dem Programm KisMo)
3. Falls sich die Statur des Probanden deutlich von derjenigen des Voxel-Phantoms unterscheidet:
- Überführung der Voxel-Organe in Oberflächendarstellungen, welche aus Dreieck-Netzen bestehen (mit dem Programm KisMo)
  - Modifizierung dieser Oberflächendarstellungen, d. h. Anpassung der Oberflächendarstellungen der Voxel-Organe an die jeweiligen Organe des Probanden (mit dem Programm KisMo)
  - Überführung der modifizierten Oberflächendarstellungen in Voxel-Darstellungen (mit eigenem Programm)

Bei einer ersten Realisierung der Strategie wurde vom Lehrstuhl für Ergonomie ein Laserscan von einem Mitarbeiter von HS/ÜM angefertigt. In Abb. 4-18 ist dieser Laserscan zusammen mit dem Voxel-Phantom Meet Man (IBT) dargestellt.

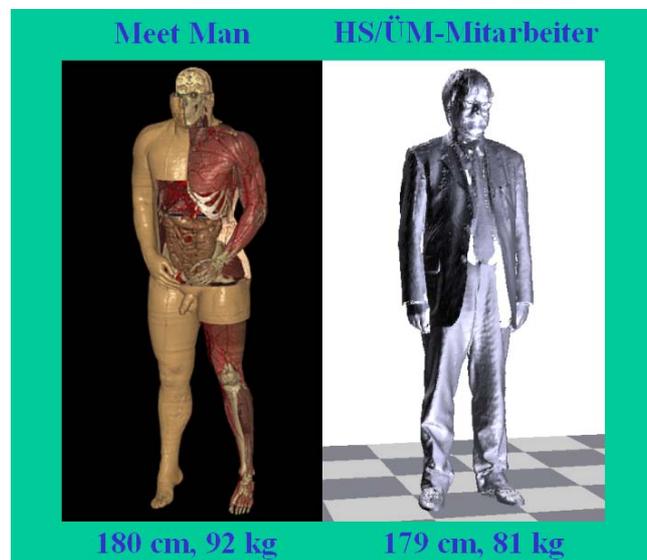


Abb. 4-18: Voxel-Phantom MEET Man vom IBT (links) und Laserscan von einem Mitarbeiter von HS/ÜM (erzeugt vom LFE, rechts).

Da der Laserscan in etwa dieselbe Statur wie das Voxel-Phantom aufweist, wurden die Voxel-Organen direkt in die Oberflächendarstellung implementiert sowie linear transformiert. Die erste Realisierung beschränkte sich auf die Implementierung von: Gehirn, linken und rechten Lungenflügeln, linke und rechte Niere, Milz, Magen und der Leber. Das Ergebnis ist in Abb. 4-19 wiedergegeben. Anhand der Abb. 4-19 ist erkennbar, dass in erster Näherung die Organe richtig positioniert sind. In weiteren Untersuchungen soll herausgefunden werden, innerhalb welcher Schwankungsbreite der Position, der Lage und der Organvolumina der berechnete Wirkungsgrad als konstant angesehen werden kann. Darauf aufbauend soll ein Satz von Voxel-Phantomen generiert werden, mit dem man die ganze Variationsbreite der unterschiedlichen Körperproportionen der Probanden abdecken kann, so dass nur noch in Einzelfällen ein individuelles Voxel-Phantom erzeugt werden muss.



Abb. 4-19: Implementierung einiger Organe des Voxel-Phantom MEET Man vom IBT in den Laserscan (als „wireframe“ dargestellt) eines Mitarbeiters von HS/ÜM.

#### 4.11.2 Risiken der Spätfolgen nach der Aufnahme von $^{239}\text{Pu}$ in Beagle Hunden

E. Polig

Im Jahre 1950 wurde von der damaligen U.S. Atomic Energy Commission eine Studie an der University of Utah begonnen mit dem Ziel, die radiotoxischen Effekte von inkorporiertem  $^{239}\text{Pu}$  im Menschen festzustellen und das Risiko zu quantifizieren. Die allgemeine Strategie war dabei, die Effekte von  $^{239}\text{Pu}$  in einem Tiermodell mit den Effekten von  $^{226}\text{Ra}$  zu vergleichen. Für  $^{226}\text{Ra}$  war bekannt, dass es im Menschen Knochentumore und andere strahleninduzierte Späteffekte bewirkt. Damit kann Radium mit seiner bekannten Toxizität beim Menschen als Referenznuclid zur Bestimmung der unbekanntenen Toxizität von  $^{239}\text{Pu}$  benutzt werden. Letzteres ist ebenfalls ein Alpha-Strahler. Die Idee dabei ist, bei einer Tierspezies (Beagle) das Toxizitätsverhältnis  $^{239}\text{Pu}/^{226}\text{Ra}$  zu bestimmen und dieses dann zusammen mit dem quantifizierten absoluten Risiko von Radium auf den Menschen anzuwenden. Die hier beschriebenen Arbeiten stellen einen wichtigen Schritt auf dem Weg zu diesem Ziel dar.

In der Studie zur Bestimmung der Toxizität von  $^{239}\text{Pu}$  wurden 235 Beagle-Hunde beiderlei Geschlechts mit einem mittleren Alter von 530 Tagen eingesetzt. Die Tiere wurden in 10 Gruppen aufgeteilt und erhielten eine intravenöse Injektion von monomerem  $^{239}\text{Pu(IV)-Citrat}$ . In der Gruppe mit der niedrigsten Dosis wurden 0.026 kBq/kg Körpergewicht und in der höchsten 106 kBq/kg injiziert. Das entspricht bezüglich der aufgenommenen Aktivität einem Faktor von 4077. Als Kontrollen diente die gleiche Gruppe von 132 Tieren, die schon im Jahresbericht 2002 über die Toxizität von  $^{226}\text{Ra}$  erwähnt wurde.

Die Überlebensdauer aller Tiere wurde mit Hilfe der Produkt-Limit (Kaplan-Meier) Methode analysiert. Diese Methode berücksichtigt konkurrierende Effekte, die zum Tod oder Verlust eines Individuums führen können (Zensierung). Das Ergebnis ist die Überlebenswahrscheinlichkeit  $S(t)$  als Funktion der Zeit für einen betrachteten Effekt unabhängig von der Auswirkung anderer Todesursachen.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit wird i. A. in der Form

$$S(t) = e^{-H(t)} \quad (1)$$

ausgedrückt, wobei  $H(t)$  die Hazard-Funktion ist. Bei den Kontrolltieren zeigte sich (Jahresbericht 2002), dass  $H(t)$  einer Weibull-Verteilung entspricht:

$$H(t) = \lambda_{call} t^\gamma \quad (\lambda_{call} = 6.49 \cdot 10^{-24}, \gamma = 6.3) \quad (2)$$

Damit beschreibt diese Beziehung also die Überlebenswahrscheinlichkeit im Hinblick auf alle natürlichen Todesarten.

Die Überlebenswahrscheinlichkeiten  $S(t)$  für die Injektionsgruppen von  $^{239}\text{Pu}$  sind ebenfalls wie bei  $^{226}\text{Ra}$  nach Weibull verteilt. Ihr Formfaktor ( $\gamma$ ) ist identisch mit dem Faktor der Kontrollgruppe. Der Skalierungsfaktor ( $\lambda_{all}$ ) hängt von der injizierten Aktivität ( $A$ ) ab,  $\lambda_{all} = \lambda_{all}(A)$ . Aus einer Regressionsberechnung ergibt sich die Beziehung:

$$\begin{aligned} \lambda_{all}(A) &= \lambda_{call} + aA^b + cA^d \\ a &= 2.11 \cdot 10^{-23}; \quad b = 1.97 \\ c &= 4.47 \cdot 10^{-24}; \quad d = 0.236 \end{aligned} \quad (3)$$

Die obige Gleichung beschreibt also zusammen mit (1) und (2) die gemeinsame Überlebenswahrscheinlichkeit für alle natürlichen und strahleninduzierten Todesarten.

Eine getrennte Auswertung der Skeletttumore ergibt, dass wiederum alle Formfaktoren den Wert 6.3 haben und nur die Skalierungsfaktoren ( $\lambda_{bt}$ ) von der injizierten Aktivität abhängen:

$$\lambda_{bt} = \lambda_{cbt} + aA^b \quad (\lambda_{cbt} = 5.41 \cdot 10^{-26}) \quad (4)$$

Die Größe  $\lambda_{cbt}$  entspricht der sehr geringen Wahrscheinlichkeit von Skeletttumoren bei unbestrahlten Tieren. Ein Vergleich von (4) mit (3) zeigt, dass der Term  $cA^d$  also allen strahlen-induzierten Todesursachen außer Skeletttumoren entspricht.

Dieses Regressions-Modell erlaubt es, einige Voraussagen zu machen, die mit den Beobachtungen verglichen werden können. Das gilt z. B. für den Bruchteil der Individuen, die an Skeletttumoren sterben, für die mittlere Überlebenszeit als Funktion der injizierten Aktivität usw. Insbesondere ist es möglich, eine plausible Extrapolation zu sehr kleinen Aktivitäten ( $A$ ) durchzuführen, wo aus statistischen Gründen keine experimentellen oder epidemiologischen Daten zur Verfügung stehen.

Der Anteil der Individuen mit Skeletttumoren ( $f_{bt}$ ) ist

$$f_{bt}(A) = \frac{\lambda_{cbt} + aA^b}{\lambda_{call} + aA^b + cA^d} \quad (5)$$

Dieser Ausdruck beschreibt sehr gut die Beobachtungen bei den experimentellen Injektionsgruppen. Für die Gruppe mit der niedrigsten Aktivität (0.026 kBq/kg) ergibt sich eine Tumorzahrscheinlichkeit von 0.77 %. Beobachtet wurden in dieser Gruppe von 28 Tieren ein Hund mit einem Osteosarkom (3.6%). Der 95%-Vertrauensbereich für die geschätzte Tumorzahrscheinlichkeit erstreckt sich jedoch von 0.2% - 17.6%. Die mit dem Modell berechnete Tumorzahrscheinlichkeit liegt also innerhalb des Vertrauensbereiches. Die Ursache für den großen Vertrauensbereich ist die relative kleine Zahl von Tieren die dem Risiko unterliegen und die geringe Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des Risikos.

Der Ausdruck (5) ist nicht linear in der injizierten Aktivität ( $A$ ), im Gegensatz zu der sonst üblichen linearen Extrapolation von hohen Aktivitäten. Für sehr kleine  $A$  hat er die Form

$$f_{bt}(A) = c_1 + c_2 A^b \quad (6)$$

wobei  $b = 1.97$ . Eine lineare Extrapolation von hohen Aktivitätsmengen wird also in der Regel das Risiko sehr kleiner Aktivitätsmengen überschätzen. Weiterhin ist zu beachten, dass der Risikofaktor

$$\text{Risikofaktor} = \frac{df_{bt}}{dA} = c_2 b A^{b-1} \quad (7)$$

d. h. der Effekt pro Aktivitätseinheit bei der nicht-linearen Extrapolation von der Aktivität abhängt und mit abnehmendem  $A$  gegen null geht. Es ist demnach nicht zulässig, einen konstanten Risikofaktor anzunehmen.

Das dargestellte einfache empirische Modell zur Beschreibung der Spätfolgen nach  $^{239}\text{Pu}$  – Aufnahme wurde für den Fall einer Injektion des Radionuklids abgeleitet. Wie in der Abhandlung über  $^{226}\text{Ra}$  dargelegt, kann es jedoch für jede beliebige Verteilung der systemischen Aktivitätszufuhr über die Zeit verallgemeinert werden. Die Hazard-Funktion für Skelettumore ist dann

$$H_{bt}(t, D) = 6.1 \cdot 10^{-17} t^{4.55} D^{1.75} \quad (8)$$

Das Risiko von Skelettumoren ist also nicht nur einfach von der Dosis abhängig, sondern auch von der Zeit  $t$  seit Beginn der Aufnahme. Das explizite Auftreten von  $t$  ist ein Konsequenz aus der Tatsache, dass das Tumorrisiko stark von der Dosisleistung abhängt (inverser Dosisleistungs-Effekt).

Mit diesem Modell kann das Risiko für niedrige Strahlendosen von  $^{239}\text{Pu}$  im Skelett abgeschätzt werden. Es zeigt sich dabei, dass z. B. die berechnete Fraktion von Beagles mit Skelettumoren bei niedrigen Dosen wesentlich geringer ist, als wenn man die einfache lineare Extrapolation nach Mays (Mays et al. Health Phys. 52,617,1987) anwendet. So ist z. B. für eine mittlere Strahlendosis von 2.5 mGy im Beagle skelett die berechnete Tumorzahrscheinlichkeit  $2.9 \cdot 10^{-5}$ , während die lineare Extrapolation eine Wahrscheinlichkeit von  $1.9 \cdot 10^{-3}$  ergibt. In ähnlicher Weise werden auch die Tumorzahrscheinlichkeiten bei  $^{226}\text{Ra}$  überschätzt.

Das Toxizitätsverhältnis  $^{239}\text{Pu}/^{226}\text{Ra}$  bei Beagle Hunden wurde von Mays et al. mit  $\approx 16$  angegeben. Da es auf einer linearen Dosis-Effekt Beziehung beruht, spielt es keine Rolle ob man das Verhältnis der Effektwahrscheinlichkeit für gleiche Skelettdosis oder das Verhältnis der Skelettdosen für gleiche Effektwahrscheinlichkeit wählt. Bei nicht-linearer Dosis-Effekt Beziehung ergeben jedoch diese beiden Definitionsmöglichkeiten verschiedene Resultate.

Das Modell ergibt als Toxizitätsverhältnis bei gleichen Effekten einen Wert von 16.9 wenn die Effektwahrscheinlichkeit 0.9 ist (Bereich hoher Dosen). Das Verhältnis sinkt etwas auf 10.4 bei der Wahrscheinlichkeit 0.1 and steigt dann mit abnehmender Wahrscheinlichkeit wieder kontinuierlich auf 21 bei der Wahrscheinlichkeit  $10^{-8}$ . Insgesamt ergibt sich also über den gesamten Bereich eine gute Übereinstimmung mit dem linearen Modell.

Das Verhältnis der Effektwahrscheinlichkeiten bei gleicher Skelettdosis muss bei sehr hohen Dosen notwendigerweise = 1 sein, da nicht mehr als 100% der Tiere den Effekt zeigen können. Bei der Skelettdosis von 1 Gy steigt es auf 25. Mit weiter abnehmender Dosis steigt das Verhältnis an bis zu einem Wert von 960 für  $10^{-5}$  Gy.

Die bereits für  $^{226}\text{Ra}$  gezogenen Schlussfolgerungen (Jahresbericht 2002) gelten auch für  $^{239}\text{Pu}$ . Zusätzlich kann man aus dem Risikovergleich der beiden Nuklide die Folgerung ziehen:

- Toxizitätsverhältnisse sind i. A. nicht konstant über die relevanten Bereiche der Effektwahrscheinlichkeit oder Strahlendosis im Skelett.
- Bei nicht-linearen Dosis-Effekt Beziehungen sind die Verhältnisse bezogen auf gleiche Dosis oder auf gleiche Effektwahrscheinlichkeit verschieden.
- Für gleichen Effekt variiert das Toxizitätsverhältnis in einem Bereich, der mit dem Wert aus der linearen Extrapolation gut übereinstimmt. Für gleiche Skelettdosis steigt das Verhältnis von 1 bei sehr hohen Dosen auf annähernd 1000 bei  $10^{-5}$  Gy.

- Eine einfache Übernahme des beim Beagle Hund gefundenen Toxizitätsverhältnisses auf den Menschen ist nicht empfehlenswert.

#### 4.11.3 Voruntersuchungen zu elektronischen $H'(0,07)$ -Ortsdosimetern

S. Scheloske, B. Burgkhardt, A. Straubing, M. Urban

Im Bereich der medizinischen Therapie kommt es in zunehmendem Maße zum Einsatz von Betastrahlern hoher Aktivität (MBq- bis GBq-Bereich). Dies führt zu hohen Beta-Expositionen besonders im Bereich der Hände des medizinischen Personals. Momentan gibt es zur Messung der Ortsdosis zur Abschätzung der auftretenden Hautdosen in Quellennähe kein ausreichend kleinvolumiges aktives  $H'(0,07)$ -Messgerät.

Ziel unserer Arbeit ist die Entwicklung eines solchen elektronischen Messgerätes.

In einem ersten Arbeitsschritt wurden dafür verschiedene Prototypen auf Basis eines Halbleiterdetektors und eines Szintillationsdetektors auf ihre dosimetrischen Eigenschaften hin überprüft. Dazu wurden die Detektoren mit verschiedenen Dosen und Dosisleistungen der Messgröße  $H'(0,07)$  mit unterschiedlichen Nukliden (Beta-Energien) am Beta Sekundär Standard 2 (BSS2) bestrahlt. Das Ansprechvermögen gegenüber Röntgen- und Gammastrahlung wurde ebenfalls untersucht.

Die ersten Ergebnisse sind in Abb. 4-20 am Beispiel des Prototyps auf Halbleiterbasis dargestellt. Das  $H'(0,07)$ -Beta-Ansprechvermögen ist über einen großen Dosisleistungsbereich linear und zeigt eine ausreichend geringe Energieabhängigkeit (Abb. 4-20).

Der Detektor auf Szintillatorbasis, der mit einer Fläche von etwa  $1\text{cm}^2$  der zu mittelnden Fläche bei Überwachung der lokalen Hautdosis entspricht, hat ebenfalls einen nutzbaren Dosisleistungsbereich über drei Größenordnungen und wird momentan noch im Hinblick auf seine Energieabhängigkeit optimiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Prototypen grundsätzlich geeignet sind, die Messaufgabe zu lösen.

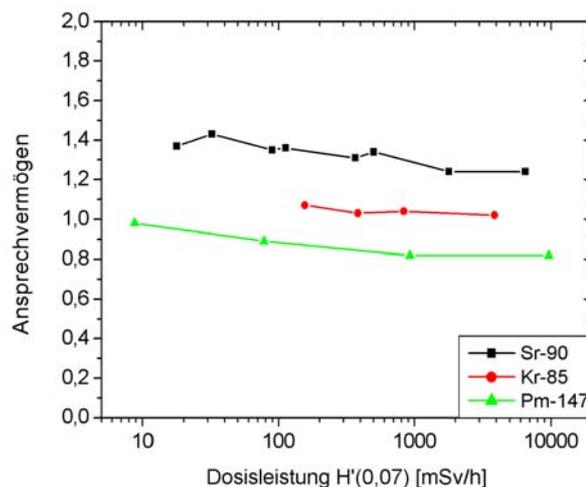


Abb. 4-20: Beta-Ansprechvermögen bei verschiedenen Energien in Abhängigkeit der Dosisleistung

#### 4.11.4 Erweiterung des Messbereichs von Kernspurdosimetern durch Optimierung der Spurenzählverfahren

A. Straubing, S. Scheloske, B. Burgkhardt

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden Kernspurätzdetektoren, die in der Radon- und Neutronendosimetrie eingesetzt werden, untersucht.

Zur Erweiterung des Messbereichs der Radon-Kernspurdetektoren erfolgte eine Kalibrierbestrahlung bei der PTB über einen Expositionsbereich von 120 kBq/m<sup>3</sup> bis 10100 kBq/m<sup>3</sup>.

Die bestrahlten Kernspur-Detektoren wurden zum einen über eine manuelle Auszählung der Kernspuren und zum anderen über ein automatische Auszählung mit einem digitalen Analysegerät ausgewertet, dessen Parameter zuvor optimiert wurden (Abb. 4-21 links). Die Auswertung war mit beiden Verfahren über den gesamten Expositionsbereich möglich, wobei das automatische Auswertverfahren gegenüber dem manuellen etwas höhere Standardabweichungen zeigt.

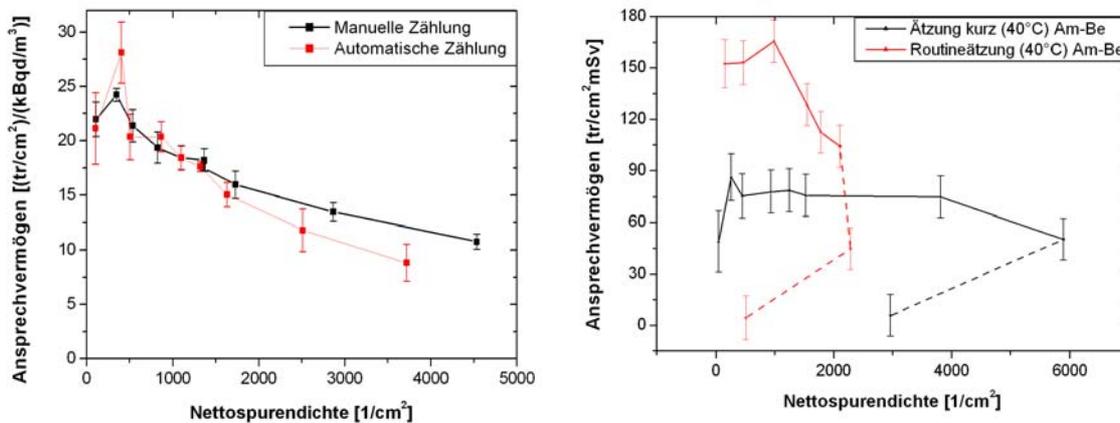


Abb. 4-21: Ansprechvermögen (links: Radon, rechts: Neutronen)

Die Kalibrierkurve für Radon wurde bereits zur Auswertung von Detektoren aus der BfS-Vergleichsbestrahlung angewendet. Die Ergebnisse zeigten eine sehr gute Übereinstimmung mit den Sollwerten (Tab. 4-19)

Aufgrund der Ergebnisse konnte für die Radon-Kernspurdosimetrie im Routinebetrieb ein automatisiertes Verfahren für die Auswertung mit dem digitalen Analysegerät entwickelt werden.

Um eine Erweiterung des Messbereichs von Neutronen-Kernspurdetektoren zu erreichen, wurden diese im Dosis-Bereich von 1 mSv bis 3374 mSv mit einer Am-Be-Quelle und im Bereich von 1 mSv bis 20 mSv mit einer Cf-252-Quelle bestrahlt. Für die durchgeführten Ätzungen wurden die Ätzbedingungen variiert. Die Auszählung der bestrahlten Kernspur-Detektoren erfolgte nach den gleichen Verfahren wie für die Radon-Kernspurätzdetektoren. Mit dem automatischen Verfahren konnten die Detektoren mit einem modifizierten Ätzverfahren bis 117 mSv mit einer Nettospurendichte von 6000 Spuren/cm<sup>2</sup> (Abb. 4-21 rechts) ausgezählt werden. Auch hier wurde die Kalibrierkurve bereits für eine PTB-Vergleichsbestrahlung angewendet, wonach die Abweichungen der Ergebnisse für die Am-Be und Cf bestrahlten Dosimeter innerhalb des maximal zulässigen Bereichs lagen (Tab. 4-17).

#### 4.11.5 Neue Bestimmung von Pseudokoinzidenzfaktoren

C. Leim

Bestimmung der von Bestaubungs- und Abklingzeiten abhängigen Korrekturfaktoren für das Alpha-Beta-Pseudokoinzidenz-Verfahren im Labor des Forschungszentrums

Bei der Messung von künstlichen Aktivitäten auf Raumluftfiltern bereitet das Vorhandensein der natürlichen Nuklide Probleme, da sie nur schwer von den künstlichen unterschieden werden können. Dieses Problems wird im Forschungszentrum Karlsruhe mit dem Alpha-Beta-Pseudokoinzidenz-Differenz-Messverfahren (ABPD-Verfahren) gelöst. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden die für dieses Verfahren benötigten Korrekturfaktoren und deren Einflussfaktoren neu bestimmt.

Die Alpha-Beta-Pseudokoinzidenz-Differenz-Anlage (ABPD-Anlage) ist ein Messsystem zur Bestimmung der künstlichen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Aktivität auf Raumluftfiltern, wobei der Anteil der natürlichen Aktivität von der Gesamtaktivität auf dem Filter abgezogen werden kann. Dabei beruht die Pseudokoinzidenztechnik auf einer Besonderheit des radioaktiven Zerfalls innerhalb der natürlichen Zerfallsreihen. Charakteristisch für die natürlichen Zerfallsreihen sind die nahezu koinzidenten Zerfälle von Bi-214 und Po-214 (U-238-Reihe) bzw. von Bi-212 und Po-212 (Th-232-Reihe). Hierfür wurde der Begriff „Pseudokoinzidenz“ eingeführt. Da bei den zu bestimmenden künstlichen Radionukliden keine vergleichbare Pseudokoinzidenz auftritt, stellt die Zählung der pseudokoinzidenten Ereignisse eine geeignete Methode dar, den Anteil der durch natürliche Radionuklide erzeugten Impulse von dem der künstlichen Radionuklide zu trennen.

Mit der Pseudokoinzidenztechnik kann jedoch nur ein Teil der natürlichen Aktivität ermittelt werden. Deshalb werden Korrekturfaktoren benötigt, mit denen aus den ermittelten Pseudokoinzidenzimpulsen der Gesamtanteil der natürlichen Aktivität bestimmt wird. Diese Korrekturfaktoren nennen sich Koinzidenzfaktoren. Dabei wird zwischen dem Alphakoinzidenzfaktor für die Alphastrahlung und dem Betakoinzidenzfaktor für die Betastrahlung unterschieden.

Für die Ermittlung der Koinzidenzfaktoren wurden Filter unter Verwendung von Aerosolsammlern bestaubt und kurz nach der Entnahme ( $\sim 5$  min) mit dem ABPD-Messsystem gemessen. Dabei betrug die Messzeit abhängig von der Belegung des Filters 5 bis 15 min. Die Messungen wurden fortlaufend durchgeführt bis zu einer Abklingzeit  $t_a = 400$  min. Zu diesem Zeitpunkt kann man aufgrund der Halbwertszeit der natürlichen Nuklide auf dem Filter davon ausgehen, dass die Koinzidenzfaktoren einen konstanten Wert erreicht haben. Aus den Einzelmesswerten konnten anschließend die Koinzidenzfaktoren ermittelt und über die Abklingzeit dargestellt werden.

Es gibt zwei Faktoren, die zu einer Änderung der Pseudokoinzidenzfaktoren führen können. Eine Möglichkeit ist eine Änderung der Zusammensetzung der natürlichen Nuklide auf dem Filter. Dies wird durch Schwankungen der natürlichen Raumluftaktivitätskonzentration, der Bestaubungszeit, der Volumenströme der Aerosolsammler oder der Ventilationsraten der Raumluft hervorgerufen. Die zweite Möglichkeit, die einen Einfluss auf die Koinzidenzfaktoren haben kann, sind die Schwankungen der Wirkungsgrade zwischen verschiedenen Messgeräten und auch verschiedenen Messplätzen.

Bei der Betrachtung des Alphakoinzidenzfaktors können die Einflüsse durch die Ventilationsrate und die Volumenströme vernachlässigt werden, da sie aufgrund der Schwankung durch die Folgeproduktkonzentration in der Raumluft und den Messunsicherheiten sehr gering sind. Es erscheint daher sinnvoll eine Formel aufzustellen, die nur von der Bestaubungs- und Abklingzeit abhängig ist. Dazu wurden alle Messergebnisse des Alphakoinzidenzfaktors je nach Bestaubungszeit zusammengefasst und die jeweiligen Funktionen ermittelt (Abb. 4-22).

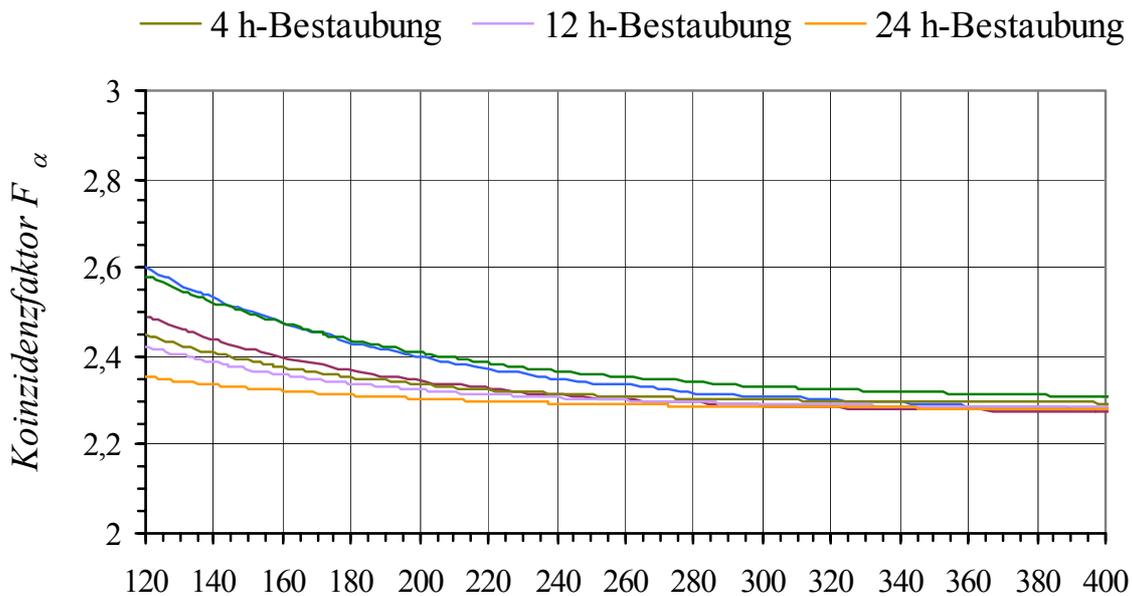


Abb. 4-22: Zusammenfassung der Alphakoinzidenzfaktoren bei verschiedenen Bestäubungszeiten

Aus den einzelnen Funktionen wurde eine Gesamtfunktion für den Alphakoinzidenzfaktor ermittelt, der von der Bestäubungszeit  $t_b$  und der Abklingzeit  $t_a$  abhängt.

$$F_\alpha = 2,28 + (1,30 - 0,038 \cdot t_b) \cdot e^{-0,83t_a} \quad (\text{Gl. 1})$$

Dabei ist die Unsicherheit des Alphakoinzidenzfaktors  $\pm 0,09$ , das entspricht ca. 4 %. Diese Funktion gilt aber erst ab einer Abklingzeit von  $t_a > 2$  h, das heißt 120 min nach der Entnahme des Filters. Für Messungen mit kürzeren Abklingzeiten ist die Unsicherheit des Koinzidenzfaktors zu groß, da er von zu vielen Faktoren beeinflusst wird, um ein genaues Messergebnis zu erzielen. Daher sind Messungen in diesem Bereich aufgrund der hohen Unsicherheiten nicht sinnvoll.

Beim Betakoinzidenzfaktor ist es nicht sinnvoll eine Funktion aufzustellen, die sowohl von der Abklingzeit als auch von der Bestäubungszeit abhängt, da er nicht durch die Bestäubungszeit beeinflusst wird. Allerdings ist eine Abhängigkeit von der Ventilationsrate der Raumluft zu beobachten. In der Praxis ist es jedoch nicht sinnvoll die Ventilationsrate mit in die Abklingformel einzubinden, da sie für einzelne Räume meist nicht ermittelt werden kann. Die Funktion mit dem kleinsten Korrekturfaktor ist für den Strahlenschutz die konservativste Wahl. Dadurch kommt es eher zu einer Überschätzung der künstlichen Aktivität als zu einer Unterschätzung.

$$F_\beta = 4,30 + 1,29 \cdot e^{-\frac{1,39}{t_a - 2}} \quad (\text{Gl. 2})$$

Die maximale Überschätzung für die Betastrahler ergibt sich zu  $0,03 \text{ Bq m}^{-3}$  bei einer geforderten Erkennungsgrenze von  $10 \text{ Bq m}^{-3}$ . Diese Formel gilt aber nur bei einer Abklingzeit  $t_a > 2$  h.

Dabei sollten auf Grund kleiner baulicher Unterschiede in den Zählrohren die Funktionen 1 und 2 an allen Messgeräten und Messplätzen ermittelt werden. Aus der Literatur entnommene oder an anderen Messgeräten ermittelte Korrekturfaktoren können zu einer Über- oder Unterschätzung der Raumluftaktivitätskonzentration von mehreren  $100 \text{ mBq m}^{-3}$  führen.

## 5 Umweltschutz

### 5.1 Administrativer Umweltschutz

#### 5.1.1 Beauftragte im Umweltschutz

J. Brand, K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist durch die Rechtsvorschriften zum betrieblichen Umweltschutz verpflichtet, einen Betriebsbeauftragten für Abfall, Gewässerschutz, Immissionsschutz sowie einen Gefahrgutbeauftragten zu bestellen. Die Aufgaben dieser Umweltschutzbeauftragten wurden im Berichtsjahr durch zwei Mitarbeiter der Gruppe „Beauftragte im Umweltschutz“ 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 Gruppe ist organisatorisch in die Hauptabteilung Sicherheit (HS) eingebunden, 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 Kontrolle und Überwachung, Beratung, Information und Dokumentation. Zusätzlich werden von den Umweltschutzbeauftragten die wiederkehrenden Prüfungen innerhalb des Zentrums überwacht sowie Aufgaben im Hinblick auf die Umsetzung der Gefahrstoffverordnung wahrgenommen.

#### 5.1.2 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.

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. 5-1 sind die neue Aufgabenverteilung sowie der Informationsfluss bei der Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen dargestellt.

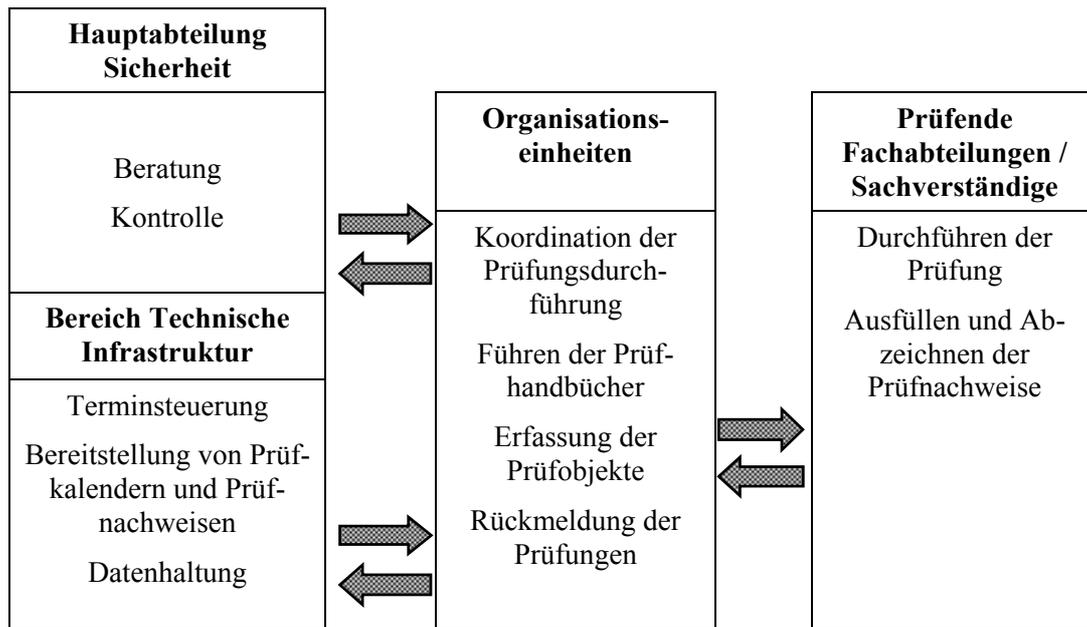


Abb. 5-1: Wiederkehrende Prüfungen – Aufgabenverteilung und Informationsfluss

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.

### 5.1.3 Umsetzung der Gefahrstoffverordnung

K. Dettmer, P. Kraft

Die Gefahrstoffverordnung fordert im Rahmen der Ermittlungspflichten des Arbeitgebers die Erstellung und Führung eines Gefahrstoffkatasters. Darüber hinaus sind die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit Gefahrstoffen umgehen, über deren gefährliche Eigenschaften sowie über die anzuwendenden Schutzmaßnahmen zu unterrichten. In diesem Zusammenhang müssen Sicherheitsdatenblätter bereitgehalten und arbeitsplatz- und stoffbezogene Betriebsanweisungen zu den verwendeten Gefahrstoffen erstellt werden.

Zur elektronischen Erfassung von Gefahrstoffen können die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den einzelnen Organisationseinheiten ein zentrales Datenbankprogramm nutzen. Es bietet die Möglichkeit, Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften und andere Gefahrstoffe direkt bei der Beschaffung zu registrieren und über den Verbleib der Stoffe Buch zu führen.

Für das Jahr 2004 ist vorgesehen, das Bestellwesen des Forschungszentrums mit Hilfe eines im SAP-R/3 aufgebauten Katalogsystems neu zu organisieren. Der Vorteil dieses Bestellsystems besteht darin, dass eine Bestellung dezentral ausgelöst und das benötigte Produkt direkt aus einem Katalog vom Besteller exakt selektiert werden kann. Im Hinblick auf die Umsetzung der Gefahrstoffverordnung bedeutet dies, dass eine deutlich größere Auswahl von Stoffen als bisher bereits unmittelbar beim Bestellvorgang mit den für das Gefahrstoffkataster erforderlichen Daten elektronisch verbunden ist. Alle Bestellungen aus Lieferantenkatalogen werden im Kataster räumlich den einzelnen Organisationseinheiten zugewiesen und lassen sich direkt beim Bestellvorgang sowie zu jedem späteren Zeitpunkt mit einem Umgangsort im gefahrstoffrechtlichen Sinne verknüpfen. Das

Kataster wird in einem im Berichtsjahr neu entwickelten Datenbankprogramm geführt, dessen Bedienung im Vergleich zum bisherigen Katastersystem deutlich vereinfacht werden konnte.

Im Berichtszeitraum wurden die Sicherheitsdatenblätter der im Zentrum vorhandenen Stoffe in einer zentralen Datenbank bei der Hauptabteilung Sicherheit routinemäßig auf dem aktuellen Stand gehalten. Die Datenbank, deren Inhalt sich aus unterschiedlichen Informationsquellen zusammensetzt, steht neben den kommerziell erhältlichen Datenbanken mit den Stoffinformationen der Chemikalienhersteller allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zur Verfügung. Sie kann zur allgemeinen Information über Gefahrstoffe sowie zur Erstellung von gefahrstoff- und arbeitsplatzbezogenen Betriebsanweisungen herangezogen werden. Die EG-Sicherheitsdatenblätter aus dieser Datenbank können von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Forschungszentrums über das Intranet abgerufen werden. Als zentrale Dienstleistung wurden außerdem Gebindekennzeichnungen für den Umgang (Gefahrstoffetiketten) und schriftliche Weisungen für Fahrzeugführer beim Gefahrguttransport (Unfallmerkblätter) erstellt.

#### 5.1.4 Beförderung gefährlicher Güter und Gefahrgutumschlag

##### J. Brand

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist an der Beförderung gefährlicher Güter in mehreren Funktionen beteiligt. Dies hat zur Folge, dass gesetzliche Pflichten für die Transportvorbereitung (Auftraggeber, bzw. Versender, Verpacker, Verlader) und für die Transportnachbereitung (Empfänger) wahrgenommen werden müssen. Die Beförderungen finden mit den Verkehrsträgern Straße, Schiene und im Luftverkehr, gelegentlich auch im Seeverkehr statt. Regelmäßig werden fast alle Klassen gefährlicher Güter<sup>5)</sup> versendet und empfangen, mit Ausnahme von Explosivstoffen (Klasse 1) und von ansteckungsgefährlichen Stoffen (Klasse 6.2).

Aus praktischen Gründen lassen sich die Aktivitäten des Forschungszentrums im Zusammenhang mit der Gefahrgutbeförderung in den Umschlag radioaktiver Gefahrgüter der Klasse 7 und den Umschlag sonstiger nicht-radioaktiver Gefahrgüter unterteilen. Obwohl die Vorschriften für alle Gefahrgutklassen strukturell gleich sind, ist die Beförderung von Gütern der Klasse 7 jedoch aufgrund der besonderen Eigenschaft radioaktiver Stoffe an besondere technische und organisatorische Voraussetzungen geknüpft. In erster Linie sind davon die materiellen Verpackungs- und Versandanforderungen betroffen.

Deshalb wurden im Forschungszentrum alle Tätigkeiten, die mit der Beförderung von Gefahrgut 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.

Für die Beförderung radioaktiver Gefahrgüter der Klasse 7 ist die Abwicklung ausgehender Transporte beschränkt auf die Beförderungsleitstelle der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB). 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. Lediglich der Versand von radioak-

---

<sup>5)</sup> Gefahrgüter werden nach der Art ihrer Gefährlichkeit in 9 Klassen eingeteilt. Diese Gefahrgutklassen sind verkehrsträgerübergreifend 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.

tiven Präparaten für die nuklear-medizinische Diagnostik sowie aktivierter Maschinenteile der Hauptabteilung Zyklotron (HZY) wird ohne Beteiligung der Beförderungsleitstelle durch HZY selbst organisiert und veranlasst.

Für Beförderungen radioaktiver Stoffe, die vom Forschungszentrum ausgehen, werden zuverlässige Transportunternehmen mit – sofern erforderlich – entsprechender Beförderungsgenehmigung beauftragt. Insgesamt wurden von der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) 161 An- und Abtransporte über die Verkehrsträger Straße und Schiene abgewickelt (teilweise mit anschließendem Lufttransport). Durch die Hauptabteilung Zyklotron wurden 790 Sendungen mit den Isotopen F-18 und I-123 sowie rund 100 Sendungen mit aktivierten Maschinenteilen (vorwiegende Nuklide: Cr-51, Co-56, Bi-206, Bi-205, Zn-65) vorbereitet und zur Beförderung übergeben. Die Transporte erfolgten überwiegend auf der Straße mit Pkw oder Kleintransportern zu den Kunden bzw. in bestimmten Fällen zu Flughäfen für die sich anschließende Weiterbeförderung im Luftverkehr.

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 120 Anlieferungen sowie 10 ausgehende Sendungen von Feinchemikalien und technischen Chemikalien. Heizöl wurde 2003 nicht angeliefert. Über die Abfallwirtschaftszentrale wurden 36 Abtransporte von gefährlichen Abfällen (als Gefahrgut) durchgeführt. Insgesamt wurden rund 2500 Mg nicht-radioaktiver Gefahrgüter umgeschlagen.

Im Berichtszeitraum kam es weder zu Unfällen, noch zu sicherheitsrelevanten besonderen Vorkommnissen. Insgesamt wurden etwa 90 Einzelvorgänge zum Gefahrgutumschlag durch den Gefahrgutbeauftragten kontrolliert. Einige Mängel wurden bei der Anlieferung bzw. Annahme radioaktiver Stoffe bei der Beförderungsleitstelle bzw. bei nicht-radioaktiven Gefahrgütern bei EKM-MW (Wareneingang) sowie bei innerbetrieblichen Transporten festgestellt. Die Mängel wurden den Verantwortlichen der Hersteller, Lieferanten und Speditionen mit der Maßgabe zur Beseitigung mitgeteilt.

Insgesamt gab es wenig Anlass zu Beanstandungen. Allgemein ist ein hohes Sicherheitsniveau festzustellen, das zurückgeführt werden kann auf eine übersichtliche Organisation, die intensive Beratungstätigkeit und Informationsvermittlung sowie eine gewissenhafte und vertrauensvolle 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 Verladerpflichten hinausgehen. Im Berichtszeitraum

wurden die Verfahrensanweisungen und Kontrolllisten für die Annahme und den Abtransport radioaktiver Stoffe 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 wird eine intensive Beratungs-, Informations- und Schulungstätigkeit verfolgt. Aufgrund der wiederum größeren inhaltlichen Änderungen der Vorschriften im Berichtszeitraum wurden alle am Gefahrgutumschlag beteiligten Mitarbeiter der Abfallwirtschaftszentrale (BTI-V-ES), von EKM, HZY, HS-ÜM sowie der HDB tätigkeitsbezogen geschult und auf die neuen 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 Probleme aller Art im Zusammenhang mit dem Gefahrgutumschlag zu gewährleisten.

#### 5.1.5 Kreislaufwirtschaft und Abfallbeseitigung

##### J. Brand

Der Vollzug und die Umsetzung der Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) sowie des mittlerweile 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 insbesondere 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 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.

Die Art und Menge der im Berichtszeitraum entsorgten nicht-radioaktiven Abfälle des Forschungszentrums sind nach den Entsorgungsarten Beseitigung und Verwertung in nachstehenden Tabellen aufgeführt.

<b>Abfallbezeichnung</b>	<b>Abfallschlüssel-Nr.</b>	<b>Menge [Mg]</b>
Andere Reaktions- und Destillationsrückstände (Reaktions- und Destillationsrückstände)	07 02 08 (bü)	0,1
Wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (sonstige Konzentrate und Halbkonzentrate)	07 07 01 (bü)	6,0
Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten (alte Farben und Lacke)	08 01 11 (bü)	3,1
Tonerabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 03 17 fallen (Verbraucher Toner)	08 03 18 (üb)	0,7
Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern (Öl- und Benzinabscheiderinhalte)	13 05 02 (bü)	3,6
Schlämme aus Einlaufschächten (Sandfangrückstände)	13 05 03 (bü)	4,6
Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Eisenmetallbehältnisse)	15 01 10 (bü)	0,2
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)	4,4
Gase in Druckbehältern mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 05 04 fallen (Spraydosen)	16 05 05 (üb)	0,1
gebrauchte anorganische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten (Laborchemikalien anorganisch)	16 05 07 (bü)	1,7
gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten (Laborchemikalien organisch)	16 05 08 (bü)	3,0
Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält (Mineralfaserabfälle)	17 06 03 (bü)	41,4
Asbesthaltige Baustoffe	17 06 05 (bü)	11,5
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen (Baustellenabfälle)	17 09 04 (üb)	38,5
Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser (Klärschlamm)	19 08 05 (üb)	137,0
gemischte Siedlungsabfälle (hausmüllähnliche Gewerbeabfälle)	20 03 01 (üb)	351,3
	<b>Summe</b>	<b>607,0</b>

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

Tab. 5-1: Abfälle zur Beseitigung 2003

<b>Abfallbezeichnung</b>	<b>Abfallschlüssel-Nr.</b>	<b>Menge [Mg]</b>
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung (Fettabscheiderinhalte)	02 02 04 (üb)	32,4
Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 01 04 fallen (Sägespäne Schäfer)	03 01 05 (nü)	2,7
Salpetersäure und salpetrige Säure (Salpetersäure)	06 01 05 (bü)	40,0
Quecksilberhaltige Abfälle	06 04 04 (bü)	0,02
Halogenorganische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	07 01 03 (bü)	2,6
Halogenorganische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	07 07 03 (bü)	1,9
Andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (halogenfrei)	07 07 04 (bü)	3,1
Tonerabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 03 17 fallen (Tonerkartuschen)	08 03 18 (nü)	1,5
Entwickler und Aktivatorlösungen auf Wasserbasis	09 01 01 (bü)	1,1
Fixierbäder	09 01 04 (bü)	1,2
Filme und fotografische Papiere, die Silber oder Silberverbindungen enthalten (Filmabfälle)	09 01 07 (nü)	0,4
Andere Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten (Edelmetallabfälle)	11 01 98 (bü)	0,05
Halogenfreie Bearbeitungsemlusionen und -lösungen (Bohr- und Schleifölemulsionen)	12 01 09 (bü)	17,5
Strahlmittelabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 16 fallen (Strahlsand)	12 01 17 (üb)	53,2
Nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis (Altöl, mineralisch)	13 02 05 (bü)	16,5
Nichtchlorierte Isolier- und Wärmeübertragungsöle auf Mineralölbasis	13 03 07 (bü)	70,9
Öle aus Öl-/Wasserabscheidern (Frostschutzmittel)	13 05 06 (bü)	1,3
Fluorchlorkohlenwasserstoffe, H-FCKW, H-FKW	14 06 01 (bü)	0,3
Andere Lösemittel und Lösemittelgemische	14 06 03 (bü)	0,1
Verpackungen aus Metall (Leergebinde)	15 01 04 (nü)	1,3
Gemischte Verpackungen („Grüner Punkt“)	15 01 06 (nü)	23,4
Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Metall- und Kunststoffbehälter)	15 01 10 (bü)	2,2

<b>Abfallbezeichnung</b>	<b>Abfallschlüssel-Nr.</b>	<b>Menge [Mg]</b>
Verpackungen aus Metall, die eine gefährliche feste poröse Matrix (z.B. Asbest) enthalten, einschließlich geleerter Druckbehältnisse	15 01 11 (bü)	0,03
Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a.n.g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Ölverunreinigte Betriebsmittel)	15 02 02 (bü)	6,1
Altreifen (Altreifen)	16 01 03 (üb)	2,4
Gebrauchte Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 02 09 bis 16 02 13 fallen (Großgeräte)	16 02 14 (nü)	5,8
Gebrauchte Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 02 09 bis 16 02 13 fallen (Elektronikschrott)	16 02 14 (nü)	46,4
Gebrauchte Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 02 09 bis 16 02 13 fallen (Magnetbänder)	16 02 14 (nü)	1,9
Gebrauchte Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 02 09 bis 16 02 13 fallen (Bildschirme)	16 02 14 (nü)	2,1
Gefährliche Stoffe enthaltende Gase in Druckbehältern (einschließlich Halonen)	16 05 04 (bü)	2,1
Laborchemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten, einschließlich Gemische von Laborchemikalien (organisch)	16 05 06 (bü)	1,2
Laborchemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten, einschließlich Gemische von Laborchemikalien (Feuerlöschpulverreste)	16 05 06 (bü)	0,7
Gebrauchte anorganische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten (Druckgasbehälter mit anorganischen Flüssigkeiten)	16 05 07 (bü)	0,01
Bleibatterien (Bleiakkumulatoren)	16 06 01 (bü)	5,5
Ni-Cd-Batterien	16 06 02 (bü)	0,3
Alkalibatterien (außer 16 06 03) (Trockenbatterien)	16 06 04 (nü)	1,6
Beton (Bauschutt)	17 01 01 (nü)	14644,5
Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen	17 01 07 (nü)	78,5
Glas (Fensterglas)	17 02 02 (nü)	6,0
Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (Holz)	17 02 04 (bü)	35,5
Kohlenteerhaltige Bitumengemische (Asphalt)	17 03 01 (bü)	119,2
Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen (bitumenhaltige Dachbahnen)	17 03 02 (nü)	4,9

<b>Abfallbezeichnung</b>	<b>Abfallschlüssel-Nr.</b>	<b>Menge [Mg]</b>
Kohlenteer und teerhaltige Produkte (teerhaltige Materialien)	17 03 03 (bü)	19,1
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen	17 09 04 (nü)	197,0
Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	19 01 12 (üb)	44,0
Sieb- und Rechenrückstände (Kanal- und Sielabfälle)	19 08 01 (üb)	2,9
Papier und Pappe (Altpapier)	20 01 01 (nü)	337,5
Papier und Pappe (Datenschutzpapier)	20 01 01 (nü)	34,9
Glas (Flachglas)	20 01 02 (nü)	8,2
Glas (Gewerbe-, Laborglas)	20 01 02 (nü)	15,2
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	20 01 08 (nü)	12,3
Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle	20 01 21 (bü)	0,7
Gebrauchte Geräte, die Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten (Kühlschränke)	20 01 23 (bü)	0,8
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)	0,9
Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt	20 01 38 (nü)	124,9
Kunststoffe (Styropor)	20 01 39 (nü)	1,9
Kunststoffe (Schaumstoffe)	20 01 39 (nü)	0,6
Kunststoffe (PVC)	20 01 39 (nü)	11,7
Kunststoffe (PE)	20 01 39 (nü)	4,1
Metalle (Metallschrott)	20 01 40 (nü)	1269,7
Kompostierbare Abfälle (Gras- und Sträucher)	20 02 01 (nü)	93,7
Straßenkehricht	20 03 03 (nü)	20,820
<b>Summe</b>		<b>17439,1</b>

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

Tab. 5-2: Abfälle zur Verwertung 2003

Im Berichtszeitraum zeigte sich, wie in den Vorjahren, dass durch verbesserte Sortierleistung bei der Erfassung qualitativ hochwertige Verwertungswege, die auch wirtschaftlich sind, eingeschlagen werden können. Die Umsetzung der umfangreichen Anforderungen im Bereich des Abfallrechts erforderte im Berichtszeitraum einen hohen Aufwand für den Informationsaustausch und für die Kommunikation mit externen Entsorgern und Behörden.

Die bislang unterschiedlichsten Formen der Abweichung von den vorgeschriebenen Nachweisverfahren, insbesondere bei der Rücknahme ge- bzw. verbrauchter Produkte als besonders überwachungsbedürftige oder überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung oder Beseitigung (z.B. Altbatterien oder Altchemikalien) sind nun teilweise legitimiert. So ist bei einer verordneten Rücknahme oder Rückgabe nach § 24 KrW-/AbfG (z.B. durch BattV) bzw. bei Freistellungen 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.

Allerdings wurde in einem Fall die Entsorgung eines fremden Sonderabfalls (kontaminierte Bahnschwellen) unter massiver Nichtbeachtung der internen Regelungen zur Abfallentsorgung und ohne Einschaltung der Abfallwirtschaftszentrale oder des Abfallbeauftragten im Namen des Forschungszentrums eigenmächtig veranlasst, was jedoch durch die interne Überwachung festgestellt und verfolgt werden konnte. Des Weiteren kam es bei der Entsorgung von Altöl zu einem unbeabsichtigten Eintrag von PCB-haltiger Elektroisierflüssigkeit und zur Verunreinigung einer größeren Altölmenge bei der Entsorgungsanlage. Eine energetische Verwertung war dennoch möglich. Die interne Herkunft des Problemstoffes wurde bei einer auf dem Betriebsgelände ansässigen Fremdfirma festgestellt, die Kontamination wurde zusätzlich durch weitere externe Abfallerzeuger mit verursacht.

Bei der internen Abgabe von Abfällen wurde durch ungenügende Weitergabe von Informationen nicht ausreichend auf die Anwesenheit und das Gefahrenpotential eines gefährlichen Inhaltsstoffes hingewiesen, was zu Problemen bei der weiteren Entsorgung führte. Dies wurde zum Anlass genommen, zentrumsweit auf die besonderen Mitteilungspflichten der Mitarbeiter bei der Abgabe von Abfällen im Hinblick auf den Arbeits- und Umweltschutz hinzuweisen.

Darüber hinaus wurden vereinzelt Defizite bei der Sammlung und Sortierung von Fremdfirmenabfällen im Zusammenhang mit Bautätigkeiten auf dem Betriebsgelände offenkundig und mit den jeweiligen Bauleitungen kommuniziert. Die Beanstandungen wurden zum Anlass genommen, entsprechende Klarstellungen in die Baustellenordnung mit aufzunehmen.

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.

Entsprechend der Abfallwirtschaftskonzept- und Abfallbilanzverordnung wurde die Abfallbilanz des Forschungszentrums für das Jahr 2003 erstellt. Diese gemeinsame Bilanz des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH, der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Betriebsgesellschaft mbH, des Europäischen Instituts für Transurane und der Interessengemeinschaft Kraftfahrzeuge des Forschungszentrums dokumentiert den Anfall nach Art und Menge sowie die Entsorgung nach Entsorgungsweg und -anlage der besonders überwachungsbedürftigen und überwachungsbedürftigen Abfälle auf dem Betriebsgelände. Das laufende Abfallwirtschaftskonzept des Forschungszentrums für den Zeitraum 2000-2004 ist ebenfalls als gemeinsames Konzept ausgearbeitet.

### 5.1.6 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 problemlos aufrecht erhalten werden. Alle erforderlichen Wartungsarbeiten wurden ordnungsgemäß ausgeführt. Die Überwachungseinrichtungen der Anlage arbeiteten einwandfrei.

Die Versuchsanlagen TAMARA und THERESA des Instituts für Technische Chemie befanden sich im Berichtszeitraum im routinemäßigen kampagnenweisen Versuchsbetrieb. Die Anlagen arbeiteten problemlos. Die Anlagen wurden vorschriftsgemäß gewartet und überwacht.

Die Wärmeversorgungsanlagen des Zentrums, das Fernheiz- und das Blockheizkraftwerk arbeiteten im Berichtszeitraum vorschriftsmäßig und hielten die vorgegebenen Grenzwerte ein.

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.

### 5.1.7 Gewässerschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt ein umfangreiches Trennkanalisationssystem für häusliches Schmutzwasser (Sanitärabwasser), Abwasser aus Werkstätten, Labors und technischen Bereichen sowie Regenwasser. Die Ableitung des Regenwassers erfolgt über ein separates Netz in den Hirschkanal als Vorfluter. Die anderen Abwasserarten werden in zwei separaten Kläranlagen, der biologischen und der chemischen Kläranlage gereinigt. Als Vorfluter für das gereinigte Abwasser aus den Kläranlagen des Forschungszentrums dient der Rhein.

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 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 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 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 durch die Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Grenzwerte und darüber hinausgehender Auflagen der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden. Ausführliche Berichte über die Ergebnisse der Abluft-, Abwasser- und Umgebungsüberwachung werden dem Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vierteljährlich übersandt.

Die radioaktiven Ableitungen aller genehmigungsbedürftiger Emittenten des Forschungszentrums werden von der Koordinierungsstelle Abluft bei HS-TBG erfasst und kontrolliert. Dies erfolgt auf der Grundlage eines sog. Abluftplanes, in dem die zulässigen Ableitungen der verschiedenen Emittenten hinsichtlich der zu überwachenden Radionuklide 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 sowie die Ergebnisse der Dosisberechnungen für die Umgebung auf der Grundlage der bilanzierten Ableitungen sind in Kap. 5.2.2 dieses Berichts dargestellt.

Die Überwachung des Radioaktivitätsgehaltes von Chemieabwässern, die in Betriebsstätten des Forschungszentrums anfallen, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird, erfolgt zentral durch HS-ÜM. Die Aktivitätskonzentrationen der aus den einzelnen Abwassersammelstationen gezogenen Abwasserproben werden ebenfalls bei HS-ÜM gemessen. Durch Vergleich der Messergebnisse mit genehmigten Werten wird in jedem Einzelfall über das Erfordernis einer Dekontamination der Abwässer entschieden. Die Bilanzierung der mit dem Abwasser insgesamt in den Vorfluter abgeleiteten Radioaktivität erfolgt anhand der Messergebnisse für mengenproportionale Mischproben aus den Speicherbecken der Kläranlage für Chemieabwasser. Über die Ergebnisse der routinemäßigen Abwasserüberwachung und der Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung wird in Kap. 5.2.3 berichtet.

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 ist in Kap. 5.2.4 gegeben.

Darüber hinaus erfolgt in Kap. 5.2.1 zunächst die Berichterstattung über die Ableitungen nicht-radioaktiver Stoffe mit der Fortluft für die Anlagen, deren Betrieb nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz zu genehmigen war.

#### 5.2.1 Emission nicht-radioaktiver Stoffe im Jahr 2003

##### 5.2.1.1 Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe

###### U. Hoepfener-Kramar (HDB)

Die bei der HDB angelieferten und erzeugten brennbaren festen und flüssigen radioaktiven Reststoffe wurden im Jahr 2003 in der Anlage VP 10 verbrannt. Dabei wurden 1.465,2 m<sup>3</sup>  $\alpha$ - und  $\beta$ -kontaminierte Feststoffe und parallel dazu 4,04 m<sup>3</sup>  $\alpha$ - und  $\beta$ -kontaminierte Öle und Lösungsmittel in 3338 Betriebsstunden verarbeitet.

Die Emissionsüberwachung von nicht-radioaktiven Stoffen erfolgt mittels Messgeräten, die als eignungsgeprüft nach den Richtlinien des Bundesministers 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, die beim Betrieb im Jahre 2003 gemessenen Konzentrationen sowie über die Gesamtableitung. Neben den in Tab. 5-4 aufgeführten Messungen wurde gegen Ende des Jahres 2003 eine Dioxin-Emissionsmessung an der Anlage durchgeführt. Die Messergebnisse lagen unter 0,0028 ng/m<sup>3</sup> ITE-Äquivalent. Ergänzend wurden auch Schwermetallmessungen durchgeführt. Die gesamte Anlage zur Messung der chemischen Emissionen wurde im Berichtsjahr neu kalibriert.

Schadstoff	Konzentrationsgrenzwert nach 17. BImSchV <sup>1)</sup> mg/Nm <sup>3</sup>	gemessene Konzentration mg/Nm <sup>3</sup>	Emissionsfracht Mg
HCl	10	0,2*	0,0011
SO <sub>2</sub>	50	1,7*	0,0053
CO	50	17,80*	0,043
Staub	10	0,7*	0,0019
Gesamt-C	10	1,7*	0,0036
NO <sub>x</sub>	200	118,3*	0,484
HF	1	0,57**	-
PCDD/PCDF	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	0,0028** ng/Nm <sup>3</sup>	-
Hg	0,05	< 0,02**	-
Staubinhaltsstoffe Cd und Tl	0,05	<0,02**	-
Staubinhaltsstoffe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	0,5	0,075**	-

<sup>1)</sup> Tagesmittelwerte

\* Jahresmittelwerte

\*\* gemittelt über 2-3 Tage

Tab. 5-4: Emissionsdaten im Jahr 2003 für die Verbrennungsanlage der HDB

#### 5.2.1.2 Versuchsanlagen TAMARA und THERESA

H.-G. Dittrich (ITC-TAB)

Im Jahr 2003 wurden an der Versuchs-Müllverbrennungsanlage TAMARA drei Versuchskampagnen zu je 2 Wochen durchgeführt. In Tab. 5-5 sind die über alle drei Versuchskampagnen gemittelten Massenkonzentrationen der emittierten Schadstoffe aufgeführt. An der Versuchs-Müllverbrennungsanlage THERESA wurden drei Versuchskampagnen zu je drei Wochen durchgeführt. In Tab. 5-5 sind die Mittelwerte über diese drei Kampagnen 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<sub>org</sub>-Wert liegt bei der Anlage THERESA über dem Grenzwert. Dies rührt daher, dass beim Anfahren der kalten Anlage über längere Zeit keine ausreichenden Verbrennungstemperaturen erreicht und damit zwangsweise hohe Mengen an CO und unverbranntem C<sub>org</sub> ( 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. Diesem Antrag wurde noch nicht entsprochen, so dass hier die Anfahrvorgänge bei der Mittelwertbildung zu berücksichtigen waren. Alle anderen Emissionen liegen unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.

Schadstoff	Konzentrations- grenzwert nach 17. BImSchV <sup>1)</sup> mg/Nm <sup>3</sup>	Schadstoffkonzentration in mg/Nm <sup>3</sup> trocken, normiert auf 11 % O <sub>2</sub> *	
		TAMARA	THERESA
HF	1 mg/Nm <sup>3</sup>	≤0,2	≤0,2
HCl	10 mg/Nm <sup>3</sup>	≤2,0	6,5
SO <sub>2</sub>	50 mg/Nm <sup>3</sup>	15	≤10
NO <sub>2</sub>	200 mg/Nm <sup>3</sup>	92	112
CO	50 mg/Nm <sup>3</sup>	14	23
C <sub>org</sub>	10 mg/Nm <sup>3</sup>	5	14
Staub	10 mg/Nm <sup>3</sup>	≤1,0	3,9
PCDD/PCDF	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	0,02 ng/Nm <sup>3</sup>	≤0,01 ng/Nm <sup>3</sup>
Hg	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>	≤0,01	≤0,01
Staubinhaltsstoffe Cd und Tl	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>	≤0,01	≤0,01
Staubinhaltsstoffe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	0,5 mg/Nm <sup>3</sup>	≤0,1	≤0,1

<sup>1)</sup> Tagesmittelwerte \* gemäß 17. BImSchV nur, wenn O<sub>2</sub>-Gehalt > 11% n.n. bedeutet „nicht nachweisbar“

Tab. 5-5: Emissionsdaten der Versuchsanlagen TAMARA und THERESA im Jahr 2003

### 5.2.1.3 Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk

#### W. Noll (BTI-V)

Das Blockheizkraftwerk wurde insgesamt 4460 Betriebsstunden mit Erdgas und überwiegend mit Eindüsung von vollentsalztem Wasser betrieben. Der Betrieb mit Heizöl war nicht erforderlich. Die drei Kessel im Fernheizwerk wurden insgesamt 7251 h betrieben, davon wurden 7234 h mit Erdgas und 8 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 <sub>x</sub>	27,106	7,667
CO	3,085	0,344

Tab. 5-6: Emissionsdaten der Heizwerke im Jahr 2003

## 5.2.2 Radiologische Fortluftüberwachung

### A. Wicke

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 Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg genehmigten „Abluftplans“. Dieser Abluftplan enthält für die einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe die zulässigen Jahres-, Wochen- oder Tagesabgaben, aufgeschlüsselt nach Radionukliden oder Radionuklidgruppen. Die Werte für den Abluftplan 2003 sind so festgelegt, dass die resultierende Strahlenexposition 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 <sub>AK</sub>	Schwebstoffe mit kurzlebiger $\alpha$ -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)
A <sub>AL</sub>	Schwebstoffe mit langlebiger $\alpha$ -Aktivität (Halbwertszeit $\geq$ 8 Tage)
A <sub>BK</sub>	Schwebstoffe mit kurzlebiger $\beta$ -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)
A <sub>BL</sub>	Schwebstoffe mit langlebiger $\beta$ -Aktivität (Halbwertszeit $\geq$ 8 Tage)
E	radioaktive Edelgase
G <sub>K</sub>	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. 5.2.2.2.5 aufgeführt und begründet.

Im Abluftplan für das Jahr 2003 waren Genehmigungswerte für 24 Emittenten ausgewiesen (siehe Abb. 5-2). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitungen über insgesamt 30 Emissionsstellen erfolgen. Die Zahl 24 ergibt sich dadurch, dass im Fall sehr nahe beieinanderliegender Emissionsstellen zur Vereinfachung der Ausbreitungsrechnungen mehrere zu einem Emittenten zusammengefasst wurden:

HZY:	Kamine KAZ und Boxenabluft
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 und Kalibrierung der für die Fortluftüberwachung eingesetzten Geräte werden von HS-ÜM durchgeführt. Die Fortluftüberwachung der Emittenten am Standort,

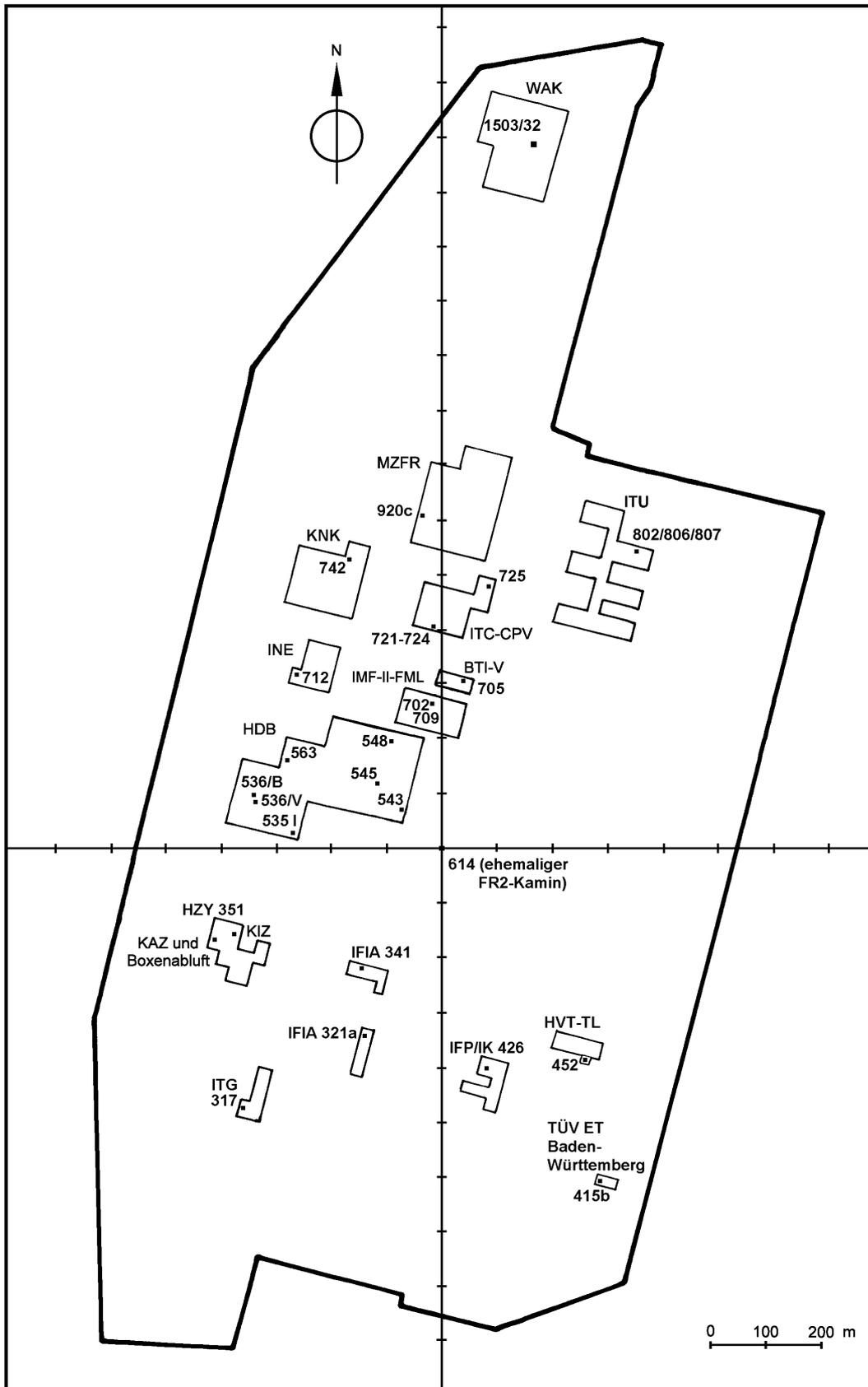


Abb. 5-2: Emittenten des Standorts „Forschungszentrums Karlsruhe“

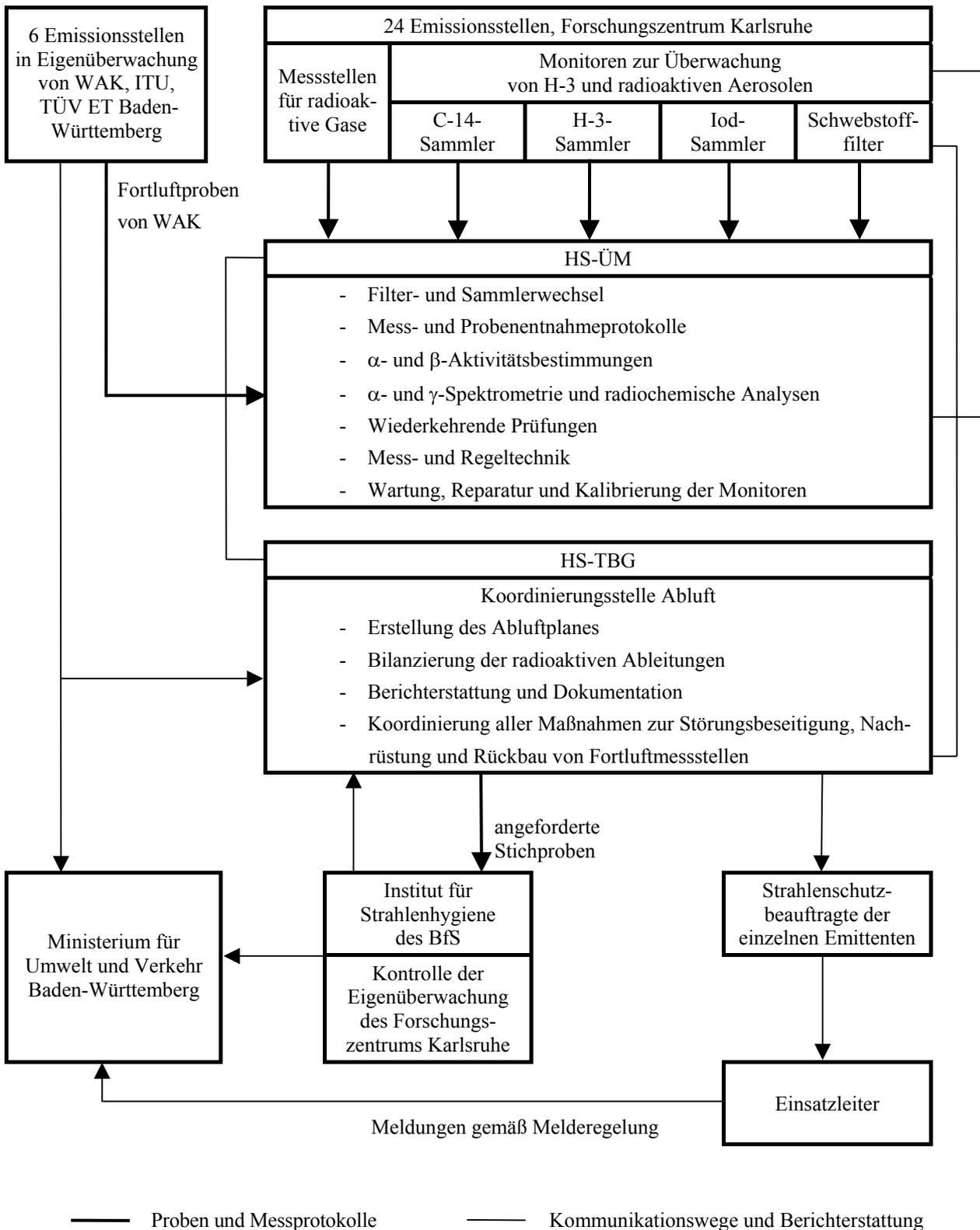


Abb. 5-3: Schematische Darstellung der Fortluftüberwachung im Forschungszentrum Karlsruhe

die nicht vom Forschungszentrum Karlsruhe GmbH betrieben werden, wie WAK, ITU und TÜV ET Baden-Württemberg, erfolgt durch die zuständigen Betreiber. Die Messergebnisse werden der Koordinierungsstelle Abluft als bilanzierenden Stelle bei HS-TBG mitgeteilt. Die Fortluftproben der WAK werden im Auftrag bei HS-ÜM ausgewertet.

Einzelheiten zur Messung und Bilanzierung von radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft sind aus Kap. 5.2.2.1 ersichtlich. Über die aufgrund dieser Ableitungen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe rechnerisch ermittelte Strahlenexposition wird in Kap. 5.2.2.2 berichtet. Bei der Dosisberechnung wurde auf ausdrücklichen Wunsch der zuständigen Aufsichtsbehörde die derzeit noch rechtsgültige „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung (alt)“ angewandt.

#### 5.2.2.1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2003

B. Messerschmidt, A. Wicke

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 2003 belief sich das Probenaufkommen auf eine Zahl von insgesamt rd. 2540 (siehe Abb. 5-4).

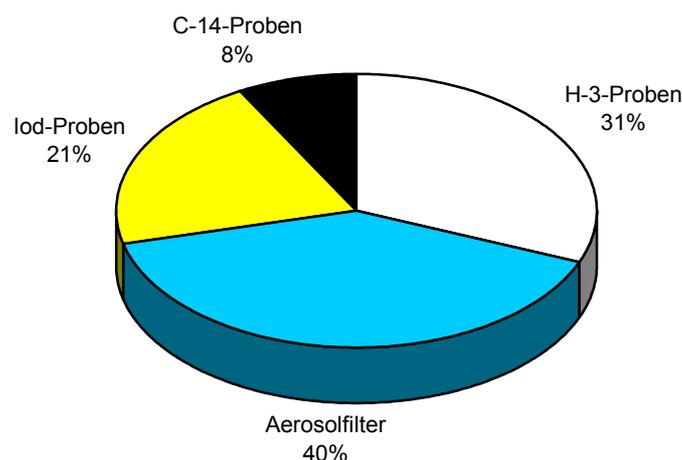


Abb. 5-4: Probenaufkommen in der Fortluftüberwachung im Jahr 2003 (Gesamtzahl 2540)

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

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 2003 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 2003		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten  μSv
		Bq/Woche	Bq/a	2003  Bq	2002  Bq	
ITG Bau 317 14 m	A <sub>BL</sub>		1,0 E06	4,3 E04	4,6 E03	< 0,001
IFIA Bau 321a 15 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> H-3		2,0 E05 2,0 E08 1,0 E13	2,2 E03 4,3 E04 1,7 E10	1,4 E03 1,8 E04 1,4 E08	< 0,001
IFIA Bau 341 15 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub>		1,0 E05 1,0 E07	5,5 E02 6,3 E04	4,3 E02 3,0 E04	< 0,001
HZY Bau 351 KIZ 36 m	A <sub>AK</sub> A <sub>AL</sub> A <sub>BK</sub> A <sub>BL</sub> E+G <sub>K</sub> I-123 I-126		1,0 E05 1,0 E05 5,0 E09 5,0 E07 1,0 E13 1,0 E10 5,0 E06	- - - - 2,1 E11 - -	- - - - 2,7 E11 - -	0,008
HZY Bau 351 KAZ 15 m und Boxenabluft 11 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BK</sub> A <sub>BL</sub> E+G <sub>K</sub> I-123 I-124 I-125 I-126	5,0 E03 5,0 E08 1,0E07 1,0 E12 5,0 E08 5,0 E06 5,0 E05 5,0 E05	1,0 E05 1,0 E10 2,0E08 2,0 E13 1,0 E10 1,0 E08 1,0 E07 1,0 E07	1,4 E02 - 4,3 E05 4,6 E12 8,4 E07 - 2,6 E04 0	5,3 E01 4,4 E04 9,8 E03 6,0 E12 3,8 E08 - 4,5 E04 0	0,56
TÜV ET Baden- Württemberg Bau 415b 10 m	I-131	5,0 E05	5,0 E06	2,8 E04	1,8 E03	< 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 2003 und 2002

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2003		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten
				2003	2002	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	µSv
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	5,4 E10	1,1 E11	0,003
HDB Bau 535 I 16,5	H-3		1,0 E11	1,0 E07	1,2 E07	< 0,001
HDB Bau 536/V (Ver- brennungs- anlage) 70 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> H-3 C-14 I-125 I-129 I-131	2,0 E06 1,0 E09 2,0 E12 7,0 E10 1,5 E07 1,5 E07 2,0 E07	4,0 E07 2,0 E10 4,0 E13 1,4 E12 3,0 E08 3,0 E08 4,0 E08	0 3,3 E05 1,3 E11 2,6 E10 0 0 0	1,1 E03 1,6 E06 1,8 E11 2,8 E10 0 8,0 E03 0	0,22
HDB Bau 536/B (Betriebs- räume) 16,5 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> H-3 I-125 I-129 I-131		1,0 E05 2,0 E07 5,0 E10 8,0 E05 1,0 E06 1,0 E06	0 0 5,3 E08 0 0 0	0 0 1,1 E09 0 0 0	< 0,001
HDB Bau 543 8 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> H-3 I-129		4,0 E05 4,0 E07 1,0 E10 1,0 E04	1,7 E03 1,5 E04 2,1 E06 6,2 E01	7,1 E02 4,1 E03 7,4 E05 1,5 E01	< 0,001
HDB Bau 545 20 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> H-3 C-14 I-125 I-129 I-131	1,0 E05 5,0 E07 2,0 E11 5,0 E09 2,5 E06 3,0 E05 5,0 E06	2,0 E06 1,0 E09 4,0 E12 1,0 E11 5,0 E07 6,0 E06 1,0 E08	1,8 E02 2,7 E04 1,9 E10 0 0 0 0	0 6,1 E03 3,9 E10 0 0 0 0	0,002

„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 2003 und 2002 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2003		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten
				2003	2002	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	µSv
HDB Bau 548 Ost und INE Bau 547 15 m und HDB Bau 548 West 15 m	A <sub>AK</sub>	5,0 E07	1,0 E09	-	-	0,008
	A <sub>AL</sub>	1,5 E05	3,0 E06	6,4 E02	0	
	A <sub>BL</sub>	2,0 E07	4,0 E08	7,7 E04	6,3 E05	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	8,5 E10	2,3 E10	
	C-14	2,5 E09	5,0 E10	0	9,5 E07	
	I-125	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
	I-129	1,0 E06	2,0 E07	0	0	
	I-131 E	4,0 E06 5,0 E10	8,0 E07 1,0 E12	0 1,1 E10	0 1,5 E10	
HDB Bau 563 14 m	A <sub>AL</sub>		1,0 E06	0	0	< 0,001
	A <sub>BL</sub>		1,0 E07	0	0	
	H-3		8,0 E11	2,9 E09	4,3 E09	
IMF II- FML Bau 702 60 m und Bau 709 60 m	A <sub>AL</sub>	2,0 E06	4,0 E07	6,6 E02	0	0,001
	A <sub>BL</sub>	5,0 E07	1,0 E09	0	0	
	H-3	5,0 E12	1,0 E14	8,3 E10	8,3 E10	
BTI-V Wäscherei Bau 705 5,5 m	A <sub>AL</sub>		1,0 E06	2,1 E03	1,7 E03	0,001
	A <sub>BL</sub>		1,0 E08	1,9 E04	1,6 E04	
INE Bau 712 60 m	A <sub>AL</sub>		1,0 E06	0	0	< 0,001
	A <sub>BL</sub>		1,0 E08	0	3,7 E03	
	H-3		1,0 E11	0	0	
	E		2,0 E11	-	-	
	I-125		2,0 E07	-	-	
	I-126		2,0 E07	-	-	
	I-129 I-131		1,0 E06 3,0 E07	- -	- -	
ITC-CPV Bau 721- 724 60 m	A <sub>AL</sub>		3,0 E06	0	0	< 0,001
	A <sub>BL</sub>		3,0 E08	0	1,9 E03	

„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 2003 und 2002 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2003		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten  µSv
				2003	2002	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	
ITC-CPV Bau 725 10 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub>		1,0 E05 1,0 E07	2,9 E02 3,2 E03	0 3,0 E03	< 0,001
KNK Bau 742 16 m	A <sub>BL</sub> H-3		5,0 E07 5,0 E11	5,0 E04 7,8 E09	0 5,2 E10	0,001
ITU Bau 802, 806, 807 50 m	A <sub>AK</sub> A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> E C-14 I-129 I-131 H-3	1,6 E09 5,0 E04 2,0 E07 2,0 E12 1,0 E09 5,0 E04 1,0 E06 5,0 E10	3,2 E10 1,0 E06 4,0 E08 4,0 E13 2,0 E10 1,0 E06 2,0 E07 1,0 E12	- 3,3 E03 5,2 E04 1,7 E12 - - - -	- 4,8 E03 3,0 E04 5,6 E11 - - - 1,1 E10	< 0,001
MZFR Bau 920c 99,5 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> H-3 C-14	5,0 E04 5,0 E07 4,0 E12	1,0 E06 1,0 E09 8,0 E13 1,0 E10	2,7 E03 4,8 E04 4,8 E11 0	3,2 E03 0 4,2 E11 0	0,007
WAK Bau 1503/ 1532 60 m	A <sub>AL</sub> A <sub>BL</sub> E H-3 I-129 I-131		7,4 E07 3,7 E09 1,0 E12 1,8 E13 1,0 E08 6,2 E08	1,2 E05 1,6 E06 1,0 E11 1,3 E10 2,7 E06 7,0 E06	9,9 E04 1,2 E06 1,0 E11 1,9 E10 2,6 E06 6,9 E06	0,065

„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 2003 und 2002 (Fortsetzung)

In den Abb. 5-5 a-g sind die monatlichen Radioaktivitätsableitungen mit der Fortluft im Jahr 2003 graphisch dargestellt. Es wird – aufgeschlüsselt nach Nuklidgruppen – unterschieden zwischen den Genehmigungsinhabern ITU, WAK und Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.

Für die Einrichtungen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH sind die Ableitungen für den Emissionsschwerpunkt HDB (7 Emittenten) und die 16 übrigen Emittenten getrennt dargestellt. Die Ableitungen des TÜV ET Baden-Württemberg, Bau 415b, wurden der Gruppe „Übrige“ zugerechnet (nur I-131).

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

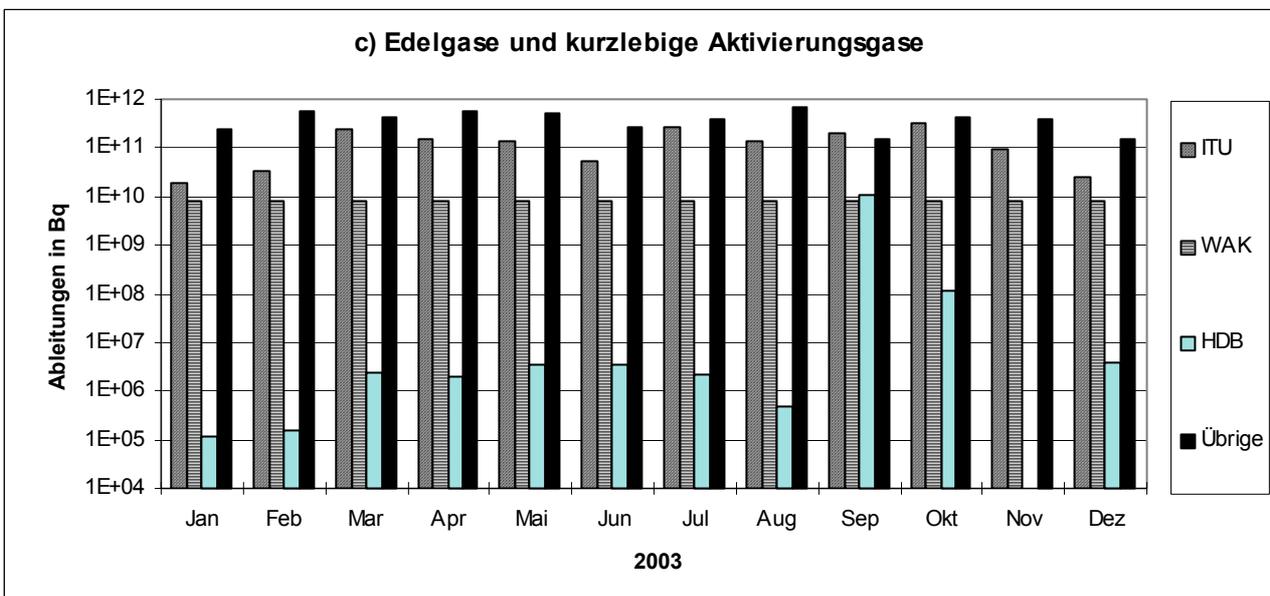
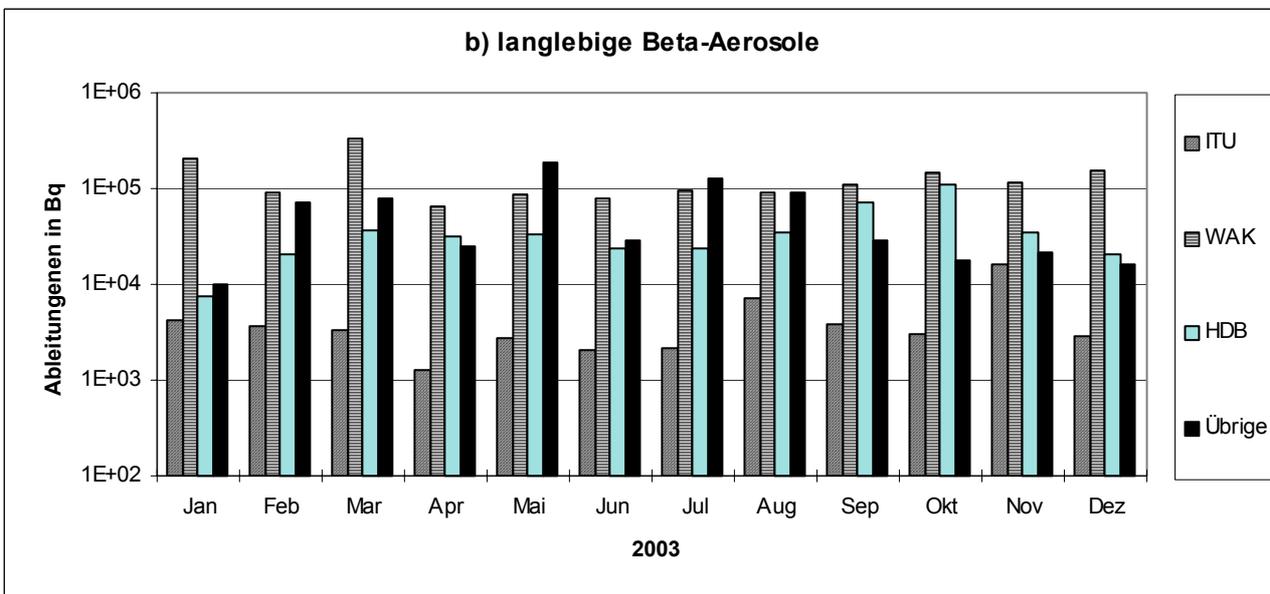
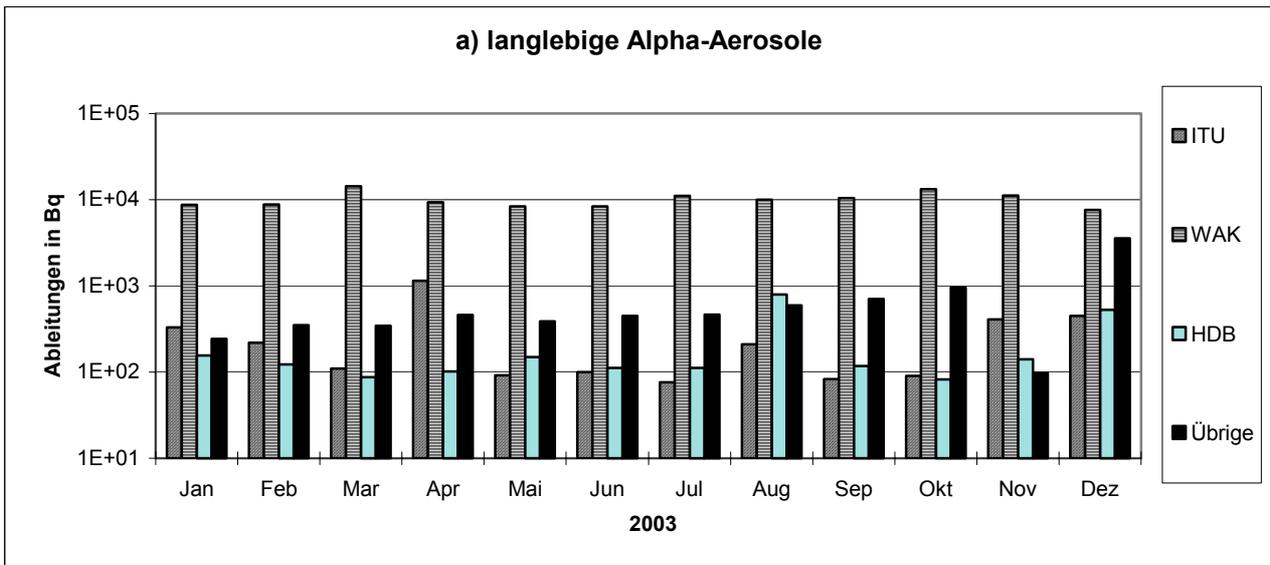


Abb. 5-5 a-c: Monatliche Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2003

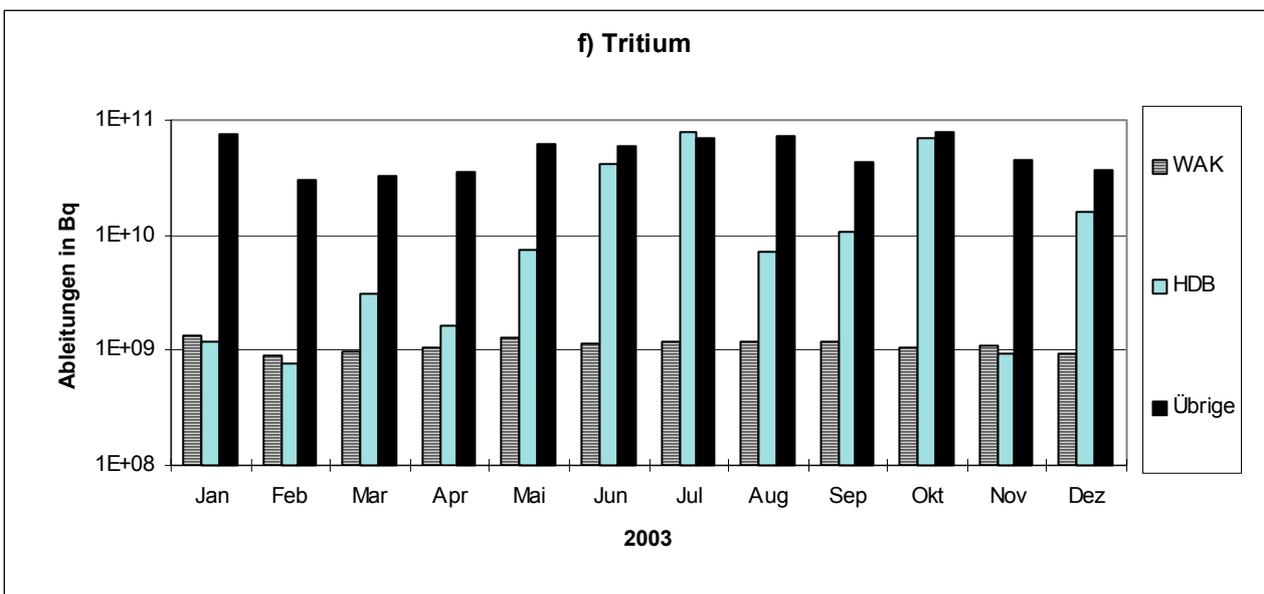
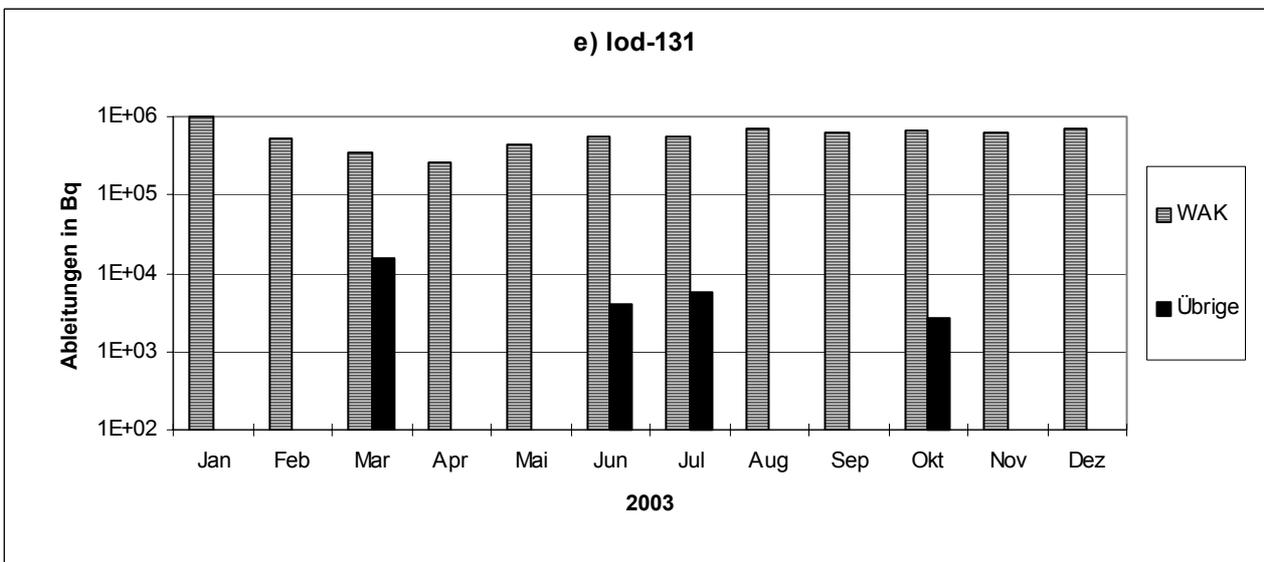
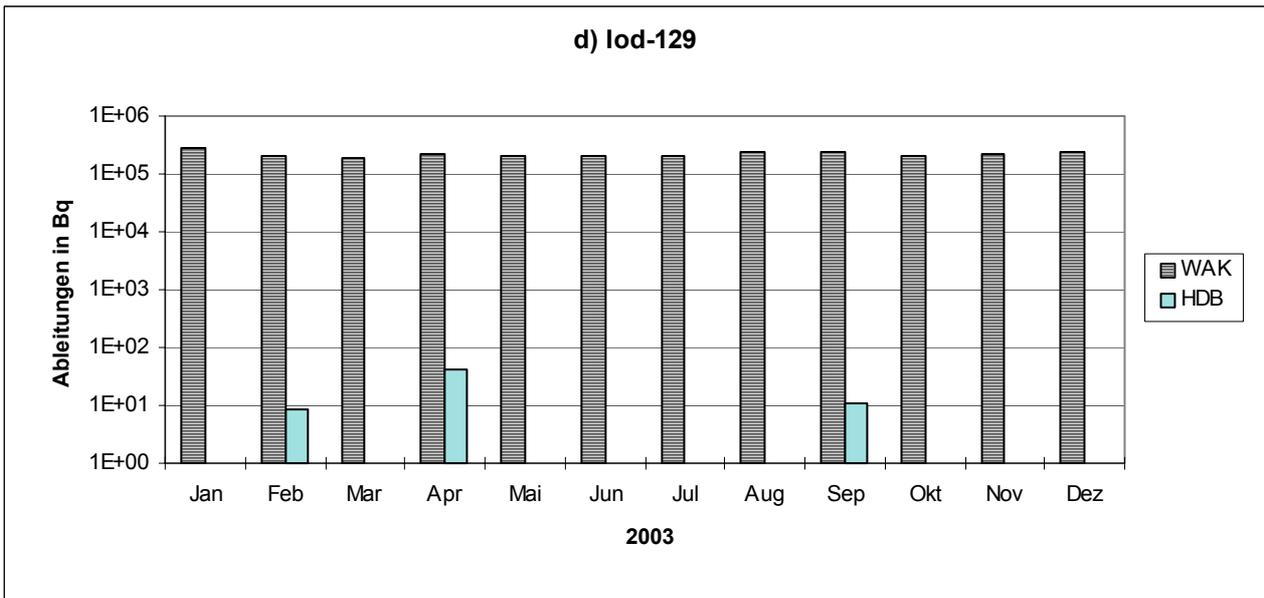


Abb. 5-5 d-f: Monatliche Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2003 (Fortsetzung)

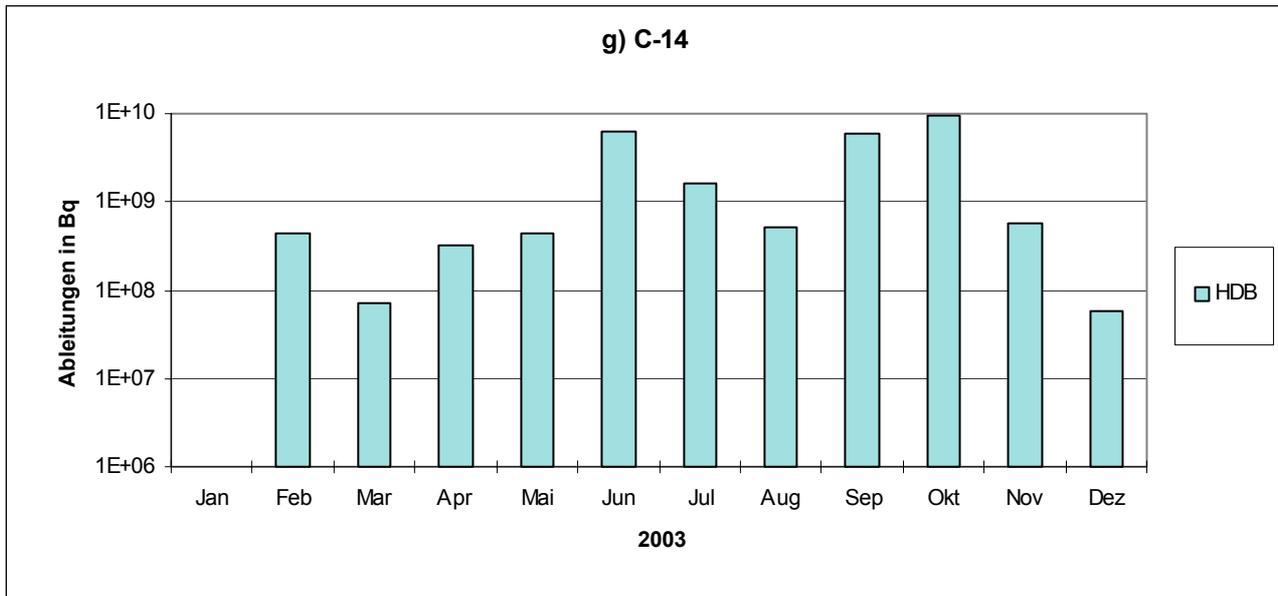


Abb. 5-5 g: Monatliche Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2003 (Fortsetzung)

#### 5.2.2.2 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2003

A.Wicke

##### 5.2.2.2.1 Berechnungsgrundlagen

Die Dosisberechnung erfolgte auf der Grundlage der monatlich bilanzierten Ableitungswerte der im Jahr 2003 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 Verzehrgewohnheiten 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 zugrundegelegt, 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.

#### 5.2.2.2.2 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 zugrundegelegt. 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 Ausbreitungsparameter 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  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  werden entsprechend Anhang 7 der AVV aus den dort angegebenen Ausbreitungskoeffizienten ermittelt.

#### 5.2.2.2.3 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 Aerosole 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.

#### 5.2.2.2.4 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-Submersionsdosis 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 mit dem FORTRAN Compiler Visual Fortran 5.0.

#### 5.2.2.2.5 Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuklide

Zur Dosisberechnung ist es erforderlich, für die in Kap. 5.2.2 angegebenen Nuklidgruppen Leitnuklide oder charakteristische Nuklidgemische festzulegen. Die erforderlichen anlagenspezifischen Festlegungen wurden für das Jahr 2003 überprüft und aktualisiert:

- Nuklidgruppe  $A_{AK}$ : Schwebstoffe mit kurzlebiger  $\alpha$ -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  $\alpha$ -Aktivität (Halbwertszeit  $\geq 8$  Tage)

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

IFIA, Bau 341: Pu-238 (Restkontaminationen)  
HZY-KAZ und Boxenabluft, Bau 351: Ra-226 (Bestrahlungsarbeiten)

Für die HDB wurde aufgrund der Handhabung  $\alpha$ -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 nitroser 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 zugrundegelegt.

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

Die Ableitung kurzlebiger  $\beta$ -Aktivität ist nur für das Zyklotron (HZY) von Bedeutung. Es werden produktionsbedingt folgende Leitnuklide angenommen:

HZY-KIZ, Bau 351: Re-186  
HZY-KAZ und Boxenabluft, Bau 351: F-18

- Nuklidgruppe  $A_{BL}$ : Schwebstoffe mit langlebiger  $\beta$ -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 kernbrennstoffhaltigen 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  $\beta$ -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 zugrundegelegt

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

ITG, Bau 317: S-35, org.

HZY-KIZ, Bau 351: Be-7

- Nuklidgruppe E/ $G_K$ : Radioaktive Edelgase und kurzlebige Aktivierungsgase

Von der HDB, Bau 548, und dem ITU wurde das radioaktive Edelgas Kr-85 abgeleitet, von IFP/IK Edelgas Ar-41. Bei den Ableitungen des Zyklotrons (HZY-KIZ und HZY-KAZ, Bau 351) wurde das kurzlebige Aktivierungsgas N-13 als Leitnuklid zugrundegelegt. Bei der WAK setzt sich die Edelgasableitung zu gleichen Teilen aus Kr-87 und Kr-88 zusammen.

- Nuklidgruppe I: Radioaktive Iodisotope

Die Dosisberechnung wurde mit allen bilanzierten Iodisotopen durchgeführt. Dabei wurde konservativ eine Ableitung in elementarer Form angenommen.

- 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 oxidierte Form angenommen.

- C-14

Es wird eine Ableitung in Form von  $^{14}\text{CO}_2$  zugrundegelegt. Bei der Dosisberechnung wurden die Inhalations-Dosisfaktoren für  $\text{CO}_2$  und die Ingestions-Dosisfaktoren für organische Verbindungen angewendet.

#### 5.2.2.2.6 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.

Expositionsprofil	maximale effektive Dosis	
	für Kleinkinder	für Erwachsene
Inhalation	0,004 $\mu\text{Sv}^*$	0,005 $\mu\text{Sv}^{**}$
Ingestion	0,40 $\mu\text{Sv}^*$	0,24 $\mu\text{Sv}^{**}$
Gammabodenstrahlung	0,002 $\mu\text{Sv}$	0,001 $\mu\text{Sv}$
Gammastrahlung	0,70 $\mu\text{Sv}$	0,58 $\mu\text{Sv}$
Summe über alle Expositionsprofile	1,1 $\mu\text{Sv}$	0,8 $\mu\text{Sv}$

Tab. 5-8: Maximale rechnerische Effektivdosen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2003 (70\*- bzw. 50\*\*,- Jahre Folgedosis)

Die Gesamtdosis ist gegenüber dem Vorjahr leicht zurückgegangen. Die Einzelergebnisse für die betrachteten Expositionsprofile – 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 Expositionsprofile am jeweils betrachteten Ort ist in Tab. 5-8 in Form von Isodosislinien 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 2003 ergibt sich rechnerisch eine mittlere Effektivdosis für eine erwachsene Person der Bevölkerung im Umkreis von 5 km Radius um das Forschungszentrum von 0,03  $\mu\text{Sv}$  und von 0,009  $\mu\text{Sv}$  für einen Umkreis von 20 km Radius. Alle für die ungünstigsten Einwirkungsstellen berechneten Teilkörper- und Effektivdosen liegen selbst nach Summation über alle Expositionsprofile deutlich unter 1 % der entsprechenden Grenzwerte in § 47 der Strahlenschutzverordnung.

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in $\mu\text{Sv}$ für Kleinkinder					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,003	0,40	0,001	0,70	-	1,2
Brust	0,003	0,40	0,003	0,70	-	1,2
Rotes Knochenmark	0,005	0,40	0,001	0,70	-	1,2
Lunge	0,003	0,40	0,002	0,70	-	1,2
Schilddrüse	0,004	1,1	0,002	0,70	-	2,2
Knochenoberfläche	0,044	0,40	0,003	0,70	-	1,2
Haut	0,003	0,40	0,003	0,70	2,4	3,7
Sonstige	< 0,004	< 0,4	< 0,004	0,70	-	< 1,4
effektive Dosis	0,004	0,40	0,002	0,70	-	<b>1,1</b>
ungünstigste Einwirkungsstelle <sup>1</sup>	420/1470	200/750	200/750	-640/-370	-640/-370	-

<sup>1</sup> 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 2003

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in $\mu\text{Sv}$ für Erwachsene					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,004	0,23	0,001	0,58	-	0,8
Brust	0,003	0,23	0,003	0,58	-	0,8
Rotes Knochenmark	0,006	0,24	0,001	0,58	-	0,8
Lunge	0,004	0,23	0,001	0,58	-	0,8
Schilddrüse	0,004	1,11	0,001	0,58	-	1,7
Knochenoberfläche	0,066	0,25	0,002	0,58	-	0,9
Haut	0,003	0,23	0,003	0,58	2,4	3,2
Sonstige	< 0,003	< 0,2	< 0,002	0,58	-	< 0,8
effektive Dosis	0,005	0,24	0,001	0,58	-	<b>0,8</b>
ungünstigste Einwirkungsstelle <sup>1</sup>	200/750	200/750	200/750	-640/-370	-640/-370	-

<sup>1</sup> 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 2003

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in $\mu\text{Sv}$ für Kleinkinder					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,001	0,001	0,001	0,030	-	0,03
Brust	< 0,001	0,001	0,002	0,030	-	0,03
Rotes Knochenmark	0,004	0,005	0,001	0,030	-	0,04
Lunge	0,001	0,001	0,001	0,030	-	0,03
Schilddrüse	0,002	0,96	0,002	0,030	-	0,99
Knochenoberfläche	0,040	0,016	0,002	0,030	-	0,09
Haut	< 0,001	0,001	0,003	0,030	0,004	0,04
Sonstige	< 0,004	< 0,01	< 0,003	0,030	-	< 0,05
effektive Dosis	0,003	0,030	0,002	0,030	-	<b>0,07</b>
ungünstigste Einwirkungsstelle <sup>1</sup>	420/1470	420/1470	420/1470	0/1290	420/1470	-

<sup>1</sup> 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 2003

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in $\mu\text{Sv}$ für Erwachsene					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-Bodenstrahlung	Gamma-submersion	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,001	0,001	0,001	0,025	-	0,03
Brust	< 0,001	0,001	0,002	0,025	-	0,03
Rotes Knochenmark	0,005	0,009	0,001	0,025	-	0,04
Lunge	0,001	0,001	0,001	0,025	-	0,03
Schilddrüse	0,002	1,04	0,001	0,025	-	1,08
Knochenoberfläche	0,061	0,040	0,001	0,025	-	0,13
Haut	< 0,001	0,001	0,002	0,025	0,004	0,03
Sonstige	< 0,005	< 0,003	< 0,002	0,025	-	< 0,04
effektive Dosis	0,004	0,035	0,001	0,025	-	<b>0,07</b>
ungünstigste Einwirkungsstelle <sup>1</sup>	420/1470	420/1470	420/1470	0/1290	420/1470	-

<sup>1</sup> 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 2003

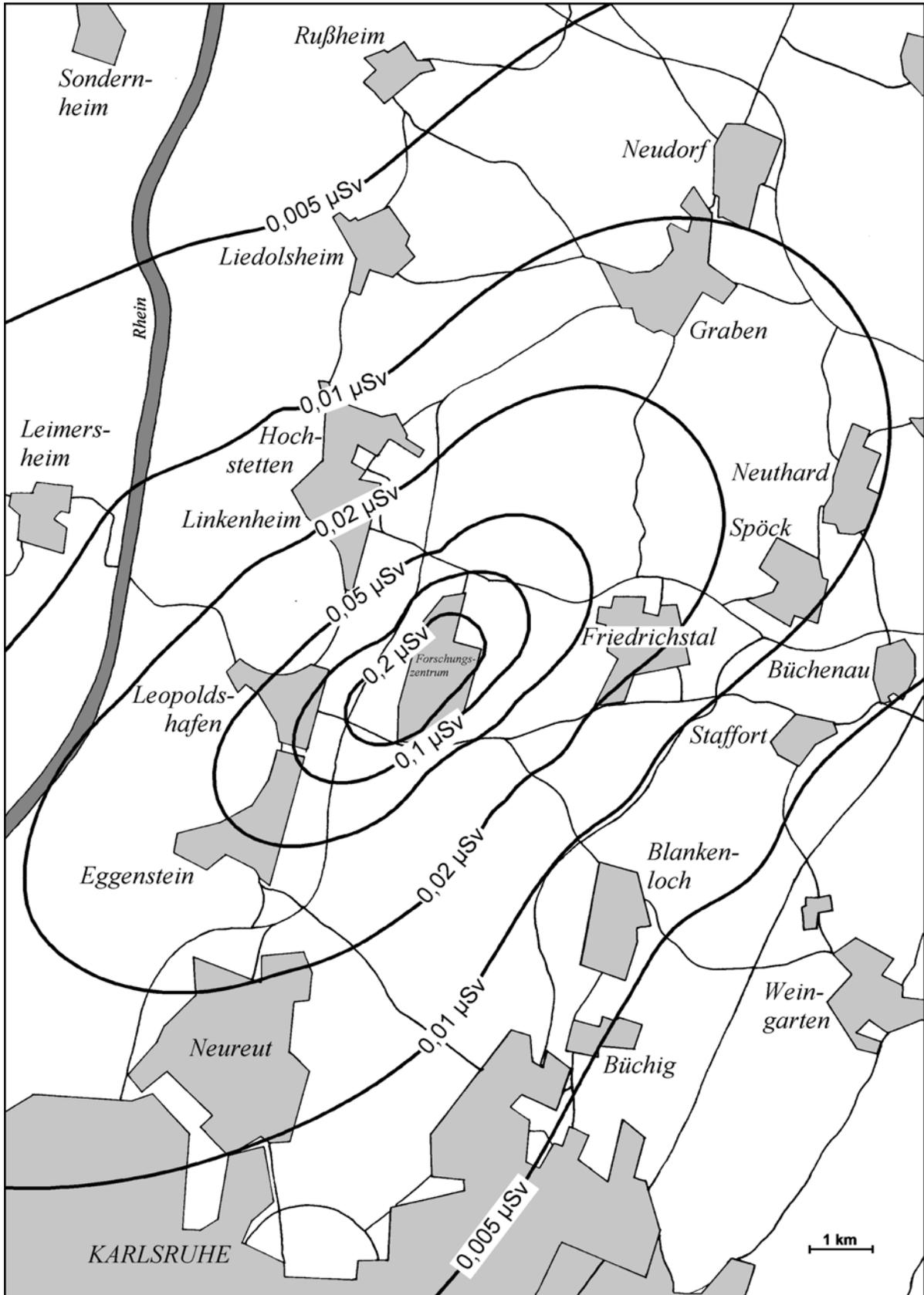


Abb. 5-6: Effektivdosen für Erwachsene in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe, 50-Jahre-Folgedosis aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2003

5.2.2.3 Potentielle Strahlenexposition bei der Reinigung von Natrium-Kühlfallen des KNK

A. Wicke

KNK beabsichtigt in den Jahren 2004/2005 die sog. Natrium-Kühlfallen zu reinigen. Bei diesem Prozess wird durch Einleiten von ca. 200°C heißem Stickstoff-Wasserdampf mit steigender Wasserkonzentration u. a. HTO freigesetzt. Obwohl ein Teil des HTO in das Waschwasser gelangt, wird ein großer Teil der Aktivität über den bestehenden Fortluftkamin abgegeben. Im ungünstigsten Fall rechnet man mit einer HTO-Ableitung von  $2 \cdot 10^{13}$  Bq im Kalenderjahr.

Für den 16 m hohen Emittenten errechnen sich mit dem Programm ISOLA auf der Basis der Langzeit-Wetterstatistik des Standorts an den ungünstigsten Einwirkungsstellen außerhalb des Betriebsgeländes folgende Ausbreitungsfaktoren:

Langzeit-Ausbreitungsfaktor im Gesamtjahr:  $\chi_G = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ s/m}^3$

Langzeit-Ausbreitungsfaktor im Sommerhalbjahr:  $\chi_S = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ s/m}^3$

Langzeit-Washoutfaktor im Gesamtjahr:  $W_G = 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ m}^{-2}$

Langzeit-Washoutfaktor im Sommerhalbjahr:  $W_S = 3,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^{-2}$

Bei der Dosisberechnung auf der Grundlage des Entwurfs der Richtlinie zu § 47 StrlSchV mit dem Programm EFFDOS ergeben sich als effektive Dosen aller Altersgruppen die in Tab. 5-13 zusammengestellten Werte. Aufgeführt sind nur die für HTO relevanten Expositionspfade.

Altersgruppe	Inhalation	Ingestion	Summe	Prozentsatz § 47 StrlSchV
≤ 1 Jahr	5,26E-07	1,26E-05	1,31E-05	4,4%
>1 - ≤ 2 Jahre	6,76E-07	1,04E-05	1,11E-05	3,7%
>2 - ≤ 7 Jahre	7,27E-07	8,58E-06	9,31E-06	3,1%
>7 - ≤ 12 Jahre	9,71E-07	7,09E-06	8,06E-06	2,7%
>12 - ≤ 17 Jahre	9,71E-07	5,76E-06	6,73E-06	2,2%
>17 Jahre	1,10E-06	5,07E-06	6,17E-06	2,1%

Tab. 5-13: Effektive Dosen in Sv, KNK Bau 742 bei einer Ableitung von  $2 \cdot 10^{13}$  Bq/a HTO mit der Fortluft

Die geplanten Emissionen werden im Rahmen einer Aktivitäts-/Dosiskompensation mit dem Emittenten IMF-II-FML, Bau 702/709 im Abluftplan des Forschungszentrums Karlsruhe ab 2004 berücksichtigt.

Im Fall einer störfallbedingten Freisetzung bei einem angenommenen Brand im sog. Nachzerlegeplatz wird ein Teil der Aktivität als Aerosole in der Raumluft verteilt und über die Abluft des Gebäudes abgeleitet. Ein weiterer Teil der Raumluft wird durch ein Absolutfiltergebläse vorgefiltert und gelangt dann gefiltert in das Abluftsystem. Neben der Freisetzung in die Raumluft wird auch Aktivität im Feststoff auf dem Blockbandsägetisch und im Raum verteilt werden. Geht man davon aus, dass die gesamte Aktivität in der Raumluft verteilt wird und in das Abluftsystem des Gebäudes gelangt, wird diese über die beiden Filterbänke weitestgehend zurückgehalten. Rechnet man im ungünstigsten Fall mit einem Rückhaltefaktor von  $2,5 \cdot 10^5$ , kann bei einer Freisetzung von maximal

$5,6 \cdot 10^9$  Bq im Nachzerlegeplatz ein Wert von rd.  $2,2 \cdot 10^4$  Bq im Abluftpfad errechnet werden. Als Leitnuklid wird Cs-137 angenommen.

Bei Ableitung über den 16 m hohen Kamin errechnet sich für die Position am FZK-Zaun (kürzeste Entfernung) ein Kurzzeit-Ausbreitungsfaktor  $\chi_k$  von  $1,9 \cdot 10^{-4}$  s/m<sup>3</sup>. Die Inhalationsdosis (Effektivdosis) errechnet sich gemäß Störfallberechnungsgrundlage nach folgender Beziehung:

$$H_{\text{inh,eff}} = A \cdot \chi_k \cdot 1,5 \cdot V \cdot g_{\text{inh,eff}} \quad [\text{Sv}]$$

wobei:

A = Abgeleitete Aktivität, Bq

$\chi_k$  = Kurzzeit-Ausbreitungsfaktor, s/m<sup>3</sup>

V = Atemrate, für Erwachsene:  $2,6 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s

$g_{\text{inh,eff}}$  = Dosiskoeffizient für Cs-137-Inhalation, Erwachsene:  $3,9 \cdot 10^{-8}$  Sv/Bq

Setzt man angegebenen Faktoren in die o. g. Beziehung ein, errechnet sich eine Inhalationsdosis für Erwachsene von  $6,2 \cdot 10^{-11}$  Sv. Der Störfall-Grenzwert liegt bei  $5 \cdot 10^{-2}$  Sv.

### 5.2.3 Abwasserüberwachung

Chr. Wilhelm, A. Radziwill-Ouf, K.-G. Langguth

Die Überwachung des auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe anfallenden Abwassers erfolgt im Rahmen wasserrechtlicher Erlaubnisbescheide und atomrechtlicher Genehmigungen, die von den zuständigen Behörden des Landes Baden-Württemberg erteilt wurden. Die Überwachung radioaktiver Stoffe im Rahmen der Genehmigungen 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 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 Aktivitätskonzentration im Wasser des Hirschkanals wird unterhalb der Einleitungsstellen durch kontinuierliche Probenentnahme im Rahmen der Umgebungüberwachung kontrolliert.

Die häuslichen Abwässer werden der biologischen Klärung zugeführt, in mehreren Verfahrensschritten gereinigt und kontinuierlich in den Vorfluter abgeleitet (s. Abb. 5-7). 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 Betriebsstät-

ten, 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 Chemiekäranlage als Chemieabwasser I oder Einspeisung in die Dekontaminationsanlage als Chemieabwasser III entschieden (s. Abb. 5-7).

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 Käranlage für Chemieabwasser eingeleitet. Das in die Chemiekäranlage eingeleitete Chemieabwasser wird in einem mehrstufigen Prozess gereinigt und in den zwei Speicherbecken für Chemieabwasser mit je 750 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen gesammelt (s. Abb. 5-7).

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

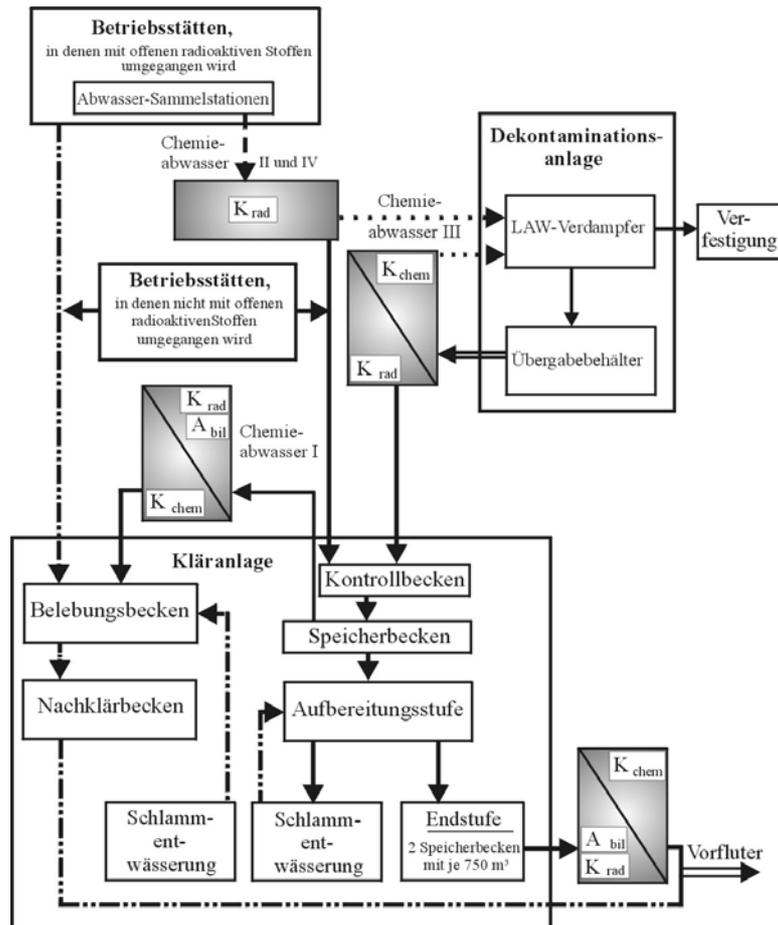


Abb. 5-7: Vereinfachtes Fließschema der Abwässer im Forschungszentrum Karlsruhe ( $K_{rad}$ : Kontrollmessung radioaktiver Stoffe;  $K_{chem}$ : Kontrollmessung nichtradioaktiver Stoffe,  $A_{bil}$ : Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe)

### 5.2.3.1 Ableitung nicht radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2003

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 Chemiekkläranlage 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. 5-14 sind die bilanzierten Ableitungen mit dem Chemieabwasser und dem häuslichen Abwasser sowie in Tab. 5-15 die errechneten Jahreskonzentrationsmittelwerte für das Jahr 2001 wiedergegeben. Die Genehmigungswerte wurden in keinem Fall überschritten. Dies bestätigen auch die amtlichen Überwachungsmessungen.

Bei der Chemiekkläranlage 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)	765,0	2621,0
Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	-	244,6
absorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	1,3	2,23
flüchtige organische Halogenverbindungen (POX)	0,83	-
mineralöhlhaltige Kohlenwasserstoffe (KW)	3,12	-
Gesamtstickstoff (N ges.)	-	757,7
organ. gebundener Stickstoff (N org.)	-	183,0
Chlorid	5924,0	-
Nitrat - N	95,0	346,0
Nitrit - N	4,6	15,5
Phosphat - P ges	6,7	124,0
Sulfat	5887,0	-
Ammonium - N	35,6	268,7
Cadmium	≤ 0,5	≤ 0,5
Chrom	≤ 0,5	≤ 0,5
Eisen	3,9	1,6
Quecksilber	≤ 0,01	≤ 0,01
Blei	≤ 0,5	≤ 0,5
Kobalt	≤ 0,5	≤ 0,5
Kupfer	≤ 0,5	≤ 0,5
Mangan	≤ 1,0	≤ 0,5
Nickel	1,19	≤ 0,5
Zink	0,53	11,3

Tab. 5-14: Bilanzierte Mengen der im Jahr 2003 mit dem Chemieabwassers und dem häuslichen Abwasser in den Vorfluter abgeleiteten nichtradiaktiven Stoffe

Parameter	Mittelwert Chemiekläranlage [mg/l]	Mittelwert Schmutz- wasserkläranlage [mg/l]
nH-Wert	7,4	7,1
absetz. Stoffe	0,1	-
absorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0,071	0,027
flüchtige organische Halogenverbindungen (POX)	0,0025	-
mineralöhlhaltige Kohlenwasserstoffe (KW)	0,20	-
Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	-	5,75
chem. Sauerstoffbedarf (CSB)	52,7	31,0
Phenol-Index	-	-
Cadmium	≤ 0,010	≤ 0,01
Chrom	≤ 0,010	≤ 0,01
Eisen gesamt	0,29	0,12
Quecksilber	≤ 0,001	≤ 0,0001
Blei	≤ 0,010	≤ 0,01
Kobalt	≤ 0,010	≤ 0,01
Kupfer	0,010	≤ 0,01
Mangan	0,06	≤ 0,040
Nickel	0,052	≤ 0,010
Zink	0,039	0,13
Calcium	166,8	-
Magnesium	13,4	-
Aluminium	0,058	-
Barium	0,037	-
Ammonium-N	2,4	2,46
Chlorid	405,0	222,5
Sulfat	384,0	111,5
Cyanid frei	≤ 0,005	-
Cyanid gesamt	≤ 0,005	-
Fluorid	0,50	-
Nitrat-N	2,4	3,6
Nitrit-N	0,76	0,18
Phosphat-P ges.	0,45	1,38

Tab. 5-15: Jahreskonzentrationsmittelwerte der im Jahr 2003 mit dem Chemieabwasser und dem häuslichen Abwasser in den Vorfluter abgeleiteten nichtradioaktiven Stoffe

5.2.3.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2003

A. Radziwill-Ouf, Chr. Wilhelm, H. Genzer, B. Quan

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 Quartalsmischproben werden Messungen der Gesamt-Alpha-Aktivität und nach einer chemischen Aufbereitung der Proben die Bestimmung der Konzentration von Strontiumisotopen sowie von C-14 und S-35 durchgeführt. 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 2003 bei allen Quartalsmischproben die Gesamt-Alpha-Aktivität  $< 0,5 \text{ kBq/m}^3$  war, konnte auf die radiochemische Bestimmung der Plutonium- und Americiumisotope verzichtet werden. In Tab. 5-16 sind die anhand von Monats- und Quartalsmischproben ermittelten Gesamtableitungen radioaktiver Stoffe für 2003 wiedergegeben. Zum Vergleich sind für die im Jahre 2003 abgeleiteten Radionuklide die Vorjahreswerte und die Genehmigungswerte angegeben. Zur Einhaltung der atomrechtlichen Genehmigung ist für die nachgewiesenen Radionuklide zu gewährleisten, dass die Summe der Verhältniszahlen aus der gemessenen Aktivitätsabgabe und den Genehmigungswerten der einzelnen Radionuklide kleiner oder höchstens gleich 1 ist (0,014 in 2003).

Radionuklid	Genehmigungswerte $J_n$ für die Aktivitäts- abgaben in Bq/a	bilanzierte Ableitungen in Bq/a	
		2003	2002
H-3	8,0 E+13	4,3 E+11	1,2 E+12
Co-57	2,0 E+10	6,2 E+05	2,9 E+05
Co-60	1,0 E+09	5,7 E+05	3,7 E+04
Sr-90	3,0 E+09	1,3 E+07	8,7 E+06
I-125	2,0 E+10	3,9 E+05	-
Cs-137	3,0 E+09	1,0 E+07	7,9 E+06
aus dem Forschungs- zentrum abgeleitete Chemieabwasser- menge in $\text{m}^3$	-	31.800	38.900

Tab. 5-16: 2003 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 in den letzten 28 Jahren in den Vorfluter abgeleiteten Tritiumaktivität gibt Abb. 5-8

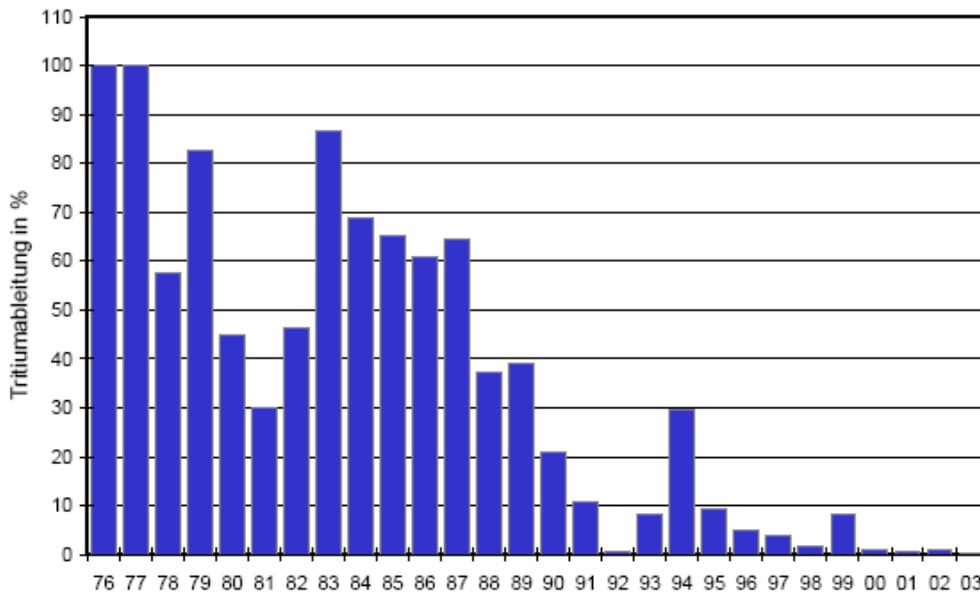


Abb. 5-8: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum Karlsruhe jährlich abgeleiteten Tritiumaktivität seit 1976 (1976 = 100 %)

### 5.2.3.3 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser in den Rhein abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2003

K.-G. Langguth

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 Effektivdosen und die Dosen des relativ am stärksten exponierten Organs - 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 UVM zum Antrag des Forschungszentrums auf Einleitung des Abwassers in den Rhein zur Anwendung kamen. Als mittlerer Abfluss MQ an der Einleitungsstelle wurde dabei von 1.260 m<sup>3</sup>/s ausgegangen. Die berechneten effektiven Dosen und die Dosen für die jeweils am stärksten exponierten Organe für Erwachsene und Kleinkinder für die Ableitung in den Rhein sind in Tab. 5-17 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: 300.000 nSv/ Jahr) deutlich unterschritten werden.

Bilanzierte Aktivitätsableitungen 2002		Maximale Körper-Folgedosen in nSv			
		Erwachsene		Kleinkinder	
Nuklid	Aktivität in Bq	Effektive Dosis	Dosis für das am stärksten expo- nierte Organ	Effektive Dosis	Dosis für das am stärksten expo- nierte Organ
H-3	4,3 E +11	5		5	
Co-57	6,2 E +05	< 1		< 1	
Co-60	5,7 E +05	< 1		< 1	
Sr-90	1,3 E +07	1	5 (RK)	1	3 (RK)
I-125	3,9 E +05	< 1	< 1 (SD)	< 1	< 1 (SD)
Cs-137	1,0 E +07	2		< 1	
Summe*, gerundet		8	-	6	-

\* Die Summenbildung erfolgte mit den Originaldaten.

(RK): Rotes Knochenmark, (SD): Schilddrüse

Tab. 5-17: Maximale Körper-Folgeäquivalentdosen, berechnet aus den bilanzierten Aktivitätsableitungen mit dem Abwasser in den Rhein im Jahr 2003

#### 5.2.4 Radiologische Umgebungsüberwachung

A. Wicke, B. Messerschmidt, W. Bohn, C. Schiele, C. Leim

Die Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe wird nach einem vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg angeordneten Routinemessprogramm überwacht. Das überwachte Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 150 km<sup>2</sup>. Die meisten Mess- und Probenentnahmeorte liegen, wie in Abb. 5-10 dargestellt, innerhalb eines Bereichs von ca. 6 km Radius um das Forschungszentrum Karlsruhe. Die Mess- und Probenentnahmeorte innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe sind in Abb. 5-11 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 2003 an ca. 560 Proben rund 920 Radioaktivitätsmessungen durchgeführt, wobei der größte Anteil der Proben weiterhin auf die Überwachung der Umweltbereiche Luft (Aerosole) und Niederschlag entfällt (Abb. 5-10).

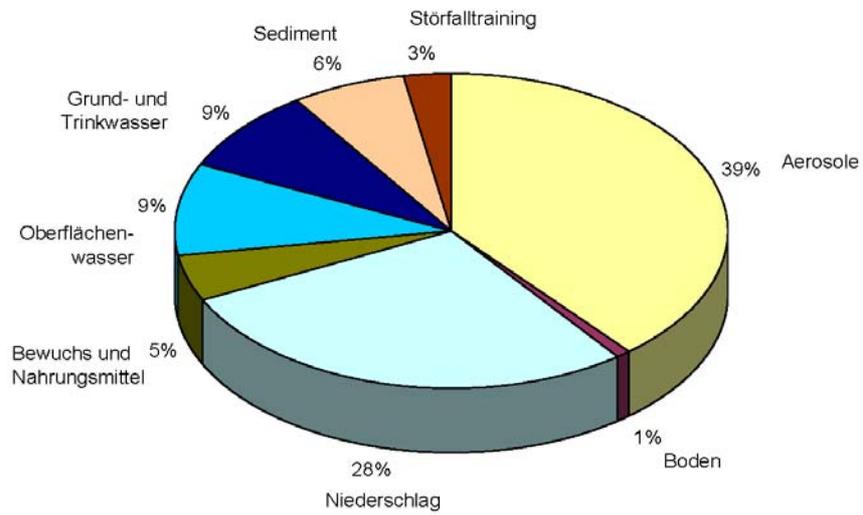
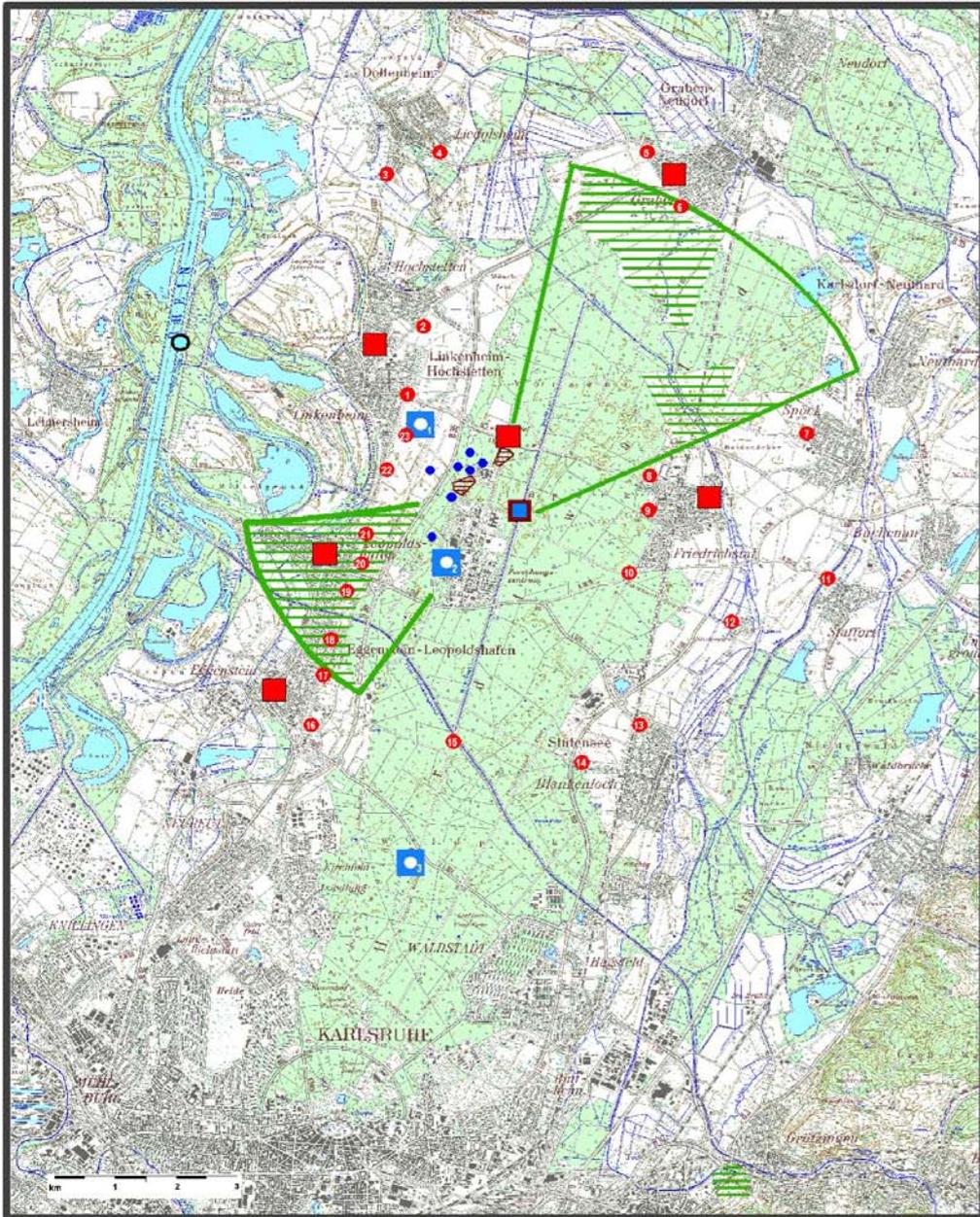


Abb. 5-9: Prozentuale Verteilung der Anzahl von Proben zur Umgebungsüberwachung bezogen auf einzelne Umweltmedien



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

**Lageplan der Mess- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung  
außerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe**

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

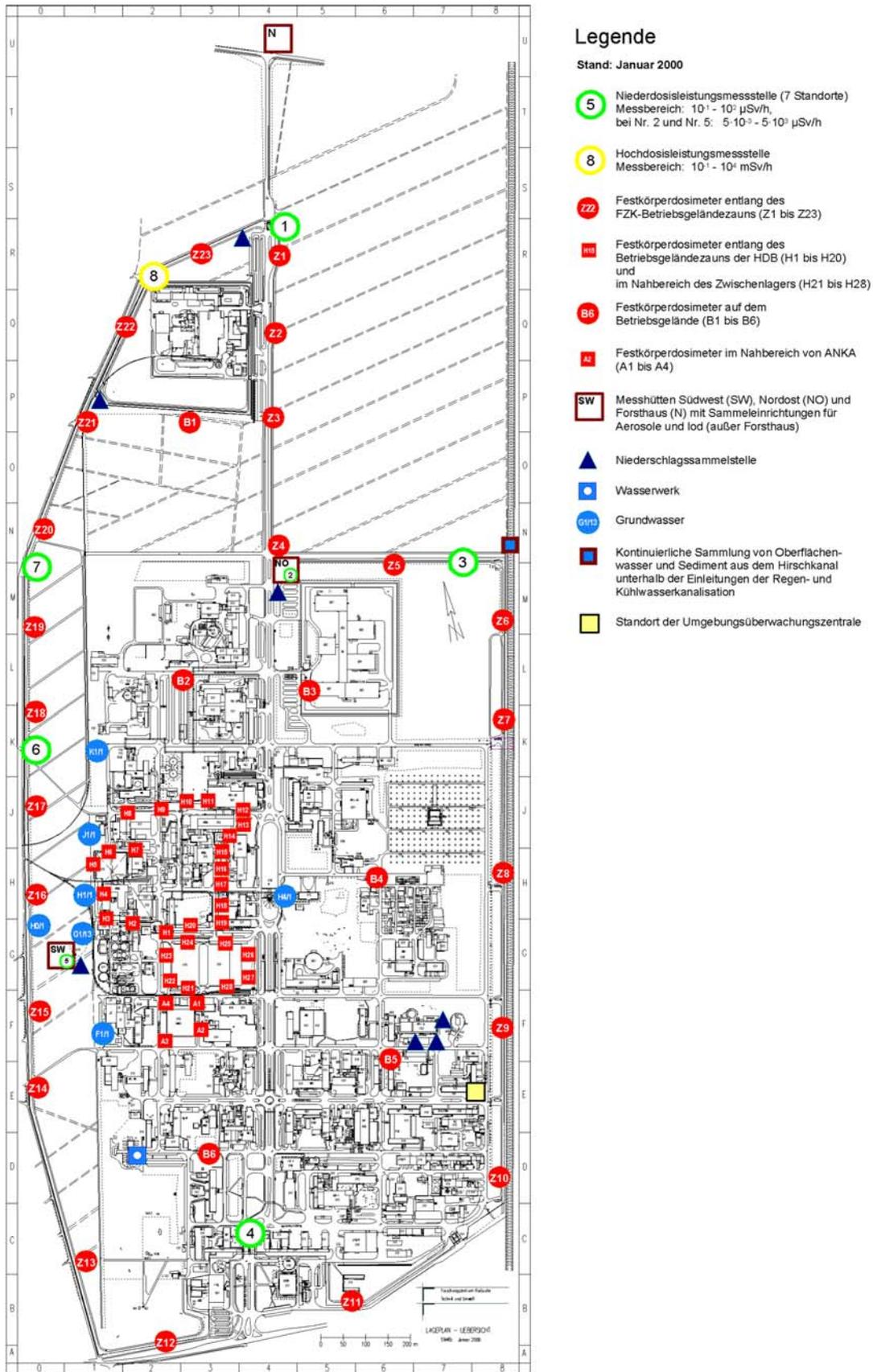


Abb. 5-11: Lageplan der Mess- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe

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)

- $\gamma$ -Ortsdosisleistung
- Aerosole
- Bodenoberfläche
- Boden

5.2.4.1 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 2003 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. 5-12 sind die Wochenmittelwerte der  $\gamma$ -Ortsdosisleistung im Jahr 2003 an den Außenstationen der nächstgelegenen Ortschaften und an der Station „Forsthaus“ dargestellt. Der Schwankungsbereich der Ortsdosisleistung lag zwischen 67 und 93 nSv/h. Die Unterschiede des Strahlungspegels werden im wesentlichen durch messgerät- und standortspezifische Parameter bestimmt.

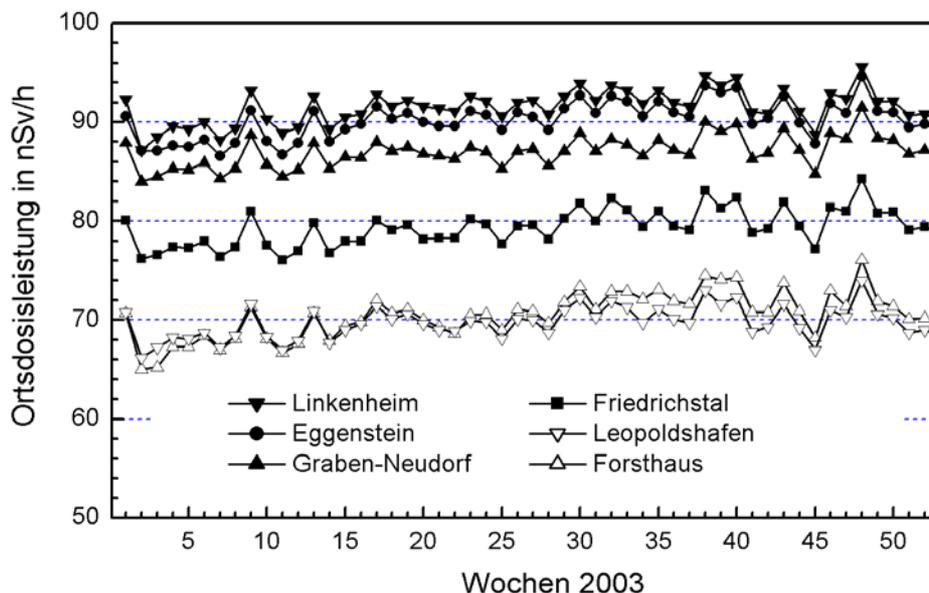


Abb. 5-12: Wochenmittelwerte der  $\gamma$ -Ortsdosisleistung im Jahr 2003 in den nächstgelegenen Ortschaften und am „Forsthaus“

Die Direktstrahlung wird auch als Jahresortsdosis mit integrierenden Thermolumineszenzdosimetern gemessen. An den 23 Messorten entlang des Zauns des Betriebsgeländes lag die Ortsdosis, wie im Vorjahr, im Bereich von 0,56 bis 0,68 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,6 mSv/a (s. Abb. 5-13). Dabei finden sich die höheren Werte im Bereich der HDB. Die Messwerte der 23 Umgebungsdosimeter in den umliegenden Ortschaften reichten von 0,53 bis 0,88 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,62 mSv/a. Der hier etwas größere Schwankungsbereich ist auf größere Unterschiede standortspezifischer Parameter zurückzuführen.

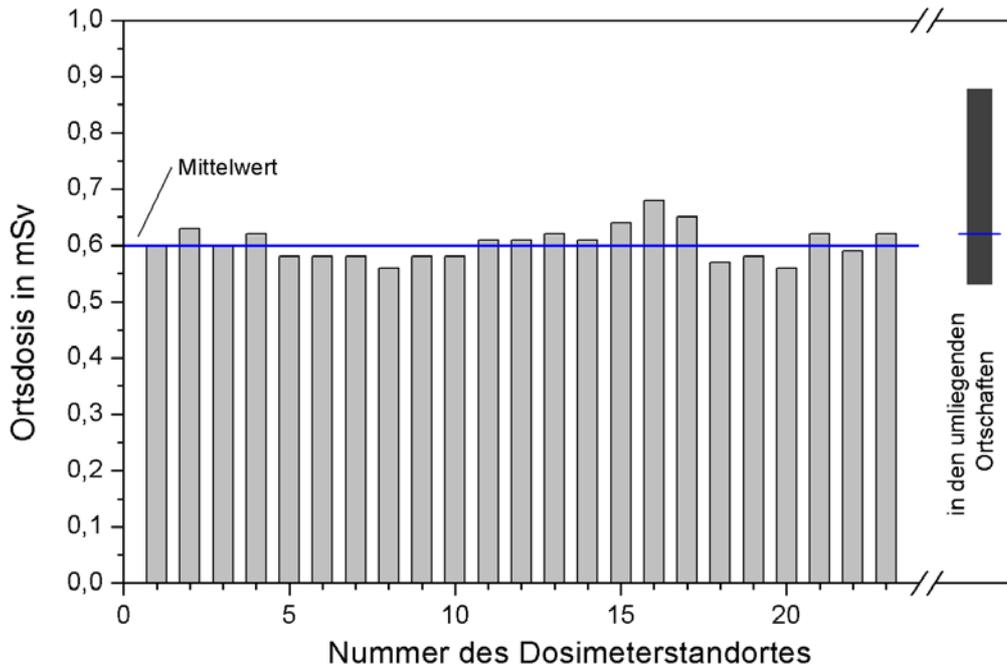


Abb. 5-13: Messwerte der Ortsdosis entlang des Geländezaunes und Schwankungsbereich der Messwerte im Jahr 2003 in den umliegenden Ortschaften

#### 5.2.4.2 Radioaktivitätsmessungen

An den drei Messhütten werden Schwebstofffilter kontinuierlich bestaubt und wöchentlich gewechselt. Neben der Messung der langlebigen  $\gamma$ - und  $\beta$ -Gesamtaktivität aller Einzelfilter erfolgen vierteljährlich  $\gamma$ -spektrometrische Untersuchungen und Plutoniumanalysen an Quartalsmischproben der Filter. Im Jahr 2003 lagen alle durch  $\gamma$ -Spektrometrie bestimmten Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide unter der Erkennungsgrenze (z. B.  $8,8 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$  für Cs-137). Die Aktivitätskonzentration des natürlichen Radionuklids Be-7 schwankte zwischen 2,1 und  $6,6 \text{ mBq}/\text{m}^3$ . Bei der Untersuchung der Plutonium-Aktivitätskonzentrationen lagen die Messergebnisse nur im ersten und vierten Quartal knapp oberhalb der Erkennungsgrenze.

An insgesamt sieben Stellen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums wird Niederschlag zur Überwachung auf Radioaktivität gesammelt (s. Abb. 5-11). Eine weitere Sammelstelle in Durlach dient als Referenzstelle. Im Jahr 2003 betrug die über alle sieben Sammelstellen gemittelte Jahresniederschlagsmenge rd. 470 mm. Im Niederschlag wurden bei der  $\gamma$ -spektrometrischen Analyse keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen. Die Nachweisgrenze für Cs-137 lag bei  $0,02 \text{ Bq}/\text{l}$ . Die H-3-Aktivitätskonzentration schwankte zwischen der Nachweisgrenze und  $6,2 \text{ Bq}/\text{l}$ .

Tab. 5-18 enthält eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der in den Jahren 2002 und 2003 gemessenen spezifischen Aktivitäten in Boden- und Sedimentproben. Aufgeführt sind außer dem natürlichen Radionuklid K-40 nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 2002 und 2003 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. 5-10) 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. 5-10) wurden von den Anbauflächen der überwachten Nahrungsmittel (siehe Tab. 5-19) 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. 5-18). Außerdem wurde die spezifische Aktivität im Boden an vier Stellen durch In-situ-Gammaspektrometrie ermittelt.

Das Sediment aus dem Hirschkanal wird kontinuierlich in einem sogenannten Sedimentsammelkasten aufgefangen, der monatlich geleert wird. Die im Jahr 2003 gemessenen spezifischen Cs-137-Aktivitäten zeigen keine Veränderung zu den Ergebnissen des Vorjahres.

Eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der in den Jahren 2002 und 2003 gemessenen Radioaktivitätsgehalte in Nahrungsmitteln gibt Tab. 5-19. Aufgeführt wurden nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 2002 und 2003 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			
		2003		2002	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Boden (0-5 cm)	K-40	480	650	450	590
	Cs-137	16	25	18	45
	Sr-90	0,30	1,22	0,34	1,03
	Pu-238	0,01	0,12	< 0,02	0,25
	Pu-239/240	0,05	0,60	0,06	0,74
Boden (0-20 cm)	K-40	490	530	520	530
	Cs-137	7,9	20	7,1	17
Boden (In-situ-Gamma-Spektrometrie)	K-40	331	517	385	440
	Cs-137	5,1	14,8	8,8	16,4
Sediment (Hirschkanal)	K-40	590	500	510	620
	Cs-137	130	180	140	160
	Am-241	< 9,3	6,5	< 12	6,4

Tab. 5-18: Schwankungsbereiche der spezifischen Aktivität in Boden und Sediment

überwachtes Medium	Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg Frischsubstanz			
		2003		2002	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Wurzelgemüse	K-40	21	86	34	77
	Cs-137	< 0,015	< 0,035	< 0,021	< 0,032
	Sr-90	< 0,03	< 0,004	0,14	0,19
Getreide	K-40	99	124	83	130
	Cs-137	0,050	< 0,063	< 0,048	< 0,093
	Sr-90	0,10	0,19	0,22	0,39
Blattgemüse	K-40	16	98	42	71
	Cs-137	< 0,02	0,085	< 0,03	0,063
	Sr-90	0,06	0,16	0,10	0,15

Tab. 5-19: Schwankungsbereiche der spezifischen Aktivität in Nahrungsmitteln

Die Kühl- und Regenwässer des Forschungszentrums werden über die Sandfänge 1 bis 6 in den Hirschkanal abgeleitet (siehe Abb. 5-14). Das Oberflächenwasser des Hirschkanals wird unterhalb von Sandfang 6 im Teilstrom gesammelt und wöchentlich ausgewertet. Die H-3-Aktivitätskonzentration lag nur vom Oktober bis zum Dezember oberhalb der Erkennungsgrenze mit einem Maximalwert im November von 3,5 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 2003 zwischen Messergebnissen unterhalb der Erkennungsgrenze und einem Maximalwert von 29 Bq/l, der im ersten Halbjahr am Beobachtungspegel H 0/1 innerhalb des Betriebsgeländes gemessen wurde. Insgesamt sind die Werte weiter rückläufig.

Die H-3-Aktivitätskonzentrationen von Grund- und Trinkwasser aus den Wasserwerken Linkenheim und des Forschungszentrums lagen im Vergleich zum Vorjahr unterhalb der Nachweisgrenze von 3,3 Bq/l und damit im allgemeinen Niveau der Referenzstelle (siehe Abb. 5-14). Die H-3-Aktivitätskonzentrationen der Beobachtungsbrunnen zwischen dem Forschungszentrum und Linkenheim lagen bei maximal 7,2 Bq/l und liegen damit im Bereich des Vorjahres.

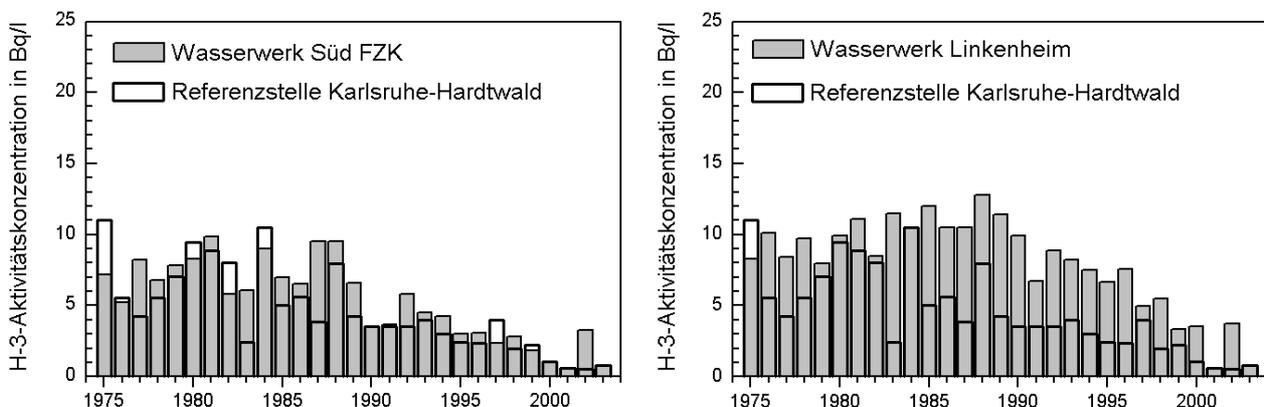


Abb. 5-14: Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser aus benachbarten Wasserwerken von 1975 bis 2003

### 5.2.4.3 Messfahrten

Im Rahmen des Störfalltrainingsprogramms werden monatliche Messfahrten zu wechselnden Mess- und Probenentnahmeorten durchgeführt. Die in der Zentralzone (Abb. 5-15) 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.

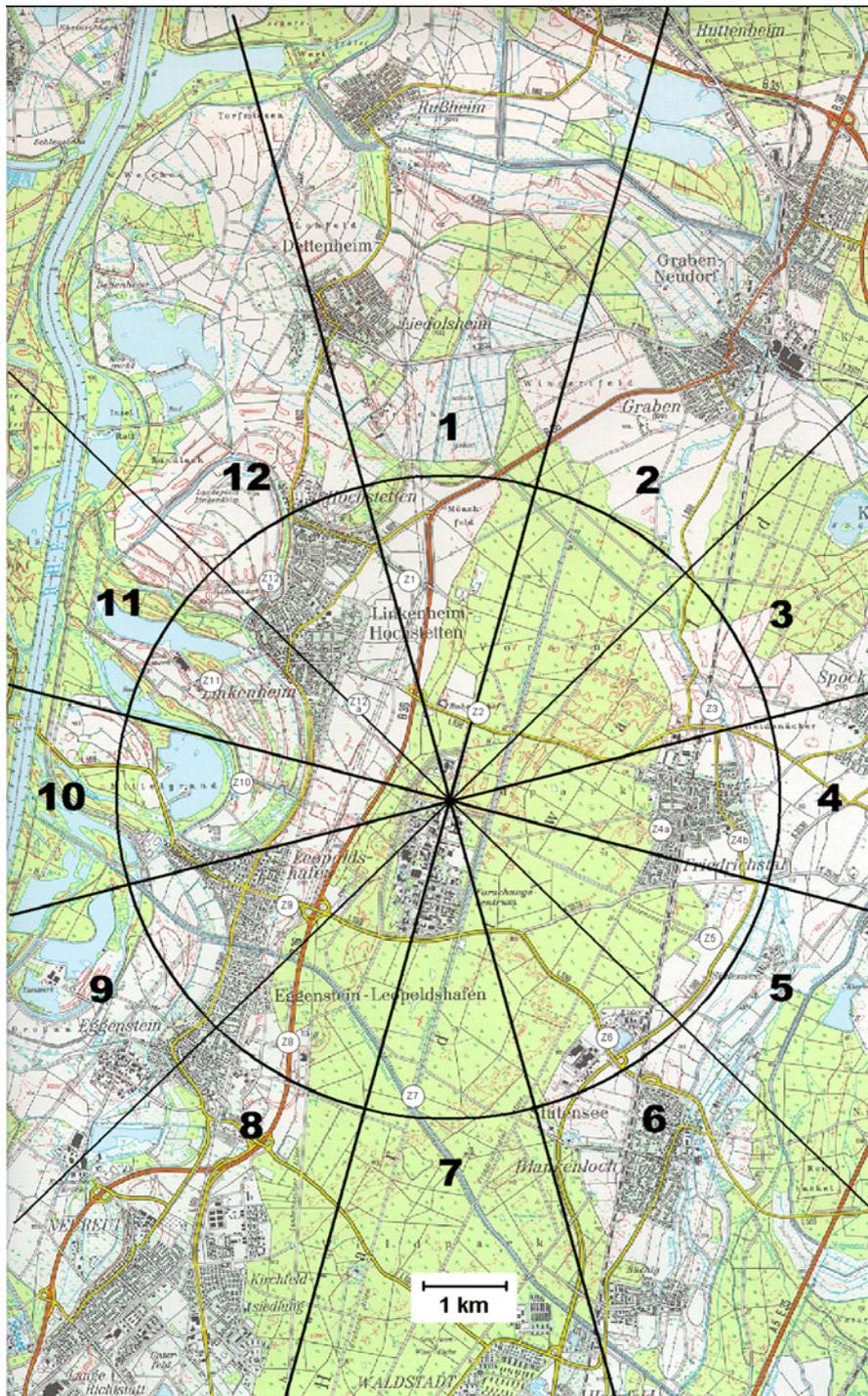


Abb. 5-15: Mess- und Probenentnahmeorte in den Sektoren der Zentralzone gemäß dem Katastropheneinsatzplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe

6 Werkschutz

R. von Holleuffer-Kypke

Das Jahr 2003 war bis auf eine organisatorische Veränderung ein normales Jahr.

Die Sanierung der Alarmzentrale, die im Jahr 2002 in der Umsetzungsphase gewesen war, konnte sich im laufenden Jahr im täglichen Ablauf bewähren. Es zeigte sich bei diesem Routinebetrieb, dass die sorgfältige Planung und präzise Durchführung der Sanierung zu einem Betrieb ohne schwerwiegende Störungen und Probleme führte.

Zum 8. Mai 2003 übernahm die Werkfeuerwehr die Verantwortung des Einsatzleiters innerhalb der Alarmorganisation des Forschungszentrums bei Alarmfällen auf dem Gelände. Dabei ist grundsätzlich der Gruppenleiter der Werkfeuerwehr, er besitzt die Qualifikation Brandinspektor, verantwortlicher Einsatzleiter. Bei seiner Abwesenheit übernimmt die Vertretung der diensthabende Schichtführer oder ein stellvertretender Schichtführer, sie besitzen mindestens die Qualifikation eines Brandmeisters für Werkfeuerwehr.

Zum 15. Juli wurden wieder tägliche stichprobenartige Behältniskontrollen an den Toren zum Gelände des Forschungszentrums aufgenommen. Auf der Basis der vorhandenen Betriebsvereinbarung über Kontrollen bzw. des Einverständnisses beim Betreten des Geländes werden bei den zu kontrollierenden Personen die mitgeführten Behältnisse durch den Werkschutz eingesehen.

6.1 Anmeldung und Zugang

B. Hehr, R. Zimmermann

Im Jahr 2003 wurden 4 953 neue Betriebsausweise ausgestellt und 4 360 Betriebsausweise eingezogen. Zum Stichtag 31.12.2003 befanden sich 11 292 Betriebsausweise im Umlauf. Die Verteilung der Betriebsausweise nach den einzelnen Einrichtungen ist in Tab. 6-1 aufgelistet.

Einrichtung	Personenstatus	
	aktiv	Ruhestand
Forschungszentrum	3 901	2 107
ANKA	9	0
FIZ	304	62
ITU	301	115
KBG	0	149
KHG	29	2
Universität	402	0
WAK	246	152
Gäste	96	0
Fremdfirmen	3 396	0
Fremdmietverträge	22	0

Tab. 6-1: Betriebsausweise

Da nur Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH und die ihnen gleichgestellten Personen der anderen wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gelände rund um die Uhr Zutritt haben, wurden von den Organisationseinheiten 3 345 Anträge für Zutritt/Arbeiten außerhalb der Regelarbeitszeit für Fremdfirmenangehörige bearbeitet.

Im Berichtszeitraum erstellte das Personal der Anmeldung 48 344 Besucherausweise (2002: 48 405) und 360 Gruppenpassierscheine (2002: 281) für den Zutritt zum Gelände. Dazu kommen 270 Sonderzutritte (2002: 309) für Kinder unter 16 Jahren, die von den zuständigen Verantwortlichen der besuchten Organisationseinheit erteilt wurden. Für kurzfristig im Forschungszentrum eingesetzte Fremdfirmenangehörige wurden 1325 befristete Ausweise (2002: 830) ausgestellt. Über Kurse im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt kamen 2 919 Gäste (2002: 2 302) ins Gelände. Durch die Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit und andere Organisationseinheiten wurden 163 Besuchergruppen (2002: 159) angemeldet und betreut.

An der Lieferzufahrt wurden im Berichtszeitraum für Fremdfirmen und Anlieferer 16 558 Warendurchlasspassierscheine ausgestellt sowie 937 Anlieferungen/Abholungen von radioaktiven Stoffen bearbeitet. Die im Forschungszentrum tätigen Fremdfirmen hielten sich weitgehend an die Ordnungs- und Kontrollbestimmungen.

Gemäß den atomrechtlichen Auflagen wurden die Anträge für Zuverlässigkeitsüberprüfungen, bei der Aufsichtsbehörde eingereicht. Die zuständige Behörde hat bis auf wenige Einzelfälle dem Zutrittsersuchen stattgegeben.

Bei der Anmeldung wurden im Berichtsjahr 39 Fundgegenstände abgegeben. Die nicht abgeholten Fundsachen wurden der zuständigen Gemeindeverwaltung übergeben.

## 6.2 Werkschutzbereiche

B. Ritz, G. Urban

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, betrifft die Gebäude und die nicht zu kerntechnischen Inseln gehörenden Lagerbereiche bzw. Freigelände.

Während der Streifentätigkeit achtet der Werkschutz die Einhaltung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes, des vorbeugenden Brandschutzes und des Umweltschutzes. Zusätzlich kontrolliert der Werkschutz in regelmäßigen Abständen angemeldete wissenschaftlich-technische Experimente. Bei Störungen oder Ausfall von Experimentieranlagen wird, entsprechend der Handlungsvorgaben der zuständigen Versuchsleiter verfahren.

In der Alarmzentrale sind im Berichtsjahr 1 386 Alarm- und Störmeldungen eingegangen und bearbeitet worden. Im Einzelnen waren es folgende Meldungen, getrennt nach Auslösungsursache:

allgemeine Meldungen	691	technische Überwachungen	414
Brandmelder	171	Objektsicherung	79
Strahlenschutz	15	Alarm-Übungen	16

Tab. 6-2: Alarm- und Störmeldungen

Dies führt zu insgesamt 3 910 Einsätzen von Einsatzgruppen. Im Einzelnen waren es folgende Einsatzgruppen, die gerufen wurden:

Wartung	534	Betriebsverantwortliche	346
Werkschutz	2154	Einsatzleiter	211
Feuerwehr	220	Rufbereitschaften	276
Sankra-Deko	133	Strahlenschutz	36

Tab. 6-3: Einsätze nach Einsatzgruppen

Alle in der Alarmzentrale eingesetzten Mitarbeiter wurden weiterhin praxisbezogen weitergebildet, so dass in diesem Bereich stets ein fachkundiger Umgang mit den hochentwickelten technischen Systemen gewährleistet ist. Die in der Alarmzentrale installierten rechnergestützten Systeme wurden hard- und 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.

### 6.3 Werkfeuerwehr

W. Lang

Zum vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz sowie zur Behebung akuter Notsituationen unterhält die Forschungszentrum Karlsruhe GmbH eine Werkfeuerwehr, deren Stärke 25 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 312 feuerwehrtechnischen Einsätzen. Im Einzelnen waren es folgende Einsätze:

Technische Hilfeleistung	121	Brandmeldealarme	139
Personenbefreiung aus Aufzügen	15	Einsätze zur Tierrettung	10
Brandeinsätze	15	Hilfeleistung bei Verkehrsunfällen	2
Überlandhilfe	10		

Tab. 6-4: Feuerwehrtechnische Einsätze

Im Rahmen von wiederkehrenden Prüfungen und von regelmäßigen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten im baulich-technischen und vorbeugenden Brandschutzes wurden gewartet und geprüft:

Handfeuerlöscher	2 477	Überflurhydranten	149
Wandhydranten nass/trocken	} 354	Personen- u. Lastenaufzüge	254
Sprühwasserlöschanlagen		Brandschutztore und Türen	83
Berieselungsanlagen		CO <sup>2</sup> Löschanlagen	14

Tab. 6-5: Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten

Im vorbeugenden Brandschutz wurden einschließlich der durch die Werkfeuerwehr ebenfalls betreuten Einrichtungen WAK und ITU 133 Orts- und Brandschutzbegehungen durch den Leiter der Werkfeuerwehr durchgeführt. Dazu kamen noch Überwachungen und Kontrollen von 322 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 der KBG gewartet und geprüft sowie bedarfsweise desinfiziert. Im Einzelnen wurden folgende Stückzahlen erreicht:

Atemschutzmasken gereinigt, desinfiziert, gewartet und geprüft	12 803
Preßluftatmer gewartet und geprüft	1 029
Lungenautomaten gewartet und geprüft	416
Druckluftflaschen (Volumen < 50 l) gefüllt	3 990
Druckluftflaschen zur wiederkehrenden Prüfung vorgeführt und gefüllt	316
Absturzsicherungen vom ganzen Forschungszentrum gewartet u. geprüft	119

Tab. 6-6: Arbeiten in der Atemschutzzentrale

Die Werkfeuerwehr ist auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes für das Bestellen, Einlagern, Ausgeben und Verbuchen des notwendigen Materials zuständig. Es wurden 1 251 Wareneingänge und –ausgänge ausgeführt und 127 Beschaffungsaufträge und 336 Materialentnahmescheine bearbeitet. Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an über tausend Dienstfahrrädern des Forschungszentrums wurden von der Werkfeuerwehr 733 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 Handfeuerlöcher (mit insgesamt 287 Teilnehmern)	18
Atemschutzkurse (mit insgesamt 365 Teilnehmern)	30
Ausbildung in der Atemschutzübungsanlage insgesamt (mit 1253 Teilnehmern)	87

Tab. 6-7: Ausbildungsbereiche

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 57 weitere Qualifikationen in 20 verschiedenen Kursen erworben werden.

#### 6.4 Einsatzleitung und Einsatzplanung

W. Lang, K. Umstadt

#### 6.4.1 Aufgaben

Die Arbeitsgruppe "Einsatzleitung und Einsatzplanung" hat im einzelnen folgende Aufgaben:

- Einsatzleitung nach Alarmplan (Einsatzleiter)
- Dokumentation von Einsätzen nach Alarmplan
- Umsetzen, Aktualisieren und Kontrollieren der einsatzspezifischen Unterlagen,
- Betreuen und Ausbilden der Einsatztrupps des Forschungszentrums,
- Aus- und Weiterbildung der Einsatzleiter vom Dienst,
- Aktualisieren der Einsatzpläne und Pflege der einsatzspezifischen Software,
- Aktualisieren und Kontrollieren der Brandbekämpfungspläne.

Die Einsatzleiter-Funktion wird von der Werkfeuerwehr wahrgenommen. Damit ist sichergestellt, dass er jederzeit erreicht werden kann. Der Einsatzleiter übernimmt im Alarmfall die Einsatzleitung. Der Einsatzleiter ist verantwortlich für die Durchführung aller Maßnahmen, die bei drohender Gefahr, Personenschäden, Brandunfällen, Strahlenunfällen oder sonstigen Schadensfällen zur Hilfeleistung und zur Wiederherstellung der technischen Sicherheit ergriffen werden müssen.

#### 6.4.2 Statistik und Analyse der Einsatzleiter-Einsätze

Im Jahr 2003 gingen in der Alarmzentrale des Forschungszentrums eine Vielzahl von Meldungen ein. Hiervon erforderten 241 Meldungen einen Einsatz des Einsatzleiter zur Wiederherstellung der technischen Sicherheit. In allen Fällen konnten die Einsatzkräfte des Forschungszentrums durch rasches und zielgerichtetes Handeln die Auswirkungen der Störungen auf ein Mindestmaß begrenzen. Tab. 6-8 zeigt eine Aufschlüsselung der Einsätze.

Die Ursachen für die Einsatzleiter -Einsätze sind in Tab. 6-9 angegeben.

Einsatzschwerpunkt „Feueralarm“: Hierzu zählen alle Einsätze, die im Zusammenhang mit der Alarmart „Feuer“ ein Tätigwerden des Einsatzleiter erforderlich gemacht haben, unabhängig davon, ob es tatsächlich gebrannt oder nur ein Fehlarmer vorgelegen hat. Die große Zahl der Fehlarmer ist darauf zurückzuführen, dass nahezu alle Gebäude und Anlagen 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.

Jahr	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Anzahl der Einsätze	225	265	253	213	175	241
Gesamteinsatzzeit in Stunden *	152	189	135	113	75	149
mittlere Einsatzdauer in Stunden	0,4	0,42	0,32	0,32	0,25	0,62
Anzahl der Einsätze innerhalb Arbeitszeit	119	114	133	102	99	99
Anzahl der Einsätze außerhalb Arbeitszeit	106	151	120	111	76	142
Alarmübungen	9	8	9	9	5	9

\* Bei der Gesamteinsatzzeit wurde nur die Zeit berücksichtigt, in der sich der EvD tatsächlich außerhalb Diensträume befand; Zeiten für die Nachbereitung der Einsätze sind nicht enthalten.

Tab. 6-8: Einsätze der Einsatzleiter vom Dienst, 1998 bis 2003

Einsatzschwerpunkt „Technische Hilfe und sonstiges“: Unter den Sammelbegriff „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.

Einsatzschwerpunkt „Gerätestörungen“: Hier wurden Einsätze eingestuft, bei denen insbesondere bei Fort- und Raumluftüberwachungsanlagen sowie bei anderen diversen Messgeräten Störungen auftraten.

Einsatzschwerpunkt „Wasserstörung“: Hier wurden 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.

Jahr	2002	2003
Feueralarme	126 (davon 115 Fehlalarme)	164 (davon 157 Fehlalarme)
Sonstige Ereignisse	7	8
Gerätestörungen	12	37
Wasserstörungen	13	28
Technische Hilfe	15	19
Sandfangalarme	2	8

Tab. 6-9: Einsatzleiter -Einsätze schwerpunktmäßig aufgegliedert

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.

#### 6.4.3 Übungen der Einsatzdienste

Vom Forschungszentrum Karlsruhe werden über 24 Stunden folgende Einsatzdienste vorgehalten:

- Werkfeuerwehr
- Sanitätsdienst
- BTI (Technische Infrastruktur)
- Werkschutz
- Einsatzleiter

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 Karlsruhe 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 2003 wurden 9 Alarmübungen durchgeführt. Übungszwecke waren: Alarmierung, Kommunikation, Zusammenwirken der Einsatzkräfte, Menschenrettung unter schwierigen Bedingungen, Versorgung der Verletzten, Umgang mit Gefahrstoffen, Strahlenschutz- und Messaufgaben. Neben den ständigen Sicherheitsdiensten wurden auch die Einsatztruppen und das Betriebspersonal der betroffenen Institute in die Übungen mit einbezogen.

## 6.5 Verkehrsdienst

W. Huber, E. Duran, G. Kolb

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 erhöhten sich von 78 im Jahr 2002 auf 94 im Jahre 2003.

Mit 49 Verkehrsunfällen verringerte sich die Zahl der aufgenommenen und bearbeiteten Verkehrsunfälle gegenüber dem Vorjahr um 23 Fälle (Tab. 6-10). Bei 21 Unfällen entstand ein Sachschaden unter 500 €, während bei 28 Unfällen der geschätzte Gesamtschaden bei 67 200 € lag. Darüber hinaus waren vier Unfälle mit Personenschaden zu bearbeiten. Acht Verkehrsunfälle mit unerlaubtem Entfernen vom Unfallort waren zu verzeichnen. Zwei Verursacher konnten ermittelt werden. In 6 Fällen musste der Schaden – ca. 4 000 € - von den Geschädigten selbst getragen werden.

Monat	Anzahl der Verkehrsunfälle			Sachschaden < 500 €	Sachschaden > 500 €	Personenschäden
	2001	2002	2003			
Januar	5	9	3	1	2	1
Februar	4	5	4	2	2	0
März	3	7	4	0	4	1
April	2	5	3	0	3	0
Mai	3	3	5	2	3	0
Juni	4	6	7	4	3	1
Juli	4	15	6	2	4	0
August	3	6	1	1	0	0
September	6	2	3	2	1	0
Oktober	5	6	6	4	2	0
November	5	5	5	1	4	1
Dezember	1	3	2	2	0	0

Tab. 6-10: Verkehrsunfälle 2003

## 6.6 Schadensaufnahme

W. Huber, E. Duran, G. Kolb

Die Zahl der gemeldeten Sachschäden liegt im Berichtszeitraum mit 67 Fällen (2002: 75) geringfügig unter dem Niveau des Vorjahres (Tab. 6-11).

In Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachabteilungen wurden im Berichtsjahr 53 Betriebsunfälle und sonstige Unfälle innerhalb des Zentrums aufgenommen und untersucht.

Im Berichtszeitraum wurden 24 Diebstähle gemeldet. Vier Delikte konnten aufgeklärt werden. In zwei Fällen wurde ein Strafverfahren von der Staatsanwaltschaft eingeleitet.

beschädigte Gegenstände	Jahr	bekannt gewordene Fälle	aufgeklärte Fälle	geschätzter Schaden in T€
Kabelschäden	2001	2	2	0,1
	2002	3	3	4,0
	2003	5	2	6,9
Lichtmasten	2001	0	0	0,0
	2002	1	1	1,0
	2003	1	1	1,5
Tore, Einzäunungen, Schranken	2001	1	1	2,5
	2002	7	7	10,6
	2003	3	3	4,1
Gebäude, Sachschäden	2001	48	40	38,5
	2002	23	19	31,8
	2003	35	27	65,2
Dienst-Kfz	2001	19	18	21,5
	2002	26	26	32,8
	2003	20	19	20,8
Verschiedenes (Fenster, Türen, Bedachungen, Transport- und Sturmschäden)	2001	10	7	8,5
	2002	10	9	21,1
	2003	3	3	1,9
Fahrbahnverunreinigung durch Öl- u. Kraftstoffspuren	2001	12	3	12,5
	2002	5	3	1,0
	2003	0	0	0,0
Summe	2001	92	71	83,6
	2002	75	68	102,3
	2003	67	55	100,4

Tab. 6-11: Sachschäden: Einsatz der Schadensaufnahme

## 6.7 Schlüsselverwaltung

E. Duran, G. Kolb

Die Schließebenen der Gebäude des Zentrums sind in General-, Haupt-, Obergruppen-, Gruppen- und Einzelschließungen unterteilt. Aus allen Schließsystemen ergibt sich ein Bestand von 29 207 (2002: 28 785) Schließzylindern und 104 576 (2002: 102 817) Einzel- u. Gruppenschlüsseln. Nach der Neukonzeption von Schließanlagen, die sich wegen der Errichtung von Neubauten oder durch Änderungen in Arbeitsabläufen ergaben, mussten 422 (2002: 354) Schließzylinder und entsprechende Schlüssel neu beschafft werden. Eine große Anzahl von Schließzylindern und Schlüsseln war defekt oder abgenutzt und musste erneuert oder ausgewechselt werden.

## 6.8 Technische Sicherungssysteme

### R. Günther

Die weiteren Bauabschnitte der am 25. Februar 2002 begonnenen Umbauarbeiten im Gebäude 221 der Abteilung Werkschutz wurden im vorgegebenen Zeitrahmen nacheinander fertiggestellt. Ein wesentlicher Abschnitt war die Verlegung des Bedienungsraumes der Alarmzentrale vom Kellergeschoss ins Erdgeschoss. Aufgrund der baulichen Gegebenheiten verringerte sich die Raumgröße gegenüber der im Kellergeschoss um ca. 40% auf rund 50m<sup>2</sup>. Deshalb musste die Möblierung und vor allem der Bedien- und Anzeigetisch einschließlich der integrierten Technik auf die neuen Raumverhältnisse optimiert werden. Die Arbeitsplätze wurden nach neuesten ergonomischen Erkenntnissen gestaltet. Durch zügigen Einbau und Anschluss der Bedien- und Anzeigeelemente sowie Aufstellung neuer 17“-Flachbildschirme mit zum größten Teil neuer PCs konnten die beiden Arbeitsplätze der Alarmzentrale am 15. Januar 2003 in Betrieb genommen werden.

Nach dem Umzug des Alarmzentralen-Personals ins Erdgeschoss wurde mit der Demontage der Lüftungs- und Klimaanlage im Kellergeschoss Anfang Februar 2003 begonnen. Für die Kühlung der Technikzentralenschränke, die zur Alarmzentrale gehören, wurde ein provisorisches Kühlaggregat installiert. Am 30. April 2003 übernahmen die neuen Kühl- und Lüftungselemente dank guter Vorplanung und intensiver Montagearbeiten wieder die Versorgung des Gebäudes, und das Provisorium konnte demontiert werden.

Parallel zur Lüftungsanlage wurden die WC's mit Vorräumen im 1. und 2. OG saniert. Ebenso wurden die Elektroverteiler auf den einzelnen Stockwerken einschließlich der Flur- und Raumbeleuchtungen den neuen Gegebenheiten angepasst und erneuert. Mit der Installation einer neuen Brandmeldeanlage mit auf den aktuellen räumlichen Stand angepassten Rauchmeldern waren die Umbau- und Sanierungsarbeiten im Gebäude 221 am 30. Juli 2003 abgeschlossen.

Die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen gemäß AtG wurden im Berichtsjahr von der Datenbankumgebung basierend auf dBase und der Programmiersprache CLIPPER in das SAP-Datensystem R3-PM migriert. Jedes der ca. 800 relevanten Prüfblätter musste anschließend auf Format- und Übertragungsfehler überprüft und ggf. korrigiert werden. Die bisherige Funktionalität der Datenein- und -ausgabe wurde ebenfalls der SAP-Terminologie entsprechend angepasst.

Der vorgenannte Umzug der Bedien- und Anzeigeelemente der Alarmzentrale führte zur Überarbeitung von ca. 120 Prüfblättern der wiederkehrenden Prüfungen, die dem Gutachter im Auftrag der Genehmigungsbehörde eingereicht wurden.

Das Verfahren zu Ausstellung und Verwaltung von Besucherscheinen für den Forschungsbereich des Zentrums sollte mit einem rechnergestützten System rationeller abgewickelt werden. Deshalb wurde von HS-ZA unter Mitwirkung von HS-WS ein Besucherverwaltungsprogramm entwickelt, die Installation ausgeführt und am 24. November 2003 in Betrieb genommen. Die Stammdaten je Besucher werden über PC erfasst und per LAN der Datenbank auf dem zentralen Server der HS zugeführt. Die Besucherdaten werden eine Zeitlang gespeichert, so dass bei öfteren Besuchen des Forschungszentrums die Besucherdaten einfach abgerufen und in einem Besucherschein ausgedruckt werden können.

## 7 Zentrale Aufgaben

Die „Stabsstelle Zentrale Aufgaben“ nimmt Querschnittsaufgaben der Hauptabteilung Sicherheit selbst wahr oder wird dabei koordinierend tätig. Neben abteilungsübergreifenden kleineren Einzelprojekten war der Arbeitsschwerpunkt im Berichtsjahr wieder der Betrieb der HS-Datenverarbeitung im weitesten Sinn. Darüber hinaus wurde begonnen ein Qualitäts-Management-System aufzubauen.

## 7.1 Datenverarbeitung der Hauptabteilung Sicherheit

W. Tachlinski

Der Datenverarbeitung kommt durch ständig wachsenden Bedarf an Daten und deren Auswertung sowie durch die damit zu erledigenden, meist gesetzlich vorgeschriebenen, Dokumentationspflichten eine stark wachsende Bedeutung zu. Das drückt sich auch dadurch aus, dass im Netzwerk (LAN) der HS zur Zeit ca. 230 Benutzerkonten, ca. 200 Arbeitsplatzrechner und 25 Serverdienste wie Datenbank-, Druck- und WWW-Server auf 17 Hardwareservern zu betreuen sind.

Da die HS praktisch in allen Teilen des Zentrums Aufgaben zu erledigen hat, entwickelte sich die EDV ursprünglich in Form von örtlich verteilten, voneinander unabhängigen Inseln. Nach den weiter unten beschriebenen Maßnahmen ist die HS-EDV heute in ca. 25 Gebäuden oder Gebäudeteilen in einem eigenen virtuellen LAN direkt vernetzt, und im Falle der neuen browsergestützten Intranetfunktionen praktisch an jedem Punkt des Zentrums präsent.

Die im Vorjahr beschriebene Neuordnung der EDV-Landschaft wurde weiter vorangetrieben, um die in früheren Jahren dezentral und divergent entwickelte EDV der HS unter einem einheitlichen Langzeitkonzept zusammenzuführen. Die davon betroffenen Teilsysteme waren:

- Die physischen Netzwerke mit Hausverkabelungen, Netzanschlüssen, Switches, Hubs, Routern, etc.,
- Die genutzten IP-Subnetze,
- Die Rechnerhardware mit PCs und insbesondere die Verringerung voneinander unabhängiger einfacher Server,
- Die eingesetzten Betriebssysteme auf PCs und Servern,
- Standardanwendungen wie Office- oder Grafikprogramme,
- Datenbanken und
- Individualsoftware, die, zum Teil als Eigenentwicklung, Standards der letzten 15 Jahre EDV-Geschichte repräsentieren.

Die definierten Ziele der EDV-Gruppe wurden in unterschiedlichem Grad realisiert.

Der Aufbau eines weitgehend ausfallgeschützten physischen Netzwerkes zwischen den über das gesamte Forschungszentrum verteilten 14 verschiedenen HS Standorten, in Zusammenarbeit mit der LAN-Gruppe des IWR, ist abgeschlossen.

Künftige Verbesserungen werden im Aufbau weiterer Redundanzen, insbesondere im Bereich der Datenbanken angestrebt.

Die sichere Einbindung des HS Netzes in das allgemeine Netzwerk des Zentrums, um die HS Anwendungen auch in über 10 nicht zu HS gehörenden Netzsegmenten zur Verfügung stellen zu können, wurde durch redundante Anbindung an die Router des Zentrums LAN's bei IWR erreicht.

Wo es möglich und sinnvoll erschien ist die Zusammenführung vieler von HS genutzter IP-Adressbereiche und die Einführung DHCP-gestützter Adressverwaltung abgeschlossen.

Die Vereinheitlichung und Erneuerung der zum Teil überalterten PC - Arbeitsplatzausstattung ist, wo wirtschaftlich vertretbar, abgeschlossen. Die zentrale Zuständigkeit bei Einkauf, Einrichtung und Wartung von EDV-Endgeräten hat sich bewährt.

Die Ablösung aller unter WinNT- oder VMS-betriebenen dezentralen Server durch ausfallsichere zentrale Win2000-Server ist umgesetzt. Davon ist weiterhin, ausgenommen die spezielle Installation der amtlichen Messstelle, ein geschlossenes Gefahrenmeldesystem in der Alarmzentrale, die

ausschließlich der Labormesstechnik dienenden Endgeräte und ein unter WinNT laufender WWW-Server.

Der Aufbau einer einheitlichen HS-Win2000 Domäne innerhalb der Gesamtstruktur des Forschungszentrums wurde abgeschlossen. Für einige wenige unabweisbare Sonderfälle wird aber noch eine einzelne WinNT Domäne betrieben.

Die Einführung von Windows2000 oder höher als Betriebssystem auf allen von HS/ZA betreuten Rechnern ist zu über 90 % erfolgt. Die verbliebenen Win95-Rechner in einem Strahlenschutz-Meßsystem konnten, bedingt durch dessen Spezialhardware, nicht umgestellt werden. Diese Rechner sollen im nächsten Jahr komplett erneuert werden. Auch die anderen Sonderfälle, z.B. unter WinNT, müssen aus Kompatibilitätsgründen zu spezieller Software noch bis auf weiteres beibehalten werden.

Der ursprünglich geplante Aufbau von HS-eigenen Terminal Serverdiensten für Standardsoftware wurde verworfen. Wo möglich, wurde als Alternative dazu die Standardsoftware und deren Updates zentralgesteuert auf die Arbeitsstationen verteilt. Darüber hinaus werden einige HS-Anwendungen z.Zt. im Terminaldienst des IWR angeboten.

Ein durchgängiger Virenschutz aller Endgeräte durch zentral gewartete Antiviren Services wurde eingerichtet und war bei mehreren Angriffen weitgehend wirksam.

Der Aufbau einer HS-weit transparenten Dokumentablage auf gemeinsamer Ablagestruktur im zentralen Fileserver zur Vermeidung redundanter bzw. lokaler Datenhaltung und damit Sicherstellung eines effektiven Backups unternehmenskritischer Daten ist abgeschlossen. Bestimmte HS-interne Dokumententypen können jetzt 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 Datenbestände 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 gleichzeitige Datenhaltung in zwei Systemen zu beenden.

Die von HS betriebenen Informationsbasen im Intranet wurden ausgebaut. Die Darstellung der Hauptabteilung Sicherheit im Internet, eingebettet in das vom Zentrum eingerichtete, übergeordnete Content Management System (CMS) wurde erneuert.

Vorstudien zur Einführung eines Dokumenten Management Systems (DMS) auf übergeordneter Zentrumsebene wurden seitens HS begleitet. Neben der aktiven Mitarbeit von HS/TBG war HS/ZA nur informativ involviert, weitere Entscheidungen werden 2004 fallen.

Die Erstellung und Umsetzung eines IT-Sicherheitskonzeptes wurde vorangetrieben. Das Konzept wurde parallel zu seiner Entstehung im HS-Intranet veröffentlicht. Künftig sollen noch weitere Elemente der Qualitätssicherung und der Datenschutz-Meldepflichten integriert werden.

Eine Hauptschwierigkeit bei der Umsetzung der oben genannten Ziele bestand und besteht darin, dass alle Veränderungen im laufenden operationellen Betrieb mit möglichst kurzen Unterbrechungen in der Größenordnung einiger Minuten durchzuführen waren. Das ist im Wesentlichen gelungen. Details zur Umsetzung der genannten Ziele enthalten die folgenden Unterkapitel.

### 7.1.1 Netzwerk

D. Bosch, W. Tachlinski

Alle Switch-Knoten in den verschiedenen HS-Gebäuden, mit Ausnahme der Büro-PC im Gebäude der Werksfeuerwehr, sind jetzt mit jeweils 2 Glasfaserverbindungen an verschiedene zentrale Router des IWR so angebunden, dass bei beliebigem Ausfall eines Routers oder einer der Leitungen die jeweilig redundante Komponente die Funktion unterbrechungsfrei übernimmt. Innerhalb der Router werden alle HS-Knoten zu einem eigenen virtuellen Netz zusammengeführt, so dass neben der Ausfallsicherheit auch eine Abschirmung von der Netzlast durch andere Institute erreicht wird.

Um die Ausfallsicherheit noch weiter zu steigern, sind sämtliche stromabhängigen Netzwerk-Komponenten und die wichtigen Server mindestens über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung abgesichert, die außerdem alle Statusmeldungen per e-Mail und alle Verwaltungsfunktionen per Browser zur Verfügung stellen. Ausnahme hiervon ist die Hauptwache, bei der die EDV-Komponenten direkt an eine ebenso sichere Gebäudenotstromversorgung angeschlossen sind.

Im Berichtszeitraum kam es trotz aller Bemühungen um die Ausfallsicherheit des Datennetzes zu einem kurzfristigen Ausfall, weil eine der möglichen Fehlerkombinationen nicht abgefangen war.

In einer Switch-Matrix, bestehend aus 4 Switches wirkte sich der Hardwareausfall eines der Switches auf die Funktionsfähigkeit aller Switches aus. Da die kritischen Server alle an diese Matrix angeschlossen waren, führte das nicht nur zum Netzausfall an allen Arbeitsplätzen dieses Gebäudes, sondern zum Ausfall aller auf den angeschlossenen Servern laufenden zentralen HS-Anwendungen im gesamten Zentrum. Der Fehler trat auf, obwohl jeder einzelne Server mit jeweils 2 Netzwerkkarten doppelt über jeweils unterschiedliche Switches an das LAN angebunden war, weil die Fehlfunktion eines Switch Fehler in allen Switches der gleichen Matrix auslösen konnte. Nach Austausch des defekten Switch wurde zur Vermeidung eines weiteren Ausfalls dieser Art die vorhandene Vierer-Matrix aufgetrennt in 2 Stacks mit jeweils 2 Switch Einheiten. Die Stacks sind sowohl untereinander verbunden, als auch jeweils mit einem der zentralen Router. Die doppelten Netzwerk-Anbindungen der kritischen Server konnten dann auf verschiedene Stacks verteilt werden (siehe Abb. 7-1). Somit wird erreicht, dass bei Ausfall eines Switch in einem der Stacks nur noch die an diesem Stack angebotenen Arbeitsplätze betroffen sein können. Die kritischen Server stehen dann über die zweite Anbindung an den anderen Stack weiterhin zur Verfügung. Ebenso bleibt die redundante Backbone-Anbindung des Gebäudes als Ganzes im Normalbetrieb erhalten und im Fehlerfall einer Backbone-Anbindung übernimmt die andere verzögerungsfrei die Funktion.

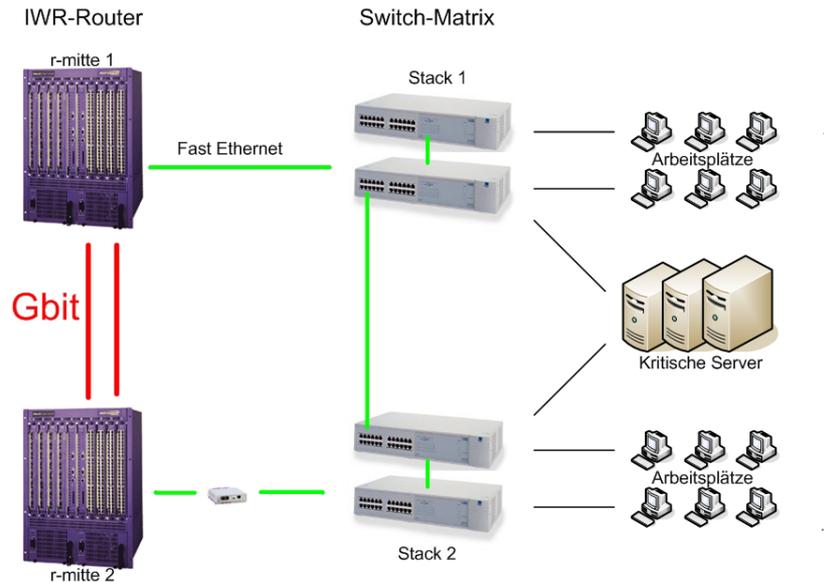


Abb. 7-1: Ausfallsichere LAN-Anbindung der kritischen Server

#### 7.1.1.1 Netzwerkpläne

H. Petermann, F. Stelzig, D. Bosch, T. König

Von den verschiedenen Gebäuden der Hauptabteilung Sicherheit wurden Netzwerkpläne erstellt. Diese Pläne ermöglichen und erleichtern zukünftig die Analyse des HS Netzwerks. So wurden Schwachstellen in der Notstromversorgung (USV) aufgedeckt und beseitigt. Des Weiteren wurde ein zentraler Switch redundant ausgelegt, um die Erreichbarkeit der HS Server zu gewährleisten. Außerdem bietet die Dokumentation des physischen HS Netzes eine Erleichterung bei Installationsarbeiten. Die Netzwerkkomponenten wurden auch ins HS/ZA Gerätekataster (siehe 7.1.4.7.1) aufgenommen und einer Risikoanalyse unterzogen (siehe 7.1.6.1)

#### 7.1.2 Rechner- und Betriebssysteme

D. Bosch, W. Tachlinski

Mit dem Ersatz der an ihre Lebensaltersgrenze angelangten Arbeitsplatz-Computer unter Windows NT durch Windows XP Systeme konnte der Anteil der Betriebssysteme Windows 2000 bzw. XP auf ca. 90 Prozent erhöht werden. Diese Betriebssysteme können, im Gegensatz zu Windows NT, die von der Windows 2000 Domäne vorgegebenen Gruppenrichtlinien verarbeiten. Darüber kann von zentraler Stelle aus die Konfiguration der einbezogenen Computer vorgegeben werden. HS nutzt dies zur automatischen Verteilung von Standard Office-Anwendungen auf neu installierten Arbeitsplätzen und für Updates.

Im Berichtszeitraum wurden mehrfach Sicherheitslücken in den Microsoft-Betriebssystemen bekannt. Da gleichzeitig eine Gefahr durch Computer-Würmer (z.B. „Blaster“) bestand, mussten die von Microsoft zur Verfügung gestellten Patches schnellstmöglich auf allen HS-Computern installiert werden. Eine manuelle Installation durch die Administratoren war aufgrund der hohen Anzahl der Computer nicht sinnvoll. Zur Abhilfe wurde unter Ausnutzung der oben beschriebenen Gruppenrichtlinien ein Skript erstellt, welches beim Start eines Computers dessen Betriebssystem und die bereits vorhandenen Patches abfragt. Fehlende Patches werden dabei automatisch, ohne Mitwirkung von Benutzer oder Administrator installiert. Durch dieses Verfahren werden neu in die HS-Domäne aufgenommene Computer ebenfalls automatisch auf den neuesten Stand gebracht.

Zur Kontrolle der Installation der Sicherheitspatches wurde ein VBScript-Programm erstellt, welches die jeweils online verfügbaren Computer prüft und deren Software-Status in eine Datenbank einträgt. Nach mehreren Programmläufen zu unterschiedlicher Zeit und an unterschiedlichen Tagen wird so ein Abbild des Standes der meisten HS-Computer erreicht. Ständig offline befindliche Computer und solche bei denen die notwendigen Patches fehlen (z.B. PC zur Messdatenerfassung im Dauerbetrieb), können so einfach identifiziert und die nötigen Installationen gezielt durchgeführt werden.

Zur Zeit werden bei Neuanschaffungen für normale Arbeitsplätze bei HS preiswerte Rechner der "Intel Celeron 1,2 GHz" Leistungsklasse mit Markenkomponenten eingesetzt.

### 7.1.3 Standardsoftware

D. Bosch, W. Tachlinski

Auf fast allen von HS/ZA betreuten PC wurden die Office Anwendungen auf MS Office 2000 upgedated, so dass ein einheitliches Arbeiten HS-weit sichergestellt ist. Die neuere Version Office XP wurde von der zentralen Abteilung für Bürokommunikation wegen verschiedener Fehler bislang nicht für den allgemeinen Einsatz empfohlen. Stattdessen wurde für die Zukunft auf die Version Office 2003 verwiesen, die erst zum Ende des Berichtszeitraums erschien und zu der deshalb noch keine Aussage getroffen werden kann.

Bei sonstigen Standard Anwendungen wie Grafik, Texterkennung, Browser, sowie Tools aller Art wirkt HS/ZA mit zunehmendem Erfolg auf Vereinheitlichung hin. Das wird nicht zuletzt dadurch erreicht, dass den Benutzern in der Regel keine lokalen Administrationsrechte für die Installation von eigener Software zugewiesen werden.

Neue Rechner werden mit einem von HS/ZA erstellten Image aufgebaut. Über die von der Windows 2000 Domäne vorgegebenen Gruppenrichtlinien werden danach die Standard Office-Anwendungen automatisch verteilt, sodass auf allen Computern die gleichen Programme und Konfigurationen vorhanden sind.

### 7.1.4 Individualsoftware

#### 7.1.4.1 Altanwendung für Strahlen- und Arbeitsschutz

D. Bosch

Die Abteilung Technisch administrative Beratung und Genehmigungen (HS/TBG) nutzt noch eine Altanwendung zur Erfüllung von Kernaufgaben im Arbeits- und Strahlenschutz, die von HS/ZA betrieben und gewartet wird. Die zugrunde liegende Datenbank ist jedoch inkompatibel zu modernen Systemen. Damit einige der in der Altanwendung gepflegten Datenbestände wie z.B. Terminationen und Eignungsaussagen zur arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung trotzdem in neuen auf SQL-Server basierenden Anwendungen (z.B. FZK-PD) verfügbar sind, wurde die Java-Applikation „Transfer“ zur Datenreplikation entwickelt. Dazu werden in der Altanwendung Datenänderungen protokolliert, die halbstündlich von „Transfer“ über ODBC-Zugriffe abgefragt und gegebenenfalls auf den SQL-Server übertragen werden.

Bei der Strahlenpass-Stelle existierte das Problem, dass die in der Altanwendung aufgenommenen Adressen von neu im Forschungszentrum tätigen Fremdfirmen unmittelbar in dem neuen, SQL-Server basierten Programm FZK-PD benötigt werden. Da aus Performance-Gründen die oben beschriebene Replikation nicht in wesentlich kürzeren Intervallen durchgeführt werden kann, musste die Übertragung der Fremdfirmen-Adressen gesondert behandelt werden. Dazu werden bei Neuaufnahmen die Adressdaten direkt in eine Exportdatei geschrieben und serverseitig das Vorhandensein einer solchen Datei auf Betriebssystemebene überwacht. Dadurch wird nur in den benötigten Fällen

das ebenfalls auf Java basierende Programm „Trans\_FF“ gestartet, welches die Daten auf den SQL-Server überträgt. Mit diesen Maßnahmen stehen die benötigten Daten nach spätestens 30 Sekunden dort zur Verfügung.

#### 7.1.4.2 Zutrittsverwaltung im Werkschutz

W. Tachlinski

Im Jahresbericht 2002 wurde über den Ersatz der Hard- und Software zur Verwaltung der Zutritte zum Forschungszentrum und zur Erstellung von Werksausweisen berichtet. Das neue Programm wurde im Berichtszeitraum kontinuierlich an der Benutzeroberfläche verbessert, um Funktionen erweitert und mit Hilfsmitteln zur Nachbearbeitung von Altdaten ausgestattet.

Der ehemals genutzte DEC-Rechner mit dem Altdatenbestand wurde auf Wunsch der Fachabteilung noch nicht abgeschaltet, weil bei der Nachbearbeitung der in das neue System übernommenen Datenbestände informativ auf die alten Originaldaten zurückgegriffen wird.

Die zu erhebenden Daten für die Verwaltung von Werksausweisen wurden bei nicht vom Forschungszentrum angestellten Ausweisinhabern ergänzt und auszugsweise für Zwecke der Verwaltung von EDV-Konten und der statistischen Auswertung für Meldungen im Rahmen der Programmorientierten Förderung (POF) zur Verfügung gestellt. Details hierzu finden sich in den jeweiligen Unterkapiteln.

#### 7.1.4.3 Elektronische Betreiberdosimetrie, Kontrolle der Zugangsberechtigung zu Strahlenschutz-Konrollbereichen

W. Tachlinski

Mit Gründung von HS/ZA übernahm dieser Stab die Zuständigkeit für den Betrieb der elektronischen Betreiberdosimetrie, mit Ausnahme der am Mann zu tragenden Dosimeter (Detektoren). Das umfasst die Lesestationen und deren Einbindung in das LAN des Zentrums, in einigen Fällen die Steuerung von Schranken, dazu gehörige PCs und Server und die Software zur Verbindung und Verwaltung der erforderlichen Strahlenschutz-, Personen- und Termindaten. Die Wartung inkl. Überwachung der Eichtermine, die örtlich erforderliche Einstellung und die Steuerung des Einsatzes der Dosimeter blieb dagegen Aufgabe von HS/ÜM.

Die übernommenen Dosimetrie-Systeme bei HDB, KNK und MZFR wurden mit weiteren bei HZY, HVT/HZ und IFIA ergänzt und bestehen aus z.Zt. 18 Dosimeter-Lesestationen in 3 verschiedenen Arten. Die Bereiche INE, ANKA und HS-Eichhalle wurden zusätzlich mit "virtuellen" Systemen ausgerüstet, bei denen die Dosen anstatt automatisch von Lesestationen durch Strahlenschutzpersonal von Hand eingetragen werden. Weniger frequentierte oder örtlich stark verteilte Bereiche wie IHM, ANKA, Tritiumlabor, HS und BTI werden ohne eigenes Dosimetriesystem direkt durch Handeingaben von Strahlenschutzpersonal oder SSB in der unten beschriebenen zentralen Anwendung "FZK-PD" verwaltet.

Die 6 realen und 3 virtuellen Dosimetriesysteme arbeiten als autarke Inseln mit lokaler Haltung der wichtigsten Daten, was zu einer hohen Ausfallsicherheit durch Wegfall gegenseitiger Störung führt. In den 3 unterschiedlichen Systemarten sind die Lesestationen entweder seriell an PCs und dann über das LAN, oder über ein eigenes Mess-LAN mit eigenem Server, oder direkt über das LAN an die Datenbank auf dem zentralen HS Server angeschlossen.

Die Daten der 6 Dosimetrie-Inseln mit elektronischer Dosimeter Auslesung und der 8 von Hand verwalteten Dosimetrie-Bereiche, die Daten der Strahlenpassstelle, des Personen-Dosis-Registers, der Fremdfirmenverwaltung für §15 StrlSchV, des angeschlossenen Body-Counters und der zum erforderlichen Teil eingebundenen Altanwendung werden von einem speziellen Transfer- und Prüf-

programm auf der HS-SQL-Datenbank konsistent und aktuell gehalten. Wegen Netzunterbrechung fehlende Daten werden dem Benutzer signalisiert und nach Wiederkehr der Netzverbindung automatisch nachgetragen.

Auf die gemeinsame Datenbank wurde der neue Teil der Strahlenschutzverwaltung aufgesetzt, der vorerst folgende Dokumentations- und Überwachungsaufgaben bewältigt:

- die Personen-Eingangskontrolle vor dem erstmaligen Tätigwerden:  
Bei der Eingangskontrolle werden Daten zur Personenidentifikation und zur Überwachung der Zugangsvoraussetzungen zu überwachten Bereichen eingepflegt oder aktualisiert.
- die Überwachung während Tätigkeiten in überwachten Bereichen:  
Jede Person wird während ihrer Tätigkeit fortlaufend auf die Einhaltung aller Zugangsvoraussetzungen überwacht. Die Überwachung umfasst die Kontrolle von Terminen zur Ausbildung und medizinischer Vorsorge sowie von Dosisgrenzwerten. Sie gestattet auch eine fein granuliert Zugangssteuerung von Personen zu den Kontrollbereichen der örtlich zuständigen Strahlenschutzbeauftragten unter Berücksichtigung der für die Einzeltätigkeit erforderlichen personenspezifischen Voraussetzungen.
- die Ausgangskontrolle nach Abschluss der Tätigkeiten:  
Beendet eine Person den Einsatz an einer organisatorisch zusammengehörigen Örtlichkeit, so muss der Einsatz formal beendet werden. Dabei ist festzusetzen, welche Schlussmaßnahmen erforderlich und durchzusetzen sind. Nach Beendigung aller Einsätze wird der Gesamtaufenthalt im Forschungszentrum datentechnisch geschlossen. Dabei wird überprüft, ob die bei Ende der Einzeleinsätze festgesetzten Maßnahmen erledigt wurden.  
Bei Mitarbeitern von Fremdfirmen, die das Forschungszentrum verlassen, müssen aus den Daten Dosisnachweise erstellt oder Eintragungen in den Strahlenpass vorgenommen werden.

Die detaillierte Darstellung des gesamten Dosimetrie- und Strahlenschutzverwaltungssystems und der durch Programmfunktionen unterstützten Arbeitsabläufe würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen.

#### 7.1.4.4 Buchführung radioaktiver Stoffe (BURAST) als Web-Anwendung

D. Meyer, W. Tachlinski

Die von HS/ZA entwickelte und von einer Fremdfirma programmierte Intranet-Anwendung zur Buchführung aller radioaktiven Stoffe im Zentrum ist auf Basis von PHP, Java (-script) und einer SQL-Datenbank erstellt und auf dem HS-eigenen Datenbankserver installiert worden. Sie ersetzt die bisherige Visual-Basic-Anwendung gleichen Namens, in der nur umschlossenen Stoffe verwaltet werden konnten.

Das neue BURAST-Programm ist seit Anfang 2003 beim zentralen Buchhalter in HS/TBG und bei der Dichtheitsprüfstelle in HS/ÜM zum Verifizieren und zur Eingabe von realen Daten umschlossener radioaktiver Stoffe im Einsatz.

Im Berichtsjahr wurde die Abwicklung der wiederkehrenden Prüfungen an umschlossenen Strahlern bereits vollständig in BURAST abgewickelt, d.h. vom Aufruf nach automatischer Terminkontrolle über Durchführung bis zur Ergebnisdokumentation. Darüber hinaus wurden die Ursprungszertifikate (Menge/Dichtheit/Hersteller etc.) eingelesen und in der Anwendung als Faximile zur Verfügung gestellt.

Im Buchungssystem sind Ein-, Aus- und Umbuchungen von umschlossenen und erstmals auch von offenen Stoffen möglich. Die Stoffe können einer Genehmigung, einem Ort und einem verantwortlichen SSB zugeordnet werden. Es besteht aber noch nicht die Möglichkeit die eingebuchten und die genehmigten Radioaktivitätsmengen miteinander zu vergleichen. Hierzu wird parallel noch die Anwendung BUGEN erstellt, in der die genehmigten Mengen verwaltet werden. Wenn beide Module in Betrieb sind, wird bei korrekter Buchung eine mengenmäßige

dule in Betrieb sind, wird bei korrekter Buchung eine mengenmäßige Genehmigungsüberschreitung wirksam verhindert.

Das Programm gestattet es, bereits gebuchte offene Radioaktivitätsmengen buchmäßig zu teilen oder in Form einer Mischung zusammenzuführen. Für den gesamten Datenbestand ist eine erweiterte Suche nach unterschiedlichen Kriterien möglich. Es können diverse Bestandslisten gedruckt werden. Die monatlichen Berichte und die Jahresmeldung an die Behörden können direkt aus der Datenbank erstellt werden.

Bei Einsatz der Testversionen wurde erkannt, dass die Anwendung noch instabil lief. Viele Funktionen im Programm und Teile in der Datenbankstruktur waren noch zu korrigieren bzw. waren von HS neu zu definieren. Neue Funktionalitäten waren z.B. die Erweiterung des Programms um die Freigrenzen der neuen Strahlenschutzverordnung. Außerdem waren die Webseiten für die Eingabe der Daten benutzerfreundlicher zu gestalten. Diese Arbeiten erforderte eine enge und zeitaufwändige Zusammenarbeit mit HS/TBG und HS/ÜM. Bis Ende des Jahres waren Wartungsarbeiten bei der Fremdfirma in Auftrag. Die Monatsberichte an die Aufsichtsbehörde über Erwerb, Abgabe und Erzeugung radioaktiver Stoffe wurden im Berichtsjahr noch mit den alten Mitteln erstellt, wobei die vom neuen BURAST gelieferten Daten durch Parallelbetrieb verifiziert wurden.

Bis Ende des Jahres 2003 konnten vom Zentralbuchhalter in HS/TBG alle offenen und umschlossenen Stoffe der Organisationseinheiten des Zentrums mit der Web-Anwendung eingebucht werden. Mit diesem vollständigen und verifizierten Datenbestand konnte die Jahresmeldung für 2003 an die Behörden erstellt werden. Für die zukünftigen Benutzer, die örtlich zuständigen Strahlenschutzbeauftragten und deren Mitarbeiter, wurde ein Handbuch erstellt. Im kommenden Jahr sollen die Buchungen zunehmend vom Zentralbuchhalter auf die Verantwortlichen in den Organisationseinheiten verlagert werden und die zentralen Monatsmeldungen gem. § 70 (1 Nr. 1 u. 2) StrlSchV direkt aus der Datenbank generiert werden.

Für die Integration der Kernmaterialien in BURAST wurde von HS/ZA ein erstes Konzept ausgearbeitet. Hierzu s. Kap. 7.1.4.5.

#### 7.1.4.5 EURATOM-Buchführung für die Kernmaterialüberwachung (KMÜ)

D. Meyer

Die Buchführung der Kernmaterialien im FZK wird mit dem im Jahr 2002 in Betrieb genommenen und im letzten Jahresbericht näher beschriebenen VB-Programm „KMÜ“ auf Basis einer ACCESS-Datenbank durchgeführt. Die Buchungen und die Berichterstattung unterliegen den EURATOM-Vorschriften.

Um die Kernmaterialien auch in der Web-Anwendung BURAST anzuzeigen und die Kernmaterialien bei Prüfung der Genehmigungsauslastung in BUGEN hinzuzuziehen, wurde die ACCESS-Datenbank zusätzlich als MS-SQL Datenbank erstellt. Die Daten der ACCESS-Datenbank werden täglich automatisch transferiert. Im Programm kann der Zentralbuchhalter den Transfer der Daten auch von Hand auslösen. Es wurde entschieden, vorläufig die VB-Anwendung nicht für die MS-SQL Datenbank umzuschreiben und die Kernmaterialbuchführung nicht in BURAST abzubilden. Die Webseiten zur Anzeige des Kernmaterial- bzw. Kernbrennstoff-Bestands nach AtG-Definition und der Bestandsänderungen wurden von HS/ZA programmiert und werden als Link in der nächsten BURAST-Version eingebaut.

Weitere Abfragen der Datenbank und Funktionen, die für die Prüfung der Genehmigungsauslastung gebraucht werden, sind noch zu definieren. Benutzer von KMÜ ist nur der Zentralbuchhalter in HS/TBG. Die Kernmaterial-Bestandsänderungen werden ihm von den Organisationseinheiten auf einem Formular mitgeteilt.

#### 7.1.4.6 Buchführung von Genehmigungen (BUGEN)

D. Meyer, W. Tachlinski

Zur Verwaltung der atomrechtlichen Genehmigungen und zur Überprüfung der Genehmigungsauslastung durch die im FZK vorhandenen radioaktiven Stoffe wurde das Programm BUGEN konzipiert.

Mit BUGEN wird die gesamte Metastruktur der Genehmigungen dargestellt. Hierzu zählen die ausstellende Behörde, der Genehmigungszweck, die Gültigkeitsdauer, die Umgangsmengen, der Umgangsort, die Auflagen und so weiter. Die hierzu relevanten Dokumente können in BUGEN aufgerufen werden.

Der gesamte Umfang einer Genehmigung kann im Programm in mehrere Genehmigungsteile aufgeteilt werden, so wie es im Forschungszentrum verwaltungstechnisch benötigt wird. Diese Genehmigungsteile können wie eigenständige Genehmigungen verwaltet und örtlich zuständigen Strahlenschutzbeauftragten zugewiesen werden.

Die Genehmigungen unterliegen ständig Änderungen, die in Form von Nachträgen von der Behörde genehmigt werden. Die dadurch entstehenden Versionen der Genehmigungen, stellt BUGEN in einer aktuellen oder in einer zu einem beliebigen Zeitpunkt gültigen Lesefassung zur Verfügung.

BUGEN arbeitet eng mit BURAST zusammen. Mit BURAST werden die real vorhandenen radioaktiven Stoffe verwaltet und den Genehmigungen oder Genehmigungsteilen, die in BUGEN verwaltet werden, zugewiesen. Schon bei Buchung der radioaktiven Stoffe in BURAST soll geprüft werden, ob die zu buchende Radioaktivitätsmenge und Radioaktivitätsart einer Genehmigung noch zugewiesen werden kann oder ob es zu einer Mengenüberschreitung käme. So können Überbuchungen und damit ungenehmigter Umgang unterbunden werden.

Die Web-Anwendung mit einer MS-SQL Datenbank wurde einer Fremdfirma in Auftrag gegeben. Verschiedene Funktionalitäten der Anwendung stehen seit November 2003 in einer Testversion Mitarbeitern in HS/TBG zur Verfügung. Es werden derzeit die Eingabe der Genehmigungsdaten und die Erstellung der Lesefassung von aktuellen Genehmigungen geprüft.

#### 7.1.4.7 Web-Anwendungen, eine neue Softwaregeneration

W. Tachlinski

Die von HS zu entwickelnden EDV-Anwendungen sollen in der Regel örtlich im gesamten Forschungszentrum und organisatorisch in vielen LAN-Subnetzen nutzbar sein. Daraus ergibt sich eine zunehmende Abkehr vom Client-Server-Konzept, bei dem Software auf dem jeweiligen Rechner installiert und gewartet werden muss und die Zugriffsrechte zusätzlich auf Netz- und Betriebssystemebene zu verwalten sind, was insbesondere durch Firewalls zu erheblichem Aufwand und zur Fehlerquelle wird.

Um dieses Problem zu umgehen, empfiehlt sich für diese Nutzungsart die Programmierung zentraler Anwendungen mit eigener Zugriffsteuerung, auf die im Intranet mittels Web-Browser zugegriffen werden kann.

HS hat deswegen entschieden, künftig Programme browser-gestützt zu entwickeln, wenn die benötigten Daten bereits auf dem zentralen HS-SQL-Server gehalten werden und gegebenenfalls benötigte Altdaten dorthin transportiert wurden oder repliziert werden. Folgende Anwendungen wurden unter diesem Aspekt entwickelt.

##### 7.1.4.7.1 HS spezifische Web Anwendungen

T. Dunker, T. König, W. Tachlinski

### Probenanmeldung / Analysenanforderung

Die im letzten Jahr für HS/ÜM entwickelte Intranet-Probenanmeldung, die mit dem Labordatensystem des Physikalischen Messlabors gekoppelt ist, wurde um einige Funktionen erweitert (Hilfebeschreibungen, Vorlagenerstellung, Änderungsmöglichkeit). Um die im Labor entstandenen Daten weiter zu verarbeiten, wurde zusätzlich eine Ergebnissuche mit verschiedener Listenausgabe und Excel-Export-Möglichkeit neu programmiert. Dadurch ist es nun möglich, Ergebnisse, die mit verschiedenen Messverfahren und/oder an verschiedenen Proben ermittelt wurden, für die Weiterverarbeitung über die Webschnittstelle zusammenzufassen.

Eine ähnliche Anwendung wurde für HS/TBG, Gruppe Umgebungsüberwachung erstellt. Mit dieser Anwendung kann Probenmaterial zur Analyse im Messlabor angemeldet werden. Neben der Erfassung der zu messenden Proben gibt es bei dieser neuen Webanwendung eine Statusabfrage, über die schnell ersichtlich ist, welchen Bearbeitungsstatus die Proben bereits haben. Eine Ergebnisanzeige wird im nächsten Jahr entstehen.

### Elektronisches Besucherbuch für Strahlenschutz Kontrollbereiche

Laut eines Bescheids der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde ist der Zutritt von Besuchern zu Kontrollbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe unter Einhaltung gewisser Dokumentationspflichten erlaubt, die in elektronischer Form erfolgen können. Hierzu wurde ein erster Programmteil realisiert, der einen Teil der erforderlichen Daten (Name, Vorname, Geburtsdatum und Identifikationsnummer) für Besucher speichert. Da diese Daten bereits bei der Erstellung eines Besucherausweises bei der Anmeldung im Zentrum bekannt sind, wurde das dort bisher verwendete Besucherausweisprogramm auf Access-Basis durch die neu entwickelte Webanwendung abgelöst. Das gilt auch für den Zutritt von Besuchern durch die Lieferzufahrt, da die dort ausgestellten Warendurchlassscheine gleichzeitig als Besucherausweis gelten. Die im Besucherbescheid genannten weiteren zu dokumentierenden Informationen (Begleitperson, Aufenthaltsdaten, Personendosis) werden in weiteren Programmteilen angebunden, deren Realisierung für nächstes Jahr geplant ist.

### Sicherheitsüberprüfung

Die atomrechtliche Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde hat Fälle festgelegt, in denen eine gültige Zuverlässigkeitsüberprüfung nach AtZüV Zutrittsvoraussetzung für Personen zu bestimmten Bereichen ist oder in denen Personen in verantwortliche Funktionen oder Positionen nur unter dieser Voraussetzung bestellt werden können. Den atomrechtlich Verantwortlichen wird mit einer neu entwickelten Anwendung die Möglichkeit gegeben, Daten zur Zuverlässigkeitsüberprüfung im Intranet abzufragen. Neben aktueller Einzelinformationen kann mit Hilfe von unterschiedlichen Listen frühzeitig Handlungsbedarf beim Auslaufen der Gültigkeit von Sicherheitsüberprüfungen festgestellt werden, um durch zeitige Verlängerung der Gültigkeit z.B. unnötige Zutrittssperren zu sensiblen Bereichen zu vermeiden.

### Verwaltung der Atemschutzausbildung

Für HS/TBG wurde eine browserbasierte Verwaltungsmaske (Ansicht/Bearbeitung, Listenausgabe) für die Atemschutzausbildung als Teilausschnitt des VB-Programms FZK-PD realisiert. Aufgrund von generellen Problemen wegen der unterschiedlichen Strukturen der verwendeten Daten in den Terminverwaltungen KMan (Altanwendung) und FZK-PD (aktuelle Anwendung) ist das Programm derzeit noch nicht in Verwendung. Die Terminüberwachung erfolgt daher noch durch schriftliche SSB-Information aus der Altanwendung. Bei der rechnergestützten Prüfung der Zugangsvoraussetzungen vor dem Betreten von Strahlenschutz-Kontrollbereichen kann der tätigkeits- und personenbezogene Bedarf einer gültigen Atemschutzausbildung erst nach Inbetriebnahme dieser Anwendung in die Prüfung einbezogen werden.

### Online Radon Monitor

Die Webdarstellung des Radon Monitors wurde komplett überarbeitet. Der Online Radon Monitor (Alpha Guard) gibt alle 10 Minuten die Aktivitätskonzentration des Radons in der Luft des Low-Level-Messlabors an. Diese Konzentration entspricht weitestgehend der in ca. 10 m über dem Boden angesaugten Außenluft der Lüftungsanlage. Zweck dieser Messung ist es, Störeinflüsse auf die Aktivitätsmessung im Labor durch natürliche Radionuklide zu erfassen. Die Radon-Aktivitätskonzentration kann von einem frei wählbaren Tag über einen wählbaren Zeitraum von einem Tag oder einer Woche angezeigt werden. Um die Daten in einer aussagekräftigen Form darzustellen, wurde die Glättung (arithmetisches Mittel) der Daten realisiert.

### Internes Abwicklungsverfahren zur Bereitstellung von EDV-Material

HS/ZA erledigt den zentralen Einkauf und die Inventarverwaltung von EDV-Material (Computer, Monitor, Drucker, sonstige Peripherie) durch eine neu erstellte Datenbank-Webanwendung, die die bisherige papierbasierte Einkaufsanforderung im Berichtsjahr ablöste. Benötigtes EDV-Material kann mit dieser Anwendung online am Web-Browser bei HS/ZA bestellt werden und der Anforderungsstatus kann online abgerufen werden. Es besteht eine Verbindung zum HS/ZA-Gerätekataster, so dass angeforderte Geräte direkt dort aufgenommen werden können bzw. bei Lieferung aus dem Bestand die Betreiberdaten vor Ort per Browser aktualisiert werden können.

### Netzwerk-Verwaltung, Dokumentation der Patchfelder

Die bisherige Pflege der Patchfelder-Informationen in einer einfachen Liste wurde durch eine neu entwickelte Datenbank-Webanwendung mit Such- und Listenfunktion abgelöst. Die zentrale Verkabelung der Switches und Patchfelder in HS-Gebäuden wurde überprüft und in der neuen Anwendung erfasst.

#### 7.1.4.7.2 Statistische Daten für die Programmorientierte Förderung der HGF (POF)

T. Dunker, W. Tachlinski

Für HPS entstand eine Webanwendung, die statistische Daten für Meldungen im Rahmen der programmorientierten Förderung der HGF zur Verfügung stellt. Die betreffenden Daten von Personen, die nicht Mitarbeiter der Forschungszentrums GmbH sind, werden bei der Betriebsausweiserstellung mit erfasst. Tools zur Bearbeitung der Daten (auch der Altdaten) durch die Berechtigten bei HPS oder in den betroffenen Organisationseinheiten sind in Entwicklung. Ein Programm zur umfassenden Statistik-Auswertung ist für nächstes Jahr geplant.

#### 7.1.4.7.3 Ermittlung unnötiger EDV-Konten

T. Dunker

Da ausgeschiedene Personen oft bei IWR nicht abgemeldet werden und dadurch unnötig Ressourcen verbrauchen, wurde eine Webanwendung zur Überprüfung des Personenstatus programmiert. Mittels dieser Intranet-Anwendung kann zur Entscheidungshilfe überprüft werden, ob eine Person keinen gültigen Ausweis mehr besitzt und/oder aus dem Forschungszentrum ausgeschieden ist. Durch Löschung von solchen nicht mehr legitimierten EDV-Konten samt deren Rechte im Netzwerk wird ein Beitrag zur IT-Sicherheit des Zentrums geleistet.

#### 7.1.5 Informationssysteme

##### 7.1.5.1 Internet

T. König

Die im Jahr 2002 gesammelten Inhalte und programmierten Internetseiten zur Darstellung der Hauptabteilung Sicherheit (HS) wurden Anfang des Jahres 2003 auf einem Server des Rechenzentrums (IWR) veröffentlicht. HS hat dabei einen eigenen Bereich, der inhaltlich exklusiv durch eigenes Personal auf Basis von HTML Programmierung betreut wird.

Der Gesamtauftritt des Forschungszentrums Karlsruhe im Internet soll auf Grund einer Unternehmensentscheidung künftig in einem Content Management System (CMS) realisiert werden, wobei die einzelnen Organisationseinheiten, die redaktionellen Inhalte zur Verfügung stellen und aktualisieren sollen. Ziel war es, die divergierenden Strukturen und Layouts in eine einheitliche Corporate Identity zu überführen. HS hat dieses Ziel im bisher angeforderten Umfang unterstützt, indem es die initialen Seiten der ersten Ebene und die HS Navigationsleiste bereitgestellt hat.

Die eigentliche Darstellung der HS ist allerdings bis jetzt nur über Links im CMS zu erreichen und wird mangels entsprechender Importfunktionen des CMS weiterhin als die oben genannte eigenständige Web-Site im HTML-Format betrieben.

Aller Voraussicht nach wird das Eingeben von HTML-Inhalten und damit der HS-Darstellung in das CMS frühestens Ende nächsten Jahres möglich sein. Da man hierbei vom Internet-Team des Zentrums (FIND Projekt) abhängig ist, wartet HS die weitere Entwicklung bzw. den Ausbau des CMS ab.

#### 7.1.5.2 Intranet

W. Tachlinski

Seit 1999 wird auf Basis des Lotus Notes Domino Servers ein in Eigenentwicklung erstelltes Content Management System Namens „Karlsruher – Informations- System – Sicherheit (KISS)“ betrieben. KISS stellt im Intranet des Forschungszentrums die von HS an andere Organisationseinheiten, die Beauftragten aller Art und die Mitarbeit zu kommunizierenden internen, gesetzlichen- und sonstigen externen Regelwerke und die damit verbundenen Informationen zur Verfügung.

HS/ZA ist im hard- und softwaretechnischen Sinn für den Betrieb dieses Informationsmittels verantwortlich, während die inhaltliche Zuständigkeit bei HS/TBG liegt. Ursprünglich war geplant, KISS im Berichtszeitraum in das bei IWR im Aufbau befindliche Content Management System (CMS) zu integrieren. Da seitens IWR bisher keine Möglichkeit realisiert wurde, KISS mit seiner Funktionalität in das CMS „Stellent“ zu überführen, scheint es zur Zeit erforderlich, KISS als hard- und softwaremäßig eigenständige Anwendung bei HS zu erhalten und nur über Links im CMS-gestützten Intranet anzubieten.

Mit dieser Prognose ergibt sich für das nächste Jahr das Erfordernis, die Software upzudaten und für die verwendete alternde Hardware Redundanz einzurichten, um auch künftig eine weitgehend unterbrechungsfreie Informationsbasis für sicherheitsrelevante Daten vorhalten zu können.

#### 7.1.5.3 HS-Net

##### 7.1.5.3.1 Intranet-Portal

T. Dunker, W. Tachlinski

Das seit dem letzten Jahr im Aufbau befindliche HS-Intranet Portal, welches den Zugang zur wachsenden Anzahl von HS-internen Intranet Anwendungen sowie internen Dokumenten etc. erleichtert, wurde um diverse Links erweitert. Zudem erfolgt eine ständige Aktualisierung sowie Ergänzung der jeweiligen Inhalte.

Zur Zeit können über das Portal folgende zum Teil in Kap. 7.1.4 bis 7.1.6 näher beschriebenen Web-Anwendungen erreicht werden:

- Allgemeine Anwendungen
  - Dokumenten Suchmaschine
  - EDV-Komponenten Einkaufsanforderung
  - Buchführung radioaktiver Stoffe (BURAST)
  - Atomrechtliche Genehmigungen (BUGEN)
  - Internetauftritt der HS
  - KISS-Info-System
  - Qualitätsmanagement der HS
- Internet Online Zugänge
  - Gesetzeswerke in Volltext
  - Online Angebot der FZK Literaturabteilung
- HS/TBG
  - Verwaltung von Behältern für den Transport radioaktiver Stoffe
  - Online Frontend und für Proben in einer Labordatenverwaltung
- HS/ÜM
  - Gerätekataster für operativ eingesetzte Strahlenschutz-Messgeräte, inklusive elektronischer Dosimeter und Eichverwaltung
  - Online Frontend und für Proben in einer Labordatenverwaltung
  - Radon online Monitor
  - Gebäudeklassifikation nach Strahlenschutzstatus
- HS/WS
  - Auskunft über Status von Zuverlässigkeitsüberprüfungen
  - Auskunft über Status von Betriebsausweisen
- HS/ZA
  - Kataster von EDV-Geräten
  - Infobasis über physisches LAN
  - IT-Sicherheitskonzept

#### 7.1.5.3.2 Suchmaschine

T. Dunker

Um eine übersichtliche Plattform für HS-interne Dokumente wie z.B. Dienstanweisungen oder Dokumentationen zu schaffen, wurde eine „Suchmaschine“ als Webanwendung entwickelt, mittels der solche Dokumente nach verschiedenen Kriterien gesucht und dann angezeigt werden können.

#### 7.1.6 Datenschutz IT-Sicherheit

##### 7.1.6.1 Konzept zur IT- Sicherheit

W. Tachlinski, T. Dunker, T. König

Das vom Institut für wissenschaftliches Rechnen IWR (ehemals HIK) und dem Datenschutzbeauftragten (DSB) des Forschungszentrums Karlsruhe erarbeitete Rahmenkonzept zur IT- Sicherheit für alle Organisationseinheiten wurde an die Anforderungen der Hauptabteilung Sicherheit angepasst. So wurde eine flexible logische Struktur erarbeitet, die es ermöglichte, alle Server, Arbeitsplatzcomputer, Messrechner und Netzwerkkomponenten in sogenannte IT-Aufgaben unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten einzuteilen.

Im nächsten Jahr sollen so gebildete IT-Aufgaben unter Berücksichtigung von IT-Objektgruppen (z.B. Hardware, Software, etc.) einer Risikoanalyse unterzogen werden. Dabei sollen die möglichen Bedrohungsursachen, die Schwere einer Bedrohung und ihre erwartete Häufigkeit berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Risikoanalyse für eine EDV-Komponente erlauben es, angemessene Einzelmaßnahmen festzulegen, durch die die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens minimiert wird. Die jeweils zur Verwendung kommenden Einzelmaßnahmen wurden in einem so genannten Maßnahmenkatalog HS-spezifisch festgelegt.

Im Berichtszeitraum wurde begonnen die Umsetzung des IT- Sicherheitskonzeptes durch Programmierung verschiedener Tools zu unterstützen.

- Zur Kommunikation des Konzeptes an die Betroffenen wurde es im Intranet veröffentlicht.
- Zur Unterstützung der Risikoanalyse und der Zuweisung von Sicherheitsmaßnahmen wurde das stabstelleneigene Gerätekataster um die dazu erforderlichen Daten erweitert. Auf diese Weise sollen später bei der Inbetriebnahme einer neuen EDV-Komponente und ihrer Aufnahme in das Gerätekataster Überlegungen zur IT- Sicherheit der Komponente ausgelöst werden.
- Durch einfachen und strukturierten Zugang zu den festgesetzten IT- Maßnahmen soll die Überprüfung von Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Zustand erleichtert werden.

#### 7.1.6.2 Datenschutz

W. Tachlinski, T. König

Um den Forderungen des Datenschutzbeauftragten (DSB) des Forschungszentrums Karlsruhe nachzukommen, wurden alle Datenbanken mit personenbezogenen Daten erfasst und an den DSB gemeldet. Die Meldungen beinhalten den Umfang und die Art der gespeicherten Informationen, den Zweck ihrer Speicherung, die mit ihr verbundenen Lösungsfristen sowie den Personenkreis, welcher zu den Daten Zugang hat.

#### 7.2 Qualitätsmanagement

S. Heise

Im Jahr 2002 beschloss die Leitung der Hauptabteilung Sicherheit, qualitätssichernde Maßnahmen für Teile dieser Organisationseinheit einzuführen. Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben wurde Herr Dr. S. Heise als Qualitätsmanagementbeauftragter eingestellt.

Das Qualitätsmanagement-System soll die Transparenz und die Effektivität der bei der Hauptabteilung Sicherheit laufenden Arbeiten erhöhen. Der Erfolg dieses Vorhabens soll bei Audits durch eine bevollmächtigte Organisation nachgewiesen werden.

Es ist geplant, wesentliche Teile der Hauptabteilung Sicherheit im Laufe der nächsten Jahre zu zertifizieren, die Priorität liegt dabei bei der Akkreditierung der Amtlichen Messstelle für Festkörperdosimeter und der amtlichen Messstellen für Inkorporationsüberwachung. Als Grundlage für die

Akkreditierung dient die Norm DIN EN ISO/IEC 17025:2000 („Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“). Sie beinhaltet neben den Forderungen der DIN EN ISO 9001:2000 („Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen“) auch technische Forderungen, durch deren Erfüllung die fachliche Kompetenz nachgewiesen werden soll. Entsprechend den Aufgaben der einzelnen Organisationseinheiten in der Hauptabteilung Sicherheit finden für die Zertifizierung bzw. Akkreditierung die Normen DIN EN ISO 9001:2000 bzw. DIN EN ISO/IEC 17025:2000 Anwendung.

Die Dokumentation des Qualitätsmanagement-Systems soll nicht mehr auf Papier, sondern im Intranet erfolgen. Dazu wurde die vom WEKA-Verlag vertriebene Software „QM-Intranet“ beschafft. Mit dieser Software sollen Termine, Aufgaben und Maßnahmen ebenso wie die Qualitätsmanagement-Dokumentation verwaltet und nach verfolgt werden.

### 7.3 Abteilungübergreifende Arbeiten

W. Tachlinski

Die Koordination abteilungsübergreifender Arbeiten befasste sich im Berichtsjahr wieder mit der inhaltlichen Begleitung des durch die neue Strahlenschutz- und Röntgenverordnung erforderlichen Änderungsbedarfs am zentrumsinternen Strahlenschutzregelwerk.

Darüber hinaus ergaben sich durch die Neu- und Weiterentwicklung zentraler Datenverarbeitungsprogramme regelmäßigen Abstimmungsbedarf mit den Beteiligten in den verschiedenen Abteilungen oder Arbeitsgruppen.

Vornehmlich das vom 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 Implementation des Verwaltungsprogramms für atomrechtliche Genehmigungen (BUGEN), die in 2003 in Auftrag gegeben wurden (siehe auch Kap. 7.1.4.6).

Alle diese Tätigkeiten dienten der Vereinfachung und Vereinheitlichung der Geschäftsprozesse im sensitiven atomrechtlichen Umfeld.

Im Berichtszeitraum wurde auch die Hausmeisterei der HS in der Stabsstelle ZA angesiedelt. Nach Neubesetzung der dafür vorgesehenen Facharbeiterstelle wurden die Aufgaben in fünf zur HS gehörigen Gebäuden neu definiert. Die Arbeitsbeschreibung wird in Kap. 7.3.1 zusammengefasst.

#### 7.3.1 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 von 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 von HS-TBG
  - Dosimetertransport von und zu HS-M
  - Reststofflager in Ordnung halten
  - Servicefahrten zum Gewerbeaufsichtsamt Karlsruhe
  - Botengänge im FZK
- Zusätzlich im Hauptgebäude von HS
  - Gasversorgung von Argon/Methan für HS-ÜM, die rund um die Uhr benötigt wird, sicherstellen, d.h. dass immer ein Gasbündel in Betrieb ist und ein Bündel in Reserve stehen muss, wobei beide Bündel über einen Ambimat verbunden sind.
  - Die Methan- und Propangas-Versorgungsanlage muss manuell umgeschaltet werden.
  - Die Gasanlagen müssen täglich auf ihren Zustand überprüft werden.
  - 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

#### 7.4 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.

##### 7.4.1 Programmierung

D. Bosch

Im Rahmen der innerbetrieblichen Fortbildung wurde im FTU ein dreitägiger Kurs zur serverseitigen Programmierung mit PHP4 und Datenbankanbindung mit MySQL belegt. Durch den Kurs konnte eine schnelle Einarbeitung in die PHP-Programmierung erreicht werden.

Geplante Kurse für weitere Mitarbeiter in den Programmiersprachen PHP, DHTML und Javascript wurden vom Veranstalter FTU wegen zu geringer Beteiligung abgesagt. Die Weiterbildung erfolgte hausintern an aktuellen Arbeiten.

#### 7.4.2 IT-Sicherheit

T. König

Im Rahmen der Karlsruher IT-Sicherheitsinitiative wurde an einer Veranstaltung mit dem Titel „IT – Aber sicher! Die Security Awareness Kampagne der Fiducia AG“ teilgenommen. Diese Veranstaltung zeigte die Möglichkeiten der Sensibilisierung der Mitarbeiter eines Unternehmens für die IT Sicherheit auf.

#### 7.4.3 Qualitätsmanagement

S. Heise

Um die das Qualitätsmanagement-System betreffenden anstehenden Aufgaben erfolgreich ausüben zu können, wurden mehrere Schulungsmaßnahmen besucht:

„Die neue Auditoren-Norm DIN EN ISO 19011:2002“

„Prozessorientierte Qualitätsmanagement-Systeme“

Das Seminar „Die neue DIN EN ISO 17025 – Qualitätsmanagement-Systeme in Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ wurde von mehreren Veranstaltern wiederholt abgesagt. Die Teilnahme an diesem Seminar ist somit für das erste Halbjahr 2004 geplant.

#### 7.4.4 Werksschutz

H. Petermann

Bei der Fa. VPS, Ettlingen, wurde der Kundentag zum Thema „Einsatz, Verschlüsselung und Anwendungsmöglichkeiten von Ausweisen und deren Erstellungssystemen“ besucht.

#### 7.4.5 Arbeitssicherheit

H. Stengel

Im Berichtszeitraum wurden zwei Kurse in der FTU des Forschungszentrums Karlsruhe besucht:

- Ein Kurs „Sicherer Umgang mit Gasen“, der für Arbeiten in Verbindung mit dem Austausch der Gasbündel in den HS-Gebäuden nötig war.
- Ein Kurs „Elektronisch unterwiesene Person“ der erlaubt, dass die Teilnehmer Installationen an der elektrischen Anlage ihrer Organisationseinheit durchführen können.

8 Veröffentlichungsliste

DILGER, H.; REICHERT, A.; URBAN, M.;

Standardisierte Freigabeverfahren für stetig wiederkehrende Stoffströme aus Forschung und Rückbau

3.Symp.: Feigabe von radioaktiven Stoffen aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes, Hamburg, 10.-11.März 2003

REICHERT, A.; DILGER, H.; URBAN, M.;

Freigabe der Stilllegung von Forschungsreaktoren im Forschungszentrum Karlsruhe

3.Symp.: Feigabe von radioaktiven Stoffen aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes, Hamburg, 10.-11.März 2003

OTTO, R.; VOELKLE, H.; WERSHOFEN, H.; WILHELM, CHR.;

Qualitätssichernde Maßnahmen in Radioaktivitäts-Messlaboratorien.

12. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität, Bonn, 8.-10. April 2003

DOERFEL, H.; ANDRASI, A.; BAILEY, M.; BERKOVSKI, V.; CASTELLANI, C.-M.; HURTGEN, C.; JOURDAIN, J.-R.; LEGUEN, B.;

Guidance on internal assessment from monitoring data (Project IDEAS)

Proc. Workshop on Internal Dosimetry of Radionuclides, Rad. Prot. Dosimetry, 2003

DOERFEL, H.; ANDRASI, A.; BAILEY, M.; BERKOVSKI, V.; CASTELLANI, C.-M.; HURTGEN, C.; JOURDAIN, J.-R.; LEGUEN, B.;

Lessons learned from interlaboratory comparison of bioassay data interpretation

Proc. Workshop on Internal Dosimetry of Radionuclides, Rad. Prot. Dosimetry, 2003

KAMINSKI, S.; PRUISKEN, J.; WILHELM, C.

Mathematical efficiency calibration in gamma spectroscopy.

Kerntechnik, 68(2003) 4, S.140-144

LUCIANI, A.; DOERFEL, H.; POLIG, E.

Uncertainty analysis of the urinary excretion of plutonium. Workshop on Internal Dosimetry of Radionuclides :

Occupational, Public and Medical Exposure, Oxford, GB, September 9-12, 2002 Radiation Protection Dosimetry, 105(2003) S.383-86

MILLER, S.C.; LLOYD, R.D.; BRUENGER, F.W.; KRAHENBUHL, M.P.; POLIG, E.; ROMANOV, S.A.

Comparisons of the skeletal locations of putative plutonium-induced osteosarcomas in humans with those in beagle dogs and with naturally occurring tumors in both species.

Radiation Research, 160(2003) S.517-23

SCHRAUBE, H.; ALBERTS, W.G.; BREDE, H.; BURGKHARDT, B.; DÖRSCHER, B.; HEINZELMANN, M.; HESS, A.; HÖFERT, M.; PIESCH, E.

Die Bestimmung der Energiedosis eines Neutronenstrahls mit Hilfe von Ionisationskammern. Ein Kompendium.

GSF-Bericht 10/03

URBAN, M.; [HRSG.]

Jahresbericht 2002 der Hauptabteilung Sicherheit.

Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6830 (Juli 2003)