

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt
Wissenschaftliche Berichte
FZKA 6530

Jahresbericht 2000
der Hauptabteilung Sicherheit

Redaktion: W. Koelzer
Hauptabteilung Sicherheit

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe
2001

Zusammenfassung

Die Aufgabenstellung der Hauptabteilung Sicherheit umfasst 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 Umgebungüberwachung 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 2000 erarbeiteten Ergebnisse.

Central Safety Department, Annual Report 2000

Summary

The Central Safety Department is responsible 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 2000 routine tasks, investigations and developments of the working groups of the Department.

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

Inhaltsverzeichnis

1	Hauptabteilung Sicherheit: Aufgaben und Organisation.....	1
2	Arbeitsschutz und Sicherheit.....	8
2.1	Strahlenschutz.....	9
2.1.1	Aufgaben der Gruppe "Strahlenschutz".....	9
2.1.2	Betriebsüberwachung.....	10
2.1.3	Von HS-AS zentral erfasste zu überwachende Personen nach Röntgen- und Strahlenschutzverordnung.....	10
2.1.4	Ergebnisse der Personendosisüberwachung.....	11
2.1.5	Personal in fremden Strahlenschutzbereichen.....	11
2.1.5.1	Fremdfirmen in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums.....	12
2.1.5.2	Personen des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen.....	12
2.1.6	Regelmäßige Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum.....	13
2.1.6.1	Inkorporationsüberwachung des Eigenpersonals.....	13
2.1.6.2	Inkorporationsüberwachung des Fremdfirmenpersonals.....	13
2.2	Arbeitsschutz Arbeitsschutz.....	14
2.2.1	Organisation und Aufgaben der Gruppe konventionelle Arbeitssicherheit.....	14
2.2.2	Unfallgeschehen.....	14
2.2.3	Arbeitsplatzüberwachungen.....	15
2.2.4	Aus- und Fortbildung.....	16
2.2.5	Arbeitsschutzausschuss.....	16
2.3	Bilanzierung radioaktiver Stoffe.....	17
2.3.1	Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung von Kernmaterial.....	17
2.3.2	Aufsicht durch Euratom.....	18
2.3.3	Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung sonstiger radioaktiver Stoffe und Meldung von radioaktivem Abfall.....	18
2.3.4	Erfassung von Kernmaterialtransporten und Hilfestellung bei Planung und Abwicklung.....	18
2.4	Einsatzleitung und Einsatzplanung.....	19
2.4.1	Aufgaben.....	19
2.4.2	Statistik und Analyse der EvD-Einsätze.....	19
2.4.3	Übungen der Einsatzdienste.....	20
2.4.4	Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung.....	21
2.5	Beauftragte im Umweltschutz.....	21
2.5.1	Wiederkehrende Prüfungen.....	21
2.5.2	Umsetzung der Gefahrstoffverordnung.....	23
2.5.3	Gefahrguttransporte und Gefahrgutumschlag.....	23
2.5.4	Abfallwirtschaft.....	25
2.5.5	Immissionsschutz.....	28
2.5.6	Gewässerschutz.....	29
3	Messstelle.....	30
3.1	Amtliche Personendosimetrie.....	30
3.1.1	Photolumineszenzdosimetrie.....	31
3.1.2	Thermolumineszenzdosimetrie.....	32
3.1.3	Vergleichsbestrahlungen.....	32
3.2	Sonstige Personen- und Ortsdosimeter.....	34
3.3	Beta-Fingerringdosimeter zur Messung sehr weicher Beta-Strahlung.....	35

4	Strahlenschutz.....	37
4.1	Arbeitsplatzüberwachung.....	37
4.2	Interne Dosimetrie.....	41
4.2.1	Personenüberwachung.....	41
4.2.1.1	Routine- und Sondermessungen.....	41
4.2.1.2	Cs-137-Referenzmessungen.....	44
4.2.1.3	Strahlenpassstelle.....	46
4.2.2	Betriebliche Überwachung.....	46
4.2.2.1	Filter- und Wischtestmessungen.....	46
4.2.2.2	Inkorporationsüberwachung durch Raumluftaktivitätsmessungen.....	47
4.2.2.3	Dichtheitsprüfungen.....	47
4.2.2.4	Programmpflege und -neuentwicklung.....	48
4.2.3	Plutonium Verteilung, Dosimetrie und Effekte in Sprague-Dawley Ratten.....	49
4.3	Strahlenschutzmesstechnik.....	52
4.3.1	Aufgaben.....	52
4.3.2	Messungen gemäß des Arbeitsschutzgesetzes.....	52
4.3.3	Wartung und Reparatur.....	52
4.3.4	Routinekalibrierung.....	53
4.3.5	Amtliche Eichabfertigungsstelle.....	53
5	Umweltschutz.....	54
5.1	Fortluftüberwachung.....	55
5.1.1	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2000.....	58
5.1.2	Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2000.....	68
5.1.2.1	Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe.....	68
5.1.2.2	Versuchsanlagen TAMARA und THERESA.....	69
5.1.2.3	Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk.....	70
5.1.3	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2000.....	70
5.1.3.1	Berechnungsgrundlagen.....	70
5.1.3.2	Meteorologische Daten.....	71
5.1.3.3	Ausbreitung und Ablagerung.....	71
5.1.3.4	Rechenprogramme.....	71
5.1.3.5	Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide.....	72
5.1.3.6	Ergebnisse der Dosisberechnung.....	73
5.1.4	Dosisberechnung im Rahmen von atomrechtlichen Genehmigungsverfahren: Ermittlung der Störfall-Dosis für das Institut für Nukleare Entsorgungstechnik für die Genehmigung des Betriebs eines Spaltstoffmonitors.....	78
5.2	Abwasserüberwachung und Spektrometrie.....	78
5.2.1	Abwasserüberwachung.....	78
5.2.2	Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2000.....	82
5.2.3	Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit dem Abwasser im Jahr 2000.....	83
5.2.4	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe 2000.....	85
5.2.5	Entwicklung und Umsetzung von Methoden zur Entfaltung von komplexen Flüssigszintillationsspektren.....	85
5.3	Umgebungsüberwachung.....	86
5.3.1	Ergebnisse der Routineüberwachung im Jahr 2000.....	90
5.3.1.1	Direktmessung der Strahlung.....	90
5.3.1.2	Radioaktivitätsmessungen.....	91
5.3.1.3	Messfahrten.....	95

5.4	Chemische Analytik.....	97
5.4.1	Radiochemische Arbeiten.....	97
5.4.2	Bestimmung der Plutonium- und Strontiumableitungen mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 2000.....	99
5.5	Das Freimesslabor	101
5.5.1	Physikalische Direktmessverfahren.....	102
5.5.2	Chemische Arbeiten und Bestimmungen	102
6	Werkschutz	104
6.1	Anmeldung und Zugang	104
6.2	Werkschutzbereiche.....	105
6.3	Werkfeuerwehr	105
6.4	Verkehrsdienst	107
6.5	Schadensaufnahme	108
6.6	Schlüsselverwaltung	108
6.7	Technische Sicherungssysteme	109
7	Veröffentlichungen	110

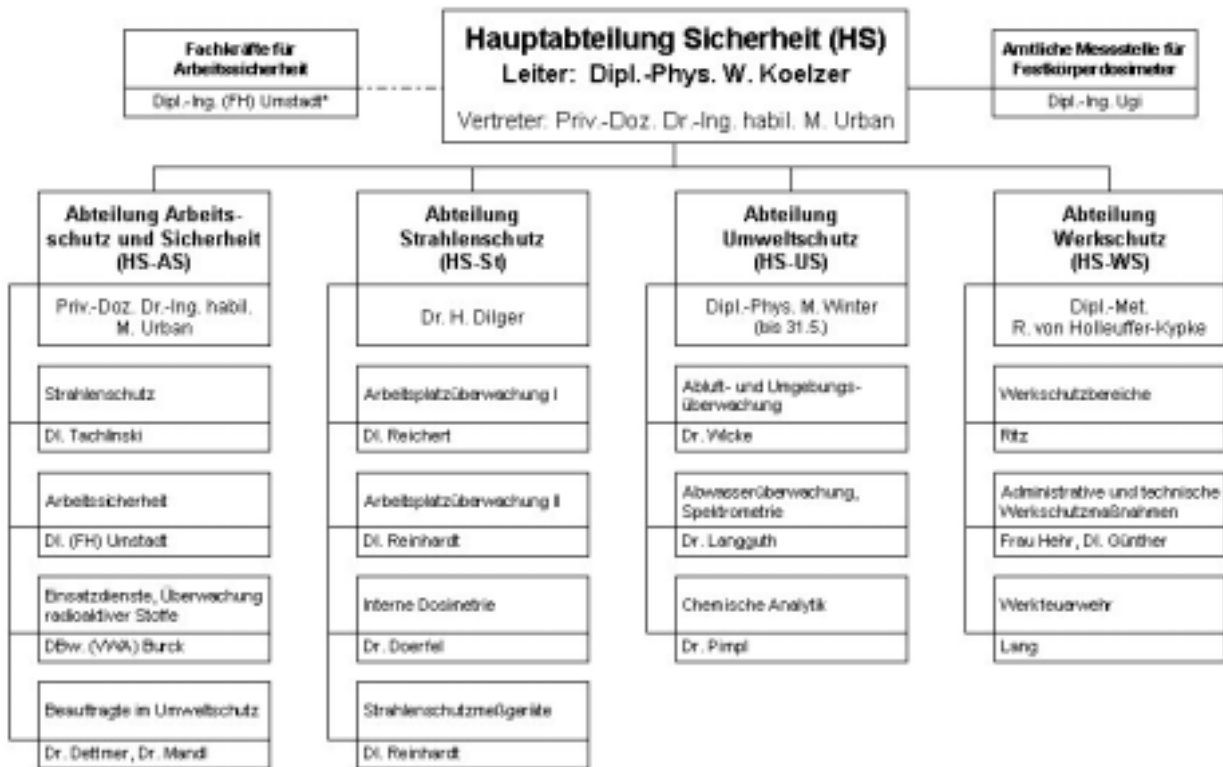
Verzeichnis der Abkürzungen

ANKA	Ängströmquelle 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
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
HS	Hauptabteilung Sicherheit
HS-AS	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit
HS-St	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Strahlenschutz
HS-US	Hauptabteilung Sicherheit, Abteilung Umweltschutz
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	Kernteknische 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

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 Umgebungüberwachung für alle Einrichtungen auf dem Gelände des Forschungszentrums, die mit radioaktiven Stoffen umgehen. Am 31. Dezember 2000 waren in der Hauptabteilung Sicherheit 212 wissenschaftliche, technische und administrative Mitarbeiter beschäftigt. Sechs Studierende wurden im Rahmen der dualen Ausbildung mit der Berufsakademie Karlsruhe zu Strahlenschutzingenieur ausgebildet.



*Als leitende Fachkraft für Arbeitssicherheit unmittelbar dem Vorstand unterstellt.

Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit

Die Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit 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.

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.

Die Arbeitsgruppe „Konventionelle Sicherheit“ ist 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

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. Im Arbeitsschwerpunkt „Überwachung radioaktiver Stoffe“ 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 „Beauftragte im Umweltschutz, Stoffströme“ sind die Abfall-, Gefahr- gut-, 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.

Im Arbeitsschwerpunkt „Zentrale sicherheitsrelevante Datenbanken“ wird die technische Infrastruktur für die elektronische Dokumentation von sicherheitsrelevanten Daten zur Verfügung gestellt, die Hard- und Software gewartet und deren Nutzer geschult und beraten. Dazu wird ein Inhouse-Netzwerk mit mehreren Servern betrieben. Die Bereitstellung umfangreicher On-Line-Dokumentationen von Gesetzen, Verordnungen und anderen internen und externen Regelwerken gehört ebenfalls zu den Aufgaben dieses Arbeitsschwerpunktes.

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.

Abteilung Strahlenschutz

Die Abteilung Strahlenschutz ist überwiegend 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 Zentrums 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 Neutro-

nendosimeter 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.

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 Umweltschutz

Aufgaben der Abteilung Umweltschutz sind 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. Die Abteilung betreibt in Kooperation mit der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe 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.

Die Gruppe „Abluft- und Umgebungsüberwachung“ kontrolliert, koordiniert und bilanziert die Aktivitätsableitungen der Anlagen auf dem Gelände des Forschungszentrums in die Atmosphäre und ermittelt die Strahlenexposition der Umgebung. 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 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.

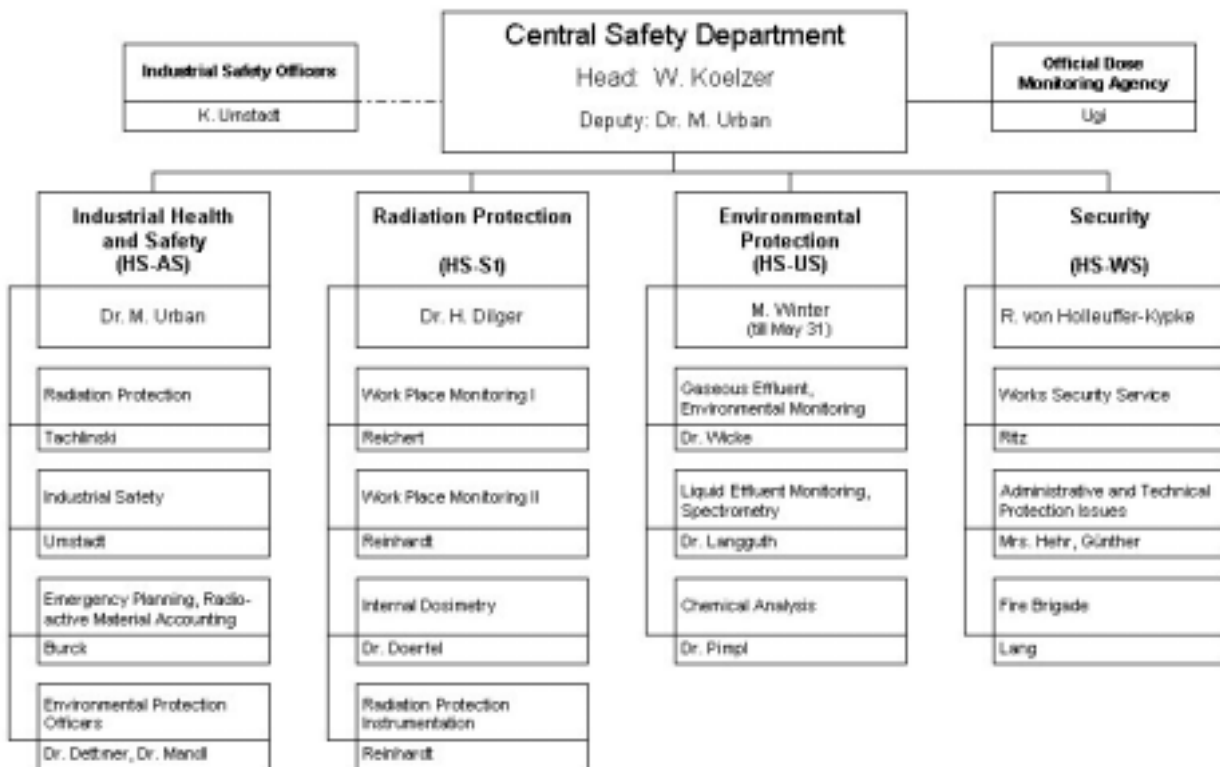
Abteilung Werkschutz

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 Überwachungs- dienst 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 „Werkfeuer- wehr“ 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.

1 Central Safety Department: Duties and Organisation

The Central Safety Department is responsible for 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, 2000, the Central Safety Department employed 212 scientific, technical, and administrative staff members and six students for radiation protection engineers.



Industrial Health and Safety

The Industrial Health and Safety Unit has consulting, controlling and managing functions in the fields of 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.

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 "Task Forces Group" provides the Task Force Leader on Duty 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. The "Accounting of Radioactive Substances Group" is 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 "Environmental Protection Officers Group" combines all officers responsible for waste, hazardous substances, environmental impacts, and protection of water.

The "Database Group" compiles and makes available important safety related information throughout the Centre in various databases. The group provides the technical infrastructure and hardware and software systems for extensive online documentation of laws, ordinances and other external and internal regulations in safety related fields.

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.

Radiation Protection

The Radiation Protection 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.

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 "Internal 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.

The "Radiation Protection Instrumentation Group" is 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.

Environmental Protection

The Environmental Protection Unit is responsible for monitoring the radioactive emissions with gaseous and liquid effluents from the Research Centre, and for monitoring environmental impacts in the vicinity, to demonstrate, that the limits set forth by the nuclear supervisory authorities, have been observed. The Environmental Protection Unit 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 "Gaseous Effluent and Environmental Monitoring Group" 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.

The "Liquid Effluent Monitoring and Spectrometry Group" 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.

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

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.

2 Arbeitsschutz und Sicherheit

M. Urban

Die Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit (Abb. 2-1) hat beratende, kontrollierende und administrativ steuernde Funktionen auf den Gebieten der Arbeitssicherheit, der Abfallwirtschaft, der Gefahrgüter, des Gewässerschutzes, des Immissionsschutzes, des Strahlenschutzes, der Überwachung und Buchführung radioaktiver Stoffe 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 sicherheits- und umweltrelevanter Daten und Vorgänge und die Erarbeitung und Pflege von zentrumseinheitlichem Regelwerk.

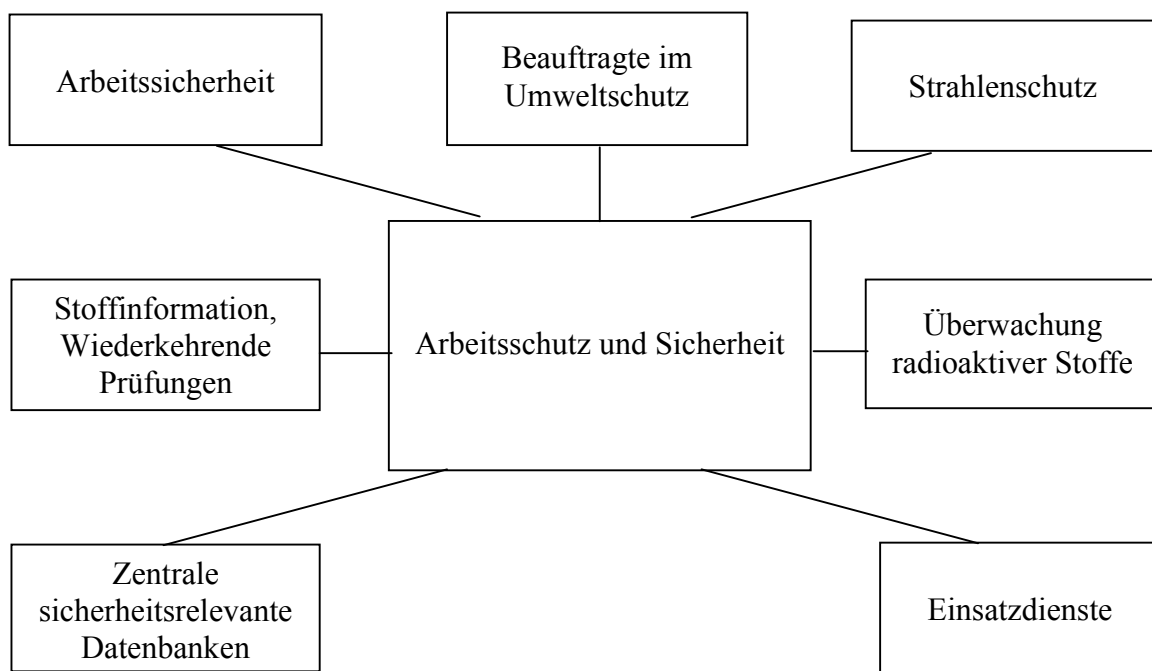


Abb. 2-1: Struktur der Abteilung HS-AS nach Arbeitsschwerpunkten

Die Arbeitsgruppe „Arbeitssicherheit“ arbeitet im Gegensatz zur Stabsstelle „Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ weisungsgebunden. Sie erbringt Dienstleistungen für den Vorstand, die Leitung der Organisationseinheiten und deren Mitarbeiter. Die Arbeitsgruppe ist Kontaktstelle zu den Behörden und der Berufsgenossenschaft in Fragen der konventionellen Arbeitssicherheit. Sie wertet deren Auflagen aus und überwacht die innerbetriebliche Umsetzung. Sie führt die Bestellung der nach den Unfallverhütungsvorschriften geforderten Beauftragten durch und sorgt für deren Aus- und Weiterbildung. Zur Information der Mitarbeiter werden von der Arbeitsgruppe diverse Informationsmedien zur Verfügung gestellt. Zur Beurteilung des Unfallgeschehens im Forschungszentrum werden die gemeldeten Unfälle analysiert und statistisch ausgewertet. Meldepflichtige Unfälle werden, nach Kenntnisnahme des Betriebsrates, an den Unfallversicherungsträger und das Gewerbeaufsichtsamt weitergeleitet.

Im Arbeitsschwerpunkt „Beauftragte im Umweltschutz“ sind die Abfall-, Gefahrgut-, Immissionsschutz- und Gewässerschutzbeauftragten zusammengefasst, denen die Aufgaben entspre-

chend den gesetzlichen Regelungen übertragen sind. Es sind dies insbesondere Beratungs-, Informations- und Überwachungsaufgaben in den einzelnen für die Umwelt relevanten Bereichen.

Im Arbeitsschwerpunkt „Stoffinformation, wiederkehrende Prüfungen“ werden wichtige umwelt- und sicherheitsrelevante Informationen für die Verantwortlichen in Form von Datenbanken zentrumsweit zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören u. a. Sicherheitsdatenblätter und Gefahrstoffinformationen. Ca. 50 % aller wiederkehrend zu prüfenden Objekte werden hier zentral verwaltet, Prüfkalender erstellt und die Erledigung in der Datenbank dokumentiert. Die restlichen 50% der Prüfobjekte verwaltet BTI.

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. Weitere Aufgaben sind die Pflege der Datenbanken mit den persönlichen Messdaten der beruflich strahlenexponierten Personen und die Terminverfolgung für Strahlenschutzbelehrungen und arbeitsmedizinische Untersuchungen.

Im Arbeitsschwerpunkt „Überwachung radioaktiver Stoffe“ wird die zentrale Buchhaltung zur Überwachung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen im Forschungszentrum durchgeführt. Es werden Materialbilanzberichte erarbeitet und an die zuständigen Behörden weitergeleitet sowie Inspektionen und Inventuren durch Euratom vorbereitet und begleitet.

Im Arbeitsschwerpunkt „Einsatzdienste“ sind die rund um die Uhr tätigen zur Sicherheitsorganisation des Forschungszentrums gehörenden Einsatzleiter vom Dienst zusammengefasst. Es werden Einsatzunterlagen erarbeitet, aktualisiert und Alarmübungen der Sicherheitsdienste organisiert.

Im Arbeitsschwerpunkt „Zentrale sicherheitsrelevante Datenbanken“ wird die technische Infrastruktur für die elektronische Dokumentation von sicherheitsrelevanten Daten zur Verfügung gestellt, die erforderliche Hard- und Software gewartet und deren Nutzer geschult und beraten. Dazu wird ein Inhouse-Netzwerk mit mehreren Servern, auf denen die zentralen Datenbanken installiert sind, betrieben. Die Bereitstellung umfangreicher On-Line-Dokumentationen (Intranet KISS) von Gesetzen, Verordnungen und anderen internen und externen Regelwerken gehört zum Aufgabenspektrum dieses Arbeitsschwerpunktes.

2.1 Strahlenschutz

2.1.1 Aufgaben der Gruppe "Strahlenschutz"

A. Bickel, D. Bosch, W. Tachlinski

Das Forschungszentrum Karlsruhe GmbH ist Inhaber der atomrechtlichen Genehmigungen und somit Strahlenschutzverantwortlicher nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung. Der Strahlenschutzverantwortliche hat zur Leitung und Beaufsichtigung der atomrechtlich relevanten Tätigkeiten Strahlenschutzbeauftragte zu bestellen.

Für die mit der Bestellung der Strahlenschutzbeauftragten und ihrer Betreuung verbundenen Aufgaben und der übrigen mit der Umsetzung der atomrechtlichen Bestimmungen verbundenen Arbeiten bedient sich der Strahlenschutzverantwortliche der Hauptabteilung Sicherheit und hier, insbesondere für die administrative Umsetzung, der Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit. Bei der Bestellung ist sicherzustellen, dass alle sich aus den atomrechtlichen Bestimmungen und Genehmigung ergebenden Aufgaben mit der erforderlichen Sachkunde abgedeckt sind. Hierbei sind die Aufgaben der Strahlenschutzbeauftragten voneinander abzugrenzen, um Doppelverant-

wortlichkeiten oder Lücken auszuschließen. Die vielen unterschiedlichen Bereiche des Forschungszentrums und die ständig erforderlichen Aktualisierungen bedingen einen erheblichen organisatorischen Aufwand. Zur Zeit sind 177 Personen zu Strahlenschutzbeauftragten nach StrlSchV und RÖV bestellt, die in 253 eigenständigen innerbetrieblichen Entscheidungsbereichen tätig sind.

Die Gruppe „Strahlenschutz“ sorgt für eine einheitliche Umsetzung der internen Regeln, indem sie die Strahlenschutzbeauftragten berät, die Betriebsstätten begeht und an Aufsichtsbesuchen der Behörden teilnimmt. Sie hält den Strahlenschutzordner in Form einer Loseblattsammlung auf dem neuesten Stand. Dieser Ordner ist eine Arbeitsunterlage für die Strahlenschutzbeauftragten, in der alle wesentlichen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien sowie das interne Regelwerk enthalten sind. In zunehmendem Maß werden die Inhalte dieses Ordners auch im Intranet des Forschungszentrums angeboten. Darüber hinaus verwaltet die Gruppe Strahlenschutz das zentrale Dosisregister mit Überwachungsaufgaben (Grenzwerte, Termine) und Dokumentationsfunktionen und nimmt die zentralisierten Aufgaben im Zusammenhang mit den Aufgaben des Forschungszentrums in bezug auf § 20 StrlSchV wahr.

2.1.2 Betriebsüberwachung

Neben der Beratung erfolgt die Betriebsüberwachung, zu der der Strahlenschutzverantwortliche verpflichtet ist, durch Begehungen der atomrechtlich relevanten Arbeitsstätten durch Strahlenschutzingenieure. Hierbei wird überprüft, ob die einschlägigen Bestimmungen wie Atomgesetz, Strahlenschutzverordnung, Röntgenverordnung, Genehmigungsaufgaben sowie das interne Regelwerk des Forschungszentrums beachtet werden. Dies kann neben allgemeinen Begehungen auch durch Schwerpunktprüfungen erfolgen, die sich auf Teilbereiche oder Teilaspekte erstrecken. Zu Begehungen werden der Strahlenschutzbeauftragte des Bereiches, die Abteilung Strahlenschutz, die Medizinische Abteilung und der Betriebsrat eingeladen. Ergebnisse von Begehungen und - soweit erforderlich - die Meldung, dass ein festgestellter Mangel beseitigt ist, werden dokumentiert.

2.1.3 Von HS-AS zentral erfasste zu überwachende Personen nach Röntgen- und Strahlenschutzverordnung

Nach der Röntgen- und der Strahlenschutzverordnung unterliegen Personen der Strahlenschutzüberwachung, wenn sie sich in Strahlenschutzbereichen aufhalten. Die Erfassung dieser Personen ist vorrangig die Aufgabe des jeweiligen zuständigen Strahlenschutzbeauftragten in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Strahlenschutz. Alle Dosiswerte für die beruflich strahlenexponierten Personen werden an HS-AS übermittelt und EDV-gestützt auf Grenzwertüberschreitungen überprüft. Die gesetzlich vorgeschriebene Dokumentation der Dosiswerte erfolgt ebenfalls in der Gruppe Strahlenschutz.

Für beruflich strahlenexponierte Personen sind zu erfassen: Persönliche Daten, Angaben zum Ort und zur Art des Arbeitsplatzes, Angaben zur möglichen äußeren Strahlenexposition, Angaben zur möglichen Strahlenexposition durch Inkorporation sowie getroffene Schutzmaßnahmen. Mit der Erfassung unterliegt die betroffene Person je nach Kategorie (A oder B) der routinemäßigen administrativen Strahlenschutzüberwachung: rechtzeitige medizinische Untersuchungen, rechtzeitige Strahlenschutzbelehrungen, Ausrüstung mit Dosimetern, Dokumentation der Dosiswerte, Prüfung, ob die jeweiligen Dosis- oder Zufuhr Grenzwerte eingehalten sind.

Die routinemäßige Strahlenschutzüberwachung endet mit der Abmeldung durch den zuständigen Strahlenschutzbeauftragten. Die Daten sind 30 Jahre aufzubewahren. Hierzu ist ein umfangreiches „Personenregister“ erforderlich und zu warten. Im Jahr 2000 gab es für 2 087 Personen (Vorjahr 2 252) Überwachungszeiträume, die von einem Tag bis zu einem Jahr variieren können.

Personen, die mehrfach an- und abgemeldet wurden, also mehrere voneinander getrennte Überwachungszeiträume hatten, sind dabei auch mehrfach gezählt. Von den 3 321 (Vorjahr 2 835) Intervallen entfallen 2 020 (Vorjahr 1 556) auf Fremdfirmenangehörige. Diese große Zahl ergibt sich durch die hohe Fluktuation bei zum Teil sehr kleinen Intervallzeiten. Für Personen, die nicht beruflich strahlenexponierte Personen entsprechend der Definition der Strahlenschutzverordnung sind, aber ebenfalls einer - modifizierten - Überwachung unterliegen (z. B. Besucher), erfolgt die vorgeschriebene Kontrolle und Dokumentation durch den zuständigen Strahlenschutzbeauftragten und nicht bei HS-AS.

2.1.4 Ergebnisse der Personendosisüberwachung

In Tab. 2-1 sind für die überwachten Personen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH die prozentualen Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte und die höchste für eine Person festgestellte Jahresdosis aus externer Bestrahlung angegeben. Im Jahr 2000 wurden alle beruflich strahlenexponierten Personen mit Phosphatglasdosimetern der amtlichen Messstelle im Forschungszentrum Karlsruhe überwacht. Die angegebenen Dosiswerte sind die Summe aus Photonen- und - soweit gemessen - Neutronendosis.

Dosisintervall in mSv				Personendosis im Jahr 2000, Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte in Prozent, Vorjahrswerte in Klammern
	H	=	0,0	90,2 (89,5)
	H	=	0,2	3,1 (3,2)
	H	=	0,4	1,7 (1,5)
0,5	<	H	≤ 1,0	1,3 (1,3)
1,0	<	H	≤ 2,0	2,1 (2,5)
2,0	<	H	≤ 5,0	0,9 (1,2)
5,0	<	H	≤ 10,0	0,4 (0,5)
	H	>	10,0	0,3 (0,3)
Anzahl erfasster Monatsdosiswerte				10287 (11261)
höchste Jahresdosis in mSv				16,8 (14,6)

Tab. 2-1: Ergebnisse der Personendosisüberwachung für das Jahr 2000 der mit Dosimetern überwachten Personen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH

Im Jahresmittel waren 857 (Vorjahr 938) Personen als beruflich strahlenexponiert eingestuft. Die durchschnittliche Strahlenexposition dieser Personen betrug 0,17 mSv (Vorjahr: 0,18 mSv). Die Personendosis aller beruflich strahlenexponierten Personen des Forschungszentrums betrug im Jahr 2000 insgesamt 146,2 mSv (Vorjahr 167,2 mSv). Der für eine Einzelperson festgestellte höchste Jahreswert der Personendosis betrug 16,8 mSv. Dieser Wert wurde bei einer beruflich strahlenexponierten Person der Kategorie A festgestellt. Somit blieb der Jahreswert deutlich unter dem Jahresdosisgrenzwert von 50 mSv.

2.1.5 Personal in fremden Strahlenschutzbereichen

Die Schutzvorschriften der Strahlenschutzverordnung unterscheiden nicht zwischen fremdem Personal und Personal des Inhabers einer atomrechtlichen Umgangs- oder Betriebsgenehmigung

(Betreiber). Da sowohl der Arbeitgeber, der seine Beschäftigten in einer fremden Einrichtung tätig werden lässt, als auch deren Betreiber den Schutz der tätigwerdenden Person sicherzustellen haben, sind die Strahlenschutzverantwortlichkeiten und die daraus resultierenden Aufgaben genau abzugrenzen. Wer seine Beschäftigten bei fremden Betreibern tätig werden lässt oder selbst tätig wird, bedarf einer Genehmigung nach § 20 StrlSchV, wenn diese Tätigkeit mit einer beruflichen Strahlenexposition verbunden ist. Diese Genehmigungen machen zur Auflage, dass zwischen der Fremdfirma und dem Betreiber ein Vertrag über die Abgrenzung der Aufgaben von Strahlenschutzbeauftragten abgeschlossen wird. Diese „Abgrenzungsverträge“ werden für das Forschungszentrum von HS-AS abgeschlossen und verwaltet.

2.1.5.1 Fremdfirmen in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums

Zum Jahresende 2000 bestanden mit rund 315 Fremdfirmen gültige Abgrenzungsverträge. Obwohl das Forschungszentrum nicht Adressat des Genehmigungsstatbestandes in § 20 StrlSchV ist, folgt das Forschungszentrum der bundesweit üblich gewordenen Handlungsweise, uns die § 20 Genehmigungen vor Abschluss eines Abgrenzungsvertrages vorlegen zu lassen und deren Gültigkeit zu überwachen. Dadurch soll, obwohl keine Rechtsverpflichtung vorliegt, unsererseits das rechtlich einwandfreie Verhalten der in unseren Strahlenschutzbereichen tätigen Fremdfirmen und ein höchstmöglicher Strahlenschutz für deren Mitarbeiter sichergestellt werden.

Die in der bestehenden EDV-Anwendung für Verwaltungs- und Überwachungszwecke gespeicherten Vertrags-, Genehmigungs- und Verantwortlichkeitsdaten wurden in der Vergangenheit über Listenausdrucke den Strahlenschutzbeauftragten und betroffenen Zentralstellen im Forschungszentrum zur Verfügung gestellt. Die wichtigsten Daten, wie Informationen zu Genehmigungen, genehmigten Tätigkeiten, Vertragsstatus, Zuständigkeiten, Anschriften, Fax- und Telefonverbindung werden jetzt online im Intranet des Forschungszentrums Karlsruhe zur Verfügung gestellt. Durch diesen Online-Zugriff werden die Strahlenschutzbeauftragten, Strahlenschutzmitarbeiter vor Ort, Einkäufer von Werkvertragsleistungen und Einsatzkräfte für Schadensfälle in ihrer Arbeit mit aktuellen Daten unterstützt.

In früheren Jahren ermittelte das Forschungszentrum gemäß Abgrenzungsvertrag für alle Fremdfirmenmitarbeiter die nichtamtliche Personendosis. Seit Oktober 2000 trat eine Änderung in allen gültigen Abgrenzungsverträgen in Kraft, nach der nunmehr nichtamtliche Dosimetrie nur noch in den von der Behörde festgelegten Bereichen - HDB, HVT/HZ, HZY und MZFR - durchgeführt wird. In den anderen Bereichen mit geringem Gefährdungspotential ist für Fremdfirmenmitarbeiter wie für Eigenpersonal nur noch die amtliche Dosimetrie erforderlich. Sofern eine nichtamtliche Dosis ermittelt wird, wird sie beim Verlassen des Forschungszentrums in die Strahlenpässe eingetragen. Wird für den Fremdfirmenmitarbeiter keine Betreiberdosimetrie durchgeführt, so wird an der entsprechenden Stelle des Strahlenpasses „keine Betreiberdosimetrie (§ 63 (3) Satz 5 StrlSchV)“ eingetragen.

Sind Fremdfirmenmitarbeiter von Zwischenfällen betroffen, die eine Inkorporationsüberwachungsmaßnahme erforderlich machen, wird den Firmen der betroffenen Personen das Ergebnis mitgeteilt. Neben diesen routinemäßigen Mitteilungen an die unter § 20 StrlSchV im Forschungszentrum arbeitenden Fremdfirmen ist HS-AS auch die Kontaktstelle in allen Fragen des Strahlenschutzes und nimmt alle aus den Abgrenzungsverträgen resultierenden Informationspflichten des Forschungszentrums gegenüber den Fremdfirmen wahr.

2.1.5.2 Personen des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen

Das Forschungszentrum Karlsruhe verfügt über eine Genehmigung nach § 20 StrlSchV. HS-AS schließt bei Bedarf die erforderlichen Abgrenzungsverträge ab, stellt Strahlenpässe aus, aktuali-

siert sie und dokumentiert die ihr von Fremdinstitutionen übermittelten Daten im Dosisregister. Von den derzeit zur Strahlenschutzüberwachung angemeldeten Personen besaßen zum Jahresende 92 Personen einen gültigen Strahlenpass.

2.1.6 Regelmäßige Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum

Die regelmäßige Inkorporationsüberwachung ist bei Personen erforderlich, die regelmäßig mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen und bei denen die maximale inkorporierbare Aktivität pro Jahr größer als 10 % der Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr sein kann. Zur Bestimmung der zugeführten Aktivität durch Inkorporation können verschiedene Messmethoden angewandt werden, z. B. Messung der Raumluftaktivitätskonzentration am Arbeitsplatz, direkte Messung der Aktivitäten im Körper oder Ausscheidungsanalysen.

2.1.6.1 Inkorporationsüberwachung des Eigenpersonals

Die Durchführung der regelmäßigen Inkorporationsüberwachung erfolgte in Übereinstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde auf der Grundlage der „Festlegung des Sicherheitsbeauftragten zur Inkorporationsüberwachung“. Diese Festlegung setzt die Richtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die „Physikalische Strahlenschutzkontrolle bei innerer Exposition“ um.

Die Inkorporationsüberwachung auf Transurane stützte sich maßgeblich auf die regelmäßige Überwachung der Aktivitätskonzentration der Luft am Arbeitsplatz (Raumluftüberwachung). Außerdem sind pro Jahr eine Stuhl- und eine Urinanalyse zur Überprüfung der durch die Raumluftüberwachung ermittelten Zufuhrwerte durchzuführen.

Zusätzlich zu den Festlegungen des Sicherheitsbeauftragten wird von der zuständigen Aufsichtsbehörde gefordert, dass die Stuhlanalysen halbjährlich durchzuführen sind, sofern die über ein halbes Jahr aus der Raumluftüberwachung berechnete Aktivitätszufuhr mehr als 10 % der Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr beträgt. Das Erfordernis einer regelmäßigen Inkorporationsüberwachung auf Transurane war im Berichtsjahr nur in Gebäuden der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe gegeben.

Neben der Überwachung auf Transurane war in verschiedenen Instituten des Forschungszentrums eine Überwachung auf Tritium erforderlich. Würde beim Umgang mit anderen Radionukliden eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung erforderlich, so werden das Überwachungsverfahren und die Überwachungshäufigkeit individuell festgelegt.

Bei der Durchführung der Inkorporationsüberwachung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den Inkorporationsmessstellen im Forschungszentrum und HS-AS erforderlich. Nachdem HS-AS die betroffenen Personen zur Inkorporationsüberwachung angemeldet hat, wird die Einbestellung zur Untersuchung von der Messstelle durchgeführt. Erfolgte Untersuchungstermine werden HS-AS zur Durchführung der Terminüberwachung mitgeteilt. Bei Überschreitung der vorgegebenen, individuellen Überwachungsintervalle werden die betroffenen Personen von HS-AS im Auftrag des Sicherheitsbeauftragten für den Umgang mit den offenen radioaktiven Stoffen gesperrt.

2.1.6.2 Inkorporationsüberwachung des Fremdfirmenpersonals

Die regelmäßige Inkorporationsüberwachung von Fremdfirmenpersonal ist grundsätzlich Sache der Fremdfirma. Das Forschungszentrum übernimmt diese Aufgabe der Fremdfirmen nur für die Firmen, die einen Vertrag über die Durchführung der regelmäßigen Inkorporationsüberwachung mit dem Forschungszentrum abgeschlossen haben. Solche Sonderverträge beinhalten als Leistungen des Forschungszentrums sowohl die Überprüfung des Erfordernisses der Überwachung

und die Festlegung der Inkorporationsüberwachungsart als auch die Auswertung der entsprechenden Proben, die Terminüberwachung und die Mitteilung der Messergebnisse an die Fremdfirmen.

2.2 Arbeitsschutz Arbeitsschutz

K. Umstadt

2.2.1 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 Gesundheitsgefährdungen, 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.

2.2.2 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. Unabhängig hiervon werden aus grundsätzlichen Erwägungen sämtliche Unfälle im Forschungszentrum dem zuständigen Unfallversicherungsträger angezeigt, ohne Rücksicht auf die Meldepflichtigkeit.

Nach diesen Kriterien wurden für das Jahr 2000 insgesamt 78 Arbeitsunfälle an den Unfallversicherer gemeldet. Davon waren 38 Unfälle anzeigepflichtig (Betriebsunfälle: 25, Wegeunfälle: 12; Sportunfälle: 1). Einen Überblick über Art der Verletzungen und verletzte Körperteile gibt Tab. 2-2.

Die Summe der anzeigepflichtigen Unfälle ist gegenüber dem Vorjahr deutlich kleiner geworden. Insbesondere die Zahl der Sturzunfälle bedingt durch Schnee- und Eisglätte ist aufgrund des milden Winters und entsprechender Streumaßnahmen stark zurückgegangen. Dagegen ist die Zahl der Wegeunfälle – Unfälle auf dem Weg zum und vom Forschungszentrum - im Vergleich zum Vorjahr leicht angestiegen. 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	
	1999	2000		1999	2000
Kopf	9	4	Prellungen, Quetschungen	18	12
Augen	4	1	Verstauchungen	5	2
Rumpf	3	5	Zerrungen, Verrenkungen	8	7
Beine, Knie	10	7	Wunde, Riss	15	10
Füße, Zehen	11	6	Knochenbruch	7	3
Arme	4	3	Verbrennungen, Verätzungen	1	2
Hände, Finger	17	16	Infektion, Vergiftung	2	--
Wirbel	4	2	Sonstige	4	1

Tab. 2-2: 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. 2-3 dargestellten Zahlen.

Art der Unfälle	Zahl der anzeigepflichtigen Unfälle je 1 000 Beschäftigte	
	Forschungszentrum Karlsruhe 2000	gewerbliche Wirtschaft 1999*
meldepflichtige Betriebs- u. Sportunfälle	7,2	38,7
meldepflichtige Wegeunfälle	3,3	5,4

* Daten von 2000 liegen noch nicht vor.

Tab. 2-3: Unfälle im Forschungszentrum Karlsruhe 2000 im Vergleich zur gesamten gewerblichen Wirtschaft

2.2.3 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. Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. 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 Strahlenschutz 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.

2.2.4 Aus- und Fortbildung

Im Berichtszeitraum wurden die internen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen des Zentrums in Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsfragen im 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 Unfallverhütungsvorschriften für das Bedienen von Krananlagen und das Führen von Flurförderzeugen geschult. Zur Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter sowie zur Durchführung der gesetzlich geforderten Belehrungen hat HS-AS die verschiedenen Arbeitsschutzfilme aktualisiert und ergänzt.

2.2.5 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. Im Berichtszeitraum wurden u. a. folgende Schwerpunkt-Themen behandelt:

- CE Kennzeichnung bei Maschinen und Anlagen: Grundsätze zur Vollzugserleichterung, sofern es sich um sogenannte „unfertige Maschinen“ handelt, wurden in Zusammenarbeit mit dem HGF-Unterausschuss „Maschinenverordnung“ und des HGF-Ausschusses „Technische Dienste“ vom Arbeitsschutzausschuss dem Vorstand zur Umsetzung vorgeschlagen. Der Vorstand stimmte dem Vorschlag zu.
- Präsentation des Ausschusses im Intranet des Forschungszentrums: Information über die Tätigkeiten und die Zusammensetzung des Arbeitsschutzausschusses können von den Mitarbeitern des Zentrums über Intranet abgerufen werden. Empfehlungen des Ausschusses, denen der Vorstand zugestimmt hat, sind ebenfalls abrufbar.
- Information für Besucher und Fremdfirmen: In Zusammenarbeit von HS-AS, den Fachkräften für Arbeitssicherheit und dem Arbeitsschutzausschuss wurde eine Broschüre für Besuchern und Fremdfirmen erstellt, die Informationen über die wichtigsten Verhaltensregeln innerhalb des Zentrums enthält und an diesen Personenkreis bei der Anmeldung zum Betreten des Zentrums ausgehändigt wird.

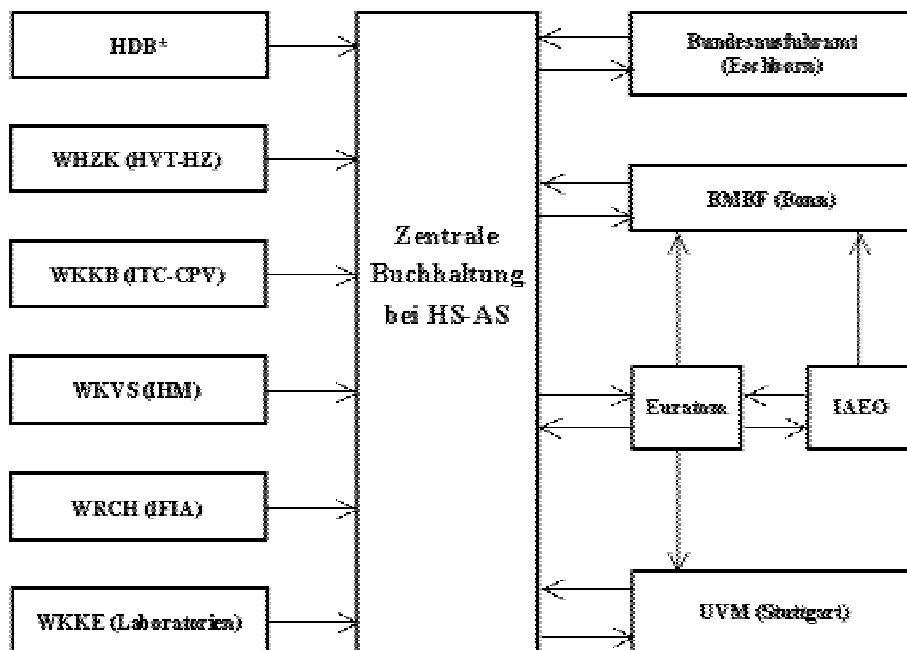
2.3 Bilanzierung radioaktiver Stoffe

W. Burck

2.3.1 Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung von Kernmaterial

Die Rechtsgrundlagen zur Erfassung, Überwachung und Meldung des Kernmaterials ergeben sich aus nationalen und internationalen Abkommen, Gesetzen, Verordnungen und Vorschriften. Von grundlegender praktischer Bedeutung sind im internationalen Bereich die „Besonderen Kontrollbestimmungen“ der Kommission der Europäischen Gemeinschaften für die einzelnen Materialbilanzzonen. Aufgrund dieser Bestimmungen ist der Besitz von Kernmaterial von der Beschaffung bis zur Abgabe lückenlos zu erfassen. Bestandsänderungen sind je nach Einzelfall zu melden an: Euratom; Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Bundesausfuhramt; Bundesministerium für Bildung und Forschung; Gewerbeaufsichtsamt Karlsruhe.

Um Bewegungen innerhalb des Zentrums erfassen zu können, hat Euratom die Einrichtungen des Forschungszentrums in fünf Materialbilanzzonen und in den Bereich Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe aufgeteilt. Die Organisationseinheiten des Forschungszentrums melden monatlich alle Bestands- und Chargenänderungen an die zentrale Buchhaltung der Gruppe Kernmaterialüberwachung. Hier werden die Meldungen anhand von Lieferscheinen geprüft, verbucht und rechnergestützt erfasst. Auf dieser Grundlage werden dann die monatlichen Bestandsänderungsberichte an die Aufsichtsbehörden erstellt und EDV-gerecht übermittelt. Im Jahr 2000 waren 693 Änderungen zu bearbeiten. Die an der Erfassung und Überwachung des Kernmaterials beteiligten internen und externen Meldeinstanzen und die zugehörigen Meldewege sind als Fließschema in Abb. 2-2 dargestellt.



* Die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe unterliegt der Überwachung von Euratom, ist jedoch nicht als Materialbilanzzone im Sinne der Verordnung (Euratom) Nr. 3227/76 einzustufen.

Abb. 2-2: Materialbilanzzonen des Forschungszentrums Karlsruhe, Meldeinstanzen und Meldewege zur Kernmaterialüberwachung

2.3.2 Aufsicht durch Euratom

Im Jahr 2000 hat die Direktion Sicherheitsüberwachung von Euratom, Luxemburg, im Forschungszentrum Karlsruhe insgesamt sechs Inspektionen durchgeführt. Ferner fanden in diesem Zeitraum ebenso viele Buchprüfungen bei HS/AS statt. Für diese Inspektionen waren die realen Kernmaterialbestände vom jeweiligen Betreiber in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe Kernmaterialüberwachung zu erheben.

2.3.3 Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung sonstiger radioaktiver Stoffe und Meldung von radioaktivem Abfall

Bei den umschlossenen radioaktiven Stoffen ist gemäß § 75 StrlSchV in Verbindung mit der „Richtlinie über Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen“ jährlich mindestens eine Dichtheitsprüfung durchzuführen. Die zur Anfertigung der Jahresmeldung gespeicherten Daten bilden die Grundlage für die Terminüberwachung zu Wiederholungsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen, für das Forschungszentrum Karlsruhe. Die Wiederholungsprüfungen selbst werden durch HS/St entsprechend der erteilten Genehmigung durchgeführt. Von den 681 erfassten umschlossenen radioaktiven Stoffen waren 95 prüfpflichtig. Aufgrund der sich aus § 78 der StrlSchV und aus behördlichen Auflagen ergebenden Buchführungs- und Anzeigepflichten muss das Forschungszentrum in bestimmten Zeitintervallen den zuständigen Behörden Gewinnung, Erzeugung, Erwerb und sonstigen Verbleib von radioaktiven Stoffen anzeigen. Hierzu sind entsprechende Meldungen der Strahlenschutzbeauftragten der einzelnen Organisationseinheiten an HS/AS erforderlich. Im Berichtsjahr wurden die Bearbeitung, Prüfung und zum Teil rechnergestützte Erfassung von 2 136 internen und externen Bestandsänderungen an sonstigen radioaktiven Stoffen durchgeführt. Um die erforderlichen Berichte erstellen zu können – im Jahr 2000 waren insgesamt 65 Berichte zu erstellen - sind oft Rückfragen innerbetrieblich sowie bei externen Absendern/Lieferanten erforderlich. Zu den Aufgaben der Gruppe „Überwachung radioaktiver Stoffe“ gehört auch die buchmäßige Überwachung von Kernmaterialtransporten und Hilfestellung bei Planung und Abwicklung. Alle externen Transporte des Forschungszentrums Karlsruhe werden bei der Einfahrt in das oder der Ausfahrt aus dem Zentrum der zentralen Buchhaltung bei HS/AS gemeldet. Die Zahl der 1999 und 2000 erfassten Kernmaterialbewegungen zeigt.

2.3.4 Erfassung von Kernmaterialtransporten und Hilfestellung bei Planung und Abwicklung

Grundlage dieser Erfassung sind die Liefer- und Versandscheine. Die Anzahl der Kernmaterialbewegungen ist jedoch weder mit der Anzahl von Kernmaterialtransporten noch mit der Zahl der ausgewerteten Liefer- oder Versandscheine identisch. Zwar gehört zu jedem einzelnen Versandstück ein Liefer- oder Versandschein, jedoch werden bei einem Transport oft mehrere Versandstücke gleichzeitig transportiert. Ferner kann ein sogenanntes Versandstück aus mehreren Positionen bestehen, und zudem kann das jeweilige Versandgut gleichzeitig Kernmaterial verschiedener Kategorien enthalten. Die Anzahl der Kernmaterialbewegungen stützt sich hauptsächlich auf Transfers von radioaktiven Reststoffen zur HDB und dies insbesondere bedingt durch den Rückbau von Anlagen im Forschungszentrum.

2.4 Einsatzleitung und Einsatzplanung

W. Burck

Zur Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards im Forschungszentrum gehört eine funktionierende Sicherheitsorganisation. Ständige Sicherheitsdienste und Einsatztrupps im Anforderungsfall rund um die Uhr unter der Leitung des Einsatzleiters vom Dienst (EvD) erfüllen diese Anforderungen auf der Basis eines umfangreichen internen Regelwerks.

2.4.1 Aufgaben

Die Arbeitsgruppe „Einsatzleitung und Einsatzplanung“ hat im einzelnen folgende Aufgaben:

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

Die EvD-Funktion wird von Sicherheitsingenieuren wahrgenommen. Der jeweils mit der EvD-Funktion beauftragte Sicherheitsingenieur hält sich während seiner Dienstzeit von 24 Stunden ständig auf dem Gelände des Forschungszentrums auf. Dabei ist sichergestellt, dass er jederzeit erreicht werden kann. Der EvD übernimmt im Alarmfall die Einsatzleitung. Der EvD 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.

2.4.2 Statistik und Analyse der EvD-Einsätze

Im Jahr 2000 gingen in der Alarmzentrale des Forschungszentrums eine Vielzahl von Meldungen ein. Hiervon erforderten 253 Meldungen einen Einsatz des EvD 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. 2-4 zeigt eine Aufschlüsselung der Einsätze.

Jahr	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Anzahl der Einsätze	223	190	223	225	265	253
Gesamteinsatzzeit in Stunden *	167	145	136	152	189	135
mittlere Einsatzdauer in Stunden	0,5	0,45	0,36	0,4	0,42	0,32
Anzahl der Einsätze innerhalb Arbeitszeit	71	70	77	119	114	133
Anzahl der Einsätze außerhalb Arbeitszeit	152	120	146	106	151	120
Alarmübungen	8	9	7	9	8	9

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

Tab. 2-4: Einsätze der Einsatzleiter vom Dienst, 1995 bis 2000

Die Ursachen für die EvD-Einsätze sind in Tab. 2-5 angegeben.

Jahr	1999	2000
Feueralarme	140 (davon 128 Fehllarmer)	164 (davon 151 Fehllarmer)
Technische Hilfe und sonstige Ereignisse	65	46
Gerätestörungen	34	29
Wasserstörungen	25	14

Tab. 2-5 Schwerpunkte der EvD-Einsätze

Einsatzschwerpunkt „Feueralarm“: Hierzu zählen alle Einsätze, die im Zusammenhang mit der Alarmart „Feuer“ ein Tätigwerden des EvD erforderlich gemacht haben, unabhängig davon, ob es tatsächlich gebrannt oder nur ein Fehllalarm vorgelegen hat. Die große Zahl der Fehllarmer 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.

Einsatzschwerpunkt „Technische Hilfe und sonstige Ereignisse“: Unter diesen Sammelbegriff 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.

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 EvD garantieren eine qualifizierte Behebung der Störung.

2.4.3 Übungen der Einsatzdienste

Vom Forschungszentrum Karlsruhe werden folgende Einsatzdienste vorgehalten: Sanitätsdienst, Strahlenschutz, Technische Infrastruktur, Werkschutz und Werkfeuerwehr. 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.

Im Jahr 2000 wurden zwei Alarmübungen durchgeführt. Daneben wirkten Einsatzleiter und Einsatzdienste des Zentrums an sieben Alarmübungen mit, die von der Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft, dem Kerntechnischen Hilfsdienst, der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe und beim Institut für Transurane durchgeführt wurden. 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 Einsatztrupps und das Betriebspersonal der betroffenen Institute in die Übungen mit einbezogen.

2.4.4 Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung

Nach § 36 der 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 Aufsichtsbehörden über Vorkommnisse im Forschungszentrum Karlsruhe sind in einer Melderegelung festgelegt. Im Jahre 2000 wurde den Aufsichtsbehörden ein sicherheitstechnisch bedeutsames Ereignis der Meldestufe II gemeldet. 18 Vorkommnisse wurden als INFO-Meldungen übermittelt.

2.5 Beauftragte im Umweltschutz

J. Brand, K. Dettmer, B. Mandl

Für das Forschungszentrum Karlsruhe sind im Bereich des betrieblichen Umweltschutzes vier Beauftragtenfunktionen vorgeschrieben. Es handelt sich um die Rechtsgebiete Abfall, Gefahrgut, Gewässerschutz und Immissionsschutz. Die vier Funktionen wurden im Berichtsjahr vom Gefahrgut- und Abfallbeauftragten und vom Gewässerschutz- und Immissionsschutzbeauftragten wahrgenommen. Diese Beauftragten sind organisatorisch in die Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit eingebunden, so dass der rechtlichen Forderung nach Zusammenarbeit im Arbeits- und Umweltschutzbereich Rechnung getragen wird.

Die Aufgaben der Beauftragten betreffen Kontrolle und Überwachung, Beratung und Information sowie Dokumentation. Zusätzlich werden von den Umweltschutzbeauftragten Aufgaben zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung wahrgenommen sowie die wiederkehrenden Prüfungen innerhalb des Zentrums überwacht.

2.5.1 Wiederkehrende Prüfungen

K. Dettmer, H.-J. Henkenhaf

Um die technische Betriebssicherheit zu gewährleisten, müssen bestimmte Anlagen, Anlagenteile, Maschinen und Gegenstände in regelmäßigen Zeitintervallen wiederkehrend geprüft werden. Diese Prüfungen sind beispielsweise durch Rechtsnormen oder Unfallverhütungsvorschriften vorgegeben, sie können sich aber auch unmittelbar aus Genehmigungsaufgaben ergeben.

Wiederkehrende Prüfungen sind in allen Organisationseinheiten des Zentrums durchzuführen. Die Aufgabenverteilung sowie den Informationsfluss bei der Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen gibt Abb. 2-3 wieder. Durch ein einheitliches System der Terminüberwachung wird die Einhaltung der vorgeschriebenen Prüfintervalle gesichert und die Nachweisführung gegenüber den Behörden erleichtert. Zur Terminierung und Dokumentation der Prüfungen werden Prüfprotokolle erstellt und an die verantwortlichen Organisationseinheiten oder die prüfenden Fachabteilungen gesendet. Diese erhalten außerdem jährlich Prüfkalender und werden bei Bedarf monatlich auf überfällige Prüftermine hingewiesen.

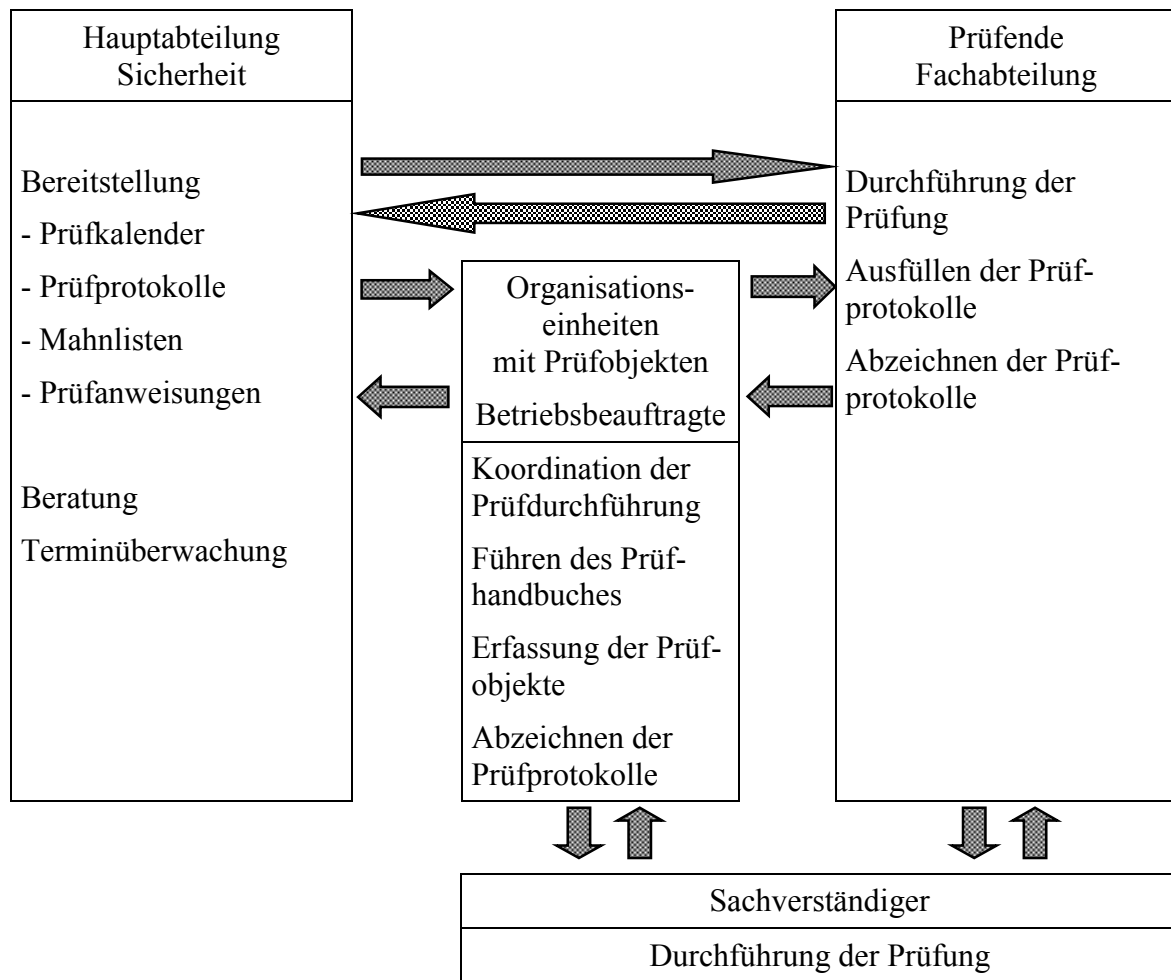


Abb. 2-3: Wiederkehrende Prüfungen – Aufgabenverteilung und Informationsfluß

Wesentlicher Bestandteil der Koordinations- und Dokumentationsarbeit ist die Eingabe von Terminen durchgeführter Prüfungen in eine Datenbank und der Abgleich der Prüfobjekt-Daten. Als Voraussetzung für das Mahnwesen müssen die tatsächlich vorhandenen Prüfobjekte in der Datenbank korrekt erfasst sein und die Dokumentation mit den Organisationseinheiten vollständig abgestimmt werden. Dies erfordert eine fortlaufende Datenpflege und stellt einen wichtigen Teil der Tätigkeiten innerhalb der Abteilung dar.

Um die Gefahr von Fehlern und Datenverlusten zu minimieren, existiert ein System, das einen Teil der Betriebsbeauftragten des Zentrums in die Lage versetzt, über Netzwerk auf die Daten ihrer Organisationseinheit zuzugreifen, diese selbständig zu pflegen und die Terminerfassung durchzuführen. Alle relevanten Informationen können von diesen Betriebsbeauftragten vor Ort eingesehen und ausgewertet werden.

Das im Bereich Technische Infrastruktur vorhandene Wartungs- und Instandhaltungssystem, das im Berichtsjahr auf SAP-R/3-PM umgestellt wurde, hält eine Vielzahl der prüfpflichtigen Objekte. Bisher musste durch eine vorgegebene Prozedur für einen Abgleich der Systeme von Hauptabteilung Sicherheit und dem Bereich Technische Infrastruktur gesorgt werden. Ebenso war für diese Objekte eine doppelte Datenhaltung erforderlich. Aus diesem Grund wurde im Zusammenhang mit einer ohnehin fälligen Ertüchtigung des bei der Hauptabteilung Sicherheit vorhandenen Datenbankprogramms mit einer Eingliederung des Systems in das SAP-R/3-PM begonnen und

die Migration der Daten vorbereitet. Die Inbetriebnahme des neuen SAP-Programmteils ist für das Jahr 2001 geplant.

2.5.2 Umsetzung der Gefahrstoffverordnung

K. Dettmer, P. Kraft

Die Gefahrstoffverordnung fordert die Führung eines Gefahrstoffkatasters sowie die Information der Mitarbeiter, die mit gefährlichen Stoffen umgehen. In diesem Zusammenhang müssen Sicherheitsdatenblätter bereitgehalten und Betriebsanweisungen zu den Gefahrstoffen für jeden Arbeitsbereich im Forschungszentrum erstellt werden.

In den letzten Jahren wurde durch eine Arbeitsgruppe, die sich aus Mitarbeitern verschiedener Organisationseinheiten zusammensetzte, ein Konzept für die zentrumsweite Erfassung und Buchführung von Gefahrstoffen entwickelt. Zukünftig soll ein Datenbank-Programm ermöglichen, dass Gefahrstoffe und Chemikalien beginnend mit der Bestellung bis hin zum Verbrauch und zur Entsorgung elektronisch registriert und die Stoffströme verfolgt werden können. Die Gefahrstoffe sollen vom System im Rahmen der Bestellung erfasst und die entsprechenden Beschaffungsanforderungen und Materialentnahmescheine für Lagerentnahmen elektronisch erzeugt werden. Die Bestelldaten von Stoffen sollen bei der Erstellung einer Beschaffungsanforderung auf einen zentralen Server übertragen werden. Bei zentrumsweiter Nutzung soll sich eine Bilanzierung der Stoffe unter sicherheitstechnischen Aspekten zentral für alle Gefahrstoffe in den Organisationseinheiten durchführen lassen.

In der Erprobungsphase eines ersten Programmprototyps zeigte sich, dass aufgrund des ursprünglich vorgesehenen Vernetzungskonzepts kein stabiles Systemverhalten zu erreichen war. Außerdem wurde deutlich, dass voraussichtlich für die Pflege der technisch bedingt aufwendigen Softwareausführung erhebliche Ressourcen freigesetzt werden müssten. Aus diesem Grund wurde die ursprünglich schon für 1997 geplante zentrumsweite Umsetzung des Konzepts an ein Redesign des Programms geknüpft. Das Redesign sollte auf einer modernen, plattformunabhängigen Client-Server-Technologie aufsetzen. Die Zuständigkeit für das Projekt wurde dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse übertragen. Das ausschreibungsfähige Pflichtenheft (Projektabschluss bei HS-AS) wurde im Februar 1998 an das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse zur Realisierung übergeben.

Im Berichtszeitraum wurden die Sicherheitsdatenblätter der im Zentrum vorhandenen Stoffe in einer zentralen Datenbank fortlaufend aktualisiert. Die Datenbank, deren Inhalt sich aus zahlreichen Erkenntnisquellen speist, steht neben den kommerziell erhältlichen Datenbanken an zentraler Stelle zur Verfügung und kann zur allgemeinen Information über Gefahrstoffe sowie zur Erstellung von gefahrstoff- und arbeitsplatzbezogenen Betriebsanweisungen herangezogen werden. Die EG-Sicherheitsdatenblätter aus dieser Datenbank lassen sich von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Forschungszentrums über das Intranet abrufen. Als zentrale Dienstleistung werden außerdem Gefahrstoffetiketten und Unfallmerkblätter erstellt.

2.5.3 Gefahrguttransporte und Gefahrgutumschlag

J. Brand, B. Mandl

Der Gefahrgutumschlag des Forschungszentrums lässt sich in zwei Bereiche unterteilen, den Umschlag radioaktiver Gefahrgüter der Klasse 7 und den Umschlag sonstiger konventioneller Gefahrgüter. Die Gefahrgutvorschriften geben zwar für beide Bereiche im wesentlichen die gleiche Struktur vor, inhaltlich weichen sie jedoch voneinander ab. Der Gefahrgutumschlag wurde in

den vergangenen Jahren auf wenigen Organisationseinheiten. konzentriert. Dies ist aufgrund der hohen Anforderungen und der erforderlichen Fachkenntnisse zum Gefahrguttransport sowie dem damit verbundenen Informations- und Schulungsbedarf für das gesamte, am Gefahrguttransport beteiligte Personal sinnvoll.

Im Bereich der Beförderung radioaktiver Gefahrgüter der Klasse 7 ist die Abwicklung ausgehender Beförderungen beschränkt auf die Beförderungsleitstelle der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe und die Hauptabteilung Zyklotron für die Beförderung ausgehender Präparate für die nuklear-medizinische Diagnostik und aktivierter Maschinenteile. Alle anderen Organisationseinheiten, die radioaktive Gefahrgüter versenden wollen, müssen dies über die Beförderungsleitstelle der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe durchführen. Hierzu liegt eine verbindlich anzuwendende Organisations- bzw. Verfahrensanweisung vor.

Für die externen Beförderungen werden Transportunternehmen mit entsprechender Genehmigung beauftragt. Insgesamt wurden von der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe ca. 270 An- und Abtransporte über die Verkehrsträger Straße und Schiene abgewickelt (teilweise mit anschließendem Lufttransport). Von der Hauptabteilung Zyklotron wurden mehr als 1550 Beförderungen von Isotopen oder radioaktiven Maschinenteilen durchgeführt. Die Beförderungen erfolgten überwiegend auf der Straße mit Pkw oder Kleintransportern. In bestimmten Fällen wird im Anschluss an den Straßentransport per Luftfracht ins Ausland weiterbefördert. Dies ist insbesondere bei dem kurzlebigen Präparat DFG-18 (Halbwertszeit ca. zwei Stunden) erforderlich. Für den Transport radioaktiver Stoffe innerhalb des Zentrums ist die „Transportordnung des Forschungszentrums Karlsruhe für den internen Transport radioaktiver Stoffe“ anzuwenden.

Die Beförderung konventioneller Gefahrgüter findet über die Hauptabteilung Einkauf- und Materialwirtschaft und die Abfallwirtschaftszentrale des Forschungszentrums abgewickelt. Gefahrgüter werden über den Wareneingang beim Chemikalien- und Gaslager empfangen. Von dort werden die Güter ausschließlich in Originalverpackungen und zugelassenen Druckgasflaschen unterschiedlicher Größe innerbetrieblich weitertransportiert und verteilt. Eingehende Tanktransporte fahren direkt die Entladeeinrichtungen bei den Organisationseinheiten an.

Die Ausgabe von Feinchemikalien beim Chemikalienlager erfolgt nur, wenn der Abholer einen speziell für den innerbetrieblichen Transport einzelner Chemikalienflaschen vorgesehenen Behälter verwendet. Dieser kann über das Hauptlager bezogen werden. Nach Nutzung oder Verbrauch fallen in der Regel alle eingebrachten Güter als Abfall oder als Abwasser an. Lediglich ein geringer Teil wird zur direkten Weiterverwendung über das Gerätelager weiter veräußert oder kostenfrei abgegeben. In geringem Umfang werden Gefahrgüter an externe Einrichtungen versandt.

Im Berichtsjahr wurden 250 Antransporte von Gasen in Druckbehältern oder Tankfahrzeugen und anschließendem Abtransport von leeren ungereinigten Gefäßen oder Tankfahrzeugen (ebenefalls Gefahrguttransporte) abgewickelt. Hinzu kamen mehr als 150 Anlieferungen von Feinchemikalien, technischen Chemikalien und Heizöl. Über die Abfallwirtschaftszentrale wurden 35 Abtransporte von Abfällen als Gefahrgüter durchgeführt. Insgesamt wurden ca. 4 000 Mg konventioneller Gefahrgüter umgeschlagen.

Im Berichtszeitraum kam es zu keinen Unfällen oder Zwischenfällen, bei denen Personen verletzt oder die Umwelt beeinträchtigt wurden. Insgesamt wurden im Berichtszeitraum mehr als 80 Einzelvorgänge zum Gefahrgutumschlag vom Gefahrgutbeauftragten kontrolliert. Einige besondere Ereignisse oder Mängel wurden bei der Anlieferung radioaktiver Stoffe festgestellt. Die sicherheitsrelevanten Mängel wurden den zuständigen Verantwortlichen der Lieferanten und Speditionen mit der Maßgabe zur Mängelbeseitigung mitgeteilt. Insgesamt gab es wenig Anlass zu Beanstandungen. Dieses hohe Sicherheitsniveau ist zurückzuführen auf eine transparente Organisation, die intensive Beratungs- und Informationsvermittlung sowie die vertrauensvolle Zu-

sammenarbeit der Verantwortlichen (beauftragten Personen) und der ausführenden Mitarbeiter mit dem Gefahrgutbeauftragten.

Die ein- und ausgehenden externen Transporte von Gefahrgütern werden durch die beauftragten Personen anhand von Checklisten überprüft. Teilweise umfassen die Checklisten auch Kontrollpunkte, die nicht nur den rechtlichen Pflichten und Kontrollvorgaben genügen, sondern über die spezifischen Absender- oder Verladepflichten hinausgehen. Im Berichtszeitraum wurde die Verfahrensweisung für die Annahme - beginnend mit der Bestellung radioaktiver Stoffe - und den Abtransport radioaktiver Stoffe überarbeitet und angepasst.

Die Aufbauorganisation zum Gefahrgutumschlag des Forschungszentrums wird regelmäßig im Jahresbericht des Gefahrgutbeauftragten dokumentiert. Die Ablauforganisation ist weitgehend in Arbeits- bzw. Verfahrensweisungen festgeschrieben. Soweit keine spezifischen Verfahrens- bzw. Arbeitsweisungen zum Gefahrgutumschlag existieren, ist die Organisation in Strahlenschutz- bzw. sonstigen Arbeitsweisungen eingearbeitet.

Die andauernden Änderungen der Regelung zum Gefahrguttransport erfordern auch weiterhin eine intensive Informationstätigkeit mit dem Ziel, bei allen am Gefahrgutumschlag beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein hohes Maß an Fachwissen zu gewährleisten und einen Diskussionsrahmen für auftretende Probleme aller Art im Zusammenhang mit dem Gefahrgutumschlag zu gewährleisten.

2.5.4 Abfallwirtschaft

B. Mandl

Vollzug und die Umsetzung der Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes sowie des untergesetzlichen Regelwerkes standen weiterhin im Vordergrund. Von besonderer Bedeutung waren hierbei

- die Abgrenzungsproblematik Abfall/Produkt sowie Verwertung und Beseitigung,
- die Abfallbestimmung nach der EAKV (Abfallschlüsselnummern und -bezeichnungen) und der europäischen Abfallnomenklatur,
- die Nachweisführung für Abfälle, die von Lieferanten die auf Grund einer Rücknahmeverordnung oder auf freiwilliger Basis zurückgenommen werden sowie
- die verwaltungstechnischen Abläufe zu den Nachweisverfahren insbesondere zum Verbleib besonders überwachungsbedürftiger Abfälle.

Die Organisation der Abfallwirtschaft des Forschungszentrums mit der Übertragung aller abfallwirtschaftlich relevanten Aufgaben und abfallrechtlich erforderlichen Pflichten auf die Abfallwirtschaftszentrale hat sich hierbei erneut in besonderer Weise bewährt. Dort bewältigte das fachkundige Personal die gestellten Aufgaben, insbesondere auch auf Grund der intensiven Zusammenarbeit mit der Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit der Hauptabteilung Sicherheit, rationell, zeitnah und ökonomisch. Die zentrale Abwicklung aller Entsorgungsmaßnahmen durch die Mitarbeiter der Abfallwirtschaftszentrale vereinfacht die innerbetrieblichen Abläufe und reduziert den innerbetrieblichen Aufwand für die Abfallentsorgung auf ein Minimum.

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

Besonders kritisch verfolgt wurden nach wie vor die unterschiedlichsten Formen der Abweichung von den vorgeschriebenen Nachweisverfahren, die insbesondere bei der Rücknahme ge-/verbraucher Produkte als besonders überwachungsbedürftige oder überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung oder Beseitigung (z. B. Altbatterien oder Altchemikalien) praktiziert und von Behörden gebilligt wurden.

Im Berichtszeitraum kam es weder zu Unfällen noch zu sonstigen Zwischenfällen, bei denen Personen zu Schaden kamen oder die Abfallentsorgung grob fehlerhaft durchgeführt wurde. Probleme und Beanstandungen bei der Entsorgungsabwicklung traten wiederholt im Rahmen von Baumaßnahmen auf. Ursachen hierfür waren insbesondere die Nichteinhaltung von Sortiervorgaben und der organisatorischen Regelungen zur konventionellen Abfallentsorgung des Forschungszentrums durch die beauftragten Unternehmen. Um dieser Problematik entgegen zu wirken, wurden mehrere innerbetriebliche Informationsveranstaltungen durchgeführt.

Entsprechend der Abfallwirtschaftskonzept- und Abfallbilanzverordnung wurde die Abfallbilanz des Forschungszentrums für das Jahr 1999 erstellt. Diese Abfallbilanz war eine gemeinsame Bilanz des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH, der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Betriebsgesellschaft mbH, des Instituts für Transurane und der Interessengemeinschaft Kraftfahrzeuge des Forschungszentrums. Das Abfallwirtschaftskonzept für den Zeitraum 2000 bis 2004 wurde ebenfalls als gemeinsames Konzept der genannten Einrichtungen vervollständigt. Schwerpunkt des Konzepts ist die Vermeidung von Abfällen zur Beseitigung durch die weitere Verwendung „alter“ Produkte und die Erfassung sortenreiner Abfallfraktionen, um diese dann einer qualitativ hochwertigen oder überhaupt der Verwertung zuführen zu können.

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Altfarben, Altlacke	08 01 02	1,5
Asbestabfälle	17 01 05	22,8
Aufsaug- u. Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung mit schädlichen Verunreinigungen (mit Chemikalien verunreinigte Betriebsmittel)	15 02 99D1	1,7
Baustellenabfälle	17 07 01	137,9
Beton mit schädlichen Verunreinigungen (Ofenausbruch)	17 01 99D1	1,0
Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen (Schwermetallhaltiger Boden)	17 05 99D1	1,5
Chemieschlamm (Klärschlämme)	06 05 01	215,6
Entwickler	09 01 01	2,0
Faulschlamm (Klärschlämme)	19 08 05	58,4
Fixierbäder	09 01 04	1,4
Gemischte Siedlungsabfälle (Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle)	20 03 01	385,7
Laborchemikalien anorganisch	16 05 02	0,7
Laborchemikalien organisch	16 05 03	0,8
Mineralfaserabfälle	17 06 02	66,4
Wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (Sonstige Konzentrate und Halbkonzentrate)	07 07 01	6,4
Summe		947,9

Tab. 2-6: Abfälle zur Beseitigung 2000

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg] / [m³] / Stück
Alkalibatterien	16 06 04	2,4
Altfenster/Fensterglas/Flachglas	17 02 02	16,8
Altglas/Laborglas	20 01 02	13,3
Altpapier/Kartonage	20 01 01	297,6
Aluminium	20 01 04	6,5
Asphalt, teerhaltig	17 03 01	173,9
Aufsaug- u. Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung mit schädlichen Verunreinigungen (feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel)	15 02 99D1	5,3
Bauschutt	17 01 01	9.408,4
Bearbeitungsemulsionen, halogenfrei (Bohr- und Schleifölemulsionen, Emulsionen)	12 01 09	8,6
Bildschirme	16 02 02	588 Stück
Blei	20 01 04	12,2
Bleiakkumulatoren	16 06 01	10,7
Datenschutzpapier	20 01 01	53,6
Eisen und Stahl (Eisenschrott)	17 04 05	787,4
Elektro- und Elektronikschrott (gebrauchte Geräte)	16 02 02	94,9
Elektro- und Elektronikschrott (gebrauchte Geräte, freies Asbest enthaltend)	16 02 04	14 Stück
Feststoffe aus Öl-/Wasserabscheidern (Sandfangrückstände)	13 05 01	11,1
Filmabfälle	09 01 08	0,5
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	17 07 01	26,4
Gras- und Sträucherabfälle	20 02 01	263,3
Hausmüll-Verbrennungsschlacke	19 01 01	25,6
Holz	17 02 01	132,3
Holz mit schädlichen Verunreinigungen (Fenster)	17 02 99D1	17,5
Inhalt von Fettabscheidern	02 02 04	31,9
Kabelabfälle	17 04 08	26,7
Klärschlämme (landwirtschaftliche Verwertung)	19 08 05	44,1
Küchen- und Kantinenabfälle	02 02 03	16,4
Kühlschränke	16 02 03	53 Stück
Kunststoffabfälle	17 02 03	22,1
Lösungsmittelgemische, halogenfrei (andere organische Lösemittel)	07 07 04	2,0
Lösungsmittelgemische, halogenhaltig (organische halogenierte Lösemittel)	07 07 03	1,0
Magnetbänder (andere gebrauchte Geräte)	16 02 02	2,6
Motoren- und Getriebeöle	13 02 02	11,3
NE-metallhaltige Abfälle (andere Metalle)	12 01 03	1,4
Quecksilberhaltige Abfälle (Leuchtstoffröhren)	20 01 21	8085 Stück
Sägespäne	03 01 03	2,5
Salpetersäure und salpetrige Säure	06 01 05	5,6

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg] / [m³] / Stück
Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern	13 05 02	10,2
Sieb- und Rechenrückstände (Kanal- und Sielabfälle)	19 08 01	4,2
Strahlsand	12 02 01	9,4
Styropor	15 01 02	868,5 m ³
Tonerkartuschen	08 03 09	2729 Stück
Transformatoren und Kondensatoren, PCB-haltig	16 02 01	1,0
Verpackungen (DSD)	15 01 06	18,4
Verpackungen mit schädlichen Verunreinigungen (Eisenmetallbehältnisse)	15 01 99D1	1,1
Verpackungen mit schädlichen Verunreinigungen (Kunststoffbehälter)	15 01 99D1	1,7
Summe (ohne Stück- und m³-Mengen)		11.539,1

Tab. 2-7: Abfälle zur Verwertung 2000

2.5.5 Immissionsschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt eine Anzahl immissionsschutzrechtlich relevanter Anlagen (Tab. 2-8), die zum Teil der Genehmigungspflicht nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) unterliegen. Letztere sind für den betrieblichen Immissionsschutz von besonderer Bedeutung. Im Berichtszeitraum wurden fünf entsprechende Anlagen betrieben. Es handelt sich dabei um die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe, die Verbrennungsanlagen TAMARA und THERESA des Instituts für Technische Chemie, das Abfallzwischenlager sowie das Fernheizwerk. Für die drei Verbrennungsanlagen sowie das Abfallzwischenlager fordert der Gesetzgeber die Bestellung eines Immissionsschutzbeauftragten.

Anlage	Genehmigung
Abfallzwischenlager	Anzeige nach § 67 BImSchG
Verbrennungsanlage der HDB	Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG
Verbrennungsanlage TAMARA	Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG
Verbrennungsanlage THERESA	Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG
Fernheizwerk	Änderungsgenehmigung nach § 15 BImSchG
Blockheizkraftwerk	Änderungsgenehmigung nach § 15 BImSchG

Tab. 2-8: Immissionsschutzrechtlich genehmigte Anlagen des Forschungszentrums

Die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe besteht aus einer Schachtofenanlage mit Nachbrennkammer zur Verbrennung von festen und flüssigen Abfällen. Die Versuchsanlage zur Verbrennung von Sonderabfällen THERESA, deren Errichtung im Jahre

1999 abgeschlossen wurde, befand sich im Berichtszeitraum im kampagnenweisen Probetrieb. Durch Tests mit verschiedenen Brenn- und Zusatzstoffen wurden die verfahrenstechnischen Merkmale der Anlage erprobt. Durch die geringen Emissionen der verwendeten Brennstoffe wurden die Rauchgasreinigungseinrichtungen in der Regel nur unwesentlich beansprucht. Alle Anlagen hielten die Vorgaben der 17. BImSchV im Berichtszeitraum problemlos ein.

Zur Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Kontrollpflichten des Immissionsschutzbeauftragten wurden regelmäßige Begehungen der immissionsschutzrechtlich relevanten Anlagen durchgeführt. Es fand ein Austausch von Informationen über durchgeführte Änderungen an den Anlagen statt. Ebenso wurden aktuelle Betriebserfahrungen erörtert. Als Grundlage für die Kontrollen dienten die Genehmigungen, Auflagen sowie die vorhandenen gutachterlichen Überwachungsprotokolle.

2.5.6 Gewässerschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt ein umfangreiches Trennkanalisationssystem, eine Kläranlage für häusliches Schmutzwasser sowie eine Kläranlage für Abwasser aus Werkstätten, Labors und technischen Bereichen. Als Vorfluter dienen der Rheinniederungskanal für die Ableitungen aus den Kläranlagen sowie der Hirschkanal für die Regenwasserableitung. Im Berichtszeitraum konnten die Bedingungen und Auflagen aus der seit 1998 gültigen Erlaubnis und Genehmigung ohne Beanstandung eingehalten werden. Die beiden Kläranlagen arbeiteten bestimmungsgemäß. Die routinemäßigen Prüfungen sowie die Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Abwassernetzen wurden im Berichtszeitraum ordnungsgemäß durchgeführt.

Die bestehende Erlaubnis der Einleitung in den Rheinniederungskanal ist bis zum 31.12.2002 befristet. Das Forschungszentrum Karlsruhe errichtete im Jahr 2000 eine verlängerte Vorflutleitung in den Rhein, an die auch die Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen angeschlossen werden soll. Die Fertigstellung und die Inbetriebnahme der für die neue Vorflutleitung erforderlichen technischen Einrichtungen ist bis Mitte des Jahres 2001 vorgesehen, so dass bereits ab diesem Zeitpunkt keine Einleitung des Forschungszentrums Karlsruhe mehr in den Rheinniederungskanal erfolgen wird.

Im Berichtszeitraum fanden regelmäßige Kontrollen an Anlagen zur Lagerung, zum Abfüllen und zum Umschlagen wassergefährdender Stoffe sowie im Bereich der Verwendung dieser Stoffe statt. Es wurden Begehungen von Anlagen durchgeführt und Verbesserungen der gemäß Verordnung des Umweltministeriums über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen geplant und durchgeführt. Ferner wurden Baugesuche und Baugenehmigungen im Hinblick auf den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und auf die korrekte Nutzung der Entwässerungssysteme überprüft. Die Betriebsbeauftragten der einzelnen Organisationseinheiten wurden über aktuelle Änderungen in den gesetzlichen Rahmenbedingungen informiert. Neben einem persönlichen Fortbildungsangebot standen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ausführliche Informationen über die Aspekte des betrieblichen Umweltschutzes im Intranet des Forschungszentrums Karlsruhe zur Verfügung.

3 Messstelle

3.1 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.

Amtliches Personendosimeter für Ganzkörperüberwachung ist für die Karlsruher Messstelle seit 1993 das Photolumineszenz-Phosphatglasdosimeter in der Ausführung als Flachglasdosimeter. Es besitzt eine Muster-Bauartzulassung und die Zustimmung zur Messung der Personendosis nach StrlSchV und RöV. Unter der Bezeichnung KfK-PGD FGD-10 & SC-1 (PTB-Zulassungsnummer 6.21-PD-92.05 und 6.21-OD-92.06) wird es zur Personen- und Ortsdosimetrie für Photonenstrahlung im Energiebereich oberhalb 25 keV eingesetzt.

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. Im Hinblick auf die Messgröße $H_p(10)$ kann das Flachglasdosimeter ohne Änderung der Dosimeterkapselung bzw. des Auswerteverfahrens weiterhin eingesetzt werden. Die entsprechende Bauartprüfung als Dosimeter zur Messung von $H_p(10)$ ist erfolgt.

Als zweites amtliches Dosimeter wird mit der Bezeichnung PHOTONEN-Fingerringdosimeter (KfK-TLD-TD2, PTB-Zulassungsnummer 6.21-PD-93.1) ein Teilkörperdosimeter für Photonen ausgegeben. Das Dosimeter besteht aus einem Thermolumineszenz-TLD-700-Detektor in einem Edelstahl-Fingerring hinter einer Abdeckung von 15 mg/cm². Bisherige Messgröße ist die Photonen-Äquivalentdosis. Auch dieses Dosimeter hat die Bauartprüfung für die Messgröße $H_p(0,07)$ bereits bestanden.

Zwei weitere Modifikationen dieses Dosimeters, das BETA-200-Fingerringdosimeter und das BETA-50-Fingerringdosimeter, sind zum Einsatz in Betastrahlungsfeldern mit mittleren Beta-Energien oberhalb 200 keV bzw. 50 keV bestimmt (siehe auch Kapitel 3.3). Die Bauartprüfung für die Photonenmessung von $H_p(0,07)$ wird zur Zeit bei der PTB durchgeführt. Beide Dosimeter haben mit Erfolg an den PTB-Vergleichsbestrahlungen für Beta-Dosimeter teilgenommen.

Als drittes 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-Zulassungsnummer 6.21-PD-93.09) mit TLD-600 (⁶LiF:Mg,Ti)- und TLD-700 (⁷LiF: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. Bei der letzten PTB-Vergleichsbestrahlung für Neutronen hat das Albedodosimeter der Karlsruher Messstelle auch bei Anwendung der neuen Messgröße $H_p(10)$ erfolgreich bestanden (vergleiche Tabelle 3-2). 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.

3.1.1 Photolumineszenzdosimetrie

A. Hager, B. Seitz, T. Teclé

Die Anzahl der mit Photolumineszenz-Glasdosimetern überwachten Betriebe erhöhte sich im Berichtszeitraum um 22 %, wobei die Auswertezahlen gegenüber dem Vorjahr um 13,5 % zunahmen (Tab. 3-1). Während die Auswertezahlen in der Kerntechnik zum Vorjahr konstant blieben, setzte sich die Ausweitung unserer Aktivitäten in den medizinischen Bereich unvermindert fort. Die Entwicklung der Auswertezahlen in den letzten fünfzehn Jahren ist in Abb. 3-1 dargestellt.

amtliche Auswertung	Auswertezahl	Kundenzahl
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter	113 895	278
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter	26 322	269
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter	12 630	54
nichtamtliche Auswertung		
Phosphatglasdosimeter	4 137	31
Thermolumineszenzdosimeter	3 030	25
Radondosimeter	1 611	18

Tab. 3-1: Serviceleistungen der Karlsruher Messstelle im Jahr 2000

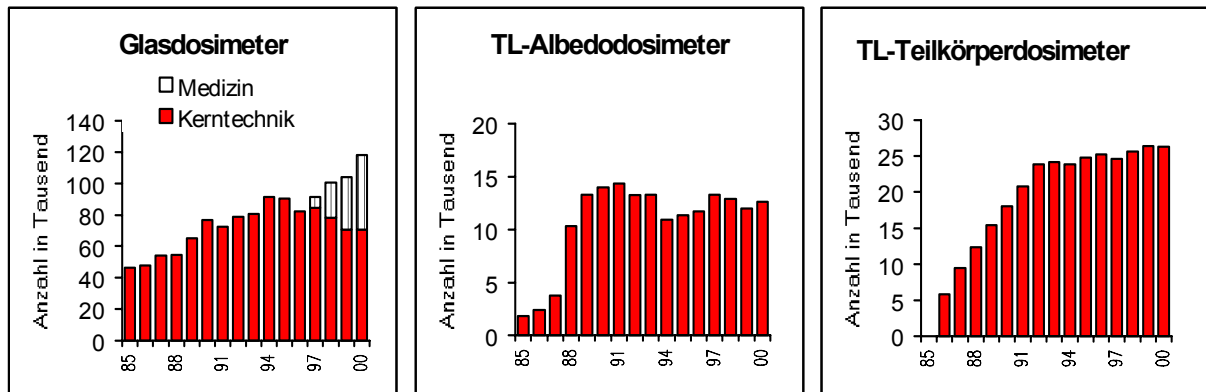


Abb. 3-1: Entwicklung der Auswertezahlen pro Jahr seit 1985

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. 3-2 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.

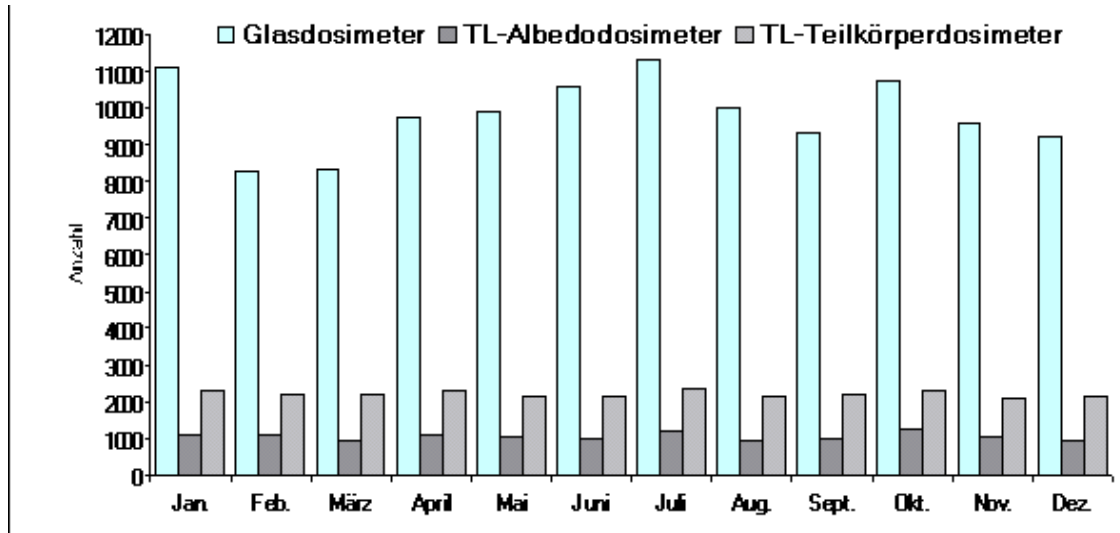


Abb. 3-2: Verlauf der Auswertezahlen pro Monat im Jahr 2000

3.1.2 Thermolumineszenzdosimetrie

N. Dollt, S. Volk

Die Auswertezahlen der Teilkörperdosimetrie blieben bei 2 200 im Monat konstant. Während der Revisionsphasen in den Kernkraftwerken besteht Bedarf an Teilkörperdosimetern zur Messung von Betastrahlung. Die Messstelle bietet für diesen Zweck das Fingerringdosimeter bestückt mit zwei TL-Detektoren an.

Die Anzahl der automatisch ausgewerteten Albedoneutronendosimeter ist leicht auf 1050 Dosimetern pro Monat gestiegen.

3.1.3 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. 3-2, Tab. 3-3 und in Abb. 3-3 wiedergegeben.

In Tab. 3-2 sind für die an PTB-Vergleichsmessungen teilnehmenden Dosimetriesysteme der FZK-Messstelle die Mittelwerte und Standardabweichungen von den jeweiligen Verhältnissen des Messwertes H zum PTB-Referenzwert H_{PTB} zusammengestellt.

Abb. 3-3 zeigt das Verhältnis des Messwertes H zum PTB-Referenzwert H_{PTB} für das Karlsruher Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter (Flachglasdosimeter Typ SC-1) in Abhängigkeit von der Dosis.

Die Ergebnisse für die Vergleichsmessung im Jahr 2000 (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.

Dosimeter	H_{KA} / H_{PTB}
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter	$1,05 \pm 5 \%$
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter	$1,06 \pm 9 \%$
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Photonen)	$1,09 \pm 12 \%$
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Neutronen $H_p(10)$)	$1,26 \pm 20 \%$
Kernspurdosimeter für schnelle Neutronen	$0,90 \pm 35 \%$

Tab. 3-2: Ergebnisse bei den PTB-Vergleichsmessungen im Jahr 2000

PTB Dos Nr.	PTB-Bestrahlung		Dosisverhältnis für Energie 1 zu 2	Karlsruher Ergebnisse Energiebereich keV
	Energie 1 keV	Energie 2 keV		
1	208	104	1	70 - 150
2	208 ^{a)}	104 ^{b)}	1	70 - 150
3	208	104	1	70 - 150
4	208 ^{c)}	104 ^{c)}	1	70 - 150
5	57			30 - 70
6	57			30 - 70
7	57			30 - 70
8	250			>150
9	250			>150
10	250			>150

Strahlungseinfallswinkel: a) 315°, b) 45°, c) Rotation von 315° bis 45°

Tab. 3-3: Ergebnisse der automatischen Energiebestimmung mit dem Flachglasdosimeter bei der PTB-Vergleichsmessung im Jahr 2000

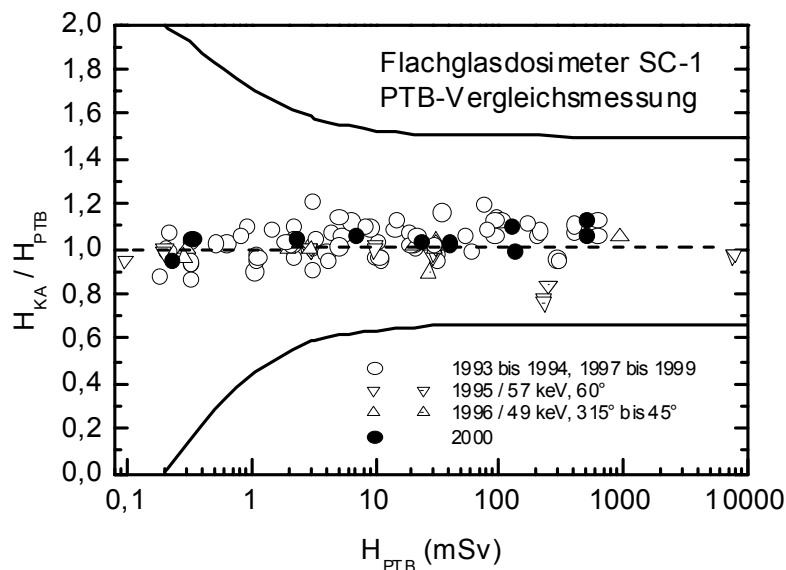


Abb. 3-3: Ergebnisse der PTB-Vergleichsmessungen von Flachglasdosimetern der Karlsruher Messstelle in den Jahren 1993 bis 2000

Tab. 3-3 stellt die bei der Vergleichsmessung von der PTB angegebenen Photonenenergien den Energiebereichen gegenüber, die im Glasauswertegerät automatisch ermittelt und der PTB mitgeteilt wurden. Die PTB bestrahlte die Dosimeter mit Photonen unterschiedlicher Energien. Die Energien werden vom automatischen Auswertegerät richtig eingestuft, auch für die Fälle der Bestrahlung in Mischstrahlungsfeldern verschiedener Energien und Strahlungseinfallswinkel.

Seit 1982 wird im Rahmen des Strahlenschutzforschungsprogramms der Europäischen Kommission in regelmäßigen Abständen eine internationale Vergleichsmessung für Radon und Radonzerfallsprodukte mit passiven Detektoren durchgeführt. 2000 nahmen an diesem durch die NRPB in Großbritannien organisierten Vergleich 50 Laboratorien teil. Die Ergebnisse unserer Auswertungen sind in Tab. 3-4 wiedergegeben.

Radon Exposition ($\text{kBq m}^{-3} \text{ h}$)	90	277	1838
H / Hr Set 1	$1,20 \pm 15 \%$	$1,03 \pm 6 \%$	$1,07 \pm 8 \%$
H / Hr Set 2	$1,23 \pm 14 \%$	$1,06 \pm 10 \%$	$1,06 \pm 8 \%$

Tab. 3-4: Ergebnisse der FZK-Messstelle bei den EU-Radon-Vergleichsbestrahlungen im Jahr 2000

3.2 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. 3-1).

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 zur Personen- und/oder Ortsdosimetrie eingesetzt:

- Thermolumineszenzdosimeter bestehend aus TLD-700-Detektoren in einer Polyäthylenkapsel entsprechend einer Abdeckung von 500 mg/cm^2 zur Umgebungsüberwachung und Ortsdosimetrie in Anlagen.
- Phosphatglasdosimeter in der Flachglaskapselung zum praktisch energieunabhängigen Nachweis der Photonenstrahlung im Energiebereich von 25 keV bis 8 MeV zur Umgebungsüberwachung und Ortsdosimetrie in Anlagen. Dieses Dosimeter ist als Ortsdosimeter bauartgeprüft (Zulassungsschein Nr. 6.21-OD-92.04). Die Bauartprüfung für ein Flachglasdosimeter zur Messung der Ortsdosis $H^*(10)$ läuft bei der PTB.
- 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.

- 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,α)-Konverter verwendet werden. Mit geeigneten (n,α)-Convertern lässt sich der Beitrag der natürlichen Neutronenstrahlung bei Expositionszeiten von einigen Monaten nachweisen. Dieses Dosimeter bekommt zunehmend Bedeutung bei den vorgeschriebenen langzeitigen Ortsdosismessungen an 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.

3.3 Beta-Fingerringdosimeter zur Messung sehr weicher Beta-Strahlung

B Burgkhardt, S. Volk

Sehr weiche Beta-Strahlung unterhalb einer mittleren Energie von 50 keV hat eine geringere Reichweite als 40 mg/cm² (entspricht einem Operationshandschuh oder etwa 40 cm Luftschicht) und lässt sich durch Schutzkleidung wirkungsvoll abschirmen. Für die Ermittlung der Personendosis $H_p(0,07)$ in Strahlungsfeldern mit einem Anteil an Betastrahlung oberhalb 50 keV bietet die Karlsruher Messstelle das BETA-50-Fingerringdosimeter (kurz: BETA-50-Dosimeter) an.

Das BETA-50-Dosimeter besteht aus einem Edelstahl-Fingerring und einem etwa 0,7 mm dicken Thermolumineszenz-Detektor mit einer strahlungsempfindlichen ^{nat}LiF:Mg,Cu,P-Schicht von etwa 30 µm Dicke sowie einer Detektorabdeckung mit einer Mylarfolie von etwa 2 mg/cm² flächennormierter Masse.

In Zusammenarbeit mit der PTB wurde die Richtungsabhängigkeit und die Reproduzierbarkeit mit einer Gruppe von 30 BETA-50-Dosimetern bestimmt. Die Reproduzierbarkeit der Dosimeter nach einer ¹³⁷Cs-Photonenbestrahlung ist in Abb. 3-4 veranschaulicht. Die individuelle Abweichung des Photonen-Ansprechvermögens R1ph der einzelnen Detektoren vom Mittelwert reproduziert sich nach einer wiederholten Bestrahlung (R2ph). Dadurch lässt sich mit der Korrektur des relativen Photonenansprechvermögens die Standardabweichung der Photonen-Anzeige von etwa 15 % auf 2,5 % verringern.

Nach einer Beta-Bestrahlung der Gruppe von BETA-50-Dosimetern mit ¹⁴⁷Pm ergibt sich die wesentlich höhere Standardabweichung von 29 % für die Beta-Anzeige, die sich durch Korrektur des individuellen Photonen-Ansprechvermögens auf 18% herabsetzen lässt. Ein Vergleich mit den Ergebnissen nach einer ¹⁴⁷Pm-Beta-Bestrahlung der Dosimeter ohne die Mylarfolie zeigt, dass zur Standardabweichung der ¹⁴⁷Pm-Beta-Anzeige von 18 % die Korrektur des Photonen-Ansprechvermögens etwa mit 3 % beiträgt, die unterschiedlichen Kontaktverhältnisse der Mylarfolie zur Oberfläche des Detektors mit etwa 5% und die Dickenverteilung der dünnen TLD-Schicht mit etwa 10 %. Die Ergebnisse des BETA-50-Dosimeters bei PTB-Beta-Vergleichsbestrahlungen haben gezeigt, dass die Standardabweichung der Anzeige für Beta-Strahlung des ⁸⁵Kr (250 keV) der für Photonen-Strahlung bereits nahe kommt, die hohe Messunsicherheit auf die sehr weiche Beta-Strahlung beschränkt bleibt.

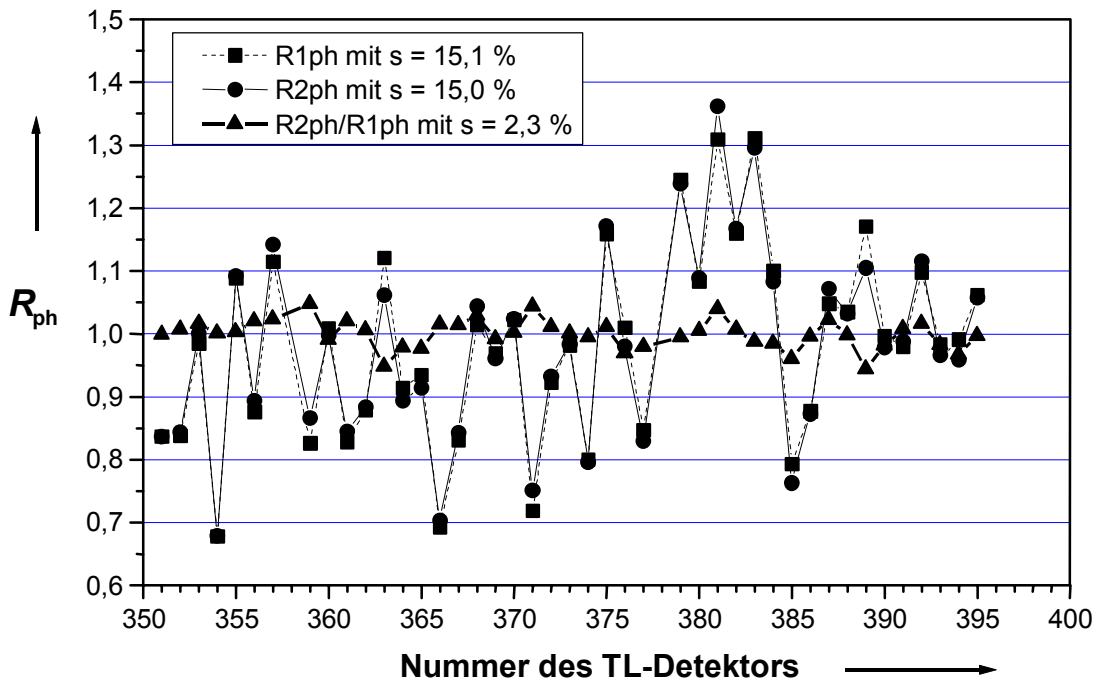


Abb. 3-4. Verteilung des individuellen Photonen-Ansprechvermögens (R1ph) und (R2ph) des BETA-50-Dosimeters sowie das Verhältnis R2ph/R1ph entsprechend dem Ergebnis einer Korrektur des Photonen-Ansprechvermögens bei einer Photonendosismessung.

Durch die Verwendung der großen Gruppe von 30 Dosimetern konnte mit einer Standardunsicherheit von weniger als 4 % gezeigt werden, dass sich das ^{147}Pm -Ansprechvermögen um etwa 20 % für einen Strahlungseinfallswinkel von 45° und 60° gegenüber 0° erhöht.

Die Standardmessunsicherheit von etwa 20 % in extrem weichen Beta-Strahlungsfeldern kann akzeptiert werden, wenn man die grundsätzlichen Schwierigkeiten in der Praxis bedenkt, in diesen zwangsläufig inhomogenen Strahlungsfeldern das Personendosimeter am repräsentativen Ort der maximalen lokalen Hautdosis zu exponieren.

4 Strahlenschutz

H. Dilger

Die Aufgaben der Abteilung umfassen die Bereitstellung von Strahlenschutzpersonal einschließlich der Messgeräte zur Durchführung der Arbeitsplatzüberwachung und die Durchführung von Messungen zur Überwachung der inneren Exposition.

Die Gruppen Arbeitsplatzüberwachung I und II 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. Seit Mitte des Jahres nehmen vier Mitarbeiter der Abteilung Aufgaben als Strahlenschutzbeauftragte für den MZFR wahr. In einer Erweiterung zu den Strahlenschutzmessungen werden konventionelle Messungen des Lärms, der Beleuchtung und des Klimas an Arbeitsplätzen vorgenommen. Die für die Arbeitsplatz- und Umgebungüberwachung eingesetzten Geräte werden durch Mitarbeiter der Gruppe Messgeräte beschafft, verwaltet und repariert bzw. die Reparatur veranlasst. Weiter betreibt diese Gruppe die Eichhalle mit einem Neutronen-/Gammastrahler-Kalibrierstand und einem Röntgen-/Gammastrahler-Eichstand, der außer für eigene Kalibrierbestrahlungen auch vom Eichamt Baden-Württemberg genutzt wird.

Die Gruppe Interne Dosimetrie betreibt einen Ganzkörper- und verschiedene Teilkörperzähler zum gammaspektroskopischen Nachweis von Radionukliden im menschlichen Körper. Sie wurde 1997 vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg zur Messstelle zur Direktmessung inkorporierter Radionuklide nach § 63 Abs. 6 Strahlenschutzverordnung bestimmt. Des Weiteren ist dieser Gruppe ein zentrales Messlabor angeschlossen, in dem die Aktivität von Raumluftfiltern im Rahmen der Inkorporationsüberwachung ausgewertet und nuklidspezifische Analysen und Sondermessungen durchgeführt werden. Außerdem ist die zentrale Strahlenpassstelle des Forschungszentrums dieser Gruppe zugeordnet.

4.1 Arbeitsplatzüberwachung

H. Dilger, A. Reichert, B. Reinhardt

Bedingt durch die Aufgabenstellung sind die Mitarbeiter der Arbeitsplatzüberwachung dezentral in den einzelnen Institutionen des Forschungszentrums tätig. Nach der räumlichen Lage der zu überwachenden Gebäude gliedern sich die zwei Gruppen in vier Bereiche (siehe Abb. 4-1 und Tab. 4-1). Gegenüber dem Vorjahr wurden die zwei Bereiche der HDB zusammengefasst und der MZFR als eigener Bereich ausgewiesen.

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 HVT-HZ und des MZFR ein selbstablesbares Zweitdosimeter. Mitte dieses Jahres wurde zusätzlich zu dem Dosiserfassungssystem in der HDB ein weiteres in HVT-HZ installiert. Damit erhalten die Personen beim Eintritt in die Anlagen ein nicht persönlich zugeordnetes elektronisches Dosimeter. Neben der Personendosis kann mit diesem Dosimetriesystem auch die maximale Dosisleistung und die Aufenthaltszeit pro Begehung ermittelt werden. Die Anzahl der Personen einschließlich Fremdfirmenangehöriger, die strahlenschutzmäßig überwacht werden (Stichmonat Dezember 2000), ist in Spalte 4 der Tab. 4-1 aufgeführt. Die Gebäude und Anlagen werden routinemäßig durch Oberflächenkontaminations-, Wischproben-, Dosisleistungs- und Raumluftmessungen überwacht. Die Fläche der betrieblichen Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche ist in Spalte 5 der Tab. 4-1 angegeben.

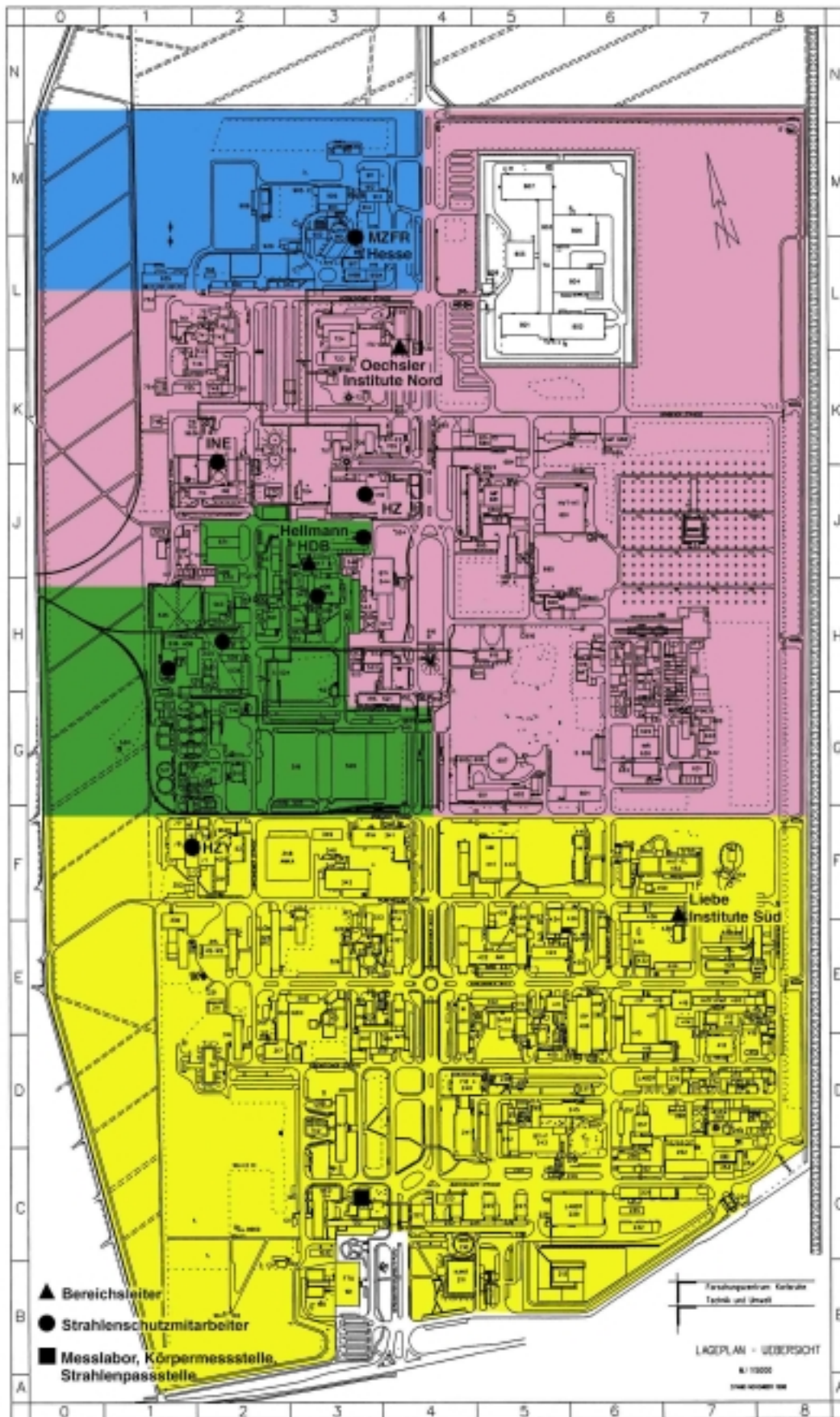


Abb. 4-1: Lageplan des Forschungszentrums Karlsruhe mit Bereichseinteilung

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

Gruppe	<u>Bereich</u> Überwachte Institutionen	Anzahl der Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz	Anzahl überwachten Personen	Fläche des überwachten Bereichs in m ²
1	2	3	4	5
Arbeitsplatzüberwachung I	Gruppenleiter	1 (1)		
	1. <u>Institute Nord</u> : BTI, HVT-HZ, INE, IRS, IHM, IMF, ITC-CPV,	6,5 (12,5*)	390 (577)*	20 800 (26 300)*
	2. <u>MZFR</u>	6	179	5 500
	3. <u>HDB</u>	14+5 ⁺ (15+5 ⁺)	263 (496)	43 100 (43 100)
Arbeitsplatzüberwachung II	Gruppenleiter	1 (1)		
	4. <u>Institute Süd</u> BTI-B, FTU, HS, HVT-TL, HZY, IFIA, IFP, IHM, IK, ITG, PAE	6,5 (6,5)	401 (426)	10 300 (10 300)

⁺Zweischichtdienst * Institute Nord + MZFR

Tab. 4-1: Anzahl der HS-Mitarbeiter in der Arbeitsplatzüberwachung, überwachte Personen (einschließlich Fremdfirmenangehörigen) und Bereichsgröße, jeweils Stand Dezember 2000 (Vorjahreszahlen in Klammer)

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 im MZFR mit Ganzkörpermonitoren mit automatisiertem Messablauf. Die Grenzwerte betragen 0,05 Bq/cm² für α -Aktivität und 0,5 Bq/cm² für β -Aktivität bei den Hand-Fuß-Kleider-Monitoren bzw. 0,5 Bq/cm² für β -Aktivität bei den Ganzkörpermonitoren. Aus den Auswertungen der Wisch- und Aerosolproben vom MZFR ist bekannt, dass das β -/ α -Aktivitätsverhältnis zwischen 20 und 50 liegt, so dass auch ohne α -Aktivitätskontrolle an den Ganzkörpermonitoren bei Einhaltung der β -Grenzwerte die Unterschreitung der α -Grenzwerte gewährleistet ist. Die Alarmwerte sind auf die von der Behörde geforderte Alarmverfehlungswahrscheinlichkeit von 5 % eingestellt.

Die Kontrollbereiche der Institutionen mit höherem Aktivitätsinventar und der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe werden mit einem Netz von stationären Aktivitätssammlern und an Arbeitsplätzen, an denen eventuell mit Freisetzen zu rechnen ist, mit Monitoren überwacht.

Aus den Grenzwerten der Jahresaktivitätszufuhr gemäß Strahlenschutzverordnung für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A und dem Jahresinhalationsvolumen von 2 400 m³ werden Interventionswerte abgeleitet. So werden in den Anlagen des Forschungszentrums Karlsruhe im allgemeinen für α -Aktivitätsgemische 0,04 Bq/m³ (Leitnuklid Pu-239, löslich), für β -Aktivitätsgemische 40 Bq/m³ (Leitnuklid Sr-90, löslich/ unlöslich) festgelegt. In Institutionen, in denen mit speziellen Nukliden umgegangen wird, werden die Interventionswerte haus- und nuklidspezifisch festgelegt. Für I-123 ergibt sich 0,4 kBq/m³ und für HTO 1 MBq/m³.

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

Die Messungen der Raumluftaktivitäten werden für Transurane zur regelmäßigen Inkorporationsüberwachung herangezogen. 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 0,4 Bq für α -Aktivitätsgemische oder von 400 Bq für β -Aktivitätsgemische überschreiten, werden bei den betroffenen Mitarbeitern Inkorporationsmessungen aus besonderem Anlass durchgeführt und eine spezielle Abschätzung der Aktivitätszufuhr vorgenommen.

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 Arbeiterlaubnissen die Strahlenschutzauflagen fest. Im Jahr 2000 wurden mit rund 2 100 Vorgängen genau so viele Vorgänge wie im Vorjahr bearbeitet. Weiterhin führen Mitarbeiter die Strahlenschutzkontrolle bei der Ausfuhr von Material 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 2000 wurden insgesamt 205 (Vorjahr 213) formalisierte Vorgänge von der Abteilungsleitung bearbeitet. Diese Zahlen umfassen nicht Vorgänge von Reststoffen, die nach Dekontamination von der HDB direkt abgegeben werden.

Die Abteilung Strahlenschutz unterhält von Montag bis Freitag einen Zweischichtdienst, der auch außerhalb der Regelarbeitszeit u. a. Messungen von Fortluftfiltern 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.

Die wiederkehrenden Prüfungen an Strahlenschutzmessgeräten werden von den Mitarbeitern der Abteilung oder von beauftragten Fachfirmen nach festgelegten Prüfplänen vorgenommen. Von autorisierten Mitarbeitern werden die Dichtheitsprüfungen an umschlossenen Strahlern des Forschungszentrums in den einzelnen Institutionen durchgeführt.

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 23 Mitarbeiter der Abteilung an Kursen 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.

4.2 Interne Dosimetrie

H. Doerfel

Die Gruppe „Interne Dosimetrie“ ist für die personenbezogene Inkorporationsüberwachung durch Direktmessung der Körperaktivität sowie für die betriebliche Inkorporationsüberwachung durch Messung der Aktivitätskonzentration in der Raumluft 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 stehen hierbei die Direktmessung der Körperaktivität von Aktiniden in Lunge, Leber und Skelett, die direkte Bestimmung der Äquivalentdosisleistung bei Inkorporation gammastrahlender Spalt- und Aktivierungsprodukte sowie die Verfahren zur hochempfindlichen Bestimmung der Alpha-Aktivität auf den im Rahmen der betrieblichen Inkorporationsüberwachung anfallenden Filterproben.

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.

4.2.1 Personenüberwachung

4.2.1.1 Routine- und Sondermessungen

H. Doerfel, I. Hofmann, A. Zieger, V. Kiefer

Die Abteilung Strahlenschutz 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 steht außerdem auch ein kleiner 1"-Phoswich- und NaI(Tl)-Detektor sowie zwei koaxiale HPGe-Detektoren zur Verfügung. Diese Detektoren werden hauptsächlich zur Untersuchung von Schilddrüsen- oder Wunddepositionen eingesetzt. Die Tab. 4-2, Tab. 4-3 und Tab. 4-4 vermitteln einen Überblick über die im Jahr 2000 mit den Ganz- bzw. Teilkörperzählern durchgeführten Personenmessungen und ihre Verteilung auf die verschiedenen Institutionen.

Mit dem Ganzkörperzähler wurden insgesamt 1871 Personen untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so dass sich die Gesamtanzahl der Ganzkörpermessungen auf 2786 beläuft. Hierbei handelte es sich zum weitaus überwiegenden Teil um Messungen im Rahmen der routinemäßigen Inkorporationsüberwachung. Etwas weniger als die Hälfte der Ganzkörpermessungen wurde 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 (16,8 %), Kernkraftwerk-

Betriebsgesellschaft (7 %) und Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (20,3 %) sowie im Auftrag externer Institutionen (7,9 %).

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		mit Befund
BTI	30	6	18	4	25	3	1	0	0	0
HS	30	16	24	20	33	14	0	0	0	0
HVT	26	5	13	0	21	5	0	0	0	0
HZY	3	1	2	1	1	0	0	0	0	0
IFIA	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
IMF	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0
INE	39	8	21	6	27	5	0	0	1	0
ITC-CPV	74	15	50	13	64	9	0	0	3	1
Summe Bereich Forschung	205	52	128	44	173	37	2	0	4	1
HDB	379	95	350	85	425	86	0	0	23	2
KNK	146	56	31	13	87	31	75	33	0	0
MZFR	141	51	87	33	112	27	23	8	10	2
Summe Bereich Stilllegung	666	202	468	131	624	144	98	41	33	4
WAK	438	86	9	2	207	35	337	60	13	3
ITU	357	70	136	30	157	33	164	22	12	6
Fremdauftrag	205	47	0	0	0	0	221	39	0	0
Summe Sonstige	1000	203	145	32	364	68	722	121	25	9

Tab. 4-2: Anzahl der Personenmessungen mit dem Ganzkörperzähler 2000

Bei etwa 20 % aller untersuchten Personen wurden Cs-137-Inkorporationen nachgewiesen. Bei 104 Personen lag die Cs-137-Körperaktivität über der Erkennungsgrenze für beruflich bedingte Cs-137-Körperaktivitäten (Kap. 4.2.1.2), 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 94 Personen wurden Inkorporationen von Co-60 (86 Fälle), Ag-110m (3 Fälle), Co-58 (zwei Fälle), Mn-54 (zwei Fälle), Zr-95 (ein Fall), Eu-152 (ein Fall) und Eu-154 (ein Fall) nachgewiesen. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um länger zurückliegende Aktivitätszufuhren, die bereits bei früheren Messungen festgestellt wurden. In 95

Fällen sind neue Aktivitätszufuhren (inkl. Cs-137) innerhalb des Überwachungszeitraums nicht auszuschließen.

Institution	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der routinemäßigen Messungen			Anzahl der Inkorporationsmessungen aus besonderem Grund
		Eingang	Ausgang	wiederkehrende Routine	
INE	1	0	0	0	1
ITC-CPV	3	0	0	0	3
Summe Bereich Forschung	4	0	0	0	4
HDB	24	1	4	0	23
MZFR	9	0	0	0	10
Summe Bereich Stilllegung	33	1	4	0	33
WAK	11	0	0	0	14
ITU	187	96	80	55	11
Fremdauftrag	177	0	0	208	0
Summe Sonstige	375	96	80	263	25

Tab. 4-3: Anzahl der Personenmessungen mit den Teilkörperzählern im Jahr 2000

Bei den Messungen aus besonderem Grund wurden mit dem Ganzkörperzähler in 12 Fällen Cs-137, in 6 Fällen Co-60 und mit den Teilkörperzählern in zwei Fällen äußere Kontamination von Am-241 nachgewiesen. Die festgestellten Cs-137-Aktivitäten lagen in acht Fällen unter der Erkennungsgrenze für beruflich bedingte Inkorporationen. In zwei Fällen handelte es sich um zwischenfallsbedingte Inkorporationen und in einem Fall um äußere Kontamination von Cs-137. Eine der nachgewiesenen Cs-137- und vier der Co-60-Inkorporationen waren bereits bei vorhergehenden Messungen festgestellt worden und demzufolge nicht auf eine zwischenfallsbedingte Zufuhr im Forschungszentrum zurückzuführen. In keinem Fall lag die Aktivität oberhalb der Interpretationsschwelle nach der „Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle“. Die effektive Dosis war damit für alle Personen kleiner als 1,5 mSv.

Mit dem Teilkörperzähler wurden insgesamt 412 Personen untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so dass sich die Gesamtanzahl der Messungen auf 506 beläuft. Die Messungen wurden für verschiedene Institutionen des Forschungszentrums (8,3%), die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (2,7%), das Institut für Transurane (47,8%) so wie im Fremdauftrag für Euratom Luxemburg (32,8%) und andere Firmen bzw. Institutionen (8,3%) durchgeführt. Bei 12,2% 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. 4.2.1.2).

Zur Qualitätssicherung wurden zahlreiche Kalibriermessungen, Teilkörperreferenzmessungen sowie Nulleffektmessungen durchgeführt. Mit Ausnahme der täglich erfolgenden Energiekali-

brierungen sind alle Messungen in Tab. 4-4 aufgelistet. Die Gesamtanzahl aller im Jahr 2000 durchgeführten Messungen beläuft sich auf 3869.

Messung	Ganzkörperzähler	Teilkörperzähler			
		8"-Phoswich	HPGe-Sandwich	1"-Phoswich + NaI(Tl)	HPGe-Detektor (coax.)
Eingang	741	96	1	0	0
Ausgang	1161	84	0	0	0
Routine	601	55	0	0	0
Besond. Grund	62	61	1	0	0
Fremdauftrag	221	185	7	13	3
Referenz	221	9	0	2	1
Nulleffekt	117	56	4	1	1
Kalibrierung	54	5	38	10	23
Materialproben	13	2	20	0	0
Summe	3191	553	71	26	28

Tab. 4-4: Anzahl aller Messungen mit Ganz- und Teilkörperzählern im Jahr 2000 (ohne Energiekalibriermessungen)

4.2.1.2 Cs-137-Referenzmessungen

H. Doerfel, I. Hofmann, A. Zieger

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.

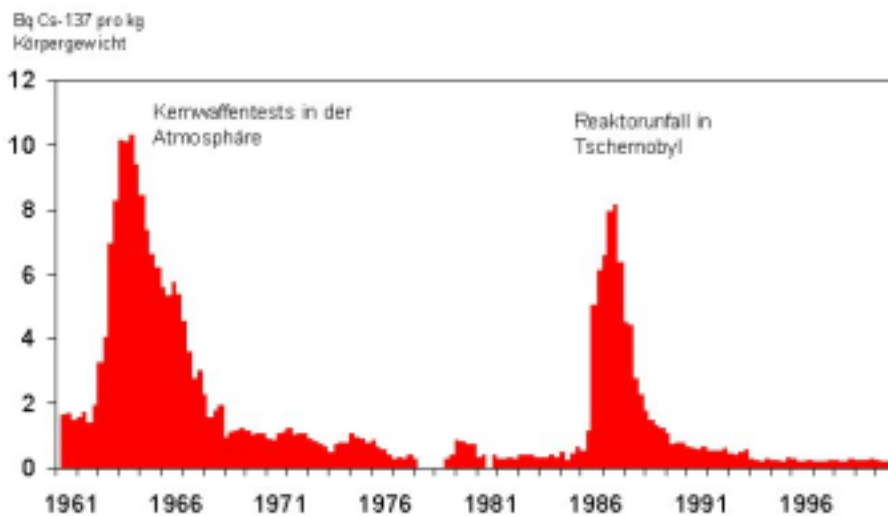


Abb. 4-2: Quartalsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe seit 1961

Die Tab. 4-5 zeigt die Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität für das Jahr 2000. Der aus diesen Werten resultierende Jahresmittelwert von 0,21 Bq/kg ist ein wenig geringer als im Vorjahr.

Monat	Spezifische Cs-137-Körperaktivität in Bq pro kg Körpergewicht		
	Frauen	Männer	Gesamt
Januar	0,16	0,45	0,31
Februar	0,21	0,26	0,24
März	0,19	0,21	0,20
April	0,15	0,35	0,25
Mai	0,09	0,22	0,16
Juni	0,15	0,22	0,19
Juli	0,14	0,24	0,19
August	0,13	0,23	0,18
September	0,21	0,32	0,27
Oktober	0,21	0,21	0,21
November	0,14	0,21	0,18
Dezember	0,13	0,30	0,22
Arithmetischer Mittelwert im Jahr 2000	0,16 ± 0,04	0,27 ± 0,07	0,21 ± 0,04

Tab. 4-5: Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe im Jahr 2000

Die Geschlechtsabhängigkeit der Cs-137-Körperaktivität wird durch Tab. 4-5 verdeutlicht. 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. 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.

Insgesamt führen die genannten Einflussfaktoren zu einer recht großen Streuung der Einzelwerte. Eine genauere Analyse der Ergebnisse zeigt, dass die im Jahr 2000 ermittelten Werte der absoluten Cs-137-Körperaktivität sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in guter Näherung durch logarithmische Normalverteilungen beschrieben werden können.

Die geometrischen Mittelwerte der Cs-137-Körperaktivität betragen 21,3 Bq bei den Männern bzw. 9,7 Bq bei den Frauen. Die mittleren geometrischen Standardabweichungen sind mit 1,9 (Männer) und 2,0 (Frauen) bei beiden Geschlechtern ungefähr gleich. Folglich liegt die zivilisationsbedingt bedingte Cs-137-Körperaktivität bei den Männern in 95 % der Fälle unter 70 Bq, während sie bei den Frauen in 95% der Fälle unter 30 Bq liegt. Demnach können in Anlehnung an DIN 25482 die Werte von 70 Bq (Männer) bzw. 30 Bq (Frauen) als Erkennungsgrenzen einer berufsbedingten Cs-137-Körperaktivität angesehen werden. Diese Erkennungsgrenzen werden bei der Interpretation der Messungen im Rahmen der Personenüberwachung (Kap. 4.2.1.1) zugrundegelegt.

4.2.1.3 Strahlenpassstelle

F. Pfeffer

Im Jahr 2000 hatten 85 (Vorjahr 157) von 314 (311) Fremdfirmen mit gültigem Abgrenzungsvertrag Mitarbeiter in Kontrollbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe angemeldet. Insgesamt wurden 829 (687) Anmeldungen durchgeführt, wovon 180 (254) Ummeldungen oder Mehrfach-Anmeldungen waren, d. h. Mitarbeiter von Fremdfirmen, die sich mehrmals im Jahr an- und ab gemeldet haben. 156 (153) Anmeldungen wurden mit Bestätigungen im Sinne des § 20 AtG durchgeführt.

Des Weiteren wurden im Laufe des Jahres 2000 insgesamt 729 Abmeldungen durchgeführt, davon 125 Zwangsabmeldungen. Zwangsabmeldung bedeutet, dass die Fremdfirmen-Mitarbeiter entweder von den Instituten wegen abgelaufener Abgrenzungsverträge oder von der Strahlenpassstelle wegen überschrittener Arzttermine abgemeldet wurden. Im Berichtszeitraum wurden 2 254 (2 143) Strahlenpässe zur Aktualisierung kurzfristig an Fremdfirmen ausgegeben. In Strahlenpässe wurden insgesamt 19 369 (17 280) Eintragungen vorgenommen. In der Datei sind jetzt 2 876 Fremdfirmenmitarbeiter erfasst.

4.2.2 Betriebliche Überwachung

K. Burkhard, G. Nagel

4.2.2.1 Filter- und Wischtestmessungen

Im Jahr 2000 wurden im Strahlenschutzmesslabor 36 800 Raumluftfilter (Vorjahr 38 640) mit Pseudokoinzidenzanlagen auf künstliche α - und β -Aktivität ausgemessen. Die Luftstaubaktivitäten sind in Tab. 4-6 aufgegliedert. Die unteren Messschwellen betragen für α -Strahler 1,25 Bq/m³ bzw. 0,65 Bq/m³ für β -Strahler. Die Werte 0,04 Bq/m³ für α -Strahler bzw. 40 Bq/m³ für β -Strahler sind von den Grenzwerten der Jahresaktivitätszufuhr über Luft für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A abgeleitete Interventionswerte. Ein weiterer Grenzwert ist für α -Strahler 0,8 Bq/m³ bzw. für β -Strahler 800 Bq/m³, oberhalb dem Atemschutzisoliergeräte getragen werden müssen.

Aktivität	Aktivitätsgrenzen in Bq/m ³	Anzahl der Filter	Anteil an der Gesamtzahl in %
α -Aktivität	A > 0,8	42 (146)	0,1 (0,4)
	0,8 \geq A > 0,04	377 (803)	1,0 (2,1)
	0,04 \geq A \geq 0,00125	2 823 (4 320)	7,7 (11,2)
	A < 0,00125	33 558 (33 371)	91,2 (86,3)
β -Aktivität	A > 800	0 (1)	0,0 (0,0)
	800 \geq A > 40	3 (2)	0,0 (0,0)
	40 \geq A \geq 0,65	194 (306)	0,5 (0,8)
	A < 0,65	36 603 (38 331)	99,5 (99,2)

Tab. 4-6: Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration in der Raumluf

In Abb. 4-3 wird der Verlauf der Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration oberhalb der Messschwelle in der Raumluf relativ zu der im Jahr gemessenen Filteranzahl über die letzten fünf Jahre gezeigt.

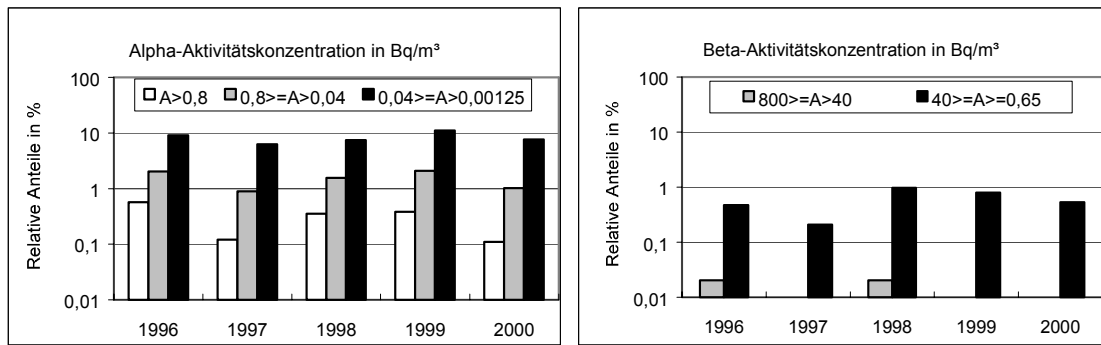


Abb. 4-3: Verlauf der Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentrationen in der Raumluft oberhalb der Messschwelle

Mittels α -Spektroskopie wurden im Strahlenschutzmesslabor 17 Wischtestproben und mittels γ -Spektroskopie 979 Proben quantitativ und qualitativ untersucht. Davon entfielen auf Kohlefilter aus der Raumluftüberwachung 643, auf Glasfaserfilter 166, auf Wischtests 12, auf Sonstiges 26 und auf Dichtheitsprüfungen 97. Mittels Flüssigszintillationsmesstechnik wurden 945 Styropor-Wischtest-Proben auf H-3 untersucht.

4.2.2.2 Inkorporationsüberwachung durch Raumluftaktivitätsmessungen

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. Diese Bedingungen sind in der Hauptabteilung Dekontamination gegeben. Hier treten insbesondere Transuranelemente auf. Nach der erwähnten Richtlinie sind für diese Radionuklide tägliche Messungen der Aktivitätskonzentration in der Raumluft am Arbeitsplatz und einmal jährlich je eine Messung der Aktivitätskonzentration in Stuhl und Urin durchzuführen. Als untere Messschwelle wurde bei α -Aktivität $1,25 \text{ mBq/m}^3$ und bei der β -Aktivität $1,25 \text{ Bq/m}^3$ gewählt. Damit ist bei einem nach der Strahlenschutzverordnung angenommenen Jahresinhalationsvolumen von 2400 m^3 , das aber in der Praxis wegen kürzerer Aufenthaltszeiten weit unterschritten wird, eine α - und β -Aktivität von 3 % des Grenzwertes der Jahresaktivitätszufuhr für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A - bezogen auf Pu-239, löslich, und Sr-90, löslich - nachweisbar.

Aus den Messdaten der Aktivitätskonzentration in der Raumluft zwischen der Meßschwelle und dem Interventionswert werden arbeitsgruppenspezifisch unter Verwendung des jeweils maximalen Aktivitätskonzentrationswertes einer Raumgruppe oder eines Gebäudes die täglichen Aktivitätszufuhren berechnet, zu Monatswerten addiert und zu effektiven Dosen umgerechnet. In den Anlagen der HDB werden die individuellen Aufenthaltszeiten bei der Berechnung der täglichen Aktivitätszufuhren erfasst und berücksichtigt. Aus diesem Grund lassen sich individuelle Dosen angeben. Für die HDB ergibt sich bei 531 überwachten Personen eine mittlere effektive Dosis durch Inhalation von $0,13 \text{ mSv}$, mit einem Maximum von $1,4 \text{ mSv}$.

4.2.2.3 Dichtheitsprüfungen

K. Burkhard

Auch im Jahr 2000 hat die Abteilung Strahlenschutzüberwachung an umschlossenen Strahlern, die sich im Besitz des Forschungszentrums befinden, Dichtheitsprüfungen durchgeführt. Die

Anzahl der geprüften Strahler ist in Tab. 4-7 nach Nuklid und Institution sortiert aufgeführt. Im Berichtsjahr wurde kein undichter Strahler gefunden.

	Am-241	Cs-137	Sr-90	Cf-252	Ni-63	α- Ge- misch*	Co-60	Pu-239	Pb-210	Fe-55	Co-57	Cd-109	Ba-133	Po-210	Ra-226	Np-237	Ges.
HS-St	3	11	6	2		5		3	1							1	32
FTU	4	2	2	4			1		1								14
HDB	4	2					1						1				8
IK I	4		1							1							6
BTI-V					5												5
IK III	5																5
HS-M			3														3
IHM	1			1													2
IMK	1													1			2
ITG							2										2
MZFR		1	1														2
EVM												1					1
HS-US		1															1
HVT/HZ		1															1
HZY	1																1
HZY-RTM															1		1
IKET		1															1
IMF III										1							1
INE				1													1
ITC-TAB	1																1
Summe	24	19	13	8	5	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	90

* α-Gemisch bestehend aus Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240 und Pu-241

Tab. 4-7: Anzahl der im Jahr 2000 durchgeführten Dichtheitsprüfungen an umschlossenen Strahlern

Die Prüfungen erfolgen für sonstige radioaktive Stoffe bis zum $1 \cdot 10^{10}$ fachen der Freigrenzen im Rahmen einer atomrechtlichen Genehmigung der Hauptabteilung Sicherheit, für Kernbrennstoffe im Rahmen der atomrechtlichen Genehmigungen der entsprechenden Institution und einer Bestätigung des Umweltministeriums Baden-Württemberg, dass die Hauptabteilung Sicherheit eine anerkannte Prüfstelle gemäß § 75 Strahlenschutzverordnung ist. Als Prüfgrundlage dient DIN 25 426 T4. 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. Als Prüfverfahren werden für die Strahler Wischprüfung, Tauchprüfung oder die Emanationsprüfung angewandt. Die Proben werden je nach Strahlenart im Proportionalzähler (evtl. nach Eindampfung), durch γ -Spektroskopie oder durch Flüssigszintillationsmesstechnik ausgewertet.

4.2.2.4 Programmpflege und -neuentwicklung

G. Nagel

Im Berichtszeitraum wurden die Programme zur Dateiverwaltung von Personendosen, Strahlmessgeräten, Raumluftaktivität, Oberflächenkontamination, radioaktiven Präparaten und Strahlenpässen aktualisiert.

4.2.3 Plutonium Verteilung, Dosimetrie und Effekte in Sprague-Dawley Ratten

E. Polig, V. Volf, A. Lutz

Als Fortsetzung des vorjährigen Berichts über eine Toxizitätsstudie von α -Strahlern in Ratten, die im ehemaligen Institut für Genetik und Toxikologie des Forschungszentrums Karlsruhe durchgeführt wurde, wird hier über weitere Untersuchungen der Verteilung, Dosimetrie und Späteeffekte von ^{239}Pu berichtet werden. Die Experimente wurden mit männlichen Sprague-Dawley Ratten durchgeführt. Die Tiere waren bei Versuchsbeginn ca. 10 Wochen alt und wurden in vier Gruppen von je 40 Tieren eingeteilt, die jeweils eine Injektion von 8, 20, 40 und 63 kBq/kg Körpergewicht erhielten. Eine weitere Gruppe von 202 Tieren diente als Kontrolle.

Im Gegensatz zu den Versuchen mit ^{226}Ra wurde keine Abhängigkeit der ^{239}Pu Skelettretention von der injizierten Aktivitätsmenge festgestellt. Zur Berechnung der mittleren Strahlendosis im Skelett konnte deshalb die Retention für alle vier Gruppen durch eine einzige Summe von drei Exponentialtermen ausgedrückt werden.

Die Abb. 4-4 zeigt die Konzentration von ^{239}Pu in %/kg Körpergewicht in Abhängigkeit von der Zeit nach Injektion. Obwohl bei ^{239}Pu außer dem Skelett auch die Leber noch ein Organ mit wesentlicher Deposition ist, während bei ^{226}Ra die Deposition fast ausschließlich im Skelett stattfindet, ist die Skelettkonzentration beider Nuklide fast identisch (Abb. 4-4). Nach ca. der Hälfte der restlichen Lebensdauer nimmt die Konzentration im Skelett einen konstanten Wert an. Da jedoch die Gesamtmasse des männlichen Skeletts bis zum Ende der Lebensdauer zunimmt, bedeutet dies einen Anstieg der Deposition im Skelett, der wahrscheinlich durch eine Verlagerung von ^{239}Pu in der Leber verursacht wird. Der konstante Wert von 0,6 %/kg entspricht bei 400 Tagen einem Skelettgehalt von ca. 24 %.

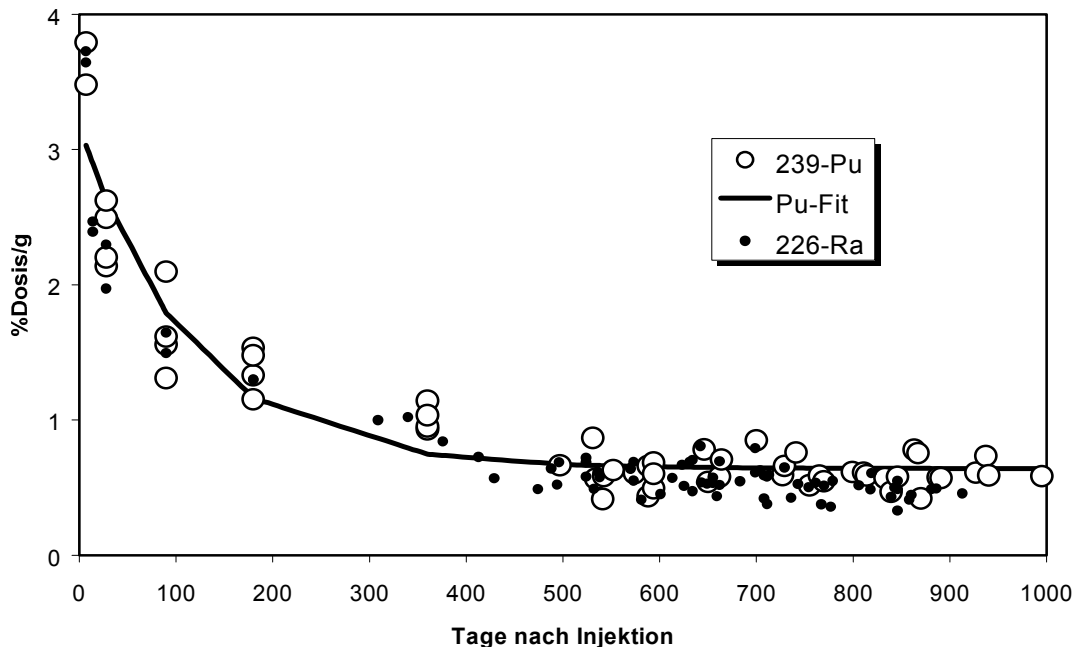


Abb. 4-4: Konzentration (% injizierte Aktivität/g Skelett) von ^{239}Pu und ^{226}Ra im Skelett von Sprague-Dawley Ratten. Die durchgezogene Kurve ist ein Anpassung von 3 Exponentialtermen zur Berechnung der Strahlendosis.

Mit der Exponentialdarstellung der Skelettretention kann durch Integration die kumulative Strahlendosis im Skelett für jeden beliebigen Zeitpunkt berechnet und zu den pathologischen Befunden in Beziehung gesetzt werden. Die Strahlendosis steigt nach ca. 400 Tagen annähernd linear

mit der Zeit und erreicht nach 1000 Tagen einen Wert von 0.65 Gy pro 1 kBq injizierte Aktivität. Der überwiegende Langzeiteffekt im Skelett ist Knochenkrebs (Osteosarkom). Die vermutete Ursache für diesen Krebs sind Strahlenschäden in den Vorläuferzellen, die nach Differenzierung die späteren Knochenzellen (Osteoblasten) bilden.

Berechnet man für jede Tiergruppe die Strahlendosis im Skelett für die mittlere Zeit bis zum Auftreten der Knochentumore, dann ergeben sich die Beziehungen in Abb. 4-5. Der Prozentsatz der Tiere mit Osteosarkom steigt mit der Dosis sehr schnell an und erreicht ein Maximum von 58 % in der Gruppe mit der höchsten Injektionsdosis. Berechnet man einen Risikofaktor aus der Steigung der Kurve, so ergibt sich ein Wert von 13.4%/Gy. Dabei wurde die Gruppe mit 63 kBq/kg nicht berücksichtigt.

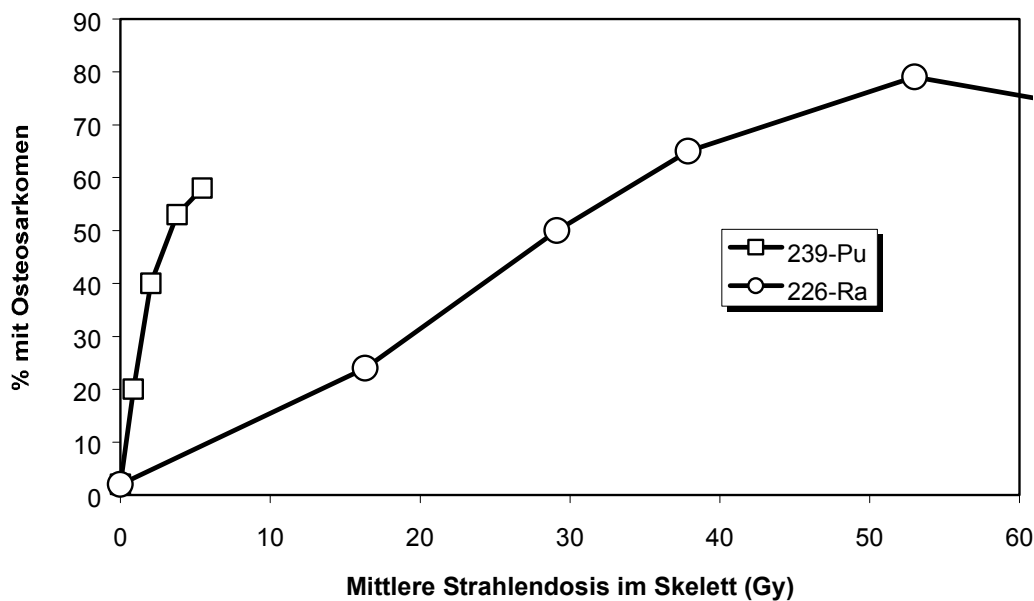


Abb. 4-5: Prozentzahl der Versuchstiere mit Osteosarkomen in Abhängigkeit von der mittleren Strahlendosis im Skelett.

Wie Abb. 4-5 zeigt, nimmt die Häufigkeit von Osteosarkomen bei ^{226}Ra sehr viel langsamer mit der Skelettdosis zu. Der Risikofaktor ist 1,5 %/Gy (ohne Gruppe 650 kBq/kg). Mit dieser Definition des Risikofaktors ist also ^{239}Pu ca. 9mal toxischer als ^{226}Ra . Das absolute Risiko ist bei den hier untersuchten Ratten größer als bei Mäusen (8 %/Gy) aber deutlich kleiner als bei Beagle Hunden (76 %/Gy). Die relative Toxizität bezogen auf ^{226}Ra ist bei Ratten geringer als bei Mäusen (15) und Beagle Hunden (17). Die sehr viel größere Toxizität von ^{239}Pu gegenüber ^{226}Ra ist eine Konsequenz der unterschiedlichen Mikroverteilung im Skelett. Die kritischen Zellen befinden sich in der Nähe der inneren Knochenoberflächen. ^{239}Pu wird anfänglich überwiegend auf diesen Oberflächen deponiert und erst im Verlaufe der Zeit teilweise in das Knochenvolumen verlagert. ^{226}Ra wird gleichmäßig im mineralisierten Knochenvolumen verteilt, da es chemisch dem natürlichen Knochenmineral Ca verwandt ist. Ein großer Teil der α -Strahlung von ^{226}Ra wird deshalb durch die Knochensubstanz abgeschirmt und erreicht nicht die Markhöhlen. Dieser „Abschirmeffekt“ existiert nicht für ^{239}Pu , das direkt auf den Oberflächen in unmittelbarer Nähe der kritischen Zellen gebunden ist.

Die Kaplan-Meier-Analyse der Überlebensdaten erlaubt es, das Auftreten von Osteosarkomen isoliert zu betrachten, ohne Einfluss konkurrierender Todesursachen. Abb. 4-6 zeigt die Überlebenswahrscheinlichkeit für den Endeffekt Osteosarkom als Funktion der mittleren Skelettdosis. Ähnlich wie bei ^{226}Ra (siehe Jahresbericht 1999), wird auch bei ^{239}Pu ein ausgeprägter inverser Dosisleistungseffekt beobachtet. Pro Dosisleistungseinheit ist die Strahlung im Skelett effektiver bei

kleinen als bei großen Dosisleistungen. Gäbe es keinen Dosisleistungseffekt, so müssten alle Kurven in Abb. 4-6 zusammenfallen und die Wirkung wäre unabhängig von der Dosisleistung und nur bestimmt durch die kumulative Strahlendosis. Bezogen auf eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 50% (punktirierte Linie) ist jedoch die erforderliche Strahlendosis in der Gruppe mit 63 kBq/kg (≈ 6 Gy) wesentlich größer als in der Gruppe mit 8 kBq/kg (≈ 1 Gy).

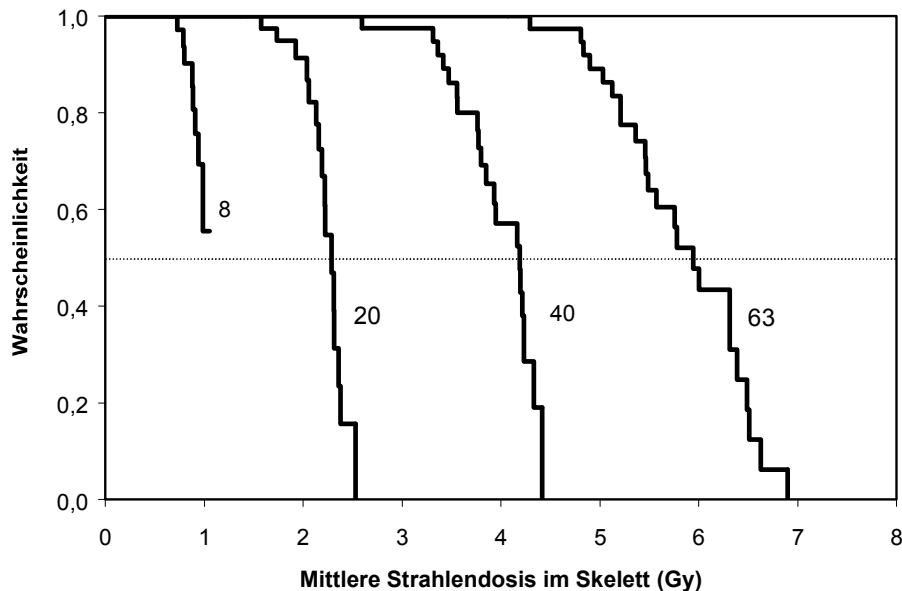


Abb. 4-6: Wahrscheinlichkeit für das Nicht-Auftreten von Osteosarkomen in Abhängigkeit von der mittleren Strahlendosis. Vier Tiergruppen mit ^{239}Pu -Injektionen von 8, 20, 40, 63 kBq/kg Körpergewicht.

Die gleiche Analyse für den Endeffekt „Nicht-Osteosarkom“ zeigt ebenfalls eine leichte Abhängigkeit der Überlebenskurven von der Dosisleistung. Sie ist allerdings sehr viel geringer als bei dem Effekt Osteosarkom. Man kann daraus schließen, dass weitere strahlenbedingte Schäden auftreten, welche die Lebensdauer begrenzen und einen inversen Dosisleistungseffekt zeigen. Überraschend und völlig unerwartet ist jedoch die Beobachtung, dass unter den „Nicht-Osteosarkom“ Effekten mit größter Häufigkeit Mamma-Karzinome auftraten. Bei den Versuchstieren handelt es sich schließlich um männliche(!) Ratten.

Zusammenfassend kann man folgende Feststellungen treffen:

- Die Aktivitätskonzentrationen von ^{239}Pu und ^{226}Ra im Skelett sind annähernd gleich. Die Skelettretention von ^{239}Pu hängt nicht von der injizierten Dosis ab.
- Im untersuchten Bereich der Injektionsdosis sterben maximal 58 % der Tiere an Osteosarkomen.
- Der Risikofaktor für Osteosarkome liegt mit dem Wert von 13,4 %/Gy zwischen den Werten von Mäusen (8 %/Gy) und Beagle Hunden (76 %/Gy). Der Faktor nimmt also mit zunehmender Größe des Tieres zu und liegt vermutlich für den Menschen deutlich über dem Wert von 76 %/Gy.
- In Sprague-Dawley-Ratten ist ^{239}Pu ca. 9mal toxischer als ^{226}Ra .
- Die Induktion von Osteosarkomen zeigt einen ausgeprägten inversen Dosisleistungs-Effekt.
- Andere Späteeffekte sind zumindest teilweise strahlenbedingt.

4.3 Strahlenschutzmesstechnik

4.3.1 Aufgaben

B. Reinhardt

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 Strahlenschutz 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 das Personal der Arbeitsplatzüberwachung, durch Sachkundige einer Service-Firma oder durch hinzugezogene Sachverständige durchgeführt. Bei der Instandhaltung der Strahlenschutzmessgeräte fallen folgende Aufgaben an:

- Kalibrierung tragbarer Dosisleistungsmessgeräte,
- Mitarbeit bei der Eichung von Dosisleistungsmessgeräten und Dosimetern durch die amtliche Eichabfertigungsstelle,
- Bestrahlung von Dosimetern zur Kalibrierung von Auswertegeräten,
- Bestrahlung von Dosisleistungsmessgeräten und Dosimetern zur Eichfristverlängerung,
- Reparatur und Kalibrierung der Pegel- und Luftüberwachungsanlagen in den Instituten und Abteilungen des Forschungszentrums und in der Umgebung,
- Reparatur sonstiger elektronischer Geräte,
- Erstellung von Prüfanweisungen.

Außerdem werden Eingangskontrollen neu beschaffter Geräte durchgeführt und die Eigenschaften von neuen Detektoren und Geräten untersucht. Die in der Praxis gewonnenen Erfahrungen stehen 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.

4.3.2 Messungen gemäß des Arbeitsschutzgesetzes

N. Liebe

Im Berichtsjahr wurden insgesamt fünf Arbeitsplatzmessungen durchgeführt. Je eine Anforderung bezog sich auf Raumklimamessungen, Luftgeschwindigkeitsmessungen in Abzügen, Messung der Beleuchtungsstärke, Messung der Ozonbelastung und Schallpegelmessungen.

4.3.3 Wartung und Reparatur

J. Burkhardt

Zur Instandhaltung der von der Abteilung Strahlenschutz betreuten kontinuierlich messenden Raumluft- und Fortluftüberwachungsanlagen, sowie Ortsdosisleistungs-Messstellen und Handge-

räte erfolgten 361 Reparatureinsätze. Beratung bei der Lösung von Messproblemen und bei der Beschaffung von neuen Geräten und Anlagen, die Mitarbeit bei Abnahmeprüfungen durch Aufsichtsbehörden, und nicht zuletzt der Versand von Geräten, sowie die Beschaffung von Ersatzteilen, erforderten einen erwähnenswerten Arbeitsaufwand.

4.3.4 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 Prüfregeln 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 zwölf Gamma- und 26 Neutronen-Dosisleistungsmessgeräte, sowie 25 Neutronen-Dosismessgeräte kalibriert. An der Hochdosis-Bestrahlungsanlage fanden zwölf Bestrahlungen, zum Teil als Auftragsarbeiten für Fremdfirmen, statt. Im Bestrahlungsbunker wurden 230 Bestrahlungen durchgeführt. Alle Cs-137-Bestrahlungseinrichtungen wurden regelmäßig mit einem Sekundärstandard kontrolliert. Die Überprüfung von 1 298 Strahlenschutz-Messgeräten zwecks Eichfristverlängerung erfolgte mit der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zugelassenen stationären Kontrolleinrichtung. Bei 45 Strahlenschutzmessgeräten, meist Reparaturfälle, erschien eine Messprüfung mit der stationären Kontrolleinrichtung sinnvoll, bevor sie der Eichbehörde überstellt wurden. Bei zehn Kontaminationsmonitoren von Kernkraftwerken erfolgte eine Funktionskontrolle. Wenn notwendig und möglich, wurden defekte Geräte repariert und kalibriert.

4.3.5 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 dem Forschungszentrum Karlsruhe 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 5 166 Eichpunkten im Jahr 2000.

5 Umweltschutz

Die Aufgaben der Abteilung „Umweltschutz“ (HS-US) 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 von den Emittenten des Forschungszentrums geplanten Ableitungen radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre werden von HS-US koordiniert. Dies geschieht durch die Erstellung eines Abluftplanes, in dem die von den verschiedenen Emittenten entsprechend ihrer Zweckbestimmung und ihren Forschungsaufgaben beantragten Planungswerte berücksichtigt werden. Zur Kontrolle der Einhaltung der Bestimmungen des Abluftplanes und zur Bilanzierung der abgeleiteten Radioaktivität werden alle im Bereich des Forschungszentrums Karlsruhe anfallenden Proben bei HS-US 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. 5.1 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-US. Die Aktivitätskonzentrationen der aus den einzelnen Abwassersammelstationen gezogenen Abwasserproben werden bei HS-US 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 Endbecken der Kläranlage für Chemieabwasser. Über die Ergebnisse der routinemäßigen Abwasserüberwachung und der Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung wird in Kap. 5.2 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, Fisch, Sediment, Oberflächenwasser, Grund- und Trinkwasser. Eine zusammenfassende Darstellung des Programms und der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung ist in Kap. 5.3 gegeben. Der Umfang der zur Erfüllung der Aufgaben der Abteilung erforderlichen radiochemischen Arbeiten ist in Kap. 5.4 dargestellt.

Seit 1995 wird von HS-US in Kooperation mit der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe ein Freimesslabor betrieben. Beim Rückbau und beim Abriss kerntechnischer Anlagen fallen große Mengen radioaktiver Reststoffe an. Solche Reststoffe dürfen nur dann uneingeschränkt verwertet oder wie gewöhnlicher Abfall beseitigt werden, wenn behördlich vorgegebene Richtwerte unterschritten sind. Im Freimesslabor werden alle für den Freigabevorgang erforderlichen nuklidspezifischen Analysen durchgeführt (s. Kap. 5.5)

5.1 Fortluftüberwachung

A. Wicke

Im Rahmen der Überwachungsaufgaben der Abteilung Umweltschutz sind 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 HS-US 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 sind so festgelegt, dass die resultierende Strahlenexposition die in § 45 der Strahlenschutzverordnung vorgeschriebenen Dosisgrenzwerte deutlich unterschreitet.

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

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

Die Einführung von Nuklidgruppen bedeutet keinen Verzicht auf die Bilanzierung der Ableitungen von einzelnen Radionukliden. Sie ist jedoch bei verschiedenen Emittenten notwendig, da bei diesen einerseits das Emissionsspektrum nicht vorhergesagt werden kann, andererseits aber zulässige Ableitungen vorgegeben werden müssen. Die Definitionen der Nuklidgruppen werden in Kap. 5.1.3.5 näher erläutert.

Im Abluftplan für das Jahr 2000 sind Genehmigungswerte für 28 Emittenten ausgewiesen. Diese Zahl hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert (s. Abb. 5-1). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitungen über insgesamt 36 Emissionsstellen erfolgen. Die Zahl 28 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 545 und 555
HDB:	Kamine Bau 548 Ost und West
HVT-HZ:	Kamine Bau 702 und 709
ITU:	Kamine Bau 802, 806 und 807
WAK:	Kamine Bau 1503, 1532 und 1533

Als Folge von Rückbauarbeiten konnte die Fortluftüberwachung für HDB Bau 553 am 2. Mai 2000 eingestellt werden.

Die Ableitungen der zum Forschungszentrum Karlsruhe GmbH gehörenden Emittenten werden in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der HS-Abteilung „Strahlenschutzüberwachung“ (HS-St) ermittelt. Dabei werden die zur Bilanzierung benutzten Filter, Iodkohlepatronen, C-14- und Tritiumsammler durch HS-St-Personal gewechselt und HS-US zur Auswertung zugeleitet (siehe Abb. 5-2). Die Ergebnisse der Messstellen für radioaktive Gase werden vor Ort registriert und HS-US übermittelt.

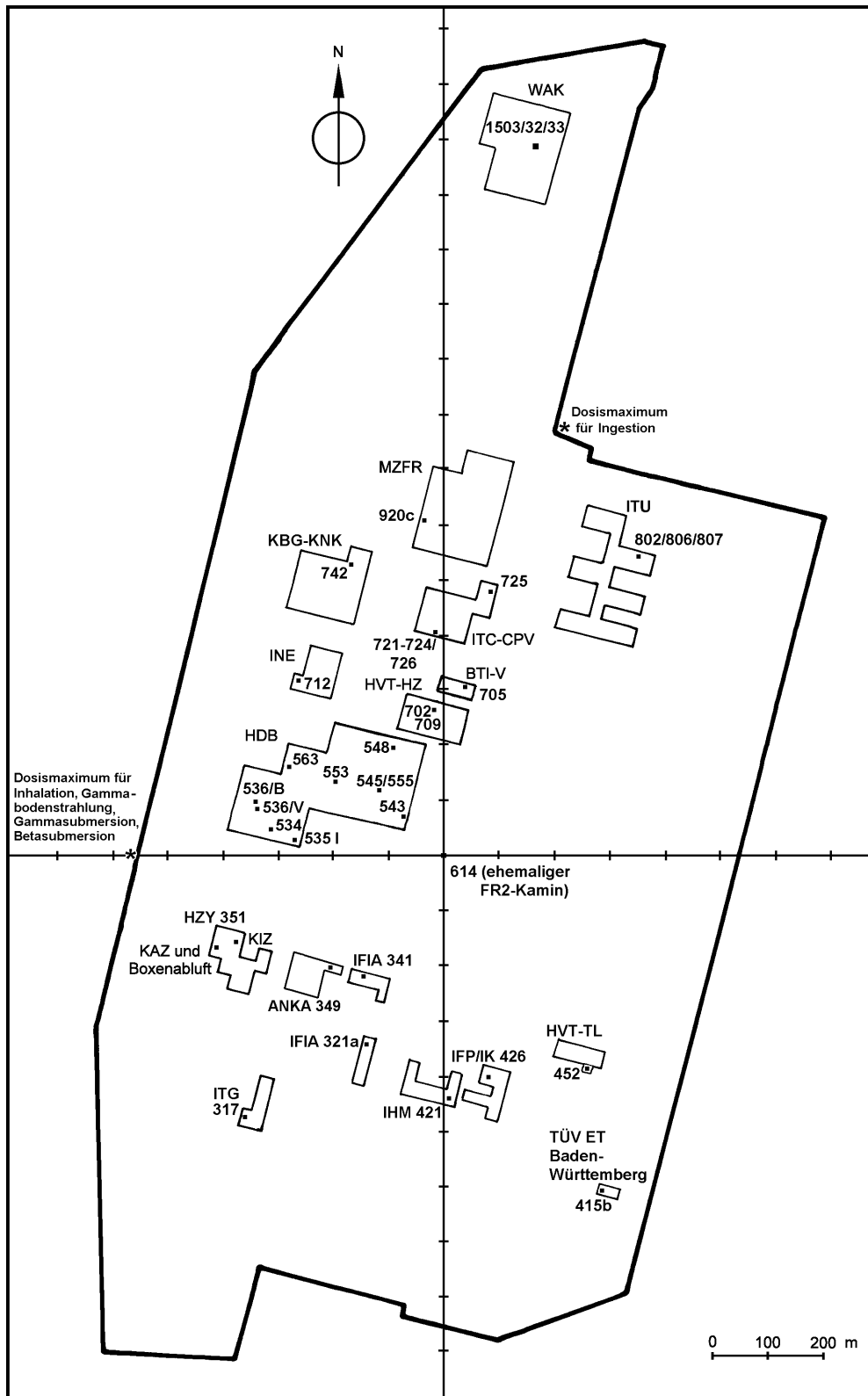


Abb. 5-1: Lageplan der Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe mit Angabe der Gebäudenummern. Mit "*" sind die ungünstigsten Einwirkungsstellen gekennzeichnet, die sich aufgrund der Dosisberechnung ergeben (s. Kap. 5.1.3.6)

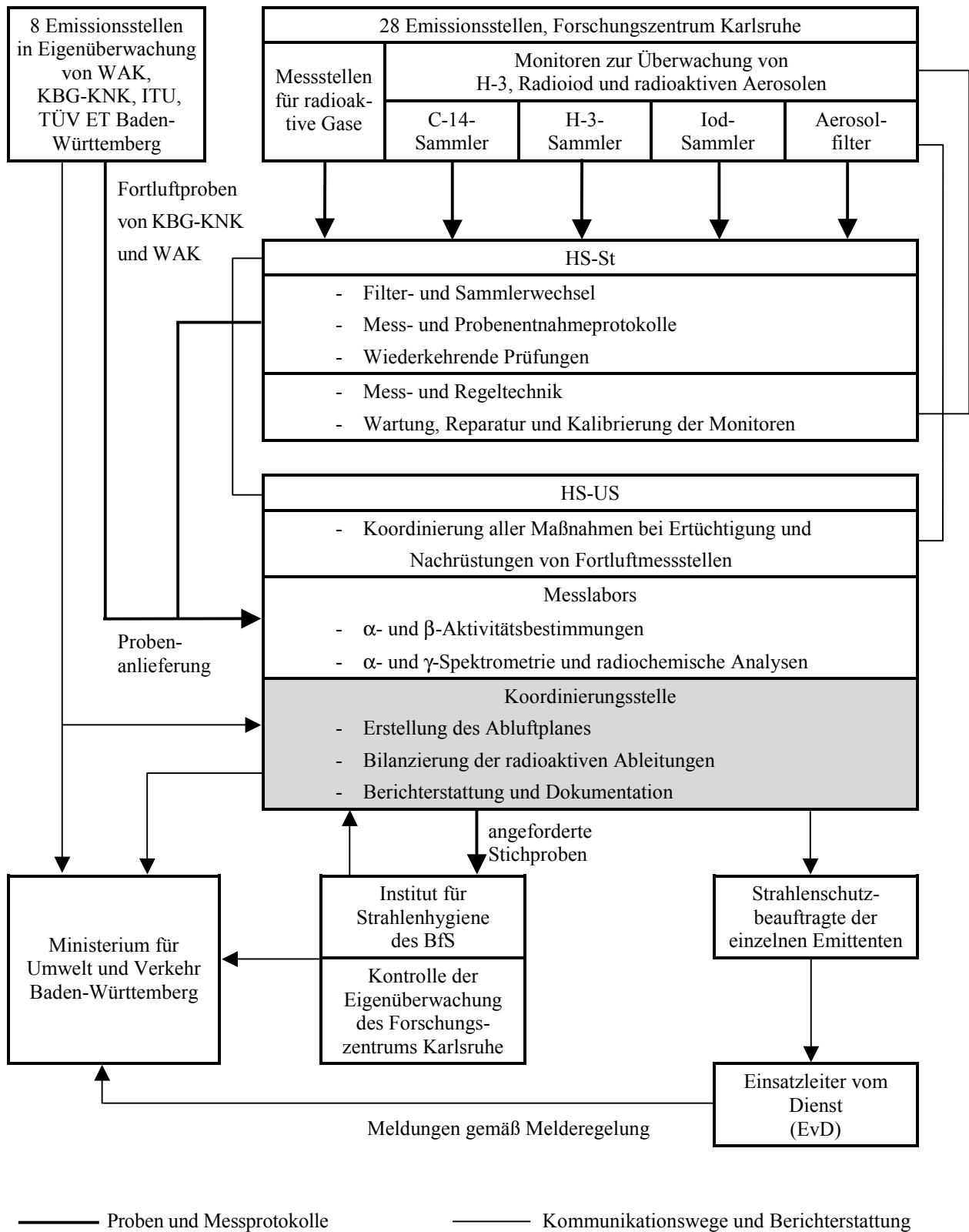


Abb. 5-2: Schematische Darstellung der Fortluftüberwachung im Forschungszentrum

Wartung, Reparatur und Kalibrierung der für die Fortluftüberwachung eingesetzten Geräte werden von HS-St durchgeführt. Die Fortluftüberwachung der Emittenten am Standort, die nicht vom Forschungszentrum Karlsruhe GmbH betrieben werden, wie WAK, KBG-KNK, ITU und TÜV ET Baden-Württemberg, erfolgt durch die zuständigen Betreiber. Die Messergebnisse werden der bilanzierenden Stelle bei HS-US mitgeteilt. Seit Mai 1999 werden die Fortluftproben der WAK und von KGB-KNK bei HS-US ausgewertet.

Einzelheiten zur Messung und Bilanzierung von radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft sind aus Kap 5.1.1 ersichtlich. Über die aufgrund dieser Ableitungen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe rechnerisch ermittelte Strahlenexposition wird in Kap. 5.1.4 berichtet. Bei der Dosisberechnung wurde die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung“ angewandt.

Darüber hinaus erfolgt in Kap. 5.1.2 eine Berichterstattung über die Ableitungen nichtradioaktiver Stoffe mit der Fortluft für die Anlagen, deren Betrieb nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz zu genehmigen war.

5.1.1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2000

B. Messerschmidt, A. Wicke

Die Bilanzierung der radioaktiven Ableitungen erfolgt durch Auswertung der in den Fortluftmessstellen eingesetzten Sammler. Für die Überwachung der Ableitung von Aerosolen 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 2000 hat sich das Probenaufkommen mit 3258 gegenüber dem Vorjahr durch den hohen Anteil an WAK-Proben (23,5 %) weiter gesteigert (siehe Abb. 5-3).

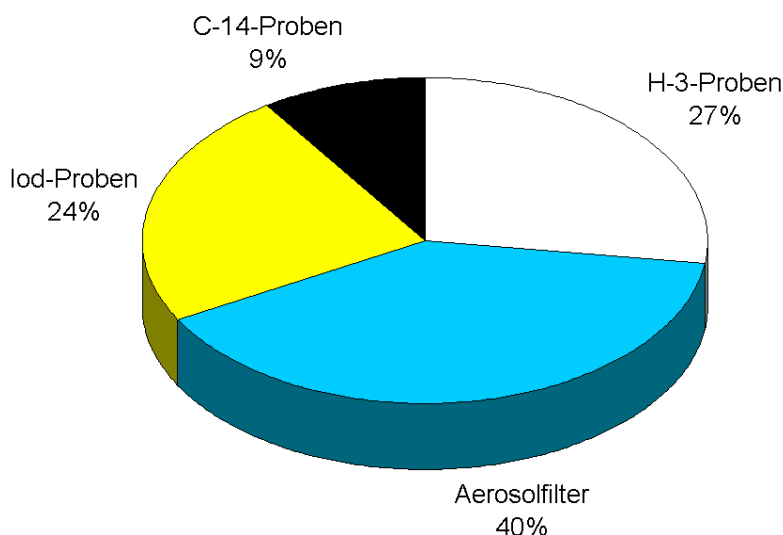


Abb. 5-3: Probenaufkommen in der Fortluftüberwachung im Jahr 2000 (Gesamtzahl 3258)

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 Aerosole 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 Schilddrüsenedosis 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. 5-1 werden für die einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe, geordnet nach aufsteigenden Gebäudenummern und den jeweils zu berücksichtigenden Nukliden und Nuklidgruppen, die im Jahr 2000 gemäß Abluftplan maximal zulässigen Ableitungen (Wochen- und Jahreswerte) mit den im Berichtsjahr und im Vorjahr bilanzierten Ableitungen verglichen. Die zulässigen Jahresableitungen wurden in keinem Fall überschritten.

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2000		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissi- ons- maximum des Emittenten μSv
		Bq/Woche	Bq/a	2000 Bq	1999 Bq	
ITG Bau 317 14 m	A_{BL} I-125		1,0 E06 7,0 E06	2,5 E04 -	1,6 E04 -	< 0,001
IFIA Bau 321a 15 m	A_{AL} A_{BL} H-3		2,0 E05 2,0 E08 1,0 E13	1,9 E03 1,5 E04 3,8 E09	2,2 E03 2,0 E04 1,6 E09	0,001
IFIA Bau 341 15 m	A_{AL} A_{BL}		1,0 E05 1,0 E07	2,6 E03 3,1 E04	3,0 E03 3,6 E04	< 0,001
ANKA Bau 349 5 m	E+G _K		3,0 E11	-	-	-
HZY Bau 351 KIZ 36 m	A_{BK} A_{BL} E+G _K I-123 I-126		5,0 E09 5,0 E07 1,0 E13 1,0 E10 5,0 E06	- 0 8,1 E11 4,3 E05 0	- 2,7 E03 4,8 E11 5,2 E06 0	0,036

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-1: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2000 und 1999

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2000		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten
		Bq/Woche	Bq/a	2000	1999	
						Bq
HZY Bau 351 KAZ 15 m und Boxenabluft 11 m	A _{AL}	5,0 E03	1,0 E05	1,4 E02	1,4 E02	0,33
	A _{BK}	5,0 E08	1,0 E10	4,5 E04	-	
	A _{BL}	5,0 E06	1,0 E08	4,5 E04	6,1 E04	
	E+G _K	1,0 E12	2,0 E13	4,8 E12	2,2 E12	
	I-123	5,0 E08	1,0 E10	3,2 E08	3,2 E08	
	I-125	5,0 E05	1,0 E07	2,2 E04	2,6 E05	
	I-126	5,0 E05	1,0 E07	0	0	
TÜV ET Baden- Württemberg Bau 415b 10 m	I-131	5,0 E05	5,0 E06	2,4 E05	7,6 E04	0,004
IHM Bau 421/423 5 m	E+G _K H-3		2,0 E10 2,0 E12	- -	- -	-
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	3,4 E11	3,3 E11	0,006
HDB Bau 533/534 8 m	A _{AL}		1,0 E06	3,6 E04	3,9 E04	0,024
	A _{BL}		4,0 E07	2,0 E05	3,5 E05	
	H-3		8,0 E10	6,1 E07	1,1 E09	
	I-125		2,0 E05	0	0	
	I-129		2,0 E05	0	0	
	I-131		2,0 E05	0	0	
HDB Bau 535 I 16,5	H-3		1,0 E11	5,7 E07	8,3 E07	< 0,001

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-1: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2000 und 1999 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2000		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten
		Bq/Woche	Bq/a	2000	1999	
				Bq	Bq	μSv
HDB Bau 536/V (Ver- brennungs- anlage) 70 m	A _{AL}	2,0 E06	4,0 E07	1,1 E04	4,3 E04	0,76
	A _{BL}	1,0 E09	2,0 E10	2,2 E06	1,8 E07	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	1,7 E12	9,3 E11	
	C-14	7,0 E10	1,4 E12	6,6 E10	6,8 E10	
	I-125	1,5 E07	3,0 E08	0	0	
	I-129	2,0 E07	4,0 E08	4,3 E03	0	
	I-131	2,0 E07	4,0 E08	0	0	
HDB Bau 536/B (Betriebs- räume) 16,5 m	A _{AL}		1,0 E05	0	0	0,002
	A _{BL}		2,0 E07	0	0	
	H-3		5,0 E10	5,7 E09	2,4 E09	
	I-125		8,0 E05	0	0	
	I-129		1,0 E06	0	0	
	I-131		1,0 E06	0	0	
HDB Bau 543 8 m	A _{AL}		4,0 E05	1,0 E03	1,4 E03	< 0,001
	A _{BL}		4,0 E07	1,2 E04	1,6 E04	
	H-3		1,0 E10	2,0 E02	5,9 E06	
	I-129		1,0 E04	0	7,5 E01	
HDB Bau 545 20 m und HDB Bau 555 19 m	A _{AL}	1,0 E05	2,0 E06	3,8 E02	6,7 E02	0,002
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	2,7 E05	2,1 E05	
	H-3	2,0 E11	4,0 E12	2,2 E10	6,3 E10	
	C-14	5,0 E09	1,0 E11	1,2 E07	1,4 E07	
	I-125	2,5 E06	5,0 E07	0	0	
	I-129	3,0 E05	6,0 E06	0	0	
	I-131	5,0 E06	1,0 E08	0	0	
HDB Bau 548 Ost und INE Bau 547 15 m und HDB Bau 548 West 15 m	A _{AL}	1,5 E05	3,0 E06	5,4 E03	5,8 E04	0,018
	A _{BL}	2,0 E07	4,0 E08	2,5 E05	6,7 E06	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	5,6 E10	1,7 E11	
	C-14	2,5 E09	5,0 E10	0	1,2 E09	
	I-125	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
	I-129	1,0 E06	2,0 E07	4,5 E05	5,4 E04	
	I-131	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
E	5,0 E10	1,0 E12	3,2 E09	4,0 E08		

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-1: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungs-
zentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2000 und 1999 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2000		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten μSv
				2000	1999	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	
HDB LAW-Lager Bau 553 8,5 m	A _{AL}		1,0 E05	7,1 E02	1,6 E03	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E07	0	0	
	H-3		1,0 E11	0	2,4 E09	
	I-129		5,0 E05	0	0	
HDB Bau 563 14 m	A _{AL}		1,0 E06	0	7,5 E02	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E07	0	0	
	H-3		8,0 E11	2,0 E09	2,1 E09	
HVT-HZ Bau 702 60 m und Bau 709 60 m	A _{AL}	2,0 E06	4,0 E07	2,2 E03	2,0 E03	0,007
	A _{BL}	5,0 E08	1,0 E10	4,7 E03	0	
	H-3	1,0 E13	2,0 E14	4,7 E11	5,4 E11	
BTI-V Wäscherei Bau 705 5,5 m	A _{AL}		1,0 E06	2,0 E03	1,8 E03	0,001
	A _{BL}		1,0 E08	1,8 E04	1,7 E04	
INE Bau 712 60 m	A _{AL}		1,0 E06	0	0	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E08	0	0	
	H-3		1,0 E11	2,2 E08	0	
	E		2,0 E11	-	-	
	I-125		2,0 E07	0	-	
	I-126		2,0 E07	0	-	
	I-129		1,0 E06	0	-	
I-131		3,0 E07	0	-		
ITC-CPV Bau 721- 724/726 60 m	A _{AL}		3,0 E06	0	2,2 E02	0,003
	A _{BL}		3,0 E08	1,4 E03	0	
	H-3		2,0 E11	6,1 E08	0	
	C-14		4,0 E09	-	-	
	I-129		3,0 E06	2,6 E05	2,4 E05	
	I-131		5,0 E07	0	0	

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-1: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2000 und 1999 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 2000		bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis am Immissions- maximum des Emittenten μSv
				2000	1999	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	
ITC-CPV Bau 725 10 m	A _{AL}		1,0 E05	0	0	0
	A _{BL}		1,0 E07	0	0	
	H-3		4,0 E09	0	0	
	C-14		4,0 E08	-	-	
	I-129		3,0 E06	0	0	
	I-131		1,0 E06	0	0	
KBG-KNK Bau 742 99 m	A _{BL}		5,0 E07	0	0	0,003
	H-3		5,0 E11	2,8 E10	4,3 E10	
ITU Bau 802, 806, 807 50 m	A _{AK}	1,6 E10	3,2 E11	-	-	< 0,001
	A _{AL}	5,0 E04	1,0 E06	5,8 E03	2,0 E03	
	A _{BL}	2,0 E07	4,0 E08	7,5 E04	5,4 E04	
	E	2,0 E12	4,0 E13	1,6 E11	3,6 E10	
	C-14	1,0 E09	2,0 E10	-	-	
	I-129	5,0 E04	1,0 E06	-	-	
	I-131	1,0 E06	2,0 E07	-	-	
	H-3		1,0 E11	1,3 E09		
MZFR Bau 920c 99,5 m	A _{AL}	5,0 E04	1,0 E06	1,6 E04	1,7 E04	0,025
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	3,6 E05	6,0 E04	
	H-3	4,0 E12	8,0 E13	1,1 E12	9,6 E11	
	C-14		1,0 E10	0	1,2 E08	
WAK Bau 1503/ 1532/1533 60 m	A _{AL}		7,4 E07	1,1 E05	1,2 E05	0,05
	A _{BL}		7,4 E09	1,3 E06	3,7 E06	
	E		1,0 E12	1,0 E11	1,0 E11	
	H-3	9,0 E11	1,8 E13	2,6 E10	3,4 E10	
	I-129	5,0 E06	1,0 E08	2,0 E06	2,2 E06	
	I-131	3,1 E07	6,2 E08	4,3 E06	4,0 E06	

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

Tab. 5-1: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 2000 und 1999 (Fortsetzung)

In den Abb. 5-4a-g sind die monatlichen Radioaktivitätsableitungen mit der Fortluft im Jahr 2000 graphisch dargestellt. Es wird – aufgeschlüsselt nach Nuklidgruppen – unterschieden zwischen den Genehmigungsinhabern ITU, WAK, KBG-KNK und Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.

Für die Einrichtungen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH sind die Ableitungen für den Emissionsschwerpunkt HDB (9 Emittenten) und die 16 übrigen Emittenten getrennt dargestellt. Die Ableitungen des TÜV ET Baden-Württemberg, Bau 415b, wurden der Gruppe „Übrige“ zugerechnet.

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.

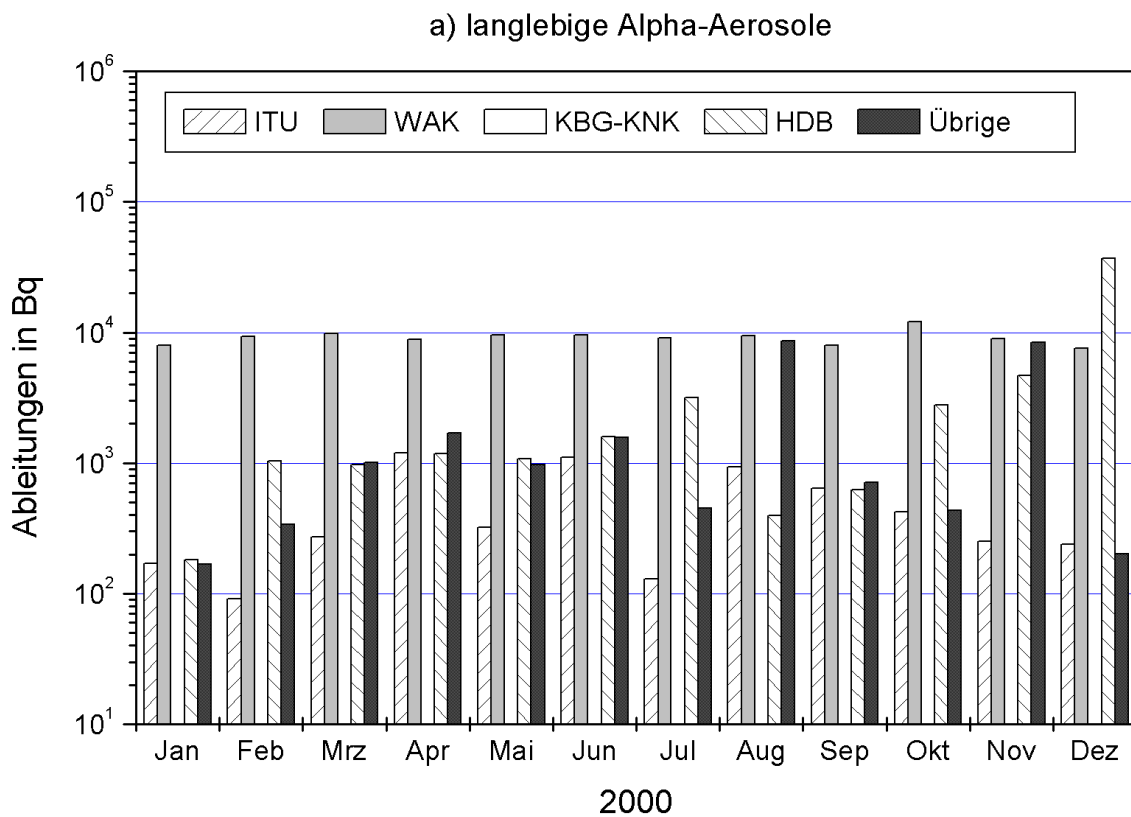


Abb. 5-4a: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 2000

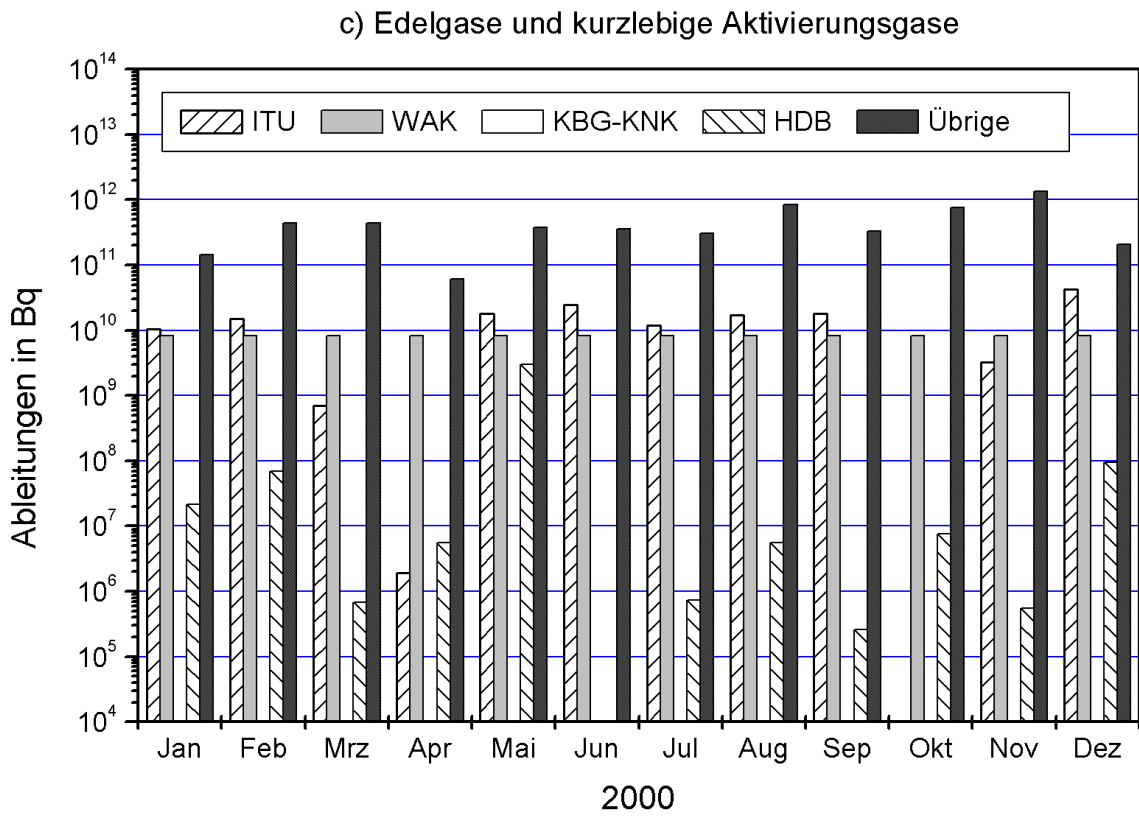
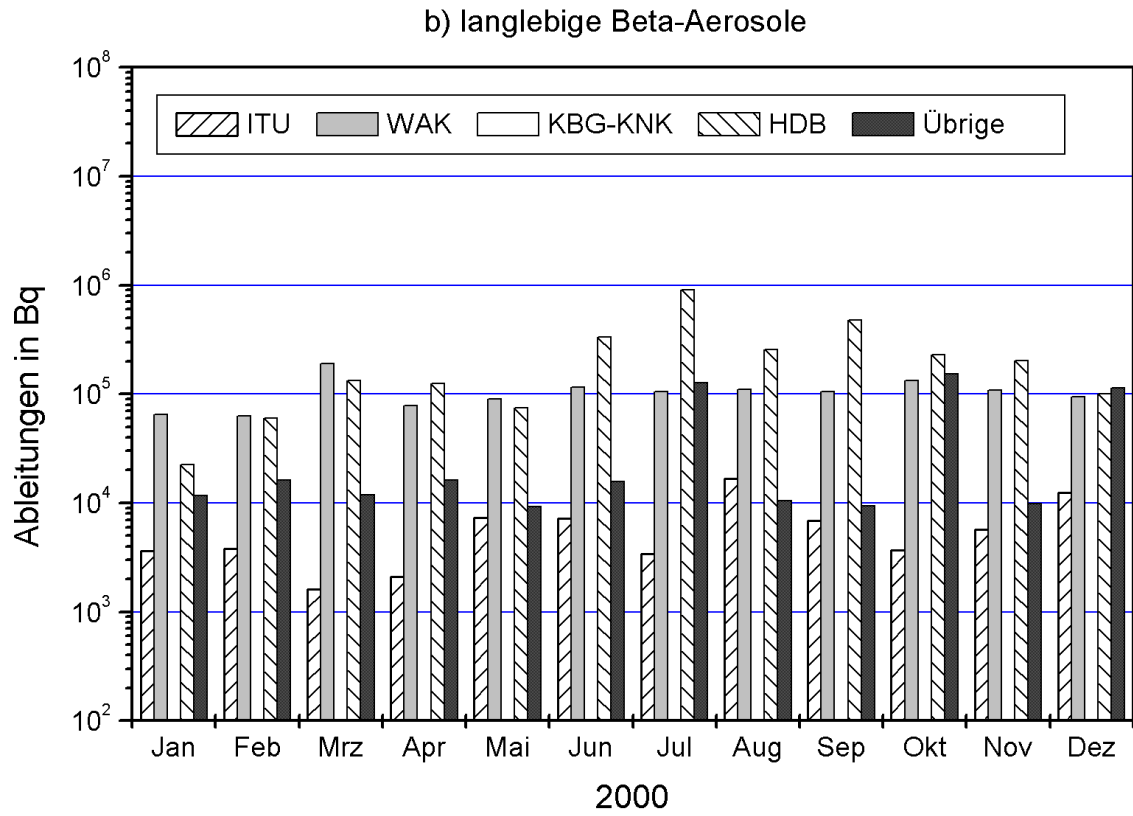


Abb. 5-4b,c: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 2000

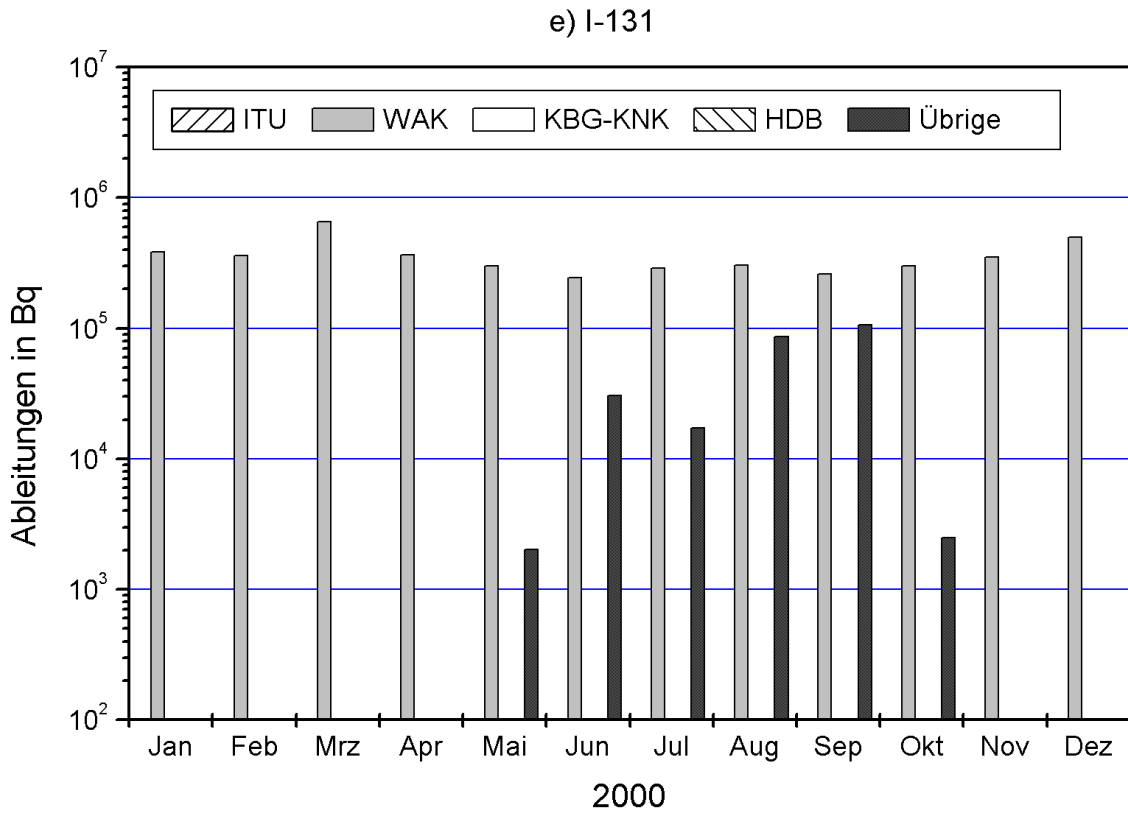
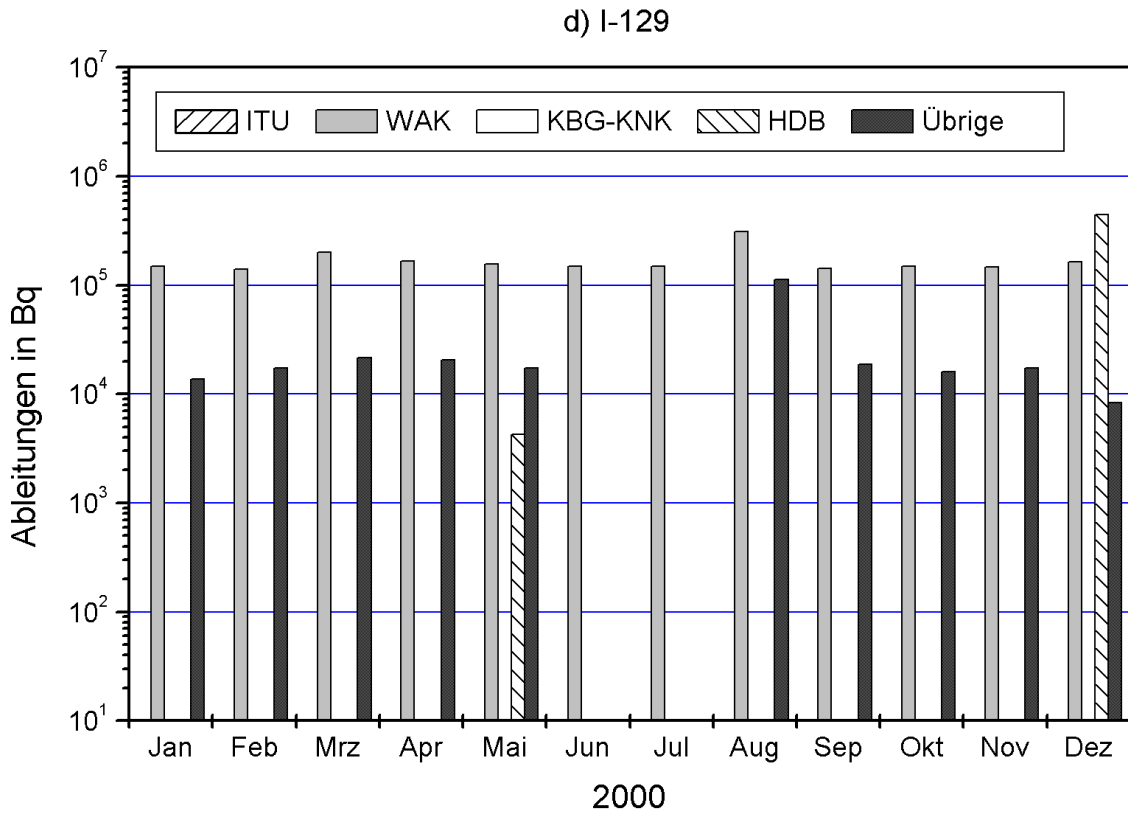


Abb. 5-4d,e: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 2000

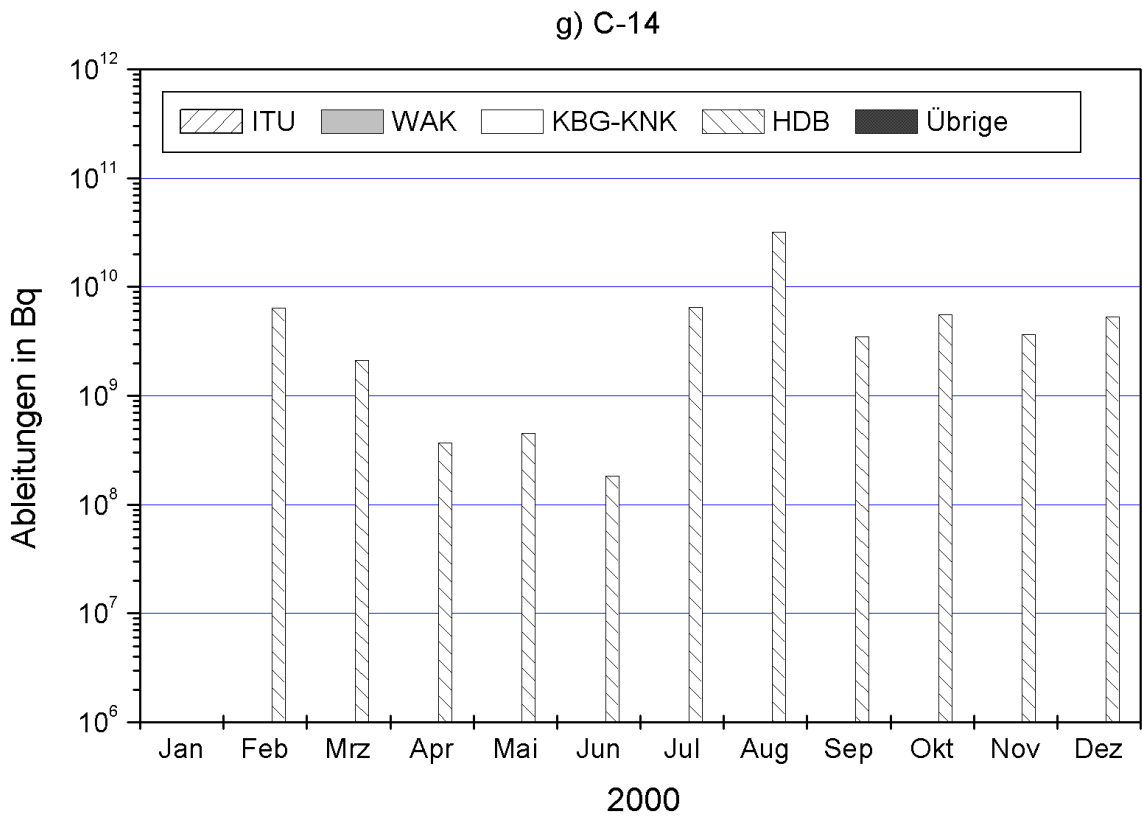
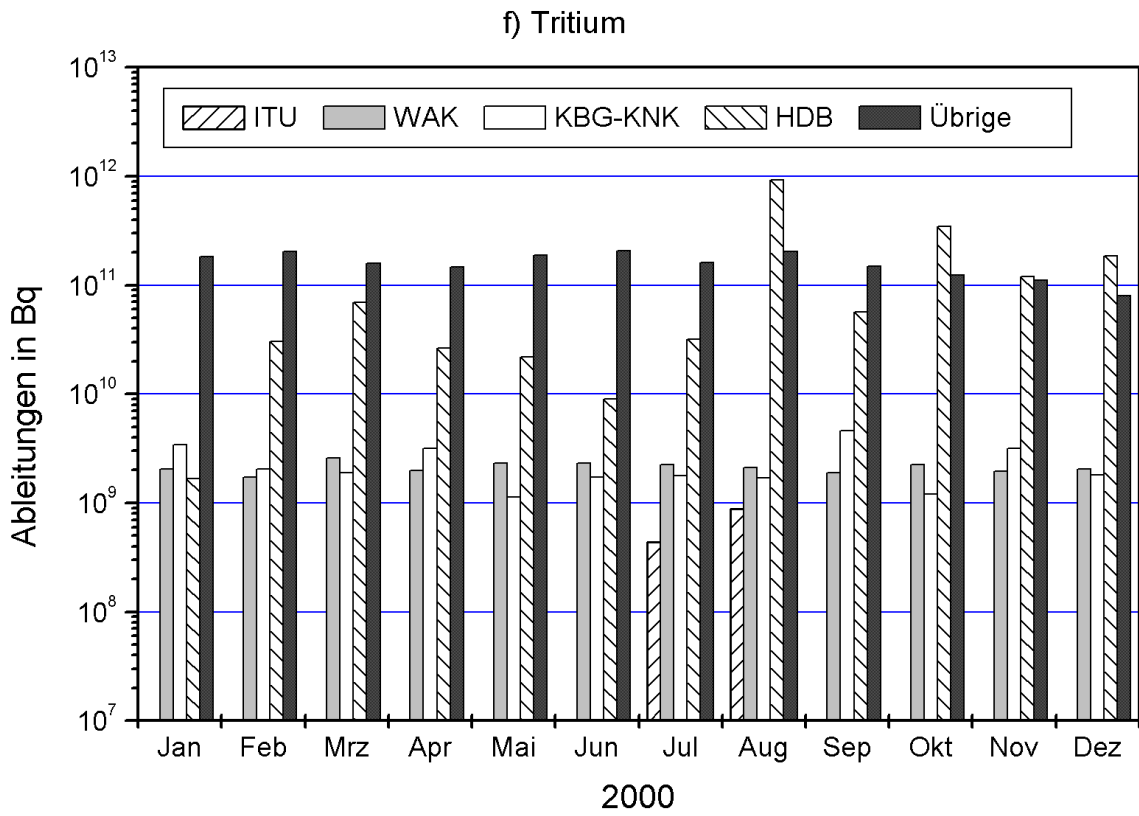


Abb. 5-4f,g: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 2000

5.1.2 Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2000

B. Messerschmidt, A. Wicke

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist Genehmigungsinhaber für den Betrieb von mehreren Verbrennungsanlagen mit unterschiedlicher Aufgabenstellung:

- Die Verbrennungsanlage für feste und flüssige radioaktive Abfälle. Die Anlage wird von der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe betrieben.
- Die Testanlage zur Müllverbrennung, Abgasreinigung, Rückstandsverwertung und Abwasserbehandlung (TAMARA). Die Verbrennungsanlage hat eine maximale Leistung von 300 kg/h. TAMARA wird vom Institut für Technische Chemie, Bereich Thermische Abfallbehandlung (ITC-TAB), betrieben.
- Die Testanlage zur Thermischen Entsorgung Spezieller Abfälle aus Produktion, verbrauchter Produkte und Altlastensanierung (THERESA). Auch diese Anlage wird vom ITC-TAB betrieben.
- Das Heizwerk des Forschungszentrums Karlsruhe, bestehend aus vier Einzelkesselanlagen (Fernheizwerk) und einem Blockheizkraftwerk (Gasturbinenanlage mit Abhitzeessel). Die gesamte installierte Feuerungswärmeleistung beträgt etwa 100 MW. Das Heizwerk wird vom Bereich Technische Infrastruktur betrieben.

Die Genehmigungsbescheide enthalten Auflagen zur Überwachung der Emissionen. Die Informationen und die Emissionsdaten für die folgenden Tabellen wurden von den Betreibern zur Verfügung gestellt.

5.1.2.1 Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe

U. Hoepfener-Kramar (HDB)

Die bei der HDB angelieferten und erzeugten brennbaren festen und flüssigen radioaktiven Reststoffe wurden im Jahr 2000 in der Anlage VP 10 verbrannt. Dabei wurden 1216 m³ (entsprechend 179.583 kg) α - und β -kontaminierte Feststoffe und parallel dazu 13,4 m³ (entsprechend 11.723 kg) α - und β -kontaminierte Öle und Lösungsmittel in 5044 Betriebsstunden verarbeitet.

Die Emissionsüberwachung auf nicht-radioaktive Stoffe 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 Betriebszustände und Anlagenzustände enthalten sind.

Tab. 5-2 gibt einen Überblick über die zulässigen Tagesmittelwerte der Schadstoffkonzentrationen, die beim Betrieb im Jahre 2000 gemessenen Konzentrationen sowie über die Gesamt-ableitung.

Neben den in Tab. 5-2 aufgeführten Messungen wurde gegen Ende des Jahres 2000 eine Dioxin-Emissionsmessung an der Anlage durchgeführt, deren Messergebnisse noch nicht vorliegen. Die gesamte Anlage zur Messung der chemischen Emissionen wurde im Berichtsjahr kalibriert.

Schadstoff	Konzentrationsgrenzwert nach 17. BImSchV mg/Nm ³	gemessene Konzentration* mg/Nm ³	Emissionsfracht Mg
HCl	10	1,6	0,006
SO ₂	50	1,8	0,007
CO	50	9,6	0,022
Staub	10	0,6	0,0022
Gesamt-C	10	1,6	0,006
NO _x	200	110,6	0,46

* Tageswerte, gemittelt über Betriebszeitraum von 211 Tagen

Tab. 5-2: Emissionsdaten im Jahr 2000 für die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe

5.1.2.2 Versuchsanlagen TAMARA und THERESA

H.-G. Dittrich (ITC-TAB)

Im Jahr 2000 wurden an der Versuchs-Müllverbrennungsanlage TAMARA drei Versuchskampagnen durchgeführt. In Tab. 5-3 sind die jeweils über eine Versuchskampagne gemittelten Massenkonzentrationen der emittierten Schadstoffe 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 letzte Zeile enthält die Emissionsgrenzwerte nach der 17. BImSchV (Tagesmittelwerte). Die NO_x-Werte lagen in der 2. und 3. Kampagne über dem erlaubten Wert, weil aus Versuchsgründen die Entstickung abgeschaltete werden musste.

Emissionsintervalle 1999	O ₂ in Vol. %	Schadstoffkonzentrationen in mg/Nm ³ trocken normiert auf 11 % O ₂ *						
		HF	HCl	SO ₂	NO ₂	CO	Σ C _{org.}	Staub
03.07. – 14.07.	11,6	1,9	0,6	11,4	165	9,9	1	<1
16.10. – 25.10.	9,5	0,52	1,7	17,6	268	13,7	<1	4,1
11.12. – 16.12.	9,8	0,4	0,8	3,0	275	14,1	<1	<1
Emissionsgrenzwerte (Tagesmittelwerte)		1	10	50	200	50	10	10

* gemäß 17. BImSchV nur, wenn O₂ Gehalt > 11%

Tab. 5-3: Emissionsdaten der Versuchsanlage TAMARA im Jahr 2000

An der Versuchs-Müllverbrennungsanlage THERESA wurden im Jahr 2000 Inbetriebnahmeversuche durchgeführt. Ein bestimmungsgemäßer Betrieb konnte noch nicht erreicht werden. Da die Abnahme der Anlage noch nicht erfolgt ist und noch keine Erstmessung durchgeführt wurde, können keine Angaben über Emissionsdaten gemacht werden.

5.1.2.3 Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk

W. Noll, K. Scherer (BTI-V)

Das Blockheizkraftwerk wurde insgesamt 4693 Betriebsstunden mit Erdgas und überwiegend mit Eindüsung von vollentsalztem Wasser betrieben. Der Betrieb mit Heizöl war nicht erforderlich. Die drei Kessel im Fernheizwerk wurden 7371 h mit Erdgas und 29 h mit Heizöl „EL“ gefahren. Die Betriebsweise mit Öl ist auf TÜV-Prüfungen und Einstellarbeiten an den Brennern zurückzuführen. Der Notkessel 4 wurde für Testzwecke 7 Stunden mit Heizöl (Rußzahl <1) betrieben und ist seit September 2000 stillgelegt.

Schadstoff	Blockheizkraftwerk Jahresemission in Mg	Fernheizwerk Jahresemission in Mg
NO _x	52,2	4,6
CO	2,1	0,28

Tab. 5-4: Emissionsdaten der Heizwerke im Jahr 2000

5.1.3 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im Jahr 2000

A. Wicke

5.1.3.1 Berechnungsgrundlagen

Die Dosisberechnung erfolgte auf der Grundlage der monatlich bilanzierten Ableitungswerte der im Jahr 2000 zu berücksichtigenden Emittenten (s. Tab. 5-1). Dabei wurden die Teilkörper- und Effektivdosen gemäß der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 der Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen“ (AVV), Bundesanzeiger 64a, 42 (1990) 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.

Insbesondere wurde geprüft, ob die errechnete maximal mögliche Individualdosis für die jeweils ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung des Standortes unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter Expositionspfade im Einklang mit den in § 45 der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerten der Körperdosen steht. Die Berechnung nach der AVV ist im Gesamtergebnis konservativ. Sie geht u. a. von der Annahme besonderer Verzehrsgewohnheiten einer Referenzperson aus. Dabei wird angenommen, dass sich diese Person ausschließlich von Nahrungsmitteln ernährt, deren landwirtschaftliche Ausgangsprodukte am Ort der höchsten Kontamination erzeugt wurden. Bei der Berechnung blieb außer Betracht, ob an den ungünstigsten Einwirkungsstellen tatsächlich die Möglichkeit eines ständigen Aufenthalts gegeben war und ob die betrachteten Nahrungsmittel tatsächlich dort erzeugt wurden.

Die zur Berechnung der Teilkörperdosen und der Effektivdosis durch Inhalation, Ingestion und externer Bestrahlung benötigten Dosisfaktoren wurden dem Bundesanzeiger 185a vom Septem-

ber 1989 entnommen. Um die Auswahl relevanter Klassen für die Lungenretention und Löslichkeit bei Ingestion radioaktiver Aerosole zu ermöglichen, wurden für die verschiedenen Emittenten die bei den Aerosolableitungen jeweils dominierenden oder typischen chemischen Formen zugrundegelegt oder, falls unbekannt, jeweils 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.

5.1.3.2 Meteorologische Daten

Die für die Ausbreitungsrechnung benötigten meteorologischen Daten werden am 200 m hohen Messturm auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe gemessen. Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungskategorie werden halbstündlich gemittelt. Ihre Häufigkeitsverteilungen werden in der Ausbreitungsstatistik zusammengefasst. Die Windrose wird 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 σ_y und σ_z werden entsprechend Anhang 7 der AVV aus den dort angegebenen Ausbreitungskoeffizienten ermittelt.

5.1.3.3 Ausbreitung und Ablagerung

Bei der Ausbreitungsberechnung wird - abweichend von der AVV - eine azimutale Gleichverteilung nicht der Aktivitätskonzentration, sondern der Windrichtungshäufigkeit innerhalb eines Sektors angenommen. Das ist sachlich richtiger und vermeidet Sprünge an den Sektorgrenzen. Bei der Ermittlung der Ablagerung radioaktiver Stoffe durch Trockendeposition werden die in der AVV angegebenen Depositionsgeschwindigkeiten für 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. 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.

5.1.3.4 Rechenprogramme

Die Dosisbeiträge durch Betasubmersion, Inhalation, Ingestion und Gammabodenstrahlung sind im wesentlichen proportional zur Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft in der Nähe des betrachteten Aufpunktes. Das Berechnungsverfahren für diese Expositionspfade ist daher prinzipiell gleich. Das Fortran-Programm ISOLA leistet in Verbindung mit dem Fortran-

Programm EFFDOS die erforderlichen Rechenoperationen, indem die Dosisbeiträge der Einzel-emittenten 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 berechnet werden. Für diesen Zweck wird das Fortran-Programm WOLGA angewandt. Es gibt die Gammadosis für einen beliebigen Aufpunkt in der Umgebung eines oder mehrerer Emittenten als Summe der Dosisbeiträge der Aktivität im Raum an. Diese Berechnung wird unter Berücksichtigung der Gamma-Energien der dosisrelevanten Radionuklide durchgeführt.

Die Dosisberechnungen erfolgten auf einem PC unter dem Betriebssystem Windows NT 4.0 mit dem Fortran Compiler Visual Fortran 5.0.

5.1.3.5 Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuclide

Zur Dosisberechnung ist es erforderlich, für die in Kap. 5.1 angegebenen Nuklidgruppen Leitnuclide oder charakteristische Nuklidgemische festzulegen. Die erforderlichen anlagenspezifischen Festlegungen wurden für das Jahr 2000 überprüft und aktualisiert.

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

Die Abgabe kurzlebiger Rn-220-Folgeprodukte durch das ITU wurde durch das Leitnuclid 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} : Aerosole mit langlebiger α -Aktivität (Halbwertszeit ≥ 8 Tage)

Frühere Analysen von Filtern zeigten, dass bei der Mehrzahl der Institute Pu-239 als Leitnuclid gelten kann. Ausnahmen bilden folgende Institute:

IFIA, Bau 321a:	U-nat. (Restkontaminationen)
IFIA, Bau 341:	Pu-238 (Restkontaminationen)
HZY-KAZ und Boxenabluft, Bau 351:	Ra-226 (Bestrahlungsarbeiten)

Für die HDB wurde aufgrund der Handhabung α -kontaminierter Reststoffe aus der Wiederaufarbeitung ein konservatives Gemisch aus Pu-238 (46 %), Pu-239 (7 %), Pu-240 (10 %) und Am-241 (37 %) 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 drei Jahren berechnet. Es wird eine Ableitung in nitroser Form angenommen. Bei der Verbrennungsanlage der HDB (Bau 536) und 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} : Aerosole mit kurzlebiger β -Aktivität (Halbwertszeit < 8 Tage)

Für die Ableitung kurzlebiger β -Aktivität wurden anlagenspezifisch folgende Leitnuclide angenommen:

HZY-KIZ, Bau 351:	Cl-38
HZY-KAZ und Boxenabluft, Bau 351:	Rb-81

- Nuklidgruppe A_{BL}: Aerosole mit langlebiger β -Aktivität einschließlich reiner Gammastrahler (Halbwertszeit ≥ 8 Tage)

Bei der Ableitung langlebiger β -aktiver Aerosole wurden bei der Mehrzahl der Emittenten Spaltproduktgemische berücksichtigt. Bei wenigen Instituten beschränkt sich der Umgang oder die Produktion auf bestimmte Radionuklide:

ITG, Bau 317:	S-35
HZY-KIZ, Bau 351:	Be-7
HZY-KAZ und Boxenabluft, Bau 351:	P-32

Bei Einrichtungen, die noch mit Kernbrennstoffen umgehen oder bei denen mit kernbrennstoffhaltigen Restkontaminationen zu rechnen ist, wurde für das Nuklidspektrum konservativ ein β -aktives Spaltproduktgemisch zugrundegelegt, das sich nach KORIGEN unter Annahme eines mittleren Abbrandes von 30 000 MWd/t und einer Kühlzeit von drei Jahren errechnet. Bei diesen Emittenten wurden 10 % der Ableitung der Gruppe A_{BL} als Sr-90 berücksichtigt. Außerdem wurde angenommen, dass bei IFIA, Bau 321a, bei ITC-CPV und bei ITU 10 % der Emission der Gruppe A_{BL} als Pu-241 abgeleitet wird. Bei den Anlagen der HDB wurde grundsätzlich Cs-137 als Leitnuclid festgelegt. Als chemische Form überwiegen Nitrate. Bei der Verbrennungsanlage, Bau 536, erfolgen die Ableitungen als Chlorid oder Hydroxid. Abweichend von den übrigen Anlagen der HDB wird bei Bau 545/555 als Leitnuclid Ru-106 (Nitrat) angenommen. Bei der WAK wurde das Nuklidspektrum der LAVA berücksichtigt (siehe Nuklidgruppe A_{AL}).

- 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 das Edelgas Ar-41. Bei den Ableitungen des Zyklotrons (HZY-KIZ und HZY-KAZ, Bau 351) wurde das kurzlebige Aktivierungsgas N-13 als Leitnuclid 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 konservativerweise 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 konservativerweise ebenfalls eine Ableitung in vollständig oxidiertes Form angenommen.

- C-14

Es wird eine Ableitung in Form von $^{14}\text{CO}_2$ zugrundegelegt. Bei der Dosisberechnung wurden die Inhalations-Dosisfaktoren für CO_2 und die Ingestions-Dosisfaktoren für organische Verbindungen angewendet.

5.1.3.6 Ergebnisse der Dosisberechnung

Unter den beschriebenen Randbedingungen wurden die Teilkörper- und Effektivdosen für Kleinkinder und Erwachsene in der Umgebung berechnet. Die für jeden einzelnen Emittenten berechnete Effektivdosis für Erwachsene am jeweiligen Immissionsmaximum wurde bereits in Tab. 5-1 in der letzten Spalte aufgeführt. Nach Überlagerung der Auswirkungen aller Emittenten ergeben sich - aufgeschlüsselt nach den zu berücksichtigenden Expositionspfaden - für die ungünstigsten

Einwirkungsstellen außerhalb des Betriebsgeländes des Forschungszentrums die in Tab. 5-5 aufgeführten maximalen rechnerischen Beiträge zur effektiven Dosis.

Die Gesamtdosis hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert. Auch im Jahr 2000 wird sie überwiegend durch den Expositionspfad Ingestion bestimmt. 90 % der Ingestionsdosis wurde von den C-14-Ableitungen der Verbrennungsanlage der HDB hervorgerufen. Da rund 80 % der in den brennbaren Abfällen enthaltenen C-14-Aktivität von Landessammelstellen stammen, verursachen allein diese Anlieferungen rund 60 % der durch die Aktivitätsemissionen mit der Fortluft verursachten Gesamtdosis.

Expositionspfad	maximale effektive Dosis	
	für Kleinkinder	für Erwachsene
Inhalation	0,03 μSv^*	0,04 μSv^{**}
Ingestion	0,81 μSv^*	0,51 μSv^{**}
Gammasubmersion	0,44 μSv	0,36 μSv
Gammabodenstrahlung	0,004 μSv	0,003 μSv
Summe über alle Expositionspfade	1,3 μSv	0,9 μSv

Tab. 5-5: Maximale rechnerische Effektivdosen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2000 (70*- bzw. 50**- Jahre Folgedosis)

Die Einzelergebnisse für die betrachteten Expositionspfade - aufgeschlüsselt nach den in Tab. X2 der Strahlenschutzverordnung aufgeführten Organen und Geweben - sind für Kleinkinder und Erwachsene in Tab. 5-6 und Tab. 5-7 zusammengestellt. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen für Inhalation, Ingestion, Gammasubmersion, Betasubmersion und Gammabodenstrahlung sind im Lageplan Abb. 5-1 gekennzeichnet. Die regionale Verteilung der Effektivdosen für Erwachsene in der Umgebung des Forschungszentrums als Summe der Dosisbeiträge aller Expositionspfade am jeweils betrachteten Ort ist in Abb. 5-5 in Form von Isodosislinien dargestellt. Obwohl die in den Tab. 5-6 und Tab. 5-7 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. 5-8 und Tab. 5-9 zusammengestellt.

Aus den Emissionen aller Emittenten im Jahr 2000 ergibt sich rechnerisch eine mittlere Effektivdosis für eine erwachsene Person der Bevölkerung im Umkreis von 5 km Radius um das Forschungszentrum von 0,07 μSv und von 0,02 μSv für einen Umkreis von 20 km Radius. Alle für die ungünstigsten Einwirkungsstellen berechneten Teilkörper- und Effektivdosen liegen selbst nach Summation über alle Expositionspfade deutlich unter 1 % der entsprechenden Grenzwerte in § 45 der Strahlenschutzverordnung.

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in µSv für Kleinkinder					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,014	0,80	0,44	0,003	-	1,3
Brust	0,008	0,80	0,44	0,006	-	1,3
Rotes Knochenmark	0,041	0,80	0,44	0,003	-	1,3
Lunge	0,018	0,80	0,44	0,004	-	1,3
Schilddrüse	0,016	1,4	0,44	0,004	-	1,9
Knochenoberfläche	0,36	0,80	0,44	0,006	-	1,6
Haut ¹	0,008	0,80	0,44	0,007	2,5	3,8
Sonstige	< 0,05	< 0,8	0,44	< 0,007	-	< 1,3
effektive Dosis	0,030	0,81	0,44	0,004	-	1,3
ungünstigste Einwirkungsstelle ²	-565/0	200/750	-565/0	-565/0	-565/0	-

¹ gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-6: Körperdosen für Kleinkinder (*70-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 2000, ungünstigste Einwirkungsstellen

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in µSv für Erwachsene					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,016	0,49	0,36	0,003	-	0,9
Brust	0,010	0,49	0,36	0,005	-	0,9
Rotes Knochenmark	0,051	0,49	0,36	0,003	-	0,9
Lunge	0,013	0,49	0,36	0,003	-	0,9
Schilddrüse	0,012	1,26	0,36	0,004	-	1,6
Knochenoberfläche	0,57	0,51	0,36	0,005	-	1,5
Haut ¹	0,011	0,49	0,36	0,005	2,5	3,4
Sonstige	< 0,05	< 0,6	0,36	< 0,005	-	< 1,0
effektive Dosis	0,038	0,51	0,36	0,003	-	0,9
ungünstigste Einwirkungsstelle ²	-565/0	200/750	-565/0	-565/0	-565/0	-

¹ gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-7: Körperdosen für Erwachsene (*50-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 2000, ungünstigste Einwirkungsstellen

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in μSv für Kleinkinder					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,001	0,001	0,017	0,001	-	0,017
Brust	< 0,001	0,001	0,017	0,002	-	0,021
Rotes Knochenmark	0,005	0,006	0,017	0,001	-	0,029
Lunge	0,001	0,001	0,017	0,001	-	0,020
Schilddrüse	0,002	0,82	0,017	0,002	-	0,84
Knochenoberfläche	0,045	0,018	0,017	0,003	-	0,083
Haut ¹	< 0,001	0,001	0,017	0,003	0,004	0,026
Sonstige	< 0,005	< 0,01	0,017	< 0,003	-	< 0,03
effektive Dosis	0,003	0,027	0,017	0,002	-	0,05
ungünstigste Einwirkungsstelle ²	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	-

¹ gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-8: Körperdosen für Kleinkinder (*70-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft der WAK im Jahr 2000, ungünstigste Einwirkungsstellen

Körperbereich	maximale Teilkörper- und Effektivdosen in μSv für Erwachsene					
	Inhalation*	Ingestion*	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,001	0,002	0,014	0,001	-	0,018
Brust	< 0,001	0,002	0,014	0,002	-	0,019
Rotes Knochenmark	0,005	0,011	0,014	0,001	-	0,031
Lunge	0,001	0,002	0,014	0,002	-	0,019
Schilddrüse	0,002	0,92	0,014	0,001	-	0,94
Knochenoberfläche	0,067	0,046	0,014	0,002	-	0,13
Haut ¹	< 0,001	0,002	0,014	0,003	0,004	0,024
Sonstige	< 0,006	< 0,004	0,014	< 0,003	-	< 0,03
effektive Dosis	0,004	0,032	0,014	0,001	-	0,05
ungünstigste Einwirkungsstelle ²	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	-

¹ gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-9: Körperdosen für Erwachsene (*50-Jahre-Folgedosis) durch die radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft der WAK im Jahr 2000, ungünstigste Einwirkungsstellen

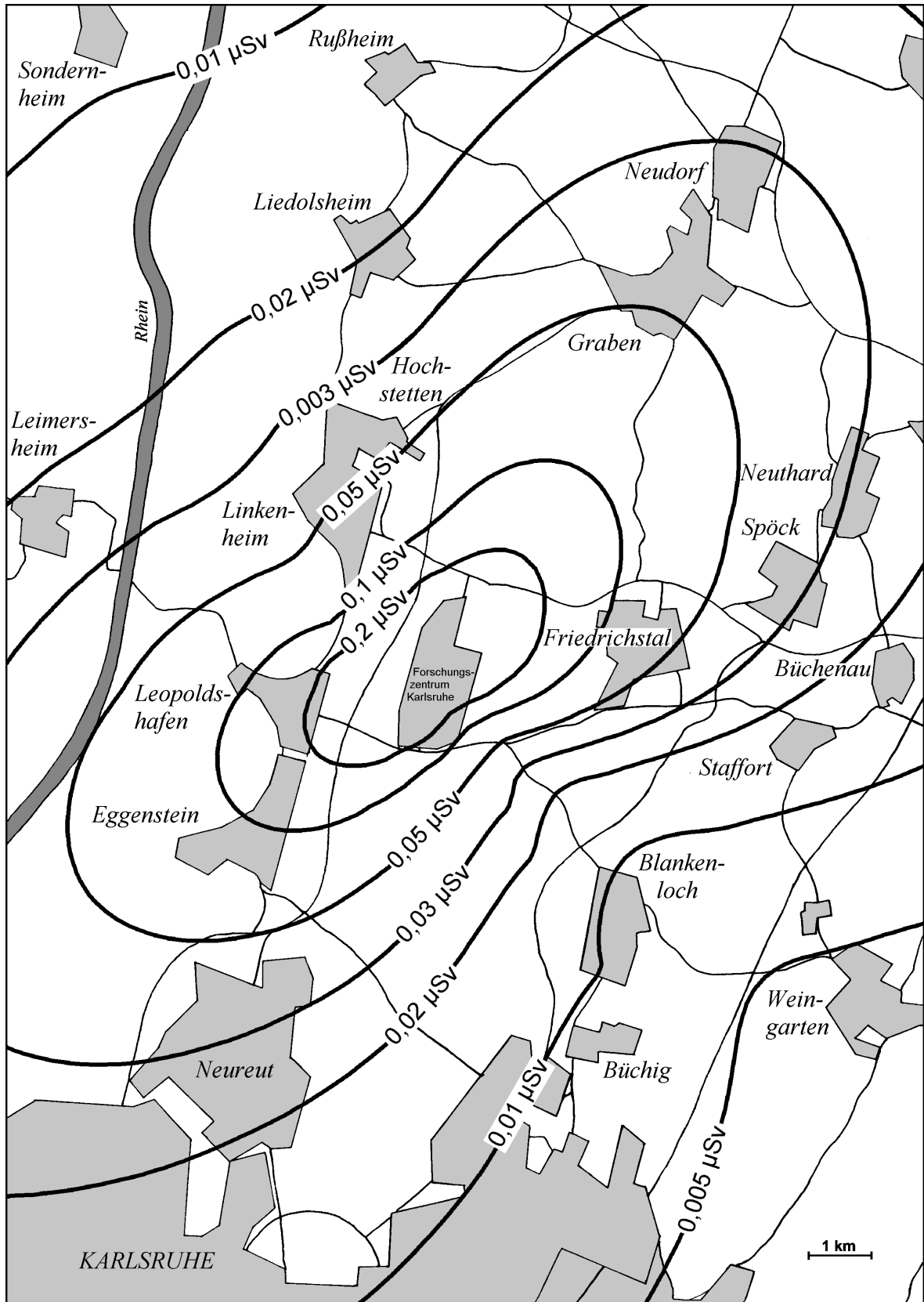


Abb. 5-5: Effektivdosen für Erwachsene in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe, 50-Jahre-Folgedosis aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 2000

5.1.4 Dosisberechnung im Rahmen von atomrechtlichen Genehmigungsverfahren: Ermittlung der Störfall-Dosis für das Institut für Nukleare Entsorgungstechnik für die Genehmigung des Betriebs eines Spaltstoffmonitors

A. Wicke

Für den Test eines Spaltstoffmonitors ist der Umgang mit verschiedenen umschlossenen radioaktiven Quellen erforderlich. Bei der Störfallbetrachtung wird davon ausgegangen, dass im ungünstigsten Fall 2 % des Inventars in Form von Aerosolen über die Kaminfortluft abgeleitet werden. Am Zaun des Forschungszentrums ergibt sich rechnerisch durch Inhalation für Erwachsene eine Effektivdosis von rund 4 mSv und für die Knochenoberfläche als höchstbelastetes Organ eine Dosis von rund 72 mSv. Diese Werte liegen deutlich unterhalb der jeweiligen Planungswerte nach § 28 (3) StrlSchV.

5.2 Abwasserüberwachung und Spektrometrie

K.-G. Langguth

Die Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ ist zuständig für die Überwachung radioaktiver Stoffe in den Abwassersystemen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe. Diese Aufgabe umfasst sowohl die Umsetzung der Auflagen der atomrechtlichen Genehmigung in ein Überwachungskonzept, als auch die Durchführung der Aktivitätsmessungen einschließlich der Entscheidung über die Weiterverarbeitung der Abwässer.

Die Gruppe nimmt darüber hinaus die Aufgaben eines zentralen Messlabors für die Abteilung Umweltschutz und Aufgaben im Rahmen des Freimesslabors, das gemeinsam von HDB und HS betrieben wird (s. Kap. 5.5), wahr. Hier werden alle Messungen zur Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft, alle spektrometrischen Messungen an Umweltproben und für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen die α - und γ -spektrometrischen Messungen sowie die H-3- und C-14-Messungen durchgeführt. Tab. 5-10 gibt eine Übersicht über Herkunft, Art und Anzahl der Proben, die bearbeitet wurden, sowie über Art und Anzahl der daran durchgeführten Einzelmessungen.

5.2.1 Abwasserüberwachung

K.-G. Langguth, A. Radziwill-Ouf, Chr. Wilhelm, H. Genzer, A. Wünschel

Die Überwachung des auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums Karlsruhe anfallenden Abwassers erfolgt im Rahmen des wasserrechtlichen Erlaubnisbescheids und der atomrechtlichen Genehmigung, die von den zuständigen Behörden des Landes Baden-Württemberg erteilt wurden. Die im Jahr 1997 neu gefasste wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung des Abwassers in den bisher als Vorfluter genutzten Rheinniederungskanal wurde im Jahre 2000 durch eine wasserrechtliche Erlaubnis ergänzt, die Änderungen in der Betriebsweise der Wasseranlagen gestattet und darüber hinaus eine zukünftige Einleitung in den Rhein zulässt. Die Überwachung nichtradioaktiver Stoffe im Rahmen der Genehmigungen erfolgt durch das „Labor für Wasser und Umwelt“ des Bereichs Technische Infrastruktur.

Das 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.

Messzweck	Anzahl der Proben	Anzahl der durchgeführten Messungen					
		α	β	Flüssigszintillation		α -Spektrometrie	γ -Spektrometrie
				H-3 C-14 S-35 P-32 Fe-55 Ni-63	Spektrometrie		
Abwasserüberwachung							
- Abwassersammelstationen	1314	1328	1328	394	37	8	391
- Endbecken (Einzelproben)	60	61	61	62	64	-	60
- Endbecken (Mischproben)	58	15	15	88	-	48	58
Klärschlammüberwachung (Chemie- und Schmutzwasserklärschlamm)	11	-	-	-	-	-	11
Betriebliche Überwachung der Abwassereinzugssysteme	54	55	55	53	1	1	69
Messungen für Arbeitsplatzüberwachung	60	-	-	60	5	-	-
Sondermessungen	39	16	16	13	1	2	30
Überwachung der Fortluft	2492	1772	1772	1162	20	-	939
Freimesslabor	2661	2	2	1318	180	180	1873
Entwicklungsarbeiten	433	-	-	2164	572	-	-
Umgebungsüberwachung	593	101	101	376	-	73	125
Auftragsmessungen							
Fortluftüberwachung für WAK	766	-	-	51	-	2	1329
Externe Aufträge	128	-	-	42	42	-	100
Qualitätskontrolle	-	1994	1994	2711	131	749	1029
Ringversuche	8	26	26	12	4	8	31
Training von Gastwissenschaftlern	63	-	-	-	-	43	20

Tab. 5-10: Art und Anzahl der Proben sowie der im Jahr 2000 in der Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ durchgeführten Einzelmessungen

Das Kühlwasser (im Jahr 2000 ca. 34.000 m³) und das von versiegelten Flächen abfließende Niederschlagswasser (im Jahr 2000 ca. 260.000 m³) 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 überwacht. Das abgeleitete Kühlwasservolumen hat im Vergleich zum Vorjahr wiederum erheblich abgenommen (im Jahr 1999 ca. 93.000 m³). Dies ist im Wesentlichen auf die Veränderung der Aufgabenschwerpunkte des Forschungszentrums und zu einem geringeren Teil auf den weiteren Ersatz von wassergekühlten Durchlaufkühlsystemen durch luftgekühlte Rückkühlanlagen zurückzuführen.

Die häuslichen Abwässer werden der biologischen Kläranlage zugeführt, in mehreren Verfahrensschritten gereinigt und schließlich in die Speicherbecken für häusliches Abwasser eingeleitet (s. Abb. 5-6). Nach Erreichen eines bestimmten Füllstandes werden die Abwässer dann automatisch in die Leitung zum Vorfluter abgepumpt. Die Abwässer werden gemäß der Eigenkontrollverordnung überwacht.

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

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

Die Abwässer aus der Dekontaminationsanlage werden in Übergabebehältern gesammelt. Vor einer Ableitung werden sie ebenfalls einer Kontrollmessung unterzogen und bei Überschreitung der Werte der Genehmigung erneut dekontaminiert, andernfalls in die Kläranlage für Chemieabwasser eingeleitet.

Das in die Chemiekläranlage eingeleitete Chemieabwasser wird in einem mehrstufigen Prozess gereinigt und in den zwei Endbecken für Chemieabwasser mit je 750 m³ Fassungsvermögen gesammelt (s. Abb. 5-6).

Im gereinigten Abwasser werden die Konzentrationen der radioaktiven und bestimmter nicht-radioaktiven Stoffe ermittelt und anhand der atomrechtlichen Genehmigung und der wasserrechtlichen Erlaubnis über die Ableitung entschieden. Über eine 2,9 km lange Rohrleitung gelangen die Abwässer in den Rheinniederungskanal und erreichen nach 23,6 km den Rhein.

Zusätzlich zu den Entscheidungsmessungen, die vor Abgabe des Abwassers aus den Abwassersammelstationen, der Dekontaminationsanlage und den Endbecken durchzuführen sind, wird die mit dem Abwasser des Forschungszentrums abgeleitete Aktivität durch nuklidspezifische Analysen von Wochen- und Monatsmischproben, die mengenproportional aus Teilmengen der einzelnen abgeleiteten Abwasserchargen herzustellen sind, bilanziert. Die bilanzierte Aktivität darf die

ebenfalls in der atomrechtlichen Genehmigung festgelegten Jahreshöchstwerte für Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser nicht überschreiten. Die dem Forschungszentrum genehmigten Ableitungswerte wurden unter Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV nach den im folgenden beschriebenen Verfahren berechnet.

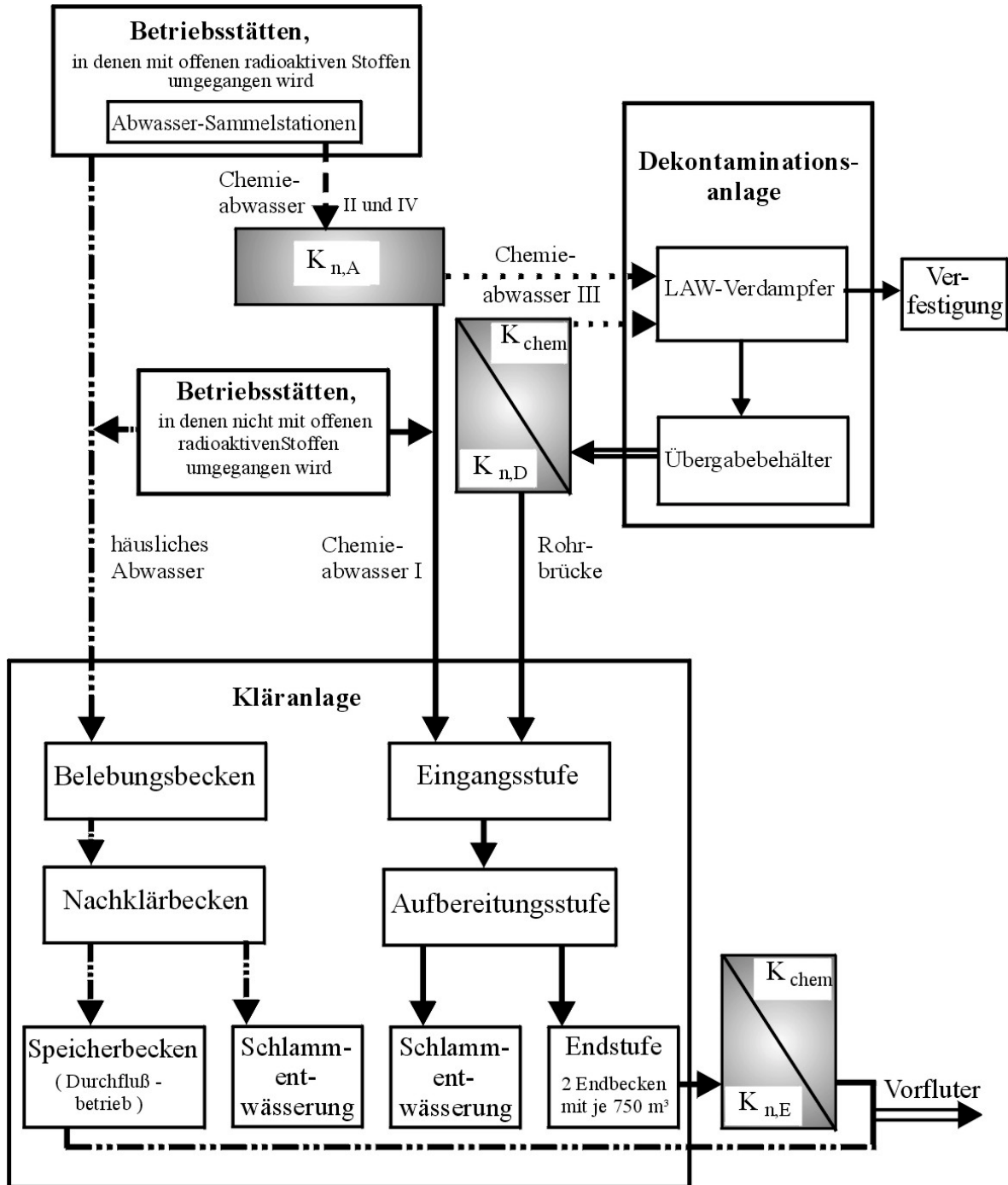


Abb. 5-6: Vereinfachtes Fließschema der Abwässer im Forschungszentrum Karlsruhe ($K_{n,A}$, $K_{n,D}$ und $K_{n,E}$: Kontrollmessungen radioaktiver Stoffe; K_{chem} : Kontrollmessung nichtradioaktiver Stoffe)

Für die am Standort des Forschungszentrums zu berücksichtigenden Expositionspfade und für die beiden Bevölkerungsgruppen „Erwachsene“ und „Kleinkinder“ wurden für jedes Radionuklid n jene Aktivitätsmengen berechnet, die bei Ableitung mit dem Abwasser nach den Modellen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift eine Strahlenexposition bewirken, die den Grenzwerten des § 45 der Strahlenschutzverordnung für die effektive Äquivalentdosis und für die jeweiligen

Teilkörper- bzw. Organdosen entsprechen (integrierte Folgeäquivalentdosis H_{50}). Jeweils der kleinste sich dabei für jedes Radionuklid n ergebende Aktivitätswert wurde als Jahreshöchstwert J_n für die Ableitung festgelegt.

Da mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe ein Gemisch an Radionukliden abgegeben wird, ist zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte die Aktivitätsableitung zusätzlich durch die Anwendung der Summenformel auf die Quotienten aus den bilanzierten Aktivitätsableitungen A_n und den Jahreshöchstwerten J_n zu begrenzen. Nach der Genehmigung darf die Summe den Wert von $2/3$ nicht überschreiten: $\sum_n A_n / J_n < 2/3$. Die nach diesem Verfahren für das Abwasser des Forschungszentrums festgelegten Jahreshöchstwerte J_n wurden durch einen von der Aufsichtsbehörde bestimmten Gutachter überprüft.

Die maximalen Konzentrationen für die Aktivitätsabgaben mit einzelnen Endbeckenfüllungen $K_{n,E}$ wurden auf das $3,2 \cdot 10^{-5}$ fache der Jahreshöchstwerten J_n pro Kubikmeter Abwasser begrenzt: $K_{n,E} = 3,2 \cdot 10^{-5} J_n / \text{m}^3$.

Die maximalen Konzentrationen für Abwasserableitungen aus den Behältern der Abwassersammelstationen $K_{n,A}$ und aus den Übergabebehältern der Dekontaminationsanlage $K_{n,D}$ in das Klärwerk wurden ebenfalls als Vielfache der Jahreshöchstwerte J_n festgelegt:

$$K_{n,A} = 2,0 \cdot 10^{-4} J_n / \text{m}^3, K_{n,D} = 6,3 \cdot 10^{-4} J_n / \text{m}^3.$$

Zusätzlich werden die Konzentrationen für die Aktivitätsableitungen aus den Endbecken und aus den Behältern der Abwassersammelstationen und der Dekontaminationsanlage durch die Anwendung der Summenformel auf die Quotienten aus den gemessenen Konzentrationen und den entsprechenden maximal zulässigen Konzentrationen K_n begrenzt. Die Summe darf den Wert von 1 nicht überschreiten.

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 beigezogen wurde, Kontrollmessungen an Monatsmischproben durchgeführt.

5.2.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 2000

A. Radziwill-Ouf, Chr. Wilhelm, H. Genzer, A. Wünschel

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wird anhand von Mischproben bilanziert. Dazu werden mengenproportionale Proben der einzelnen Endbeckenfüllungen zu Wochen- und Monatsmischproben vereinigt und am Ende des Sammelzeitraumes analysiert. Neben den Gesamtaktivitätsmessungen werden auch nuklidspezifische Messungen mittels Gamma-Spektroskopie durchgeführt. Bei Monatsmischproben werden diese Messungen durch eine chemische Aufbereitung der Proben zur getrennten Bestimmung der Konzentration von Strontium- und Plutoniumisotopen sowie von C-14 und S-35 ergänzt. In Tab. 5-11 sind die anhand von Monatsmischproben ermittelten Gesamtableitungen radioaktiver Stoffe für 2000 wiedergegeben. Zum Vergleich sind die Vorjahreswerte und die Genehmigungswerte für Einzelnuclide 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 als $2/3$ ist.

Radionuklid	Genehmigungswerte J_n für die Aktivitäts- abgaben in Bq/a	bilanzierte Ableitungen in Bq/a	
		2000	1999
H-3	1,2 E+14	1,5 E+12	1,2 E+13
C-14	4,6 E+10	0	4,0 E+08
Na-22	9,3 E+09	8,3 E+04	0
Co-60	2,3 E+09	0	1,2 E+05
Sr-89	1,4 E+11	0	1,5 E+06
Sr-90	5,0 E+09	1,2 E+07	2,7 E+07
Cs-137	4,7 E+09	1,4 E+07	1,9 E+07
Pu-238	7,9 E+08	9,8 E+04	9,4 E+04
Pu-239/240	7,0 E+08	5,4 E+04	6,7 E+05
Pu-241	3,6 E+10	1,1 E+06	8,3 E+06
abgeleitete Chemieab- wassermenge in m ³	-	38.800	45.100

Tab. 5-11: Im Jahr 2000 aus dem Forschungszentrum Karlsruhe in den Vorfluter abgeleitete Abwassermenge und –aktivität sowie Genehmigungswerte

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 25 Jahren in den Vorfluter abgeleiteten Tritiumaktivität gibt Abb. 5-7.

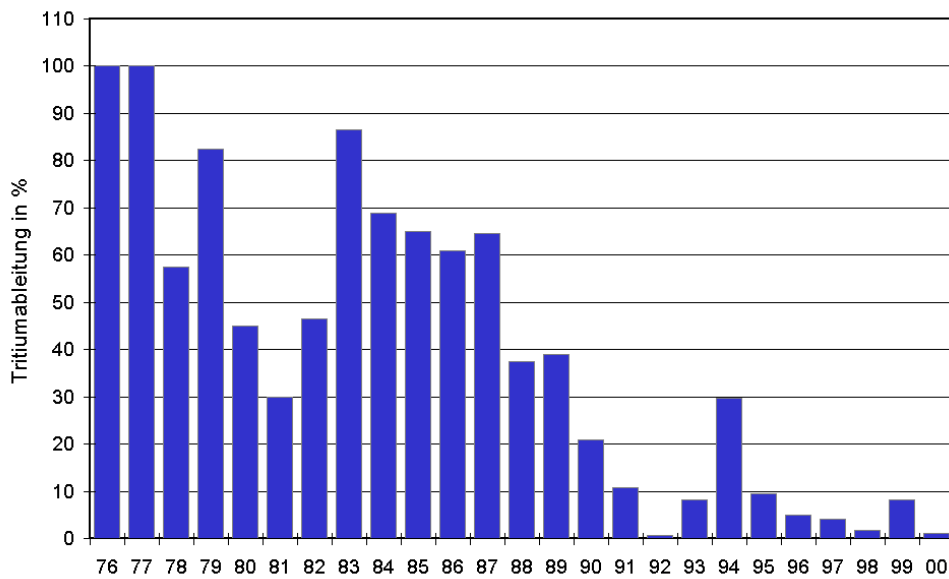


Abb. 5-7: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum Karlsruhe jährlich abgeleiteten Tritiumaktivität seit 1976 (1976 = 100 %)

5.2.3 Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit dem Abwasser im Jahr 2000

W. Bumiller (BTI-V), K.-G. Langguth

Die Überwachung der aus der Kläranlage für Chemieabwasser und der Kläranlage für häusliches Abwasser in den Vorfluter eingeleiteten Abwässer hinsichtlich nichtradioaktiver Stoffe (s. Tab. 5-12) wird von BTI-V durchgeführt.

Zur Ermittlung der Jahresabgaben dienen dabei die Ergebnisse der Messungen, die an den einzelnen Endbeckenchargen der Chemiekärlanlage gemäß den Vorgaben des wasserrechtlichen Erlaubnisbescheides und an Stichproben aus dem Ablauf der biologischen Kärlanlage gemäß der Eigenkontrollverordnung des Landes Baden-Württemberg durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Stoffe zur Eigenkontrolle in die Überwachung einbezogen. In Tab. 5-12 sind die bilanzierten Ableitungen mit dem Chemieabwasser und dem häuslichen Abwasser sowie die errechneten Jahreskonzentrationsmittelwerte für das Jahr 2000 wiedergegeben. Die Genehmigungswerte wurden in keinem Fall überschritten. Dies bestätigen auch die amtlichen Überwachungsmessungen.

Bezeichnung der Stoffe	Chemieabwasser		Häusliches Abwasser	
	Ableitung kg	Mittelwert g/m ³	Ableitung kg	Mittelwert g/m ³
Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB-5)	-	-	1,3 E+02	2,5 E+00
Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)	1,4 E+03	3,5 E+01	2,0 E+03	3,4 E+01
Adsorbierb. org. Halogenverb. (AOX)	2,2 E+00	5,6 E-02	1,8 E+00	3,3 E-02
Mineralöhlähnl. Kohlenwasserst. (KW)	5,9 E+00	1,5 E-01	-	-
Flüchtige organ. Halogenverb. (POX)	7,7 E-01	2,0 E-02	-	-
Gesamt-Stickstoff	-	-	4,8 E+02	9,0 E+00
Organisch gebundener Stickstoff	-	-	1,2 E+02	2,4 E+00
Chlorid	1,5 E+04	3,8 E+02	-	-
Nitrat-N	1,5 E+01	4,0 E-01	2,9 E+02	5,5 E+00
Nitrit-N	5,0 E+00	1,4 E-01	1,9 E+01	3,5 E-01
Phosphat-P ges.	2,8 E+01	7,2 E-01	9,1 E+01	1,7 E+00
Sulfat	1,1 E+04	2,8 E+02	-	-
Ammonium-N	9,0 E+01	2,3 E+00	7,0 E+01	1,7 E+00
Cadmium	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Chrom	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Eisen ges.	2,4 E+01	4,1 E-01	1,5 E+00	3,0 E-02
Quecksilber	≤ 1,0 E-02	≤ 1,0 E-04	≤ 1,0 E-02	≤ 1,0 E-04
Blei	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Kobalt	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Kupfer	5,3 E-01	1,0 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Mangan	1,0 E+00	2,8 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Nickel	1,7 E+00	4,4 E-02	≤ 5,3 E-01	≤ 1,0 E-02
Zink	1,3 E+00	3,4 E-02	1,8 E+00	3,5 E-02

Tab. 5-12: Bilanzierte Mengen und Jahreskonzentrationsmittelwerte der im Jahr 2000 mit dem Chemieabwasser (38 800 m³) und dem häuslichen Abwasser (54 000 m³) in den Vorfluter abgeleiteten nichtradioaktiven Stoffe

Dem langjährigen Trend folgend hat das Volumen des abgeleiteten Chemieabwassers wiederum abgenommen (16 %), während sich das Volumen des häuslichen Abwassers auf dem Vorjahresniveau stabilisierte. Bei der Chemiekärlanlage erreichte die Ableitung von CSB, AOX, KW und Phosphat ähnliche Werte wie im Vorjahr. Die Stickstofffracht (Nitrit und Nitrat) konnte erheblich reduziert werden. Der in den letzten Jahren erreichte stabile und störungsfreie Betrieb der biologischen Kärlanlage konnte auch im Jahr 2000 aufrechterhalten werden. Aufgrund der optimierten Betriebsweise konnte die Nitrat-Fracht weiter gesenkt werden. Bei den Ableitungen von CSB, AOX und Ammonium wurden ähnliche Werte wie im Vorjahr gemessen.

5.2.4 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe 2000

K.-G. Langguth

Die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe resultierende Strahlenexposition wurde unter Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV berechnet. Die Berechnung wurde mit Hilfe des Programms STARS durchgeführt. STARS berechnet die über 50 Jahre integrierten Folgeäquivalentdosen entsprechend den Modellen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV. Es wurden die Effektivdosen und die Dosen des relativ am stärksten exponierten Organs jeweils für Erwachsene und Kleinkinder berechnet. Dabei wurden alle für den Standort des Forschungszentrums Karlsruhe relevanten Expositionspfade berücksichtigt. Als mittlerer Wert für den Durchfluss im Rheinniederungskanal wurde der der Genehmigung zu Grunde liegende Wert von 0,5 m³/s verwendet. Tab. 5-13 enthält die Rechenergebnisse für die effektiven Dosen und die Dosen für die jeweils am stärksten exponierten Organe für Erwachsene und Kleinkinder. Die Rechenergebnisse zeigen, dass die Dosisgrenzwerte des § 45 der Strahlenschutzverordnung deutlich unterschritten werden.

Bilanzierte Aktivitätsableitungen 2000		Maximale Körper-Folgedosen in µSv			
		Erwachsene		Kleinkinder	
Nuklid	Aktivität in Bq	Effektive Dosis	Dosis für das am stärksten exponierte Organ	Effektive Dosis	Dosis für das am stärksten exponierte Organ
H-3	1,5 E+12	4,1		4,1	
Na-22	8,3 E+04	< 0,01	< 0,01 (RK)	< 0,01	< 0,01 (RK)
Sr-90	1,2 E+07	0,16	0,75 (RK)	0,10	0,41 (RK)
Cs-137	1,4 E+07	0,91		0,70	
Pu-238	9,8 E+04	0,01	0,23 (KO)	< 0,01	0,10 (KO)
Pu-239/240	5,4 E+04	< 0,01	0,14 (KO)	< 0,01	0,06 (KO)
Pu-241	1,1 E+06	< 0,01	0,06 (KO)	< 0,01	0,02 (KO)
Summe, gerundet		5,2	-	4,9	-

(RK): Rotes Knochenmark, (KO): Knochenoberfläche

Tab. 5-13: Maximale Körper-Folge-Äquivalentdosen, berechnet aus den bilanzierten Aktivitätsableitungen mit dem Abwasser 2000

5.2.5 Entwicklung und Umsetzung von Methoden zur Entfaltung von komplexen Flüssigzintillationsspektren

Chr. Wilhelm, M. Rettig

Zum Jahresende 1999 wurde eines der drei vorhandenen Flüssigzintillationsmessgeräte auf das Betriebssystem „Microsoft Windows NT 4.0“ und die neue Anwendung "QuantaSmart" der Firma Canberra-Packard umgerüstet. Das bisherige DOS-basierte System, das noch auf zwei weiteren Geräten eingesetzt wird, bestand aus dem Messprogramm der Firma Packard zur Gerätesteuerung und einigen selbst entwickelten Programmen, die die Auswertung der Messwerte und Ausgaben zur Dokumentation nach den Erfordernissen des Labors vornahm.

Im Zuge der Umstellung war es erforderlich, diese selbst erstellten Programm durch eine neue Software zu ersetzen und diese den aktuellen Bedürfnissen und Möglichkeiten anzupassen. Die in dem entwickelten Programm „LSCMessungen“ zur Zeit implementierten Funktionalitäten sind in Abb. 5-8 dargestellt.

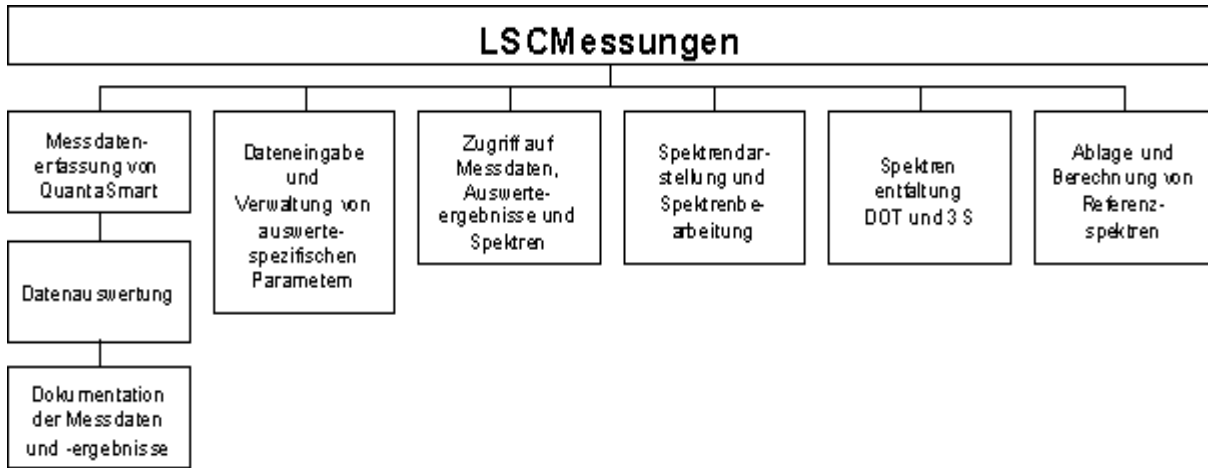


Abb. 5-8: Struktur des LSC-Messprogramms

Die Software verwaltet die Übernahme der Messwerte von „QuantaSmart“ und die Weiterverarbeitung zur Berechnung der Aktivitäten, sowie der Erkennungs- und Nachweisgrenzen nach DIN. Die gemessenen und ausgewerteten Daten werden zur Dokumentation in einer Datenbank abgelegt und zusammen mit den zugehörigen Spektren gespeichert. Alle zur Auswertung und Dokumentation notwendigen Einstellungen können in diesem Programm ebenso vorgenommen werden wie die Darstellung und Bearbeitung der gemessenen Probenspektren.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden in das erstellte Programm noch weitere Funktionen implementiert. Aufgabe der Arbeit war die Entwicklung und Umsetzung von Entfaltungsmethoden zur Bestimmung von Einzelnuklidaktivitäten aus komplexen Flüssigszintillationsspektren. Solch komplexe Flüssigszintillationsspektren treten häufig in der Routinearbeit des Abwasserlabors auf und stellen ein Problem dar, wenn es um die Bestimmung von nuklidspezifischen Aktivitäten aus diesen Messungen geht.

Bisher konnte dieser Problematik nur mit Abschätzungen aus Erfahrungswerten heraus begegnet werden. Mit den entwickelten Softwaremodulen steht nun ein Werkzeug zur Verfügung, das die Analyse komplexer Probenspektren verbessern, vereinfachen und beschleunigen kann. Wichtige Teile der Arbeit waren die Entwicklung einer Methode zur Berechnung von Referenzspektren beliebigen Quenchgrades als Basis für die verwendeten Entfaltungsmethoden *Digital Overlay Technique* und *Sukzessive Spektrensubtraktion*. Die entwickelten Methoden wurden schließlich bei der Analyse von Multinuklidspektren eingesetzt und bewertet. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass unter bestimmten Voraussetzungen eine gute Aktivitätsbestimmung von mehreren Nukliden, zumindest aber eine Abschätzung der enthaltenen Nuklide und ihrer Aktivitäten möglich ist.

5.3 Umgebungsüberwachung

M. Vilgis, A. Wicke

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. 200 km². Die meisten Mess- und Probenentnah-

meorte liegen, wie in Abb. 5-10 dargestellt, innerhalb eines Kreises von ca. 8 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.

Insgesamt wurden im Jahr 2000 an ca. 700 Proben rund 1 200 Radioaktivitätsmessungen durchgeführt. Hinzu kommen 180 Messungen der Ortsdosis mit Thermolumineszenzdosimetern. Der größte Anteil der Proben entfällt auf die Überwachung der Umweltbereiche Luft (Aerosole) und Niederschlag (Abb. 5-9).

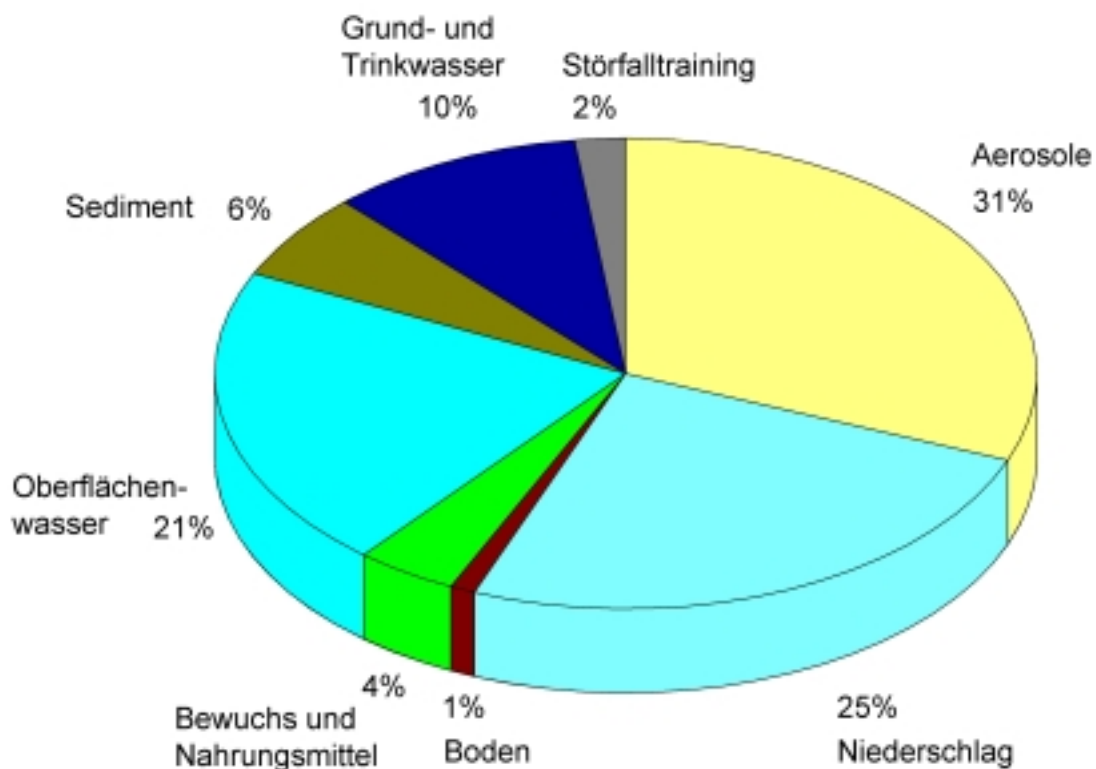


Abb. 5-9: Prozentuale Verteilung der Proben zur Umgebungsüberwachung bezogen auf einzelne Umweltmedien

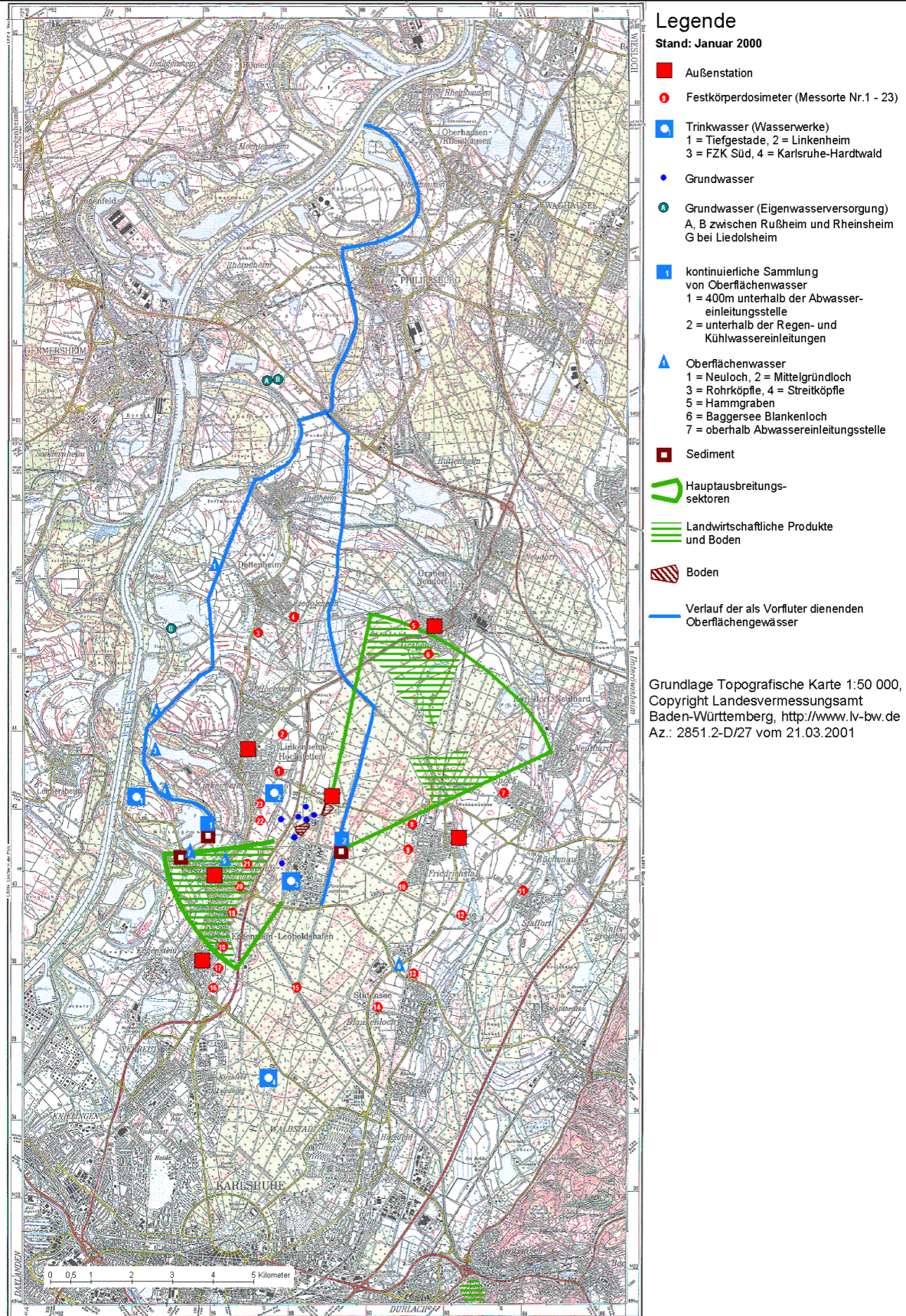
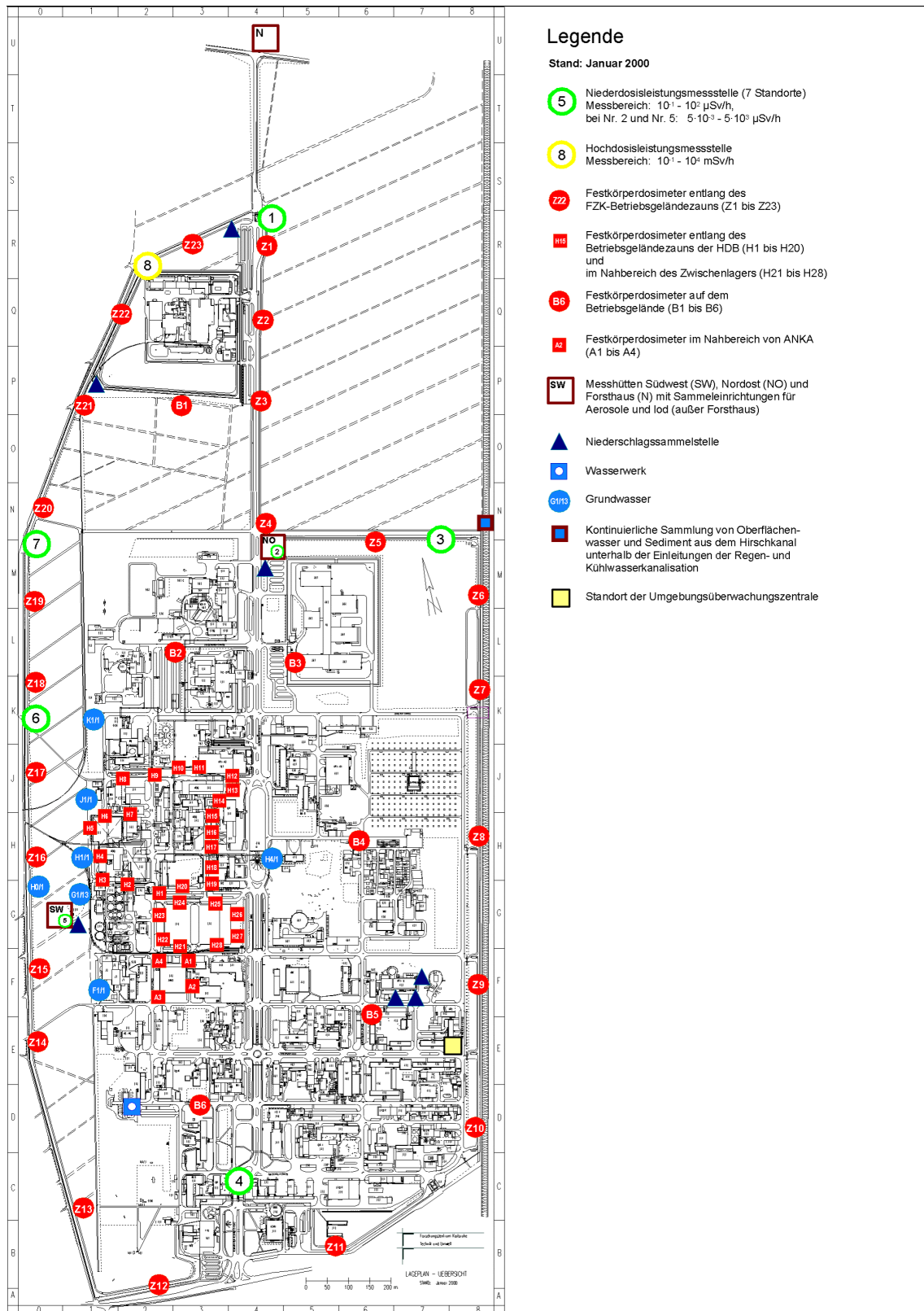


Abb. 5-10: Lageplan der Mess- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung außerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe



Lageplan der Mess- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung innerhalb 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:

Direktmessung der Strahlung	Radioaktivitätsmessungen
Außenstationen	Luft
Festkörperdosimeter	Niederschlag
Monitoranlage auf dem Betriebsgelände	Boden
	Bodenoberfläche
	Bewuchs
Messfahrten γ -Ortsdosisleistung	Pflanzliche Nahrungsmittel
Aerosole	Oberflächenwasser
Bodenoberfläche	Sediment
Boden	Grund- und Trinkwasser

5.3.1 Ergebnisse der Routineüberwachung im Jahr 2000

M. Vilgis, F. Milbich-Münzer, W. Bohn

5.3.1.1 Direktmessung der Strahlung

Zur Direktmessung der Strahlung befinden sich zwei On-line-Systeme im Einsatz. Das eine System, die Monitoranlage, dient der Überwachung der Ortsdosisleistung entlang des betrieblichen Überwachungsbereichs, das andere System, die Außenstationen, dient der Überwachung in den umliegenden Ortschaften. Im Jahr 2000 wurde durch die Monitoranlage keine Überschreitung der Warnschwelle von $0,5 \mu\text{Sv/h}$ registriert. Bei den Außenstationen wurden keine erhöhten Dosisleistungsmesswerte registriert. In Abb. 5-12 sind die mittleren wöchentlichen Ortsdosisleistungen im Jahr 2000 an den Außenstationen der nächstgelegenen Ortschaften und an der Station „Forsthaus“ dargestellt. Der Schwankungsbereich der Ortsdosisleistung lag zwischen 67 und 98 nSv/h. Die geringen Unterschiede des Strahlungspegels werden im wesentlichen durch standortspezifische Parameter bestimmt.

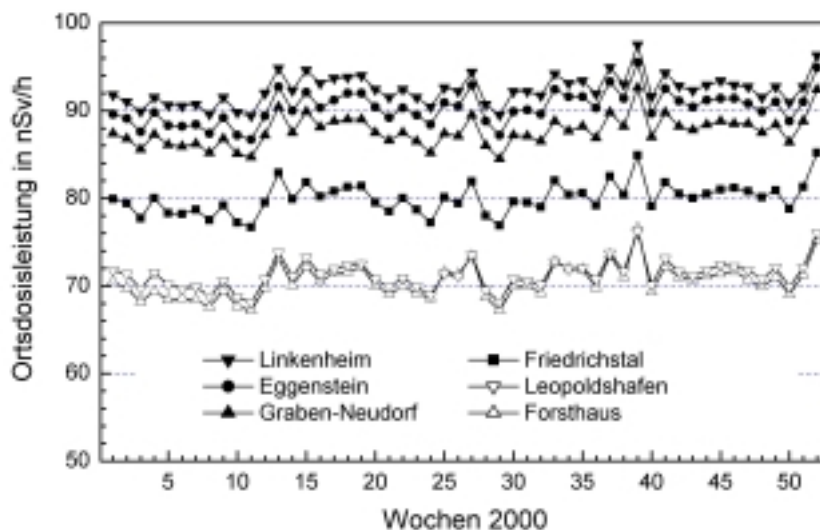


Abb. 5-12: Mittlere wöchentliche γ -Ortsdosisleistung im Jahr 2000 in den nächstgelegenen Ortschaften und am „Forsthaus“

Die niedrigste Dosisleistung wird am „Forsthaus“ (einzelnes Gebäude, von Wald umgeben) gemessen. Dies wird auch durch die Messung der Ortsdosis mittels Thermolumineszenzdosimetern bestätigt. Die Ortsdosis an den 23 Messorten entlang des Zauns des Betriebsgeländes lag im Be-

reich von 0,57 bis 0,73 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,62 mSv/a (s. Abb. 5-13). Die Messwerte der 23 Umgebungsdosimeter in den umliegenden Ortschaften reichten von 0,54 bis 0,83 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,63 mSv/a. Der hier etwas größere Schwankungsbereich ist auf größere Unterschiede standortspezifischer Parameter zurückzuführen.

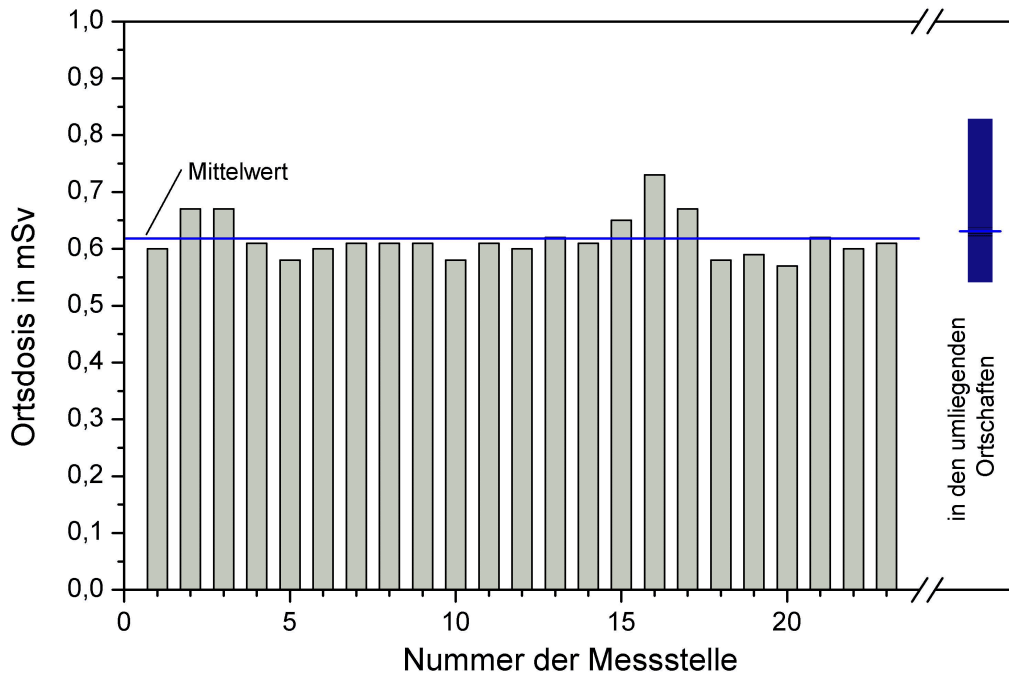


Abb. 5-13: Messwerte der Ortsdosismessungen entlang des Geländezaunes und Schwankungsbereich der Messwerte im Jahr 2000 in den umliegenden Ortschaften

5.3.1.2 Radioaktivitätsmessungen

Wöchentlich werden die Aerosolfilter, die in den drei Messhütten kontinuierlich bestaubt werden, gewechselt. Zusätzlich zur Messung der langlebigen α - und β -Gesamtaktivität aller Einzelfilter erfolgen vierteljährlich γ -spektrometrische Untersuchungen und Plutoniumanalysen an Quartalsmischproben der Filter. Im Jahr 2000 lagen alle durch γ -Spektrometrie bestimmten Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide unter der Nachweisgrenze (z. B. von $10 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Cs-137). Die Aktivitätskonzentration des natürlichen Radionuklids Be-7 schwankte zwischen 2,5 und $5,6 \text{ mBq}/\text{m}^3$. Im dritten und vierten Quartal wurden an der Messhütte Forsthaus Plutoniumspuren in der Luft nachgewiesen (Messergebnisse siehe Kap. 5.4.1). In allen anderen Quartalsproben lagen die Plutonium-Aktivitätskonzentrationen unterhalb der Erkennungsgrenze.

An insgesamt sieben Stellen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums (s. Abb. 5-11) wird Niederschlag zur Überwachung auf Radioaktivität gesammelt. Eine weitere Sammelstelle in Durlach dient als Referenzstelle. Im Jahr 2000 betrug die über alle sieben Sammelstellen gemittelte Jahresniederschlagsmenge 779 mm. Im Niederschlag wurden bei der γ -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 von $2 \text{ Bq}/\text{l}$ und $13 \text{ Bq}/\text{l}$.

Tab. 5-14 enthält eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der in den Jahren 1999 und 2000 gemessenen spezifischen Aktivitäten in Boden- und Sedimentproben. Aufgeführt sind außer dem natürlichen Radionuklid K-40 nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 1999 und 2000 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. Die Sedimentproben werden im Rhein-niederungskanal und Hirschkanal kontinuierlich in sogenannten Sedimentsammelkästen aufgefangen, die monatlich geleert werden.

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. 5-15) 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. 5-14). Außerdem wurde die spezifische Aktivität im Boden an vier Stellen auch durch In-situ-Gammaspektrometrie ermittelt.

Eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der in den Jahren 1999 und 2000 gemessenen spezifischen Aktivitäten in Nahrungsmitteln gibt Tab. 5-15. Aufgeführt wurden nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 1999 und 2000 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			
		2000		1999	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Boden (0-5 cm)	K-40	450	680	520	610
	Cs-134	0,25	< 0,35	0,23	< 0,40
	Cs-137	8,5	64	9,7	53
	Sr-90	2,0	3,6	0,35	2,3
	Pu-238	< 0,01	0,21	0,01	0,14
	Pu-239/240	0,09	1,0	0,11	0,61
Boden (In-situ-Gamma- Spektrometrie)	K-40	280	370	300	340
	Cs-134	< 2,0	< 2,2	< 1,9	< 2,1
	Cs-137	6,3	9,0	10	15
Sediment (Rhein- niederungskanal unterhalb Einleitung)	K-40	330	420	350	450
	Cs-134	< 1,5	< 2,2	< 1,4	< 1,9
	Cs-137	33	35	19	39
	Pu-238	0,13	0,29	0,15	0,83
	Pu-239/240	0,36	0,53	0,37	1,1
Sediment (Hirschkanal)	K-40	600	670	330	610
	Co-60	1,7	2,2	1,6	< 4,9
	Cs-134	< 2,1	< 2,2	1,6	< 3,5
	Cs-137	200	280	290	400
	Am-241	< 7,0	11	7,2	< 16

Tab. 5-14: Schwankungsbereiche der spezifischen Aktivität in Boden und Sediment

überwachtes Medium	Nuklid	spezifische Aktivität in Bq/kg Frischsubstanz			
		2000		1999	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Wurzelgemüse	K-40	21	59	32	110
	Cs-137	< 0,02	< 0,04	< 0,02	< 0,04
	Sr-90	< 0,03	< 0,17	0,03	0,19
Getreide	K-40	93	100	93	110
	Cs-137	< 0,07	< 0,08	< 0,05	< 0,07
	Sr-90	0,45	0,49	0,25	0,71
Blattgemüse	K-40	22	120	31	110
	Cs-137	< 0,02	< 0,06	< 0,02	< 0,09
	Sr-90	0,21	0,43	0,10	0,47

Tab. 5-15: Schwankungsbereiche der spezifischen Aktivität in Nahrungsmitteln

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 2000 zwischen der Nachweisgrenze (2 Bq/l) und 47 Bq/l. Die H-3-Aktivitätskonzentrationen des Grund- und Trinkwassers der Wasserwerke Tiefgestade, Linkenheim, Hardtwald, des Forschungszentrums und der Beobachtungsbrunnen zwischen dem Forschungszentrum und Linkenheim lagen zwischen 2 und 4 Bq/l. Die Einzelmesswerte der H-3-Aktivitätskonzentration des Trinkwassers aus dem Wasserwerk Linkenheim entsprachen mit ca. 3 bis 4 Bq/l denen des Vorjahrs (siehe Abb. 5-14). Die Werte des Trinkwassers aus dem Wasserwerk Tiefgestade lagen auch im Jahr 2000 auf dem Niveau der Werte des Trinkwassers von der Referenzstelle Karlsruhe-Hardtswald.

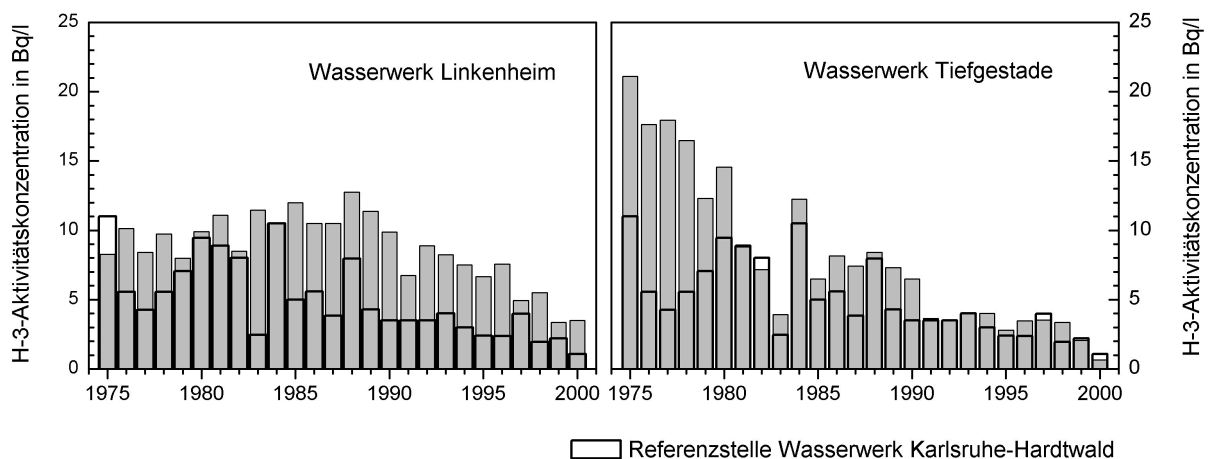


Abb. 5-14: Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser aus benachbarten Wasserwerken von 1975 bis 2000

Im Grundwasser aus Trinkwassereigenversorgungen von den Standorten der Aussiedlerhöfe in der Nähe des Rheinniederungskanaals (siehe Abb. 5-10) bei Liedolsheim (G) und zwischen Rußheim und Rheinsheim (Abb. 5-15, A und B) wird vierteljährlich die H-3-Aktivitätskonzentration bestimmt. Die H-3-Aktivitätskonzentrationen schwankten im Jahr 2000 zwischen der Nachweisgrenze und 74 Bq/l. Bei den Aussiedlerhöfen A und B ist die H-3 Aktivitätskonzentration gegen-

über den Vorjahren weiter gesunken (Abb. 5-15). Die Werte des Aussiedlerhofes G liegen bei ca. 2 Bq/l (Messungen seit 1993).

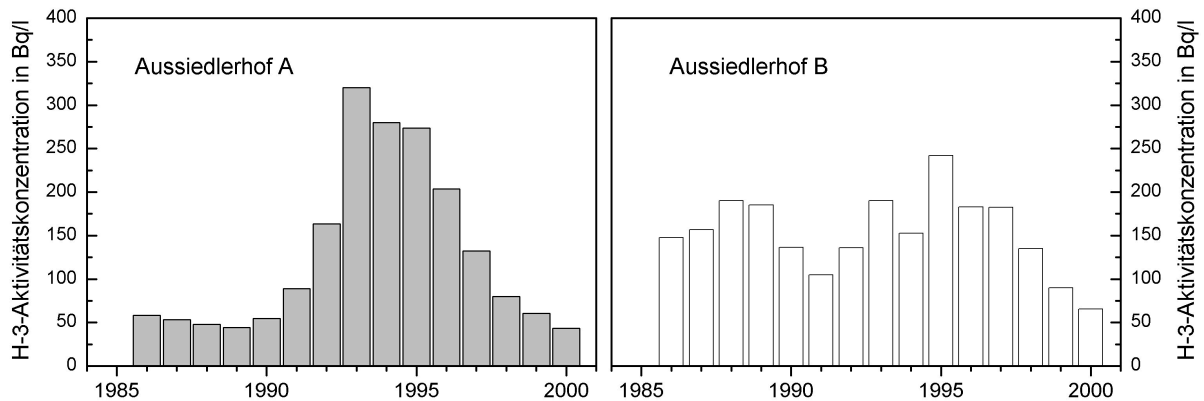


Abb. 5-15: Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Grundwasser von Trinkwasser-eigenversorgungen entlang des Rheinniederungskanals von 1986 bis 2000

Die Kühl- und Regenwässer des Forschungszentrums werden über die Sandfänge 1 bis 6 in den Hirschkanal abgeleitet (siehe Abb. 5-11). Das Oberflächenwasser des Hirschkanals unterhalb von Sandfang 6 wird kontinuierlich beprobt. Die H-3-Aktivitätskonzentration lag bei 13 % der Wochenmischproben geringfügig oberhalb, sonst unterhalb der Erkennungsgrenze von 1,5 Bq/l.

Unterhalb der Einleitungsstelle der Abwässer des Forschungszentrums in den Rheinniederungskanal werden kontinuierlich Wasserproben gesammelt. Die Wochenwerte der H-3-Aktivitätskonzentration schwankten im Jahr 2000 zwischen 2 und 340 Bq/l. In Abb. 5-16 sind der zeitliche Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal im Jahr 2000 und die Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal seit dem Jahr 1985 dargestellt. Im Jahr 2000 lag der Jahresmittelwert mit 59 Bq/l bei 1,2 % des Wertes von 1985.

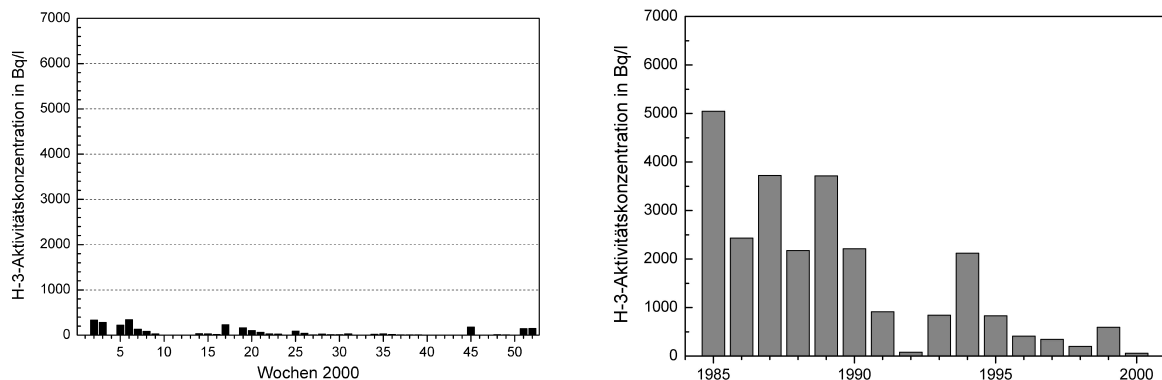


Abb. 5-16: Wochenwerte im Jahr 2000 und Jahresmittelwerte in den Jahren 1985 bis 2000 der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal (400 m unterhalb der Einleitungsstelle)

Vierteljährlich werden außerdem vier Baggerseen und zwei kleinere Gewässer beprobt, die zum Teil eine direkte Verbindung zum Rheinniederungskanal haben. Ihre H-3-Aktivitätskonzentrationen schwankten im Jahr 2000 zwischen 2 und 75 Bq/l.

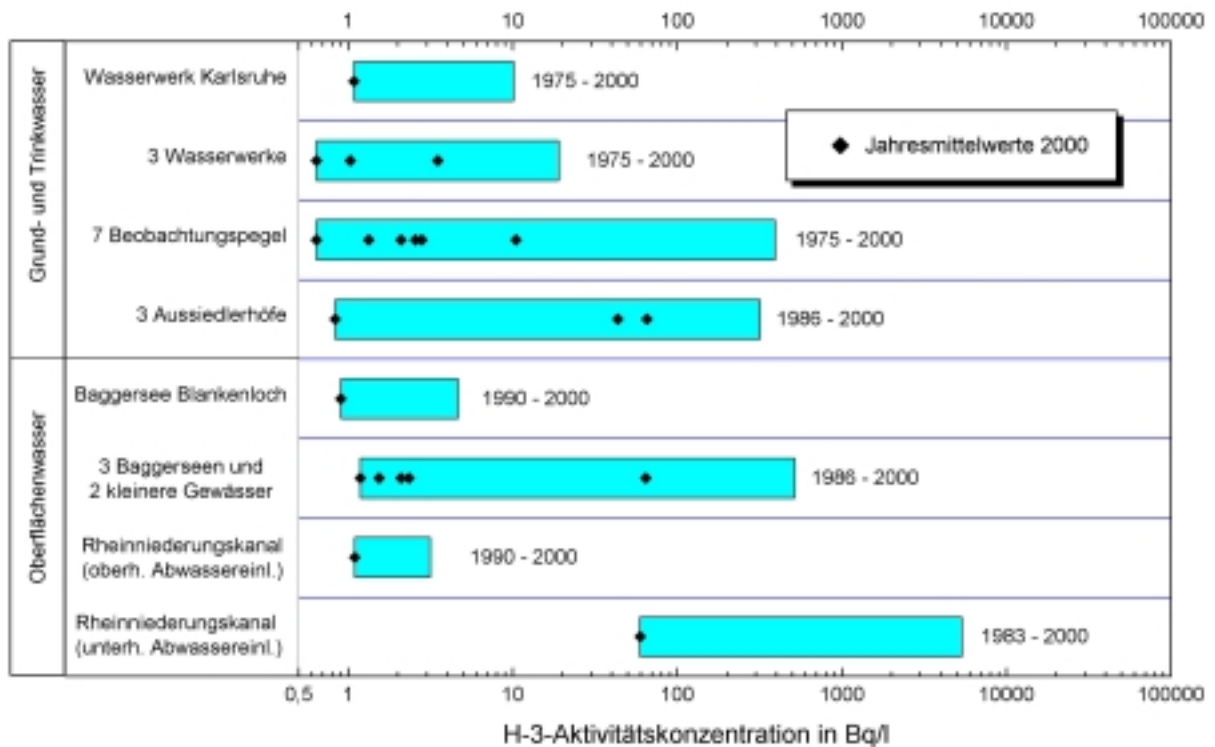


Abb. 5-17: Schwankungsbereiche der Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration von Grund- und Trinkwasser und Oberflächenwasser

Die horizontalen Balken in Abb. 5-17 zeigen die Schwankungsbereiche der Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration der Wasserarten von Probenentnahmestellen im Bereich des Rheinniederungskanals (s. Abb. 5-10). Da die Probenentnahmestellen zu unterschiedlichen Zeitpunkten in das Umgebungsüberwachungsprogramm aufgenommen wurden, ist jeweils der Zeitraum, für den die Werte dargestellt sind, angegeben. Für fast alle Wasserarten ist gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang der Werte festzustellen. Der Jahresmittelwert im Rheinniederungskanal unterhalb der Abwassereinleitungsstelle war im Jahr 2000 deutlich niedriger als im Vorjahr.

5.3.1.3 Messfahrten

Im Rahmen des Störfalltrainingsprogramms werden monatliche Messfahrten zu wechselnden Mess- und Probenentnahmeorten durchgeführt. Die in der Zentralzone (Abb. 5-18) 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 der HS-US. Alle Messergebnisse entsprachen der Erwartung und zeigten keinerlei Auffälligkeiten.



Abb. 5-18: Mess- und Probenentnahmeorte in den Sektoren der Zentralzone gemäß dem Katastropheneinsatzplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe

5.4 Chemische Analytik

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 im Freimeßlabor radiochemische Analysen durchgeführt. Aufgabe des Freimeßlabors ist es, alle Aktivitätsmessungen und nuklidspezifischen Analysen durchzuführen, die im Rahmen der Freigabe radioaktiver Reststoffe aller Art erforderlich sind und vor Ort nicht durchgeführt werden können. Für die Abluft-, Abwasser- und Umgebungsüberwachung des Forschungszentrums werden verschiedene Radionuklide im Low-level-Bereich mittels radiochemischer Analysenverfahren aus verschiedenen Probenmaterialien wie Aerosolfiltern, Pflanzen, Böden, Sedimenten, Fischen, Lebensmitteln und Wasser abgetrennt und nuklidspezifisch gemessen. Routinemäßig werden die Radionuklide Pu-238, Pu-239/240, Pu-241, Am-241, Cm-242, Cm-244, Sr-89, Sr-90, C-14, S-35 und K-40 erfasst. Im Freimeßlabor 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 radiochemisch bestimmt werden. Zu den Aufgaben der Gruppe gehören die Beschaffung der benötigten radioaktiven Stoffe, die Herstellung von Kalibrierstandards und die Bilanzierung des Bestands an radioaktiven Stoffen für die Abteilung HS-US. Neben Arbeiten zur Qualitätssicherung werden Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung bestehender Verfahren und zur Einführung neuer Methoden geleistet. Neben diesen Aufgaben werden nuklidspezifische Bestimmungen gegen Berechnung auch für externe Auftraggeber durchgeführt. Zur Überprüfung von Geräten und Methoden wurde an verschiedenen Ringversuchen und Vergleichsmessungen mit durchweg sehr guten Ergebnissen teilgenommen.

5.4.1 Radiochemische Arbeiten

M. Pimpl, U. Götz (HDB), U. Malsch (HDB), P. Perchio, S. Vater, D. Wanitzek

Die im Laufe des Jahres 2000 insgesamt durchgeführten Laborarbeiten sind in Tab. 5-16 aufgelistet. Abb. 5-19 vermittelt einen Überblick über den zeitlichen Aufwand für die 2000 angefallenen radiochemischen Arbeiten.

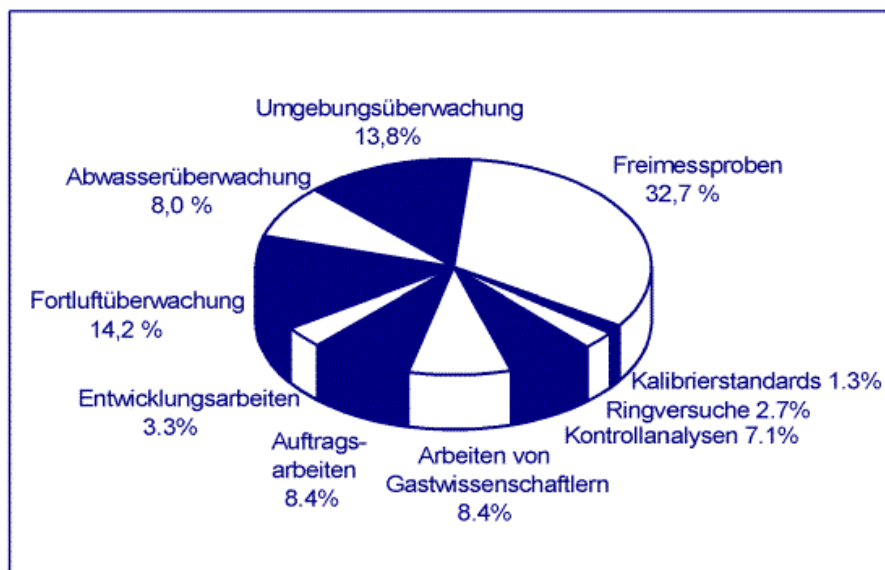


Abb. 5-19: Aufteilung der radiochemischen Arbeiten nach Zeitaufwand im Jahr 2000

Tätigkeitsgebiet	Art der Analysen	Anzahl der Bestimmungen
Umgebungsüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	23
	Sr-89, Sr-90	13
	K-40	186
Abwasserüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	12
	Pu-241	12
	Sr-89, Sr-90	36
	C-14, S-35	je 12
	α -Bruttomessungen	12
Fortluftüberwachung	C-14	308
	Sr-89, Sr-90	10
Freimesslabor	U-238, U-235, U-234	21
	Pu-238, Pu-239/240	29
	Pu-241	29
	Am-241, Cm-242, Cm-244	11
	Sr-89, Sr-90	22
	Fe-55, Ni-63	25
	C-14	21
	H-3 (Ausheizen)	98
	H-3 (Austausch)	972
Kalibrierstandards	K-40, Pu-236, Pu-241, Sr-90	14
	Pb-210, Ra-226	
	LSC (Fe-55, Ni-63)	30
Kontroll- und Vergleichsanalysen	Sr	13
	Pu (α -Strahler)	10
	Pu-241	8
	Pb-210	6
	C-14, S-35	je 2
	H-3 (Ausheizen)	4
	Fe-55, Ni-63	3
	Blindelektrolysen	189
Ringversuche	U, Am	je 4
	Sr	6
	Fe-55, Ni-63	je 4
Entwicklungsarbeiten	Am/Cm	8
	Sr	20
Gastwissenschaftler	Pu	15
	U	10
	Sr	15
	Ra-226, Po-210	je 9

Tab. 5-16: Arbeiten der Gruppe „Chemische Analytik“ im Jahr 2000

Im Berichtszeitraum wurde von der Gruppe „Chemische Analytik“ wöchentlich die Fortluft der Verbrennungsanlage der HDB (Bau 536), der LAW-Eindampfanlage (Bau 545), der stillgelegten

MAW-Eindampfanlage (Bau 555), den Anlagen zur Gerätedekontamination und Verschrottung der HDB (Bau 548 Ost und West) und des MZFR (Bau 920c) auf C-14 überwacht.

Zur Bilanzierung der im Jahr 2000 mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe wurden in Monatsmischproben aus den Endbecken der Kläranlage Pu- und Sr-Isotope radiochemisch bestimmt. In den gleichen Proben wurden außerdem C-14 und S-35 bestimmt. Für S-35 konnten keine Werte oberhalb der Erkennungsgrenze ermittelt werden, die zwischen 5,4 und 6,7 Bq/l lag. Anders als in den Vorjahren wurden im Jahr 2000 keine messbaren Konzentrationen an C-14 in den Monatsmischproben gefunden, die Erkennungsgrenze betrug bei allen Messungen 1,7 Bq/l. Die Überwachung der Plutoniumkonzentrationen der bodennahen Luft brachte ein mit den Vorjahren vergleichbares Resultat. Die Ergebnisse der Plutoniumbestimmungen der an den Aerosolsammelstellen „Forsthaus“, Messhütte „Nordost“ und Messhütte „Südwest“ je Quartal gesammelten Proben lagen mit wenigen Ausnahmen unter den erreichten Erkennungsgrenzen, die zwischen 0,06 und 0,12 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ lagen. An der Sammelstelle „Forsthaus“ wurden im dritten und vierten Quartal 2000 Plutoniumwerte gemessen. Die Werte des dritten Quartals lagen etwa um den Faktor 5 für Pu-238 und den Faktor 17 für Pu-239/240 über der Erkennungsgrenze von 0,38 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Pu-238 und 1,37 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Pu-239/240. Im vierten Quartal lag der Wert für Pu-238 unter der Erkennungsgrenze von 0,08 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Der Wert für Pu-239/240 betrug 0,29 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Zusätzlich wurden Auftragsarbeiten für kerntechnische Anlagen durchgeführt, die nach einer aufwandsbezogenen Gebührentabelle in Rechnung gestellt wurden. Im Jahr 2000 entfielen auf Auftragsarbeiten folgende Analysen: Monatliche Sr-89/90-Analysen von Abwasserproben des Kernkraftwerks Obrigheim sowie vierteljährliche Sr-89/90-Analysen und Alphabruttomessungen von Abwasserproben des Gemeinschaftskernkraftwerks Neckar, sowie vierteljährliche Sr-89/90-Analysen von Fortluftfiltern für das Hochtemperatur-Kernkraftwerk Hamm.

5.4.2 Bestimmung der Plutonium- und Strontiumableitungen mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 2000

M. Pimpl, D. Wanitzek

Zur Bilanzierung der mit dem Abwasser in den als Vorfluter dienenden Rheinniederungskanal abgeleiteten Aktivitäten an Sr-89, Sr-90, Pu-238, Pu-239/240 und Pu-241 werden die Konzentrationen dieser Nuklide in Monatsmischproben aus den Endbecken der Kläranlage gemessen. Die Herstellung der Monatsmischproben erfolgt mengenproportional. Hierzu werden jeweils entsprechende Teilmengen der einzelnen, während eines Monats abgeleiteten Abwasserchargen entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt.

Die nuklidspezifischen Analysen erfolgen monatlich an Teilmengen der jeweiligen Monatsmischproben. Radiostrontium wird als Sulfat aus der Probe abgetrennt. Nach radiochemischer Reinigung wird der Aufbau von Y-90 abgewartet, dieses als Oxalat abgetrennt und im Low-level- β -Messplatz gemessen. Die Plutoniumisotope werden gemeinsam aus der Probe extrahiert, radiochemisch gereinigt und in einer Elektrolysezelle durch Elektrodeposition auf Edelstahlplättchen abgeschieden. Die α -Strahler Pu-238 und Pu-239/240 werden α -spektrometrisch bestimmt, der niederenergetische β -Strahler Pu-241 wird im Flüssigszintillationsspektrometer gemessen.

Die im Jahr 2000 erfolgten monatlichen Aktivitätsabgaben von Plutonium und Sr-90 mit dem Abwasser des Forschungszentrums in den Vorfluter sind Tab. 5-17 zu entnehmen. Abb. 5-20 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Plutonium- und Strontiumableitungen in den Vorfluter seit 1986. Die Strontiumableitungen haben sich gegenüber 1999 nahezu halbiert.

Monat	Emissionsraten in MBq/Monat			
	Pu-238	Pu-239/240	Pu-241	Sr-90
Januar	< 0,010	< 0,010	< 0,7	0,5
Februar	< 0,017	0,017	< 1,2	1,4
März	0,014	< 0,011	1,1	0,5
April	< 0,013	< 0,013	< 1,0	1,6
Mai	< 0,010	< 0,010	< 0,8	0,8
Juni	0,069	< 0,067	5,4	1,1
Juli	< 0,010	< 0,010	< 0,9	0,9
August	< 0,033	< 0,033	< 2,9	0,8
September	< 0,14	< 0,014	< 10,5	0,4
Oktober	0,016	0,009	< 0,8	2,9
November	< 0,030	< 0,030	< 2,2	0,6
Dezember	< 0,011	< 0,011	< 1,0	0,4

Tab. 5-17: Emissionsraten mit dem Abwasser des Forschungszentrums im Jahr 2000

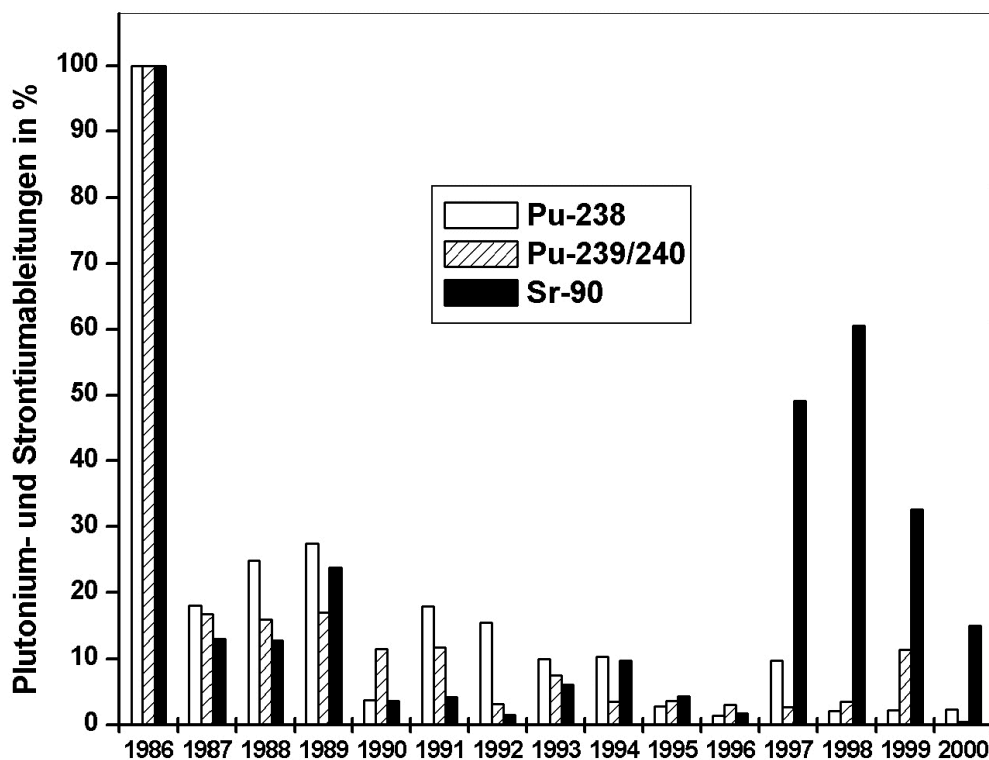


Abb. 5-20: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum abgeleiteten Aktivitäten an Pu-238, Pu-239/240 und Sr-90 von 1986 bis 2000 (Ableitungen von 1986: 100 %)

5.5 Das Freimesslabor

Chr. Wilhelm, M. Pimpl

Beim Abbau kerntechnischer Anlagen fallen radioaktive Reststoffe an. Diese sind nach § 9a Atomgesetz vom Betreiber schadlos zu verwerten oder als radioaktive Abfälle geordnet zu entsorgen. Voraussetzung für eine Wiederverwertung ist die sogenannte Freigabe der entsprechenden Reststoffe. Freigabe bedeutet in diesem Zusammenhang die Entlassung der Reststoffe aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes. Dies geschieht durch die Bestimmung der Oberflächenaktivität und der massenspezifischen Aktivität des Probengutes und einem anschließenden Vergleich mit behördlich vorgegebenen Grenz- oder Richtwerten. Für diesen Vorgang hat sich der Begriff der „Freimessung“ eingebürgert. Abhängig vom Material, der Oberflächenbeschaffenheit und dem physikalischen Zustand der Probe müssen für die Aktivitätsbestimmung unterschiedliche Messverfahren angewendet werden. Je nach Herkunft und Vorgeschichte des freizugebenden Materials genügt eine einfache Aktivitätsmessung vor Ort, oder aber es ist eine nuklidspezifische Aktivitätsbestimmung mittels Gammaskopimetrie erforderlich. In manchen Fällen kann auch zusätzlich eine nuklidspezifische Analyse von solchen Radionukliden notwendig sein, die durch Gammaskopimetrie nicht erfasst werden. Beispielsweise müssen Alpha-Strahler und reine Beta-Strahler nach Aufschluss von repräsentativen Proben radiochemisch abgetrennt, gereinigt und zur Messung präpariert werden, ehe ihr Aktivitätsgehalt im Probenmaterial durch Alpha- bzw. Beta-Aktivitätsmessung ermittelt werden kann. Das in Zusammenarbeit mit der HDB seit 1995 betriebene Freimesslabor der HS-US übernimmt in diesem Anforderungskatalog alle Aktivitätsbestimmungen, die nicht vor Ort erfolgen können. Die Anzahl der im Freimesslabor in den Jahren 1995 bis 2000 durchgeführten Analysen zeigt Abb. 5-21.

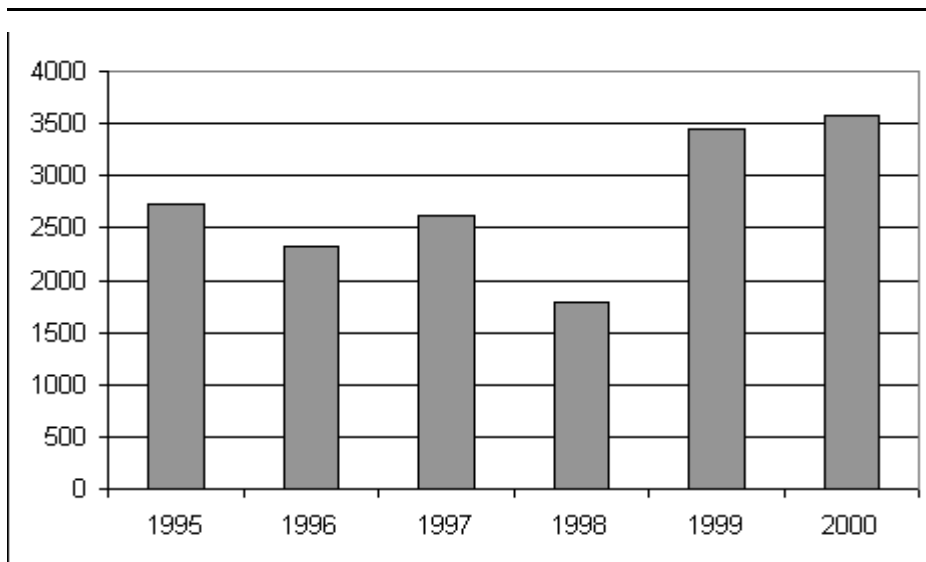


Abb. 5-21: Anzahl der im Freimesslabor durchgeführten Analysen in den Jahren 1995 - 2000

Im Freimesslabor wurden auch im Jahr 2000 ausschließlich forschungszentrumsinterne Aufträge bearbeitet. Beim Rückbau der kerntechnischen Anlagen MZFR und KNK fiel wiederum eine große Anzahl von Bauschutt- und Metallproben an, die einer Freigabemessung zu unterziehen waren. Weitere nuklidspezifische Bestimmungen waren beim Rückbau der Anlage zur MAW-Eindampfung, des Behältergebäudes und des Lösemittelagers der HDB nötig.

5.5.1 Physikalische Direktmessverfahren

Chr. Wilhelm, S. Kaminski (HDB), Ch. Stickel, R. Maier, F. Milbich-Münzer, H. Genzer

Unter den physikalischen Direktmessverfahren sind solche radiometrische Messverfahren zu verstehen, die keiner chemischen Probenvorbereitung bedürfen. Die im Freimesslabor angewandten Verfahren sind: Gammaskpektrometrie (50 bis 2 000 keV), niederenergetische Gammaskpektrometrie (10 bis 150 keV), Flüssigszintillationsspektrometrie bei H-3, C-14, P-32 oder S-35 in wässrigen Lösungen sowie bei H-3 oder C-14 auf Wischtestproben und Alpha-Beta-Gesamtaktivitätsmessungen. Sie werden in der Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ durchgeführt.

In Tab. 5-18 sind Art und Anzahl der im Jahr 2000 im Rahmen des Freimesslabors mittels Direktmessverfahren durchgeführten Analysen wiedergegeben.

Analyseverfahren	Anzahl der Analysen im Jahr 2000
Gammaskpektrometrie	
• Schnellanalysen (100 min Messzeit)	53
• Low-Level- Analysen (1000 min Messzeit)	1820
Flüssigszintillationsmessungen	
• an Flüssigkeiten	62
• an Wischtests	384
α/β -Gesamt-Aktivitätsmessungen	2

Tab. 5-18: Anzahl der Analysen mittels Direktmessverfahren im Jahr 2000 im Rahmen des Freimesslabors

5.5.2 Chemische Arbeiten und Bestimmungen

U. Götz (HDB), U. Malsch (HDB), M. Pimpl

Die Zahl der angelieferten Proben, in denen Radionuklide nach radiochemischer Abtrennung nuklidspezifisch zu bestimmen waren, belief sich 2000 auf 277 und hat sich gegenüber dem Vorjahr mehr als verdoppelt. Hinzu kamen 972 Proben, hauptsächlich Bauschutt und Metallspäne, in denen lediglich H-3 in Form von austauschbarem HTO zu bestimmen war. In Tab. 5-19 sind die Probenmaterialien und die angelieferten Stückzahlen zusammengestellt.

Da die Bestimmung von austauschbarem H-3 einfach und hinsichtlich des Zeitaufwands mit den Bestimmungsverfahren anderer Radionuklide nicht vergleichbar ist, sind diese Messungen separat ausgewiesen. Tab. 5-19 vermittelt zudem eine Übersicht über die zu bestimmenden Radionuklide und die durchgeführten Analysenzahlen. Zur Absicherung der Ergebnisse wurden auch 2000 zahlreiche Vergleichs- und Blindanalysen durchgeführt. Etwa 95 % des zeitlichen Aufwands für radiochemische Bestimmungen im Freimesslabor entfielen auf Proben aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (MZFR, WAK, KNK). Nur etwa 5 % des gesamten Zeitaufwands entfielen auf kleinere Aufträge anderer interner Auftraggeber.

Probenmaterialien	Anzahl
Metallische Proben	56 + 78 für H-3 (Austausch)
Bauschutt-Proben	210 + 860 für H-3 (Austausch)
Wischtest-Filter, Isoliermaterial, etc	11 + 34 für H-3 (Austausch)
durchgeführte Bestimmungen	
H-3 (Ausheizen)	98
H-3 (Austausch)	972
Fe-55	25
Ni-63	25
C-14	21
Sr-89/90	22
U (α -Strahler)	21
Pu (α -Strahler)	27
Pu-241	27
Am/Cm	11

Tab. 5-19: Zusammenstellung der untersuchten Probenmaterialien und der durchgeführten Bestimmungen

6 Werkschutz

von Holleuffer-Kypke

6.1 Anmeldung und Zugang

Im Jahr 2000 wurden 3 642 neue Betriebsausweise ausgestellt und 4 014 Betriebsausweise eingezogen. Zum Stichtag 31.12.2000 befanden sich damit 10 737 Betriebsausweise im Umlauf. Die Verteilung der Betriebsausweise nach den einzelnen Einrichtungen ist in Tab. 6-1 aufgelistet.

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 1 905 Anträge für Zutritt und Arbeiten außerhalb der Regelarbeitszeit für Fremdfirmenangehörige bearbeitet.

Im Berichtszeitraum erstellte das Personal der Anmeldung 41 795 Besucherausweise (1999: 40 440) und 369 Gruppenpassierscheine (1999: 408) für den Zutritt zum Gelände. Dazu kommen 191 Sonderzutritte (1999: 116) für Kinder unter 16 Jahren, die von den zuständigen Verantwortlichen der besuchten Organisationseinheit erteilt wurden. Für kurzfristig im Forschungszentrum eingesetzte Fremdfirmenangehörige wurden 645 befristete Ausweise (1999: 847) ausgestellt. Über Kurse im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt kamen 1 990 Gäste (1999: 2 293) ins Gelände. Durch die Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit und andere Organisationseinheiten wurden 163 Besuchergruppen (1999: 270) angemeldet und betreut.

An der Lieferzufahrt wurden im Berichtszeitraum für Fremdfirmen und Anlieferer 17 877 Warendurchlasspassierscheine ausgestellt sowie 2 121 Anlieferungen/Abholungen von Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen bearbeitet. Die im Forschungszentrum tätigen Fremdfirmen hielten sich weitgehend an die Ordnungs- und Kontrollbestimmungen.

Einrichtung	Personenstatus	
	aktiv	Ruhestand
Forschungszentrum	3 662	1 884
FIZ	293	48
ITU	263	98
KBG	31	144
KHG	24	2
Universität	362	-
WAK	250	136
Gäste	116	-
Fremdfirmen	3 421	-

Tab. 6-1: Betriebsausweise

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 12 Fundgegenstände abgegeben. Davon konnten keine Gegenstände den rechtmäßigen Besitzern ausgehändigt werden. Die nicht abgeholten Fundsachen wurden der zuständigen Gemeindeverwaltung übergeben.

6.2 Werkschutzbereiche

Zur Gewährleistung der Ordnung und Sicherheit für den Betrieb und die Belegschaft unterhält das Forschungszentrum Karlsruhe einen Werkschutz. Der Werkschutz kontrolliert den Zugang an den Toren, bestreift die Gebäude und die nicht zu kerntechnischen Inseln gehörenden Lagerbereiche bzw. Freigelände. In der Streifentätigkeit beobachtet der Werkschutz die Einhaltung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes, des vorbeugenden Brandschutzes und des Umweltschutzes. Zusätzlich kontrolliert der Werkschutz auf Anforderung wissenschaftlich-technische Experimente. Bei Störungen oder Ausfall der Experimentieranlage wird gemäß der Handlungsvorgabe der zuständigen Versuchsleiter verfahren.

In der Alarmzentrale sind im Berichtsjahr 1 854 Alarm- und Störmeldungen eingegangen und bearbeitet worden. Im Einzelnen waren es folgende Meldungen, getrennt nach Auslösungsursache:

allgemeine Meldungen	989	technische Überwachungen	534
Brandmelder	209	Objektsicherung	99
Strahlenschutz	14	Alarm-Übungen	9

Dies führte zu insgesamt 3 567 Einsätzen von Einsatzgruppen.

Wartung	637	Betriebsverantwortliche	388
Werkschutz	1595	Einsatzleiter vom Dienst	260
Feuerwehr	277	Rufbereitschaften	226
Sankra-Deko	130	Strahlenschutz	54

Alle in der Alarmzentrale eingesetzten Mitarbeiter wurden auch im Jahr 2000 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

Zum vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz sowie zur Behebung akuter Notsituationen unterhält die Forschungszentrum Karlsruhe GmbH eine Werkfeuerwehr, deren Stärke 24 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 nicht aus, wird die Rufbereitschaft der Werkfeuerwehr alarmiert oder Überland-

hilfe angefordert. Im Berichtszeitraum kam es zu 315 feuerwehrtechnischen Einsätzen. Der Anteil der Einsätze an einem Brand war dabei nur 4,8 %. Im Einzelnen waren es folgende Einsätze:

Technische Hilfeleistung	82	Brandmeldealarne	173
Personenbefreiung aus Aufzügen	15	Einsätze zur Tierrettung	6
Brandeingsätze	15	Hilfeleistung bei Verkehrsunfällen	3
Brandsicherheitswache	15	Überlandhilfe	6

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

Handfeuerlöscher	2 028	Überflurhydranten	159
Wandhydranten	159	Personen- u. Lastenaufzüge	240

Im vorbeugenden Brandschutzes wurden im Zentrum einschließlich WAK, ITU, KNK und MZFR 157 Orts- und Brandschutzbegehungen durch den Leiter der Werkfeuerwehr durchgeführt. Dazu kamen noch Überwachungen und Kontrollen von 378 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	19 560
Preßluftatmer gewartet und geprüft	1 420
Lungenautomaten gewartet und geprüft	804
Druckluftflaschen (Volumen < 50 l) gefüllt	2 861
Druckluftflaschen zur wiederkehrenden Prüfung vorgeführt und gefüllt	580

Die Werkfeuerwehr ist auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes für das Bestellen, Einlagern, Ausgeben und Verbuchen des notwendigen Materials zuständig, wurden 187 Beschaffungsaufträge und 487 Materialentnahmescheine bearbeitet. Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an über tausend Dienstfahrrädern des Forschungszentrums wurden von der Werkfeuerwehr 891 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	9
Ausbildung zur Brandverhütung und Brandbekämpfung mittels Handfeuerlöscher (mit insgesamt 227 Teilnehmern)	21
Atemschutzkurse (mit insgesamt 388 Teilnehmern)	33
Ausbildung in der Atemschutzübungsanlage	924

Zur Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter der Werkfeuerwehr wurden Kurse zur Qualifizierung des Einsatzpersonals u. a. an der Landesfeuerwehrschule in Bruchsal besucht. Nachfolgende Qualifikationen konnten im Berichtszeitraum erworben werden.

Strahlenschutz I	2	Kranführer u. Anschläger	1
Prüfung zum Feuerwehrmann	2	Fachlehrgang Löschwassertechnik	2
Truppmann	1	Atemschutzgerätwart/Gerätewart	2
Truppführer	1	Umweltschutz I	2
Gruppenführer im Gefahrguteinsatz	2	Fortbildung Gruppen- u. Zugführer	2

6.4 Verkehrsdienst

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. Ein Rückgang von 102 Beanstandungen im Jahr 1999 auf 88 im Jahr 2000 lässt die Einsicht und das Verantwortungsbewusstsein der Fahrzeugführer erkennen.

Mit 42 Verkehrsunfällen verringerte sich die Zahl der aufgenommenen und bearbeiteten Verkehrsunfälle gegenüber dem Vorjahr um 19 Fälle, siehe Tab. 6-2. Bei 16 Unfällen entstand ein Sachschaden unter 1000 DM, während bei 26 Unfällen der geschätzte Gesamtschaden bei 276.000 DM lag. Darüber hinaus waren sechs Unfälle zu bearbeiten, bei denen sieben Personen verletzt wurden. Acht Verkehrsunfälle mit unerlaubtem Entfernen vom Unfallort waren zu verzeichnen. Zwei Verursacher konnten ermittelt werden. In sechs Fällen musste der Schaden – insgesamt 10.000 DM – von den Geschädigten selbst getragen werden.

Monat	Anzahl der Verkehrsunfälle			Sachschaden < 1 000 DM	Sachschaden > 1 000 DM	Personenschäden
	1998	1999	2000			
Januar	3	3	1	0	1	0
Februar	0	9	11	3	8	0
März	11	4	5	5	0	0
April	4	3	7	2	5	0
Mai	2	2	2	1	1	0
Juni	8	6	0	0	0	0
Juli	6	4	2	1	1	0
August	3	6	3	0	3	0
September	5	6	2	0	2	0
Oktober	6	6	5	2	3	2
November	9	8	2	0	2	1
Dezember	5	4	2	2	0	0

Tab. 6-2: Verkehrsunfälle 2000

6.5 Schadensaufnahme

Die Zahl der gemeldeten Sachschäden liegt im Berichtszeitraum mit 65 Fällen (1999: 110) unter dem Niveau des Vorjahres, siehe Tab. 6-3. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachabteilungen wurden im Berichtsjahr 140 Betriebsunfälle und sonstige Unfälle innerhalb des Zentrums aufgenommen und untersucht.

Die Anzahl der gemeldeten Diebstähle betrug im Berichtszeitraum 22 Fälle, wobei sich der Verlust an Sachwerten auf ca. 53 800 DM beläuft. Da die Anzeigen viel zu spät bei der Schadensaufnahme eingingen, konnte nur ein Delikt aufgeklärt werden.

beschädigte Gegenstände	Jahr	bekannt gewordene Fälle	aufgeklärte Fälle	geschätzter Schaden in TDM
Kabelschäden	1998	1	1	2
	1999	7	6	28
	2000	5	5	6
Lichtmasten	1998	1	1	5
	1999	2	2	10
	2000	1	1	4
Tore, Einzäunungen, Schranken	1998	3	3	14
	1999	2	2	2
	2000	3	3	2
Gebäude, Sachschäden	1998	21	16	337
	1999	26	23	827
	2000	21	19	33
Dienst-Kfz	1998	21	21	85
	1999	32	31	86
	2000	7	7	10
Verschiedenes (Fenster, Türen, Bedachungen, Transport- und Sturmschäden)	1998	13	13	76
	1999	25	24	134
	2000	11	11	14
Fahrbahnverunreinigung durch Öl- u. Kraftstoffspuren	1998	19	7	10
	1999	16	6	7
	2000	17	7	24
Summe	1998	79	62	529
	1999	110	94	1 094
	2000	65	53	93

Tab. 6-3: Sachschäden: Einsatz der Schadensaufnahme

6.6 Schlüsselverwaltung

Die Gebäude des Zentrums sind hinsichtlich der Schließebenen in General-, Haupt-, Obergruppen-, Gruppen- und Einzelschließungen unterteilt. Aus allen Schließsystemen ergibt sich ein Bestand von 28 225 Schließzylindern und 99 682 Einzel- u. Gruppenschlüsseln (1999 98 458). Nach der Neukonzeption von Schließanlagen, die sich wegen der Errichtung von Neubauten oder durch Änderungen in Arbeitsabläufen ergaben, mussten 215 Schließzylinder und entsprechende Schlüssel neu beschafft werden. Eine große Anzahl von Schließzylindern und Schlüsseln war defekt oder abgenutzt und musste erneuert oder ausgewechselt werden.

6.7 Technische Sicherungssysteme

Für unterschiedliche sicherungsrelevante Einrichtungen im Forschungszentrum wurden die technischen Systeme vervollständigt und durch Vertreter der Genehmigungsbehörde abgenommen. Da für diese Sicherungssysteme wiederkehrende Prüfungen gemäß Atomgesetz vorgeschrieben sind, war es notwendig, ca. 600 Prüfblätter zu überarbeiten und dem Gutachter im Auftrag der Genehmigungsbehörde einzureichen.

In der Alarmzentrale wurde die zentrale Technik der Betriebsfunkanlage nach 18 Jahren Betriebsdauer und die Bediensoftware durch moderne Komponenten ersetzt. Die Bedienung und Auswertung der Signalisierung erfolgt an zwei PC-Arbeitsplätzen. Das in die Funkanlage integrierte Kennungssystem ist in der Lage, die einlaufenden digitalen Kennungs- sowie Statustelegramme von vier Kanälen anzuzeigen und zu verarbeiten. Für jeden Funkkanal kann eine Liste von bis zu 50 Teilnehmern angelegt werden. Eine Besonderheit ist die Funktion des Überwachungsmodus. Hat sich ein Funkteilnehmer mit einem Überwachungsmodus angemeldet, so wacht das System darüber, dass der Funkteilnehmer sich innerhalb einer kodierbaren Zeit (10 – 60 min) mit einem Statustelegramm meldet. Bei Ausbleiben dieses Statustelegramms wird der Funkteilnehmer bis zu drei mal angerufen. Erfolgt auch dann keine aktive Quittung, so wird am Bildschirm eine entsprechende Meldung ausgegeben, und die erforderlichen (Hilfs-) Maßnahmen werden eingeleitet.

7 Veröffentlichungen

BURGGHARDT, B.; AMBROSI, P.; RIMPLER, A.

Einsatz von Albedodosimetern zur Messung kleiner Dosen in gemischten Photonen-Neutronen-Strahlungsfeldern an Transportbehältern für hochradioaktiven Abfall. Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6217 (Februar 2000), <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6217.pdf>

DOERFEL, H.; ANDRASI, A.; BAILEY, M. R.; BIRCHALL, A.; CASTELLANI, C. M.; HURTGEN, C.; JARVIS, N.; JOHANSSON, L.; LEGUEN, B.; TARRONI, G.

Third European intercomparison exercise on internal dose assessment. Results of a research programme in the framework of EULEP/EURADOS, Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6457 (April 2000), <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6457.pdf>

DOERFEL, H.; ANDRASI, A.; CASTELLANI, C. M.; TARRONI, G.; BAILEY, M.

3rd European intercomparison exercise on internal dose assessment: needs for harmonisation. IRPA-10 : 10th International Congress of the Internat. Radiation Protection Association, Hiroshima, J, May 14-19, 2000, CD-ROM P-3a-135

DILGER, H.

Die Rolle des Strahlenschutzes beim Betrieb und bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen im Forschungszentrum Karlsruhe. 4. Internat. Symp. 'Strahlenschutz', TÜV Akademie, München, 28.-30. Juni 2000

HESSE, H.; DEMANT, W.; REICHERT, A.; WILLMANN, F.

Strahlenexposition des Personals während Abbau und Zerlegung des Primärsystems des Mehrzweckforschungsreaktors (MZFR); Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6510 (Oktober 2000) <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6510.pdf>

Radiation exposure of the personnel during dismantling and cutting of the primary system of the Karlsruhe multi-purpose research reactor (MZFR). Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6510e (Oktober 2000), <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6510e.pdf>

HUI, T. E.; ANDRASI, A.; DOERFEL, H.; CRUZ-SUAREZ, R.

An international intercomparison and biokinetic model validation of radionuclide intake assessment: results of an IAEA co-ordinated research project. Harmonization of Radiation, Human Life and the Ecosystem : Proc. of the 10th Internat. Congress of the Internat. Radiation Protection Association (IRPA-10), Hiroshima, J, May 14-19, 2000, CD-ROM P-3a-134

HURTGEN, C.; ANDRASI, A.; BAILEY, M. R.; BIRCHALL, A.; CASTELLANI, C. M.; DOERFEL, H.; JOHANSSON, L.; LEGUEN, B.; TARRONI, G.

Database on radionuclides in workplaces. Version 2.0. BLG-839 (2000)

KOELZER, W.

Jahresbericht 1999 der Hauptabteilung Sicherheit. Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6430 (Mai 2000), <http://hsassun2.fzk.de/hs/jb/jb1999/>

LUCIANI, A.; POLIG, E.

Verification and modification of the ICRP-67 model for plutonium dose calculation. Health Physics, 78 (2000) S. 303-10

MANDL, B.; BRAND, J.

Gefahrgüter sicher transportieren. Schweizer Maschinenmarkt, (2000) Nr.14, S.13-14

POLIG, E.; BRUENGER, F. W.; LLOYD, R. D.; MILLER, S. C.

Biokinetic and dosimetric model of plutonium in the dog. Health Physics, 78 (2000) S. 182-90