

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt
Wissenschaftliche Berichte
FZKA 6230

Jahresbericht 1998
der Hauptabteilung Sicherheit

Redaktion: W. Koelzer
Hauptabteilung Sicherheit

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe
1999

Zusammenfassung

Die Aufgabenstellung der Hauptabteilung Sicherheit umfaßt die Kontrolle und teilweise auch die Durchführung von Arbeitssicherheits-, Strahlenschutz- und Werkschutzmaßnahmen in den und für die Institute und Abteilungen des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH sowie die Abwasser- und Umgebungsüberwachung für alle Anlagen und kerntechnischen Einrichtungen auf dem Gesamtgelände des Forschungszentrums. Ergänzend werden extern geförderte Entwicklungsarbeiten durchgeführt.

Der vorliegende Bericht informiert über die einzelnen Aufgabengebiete der Hauptabteilung und berichtet über die im Jahr 1998 erarbeiteten Ergebnisse.

Central Safety Department, Annual Report 1998

Summary

The Central Safety Department is responsible for supervising, monitoring and, to some extent, executing measures of industrial health and safety, radiation protection and security service at and for the institutes and departments of the Karlsruhe Research Center (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH), and for monitoring liquid effluents and the environment of all facilities and nuclear installations on the premises of the Research Center. In addition, development work is carried out in related fields.

This report gives details of the different duties and reports the results of 1998 routine tasks, investigations and developments of the working groups of the Department.

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

Inhaltsverzeichnis

1	Hauptabteilung Sicherheit: Aufgaben und Organisation.....	1
	Central Safety Department: Duties and Organisation	5
2	Arbeitsschutz und Sicherheit.....	9
2.1	Strahlenschutz.....	10
2.1.1	Aufgaben der Gruppe "Strahlenschutz".....	10
2.1.2	Betriebsüberwachung	11
2.1.3	Von HS-AS zentral erfaßte zu überwachende Personen nach Röntgen- und Strahlenschutzverordnung	11
2.1.4	Ergebnisse der Personendosisüberwachung	12
2.1.4.1	Amtliche Personendosimetrie.....	12
2.1.4.2	Nichtamtliche Dosimetrie.....	13
2.1.5	Personal in fremden Strahlenschutzbereichen	13
2.1.5.1	Fremdfirmen in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums.....	14
2.1.5.2	Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen	15
2.1.6	Regelmäßige Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum	15
2.1.6.1	Inkorporationsüberwachung des Eigenpersonals	15
2.1.6.2	Inkorporationsüberwachung des Fremdfirmenpersonals.....	16
2.2	Elektronische Datenverarbeitung.....	16
2.3	Arbeitsschutz	18
2.3.1	Organisation und Aufgaben der Gruppe konventionelle Arbeitssicherheit.....	18
2.3.2	Unfallgeschehen	19
2.3.3	Arbeitsplatzüberwachungen	20
2.3.4	Aus- und Fortbildung.....	21
2.3.5	Arbeitsschutzausschuß.....	21
2.4	Bilanzierung radioaktiver Stoffe.....	22
2.4.1	Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung von Kernmaterial	22
2.4.2	Aufsicht durch Euratom.....	23
2.4.3	Zentrale Buchhaltung zur Erfassung und Meldung sonstiger radioaktiver Stoffe und Meldung von radioaktivem Abfall.....	23
2.4.4	Kontrolle der genehmigten Umgangsmengen radioaktiver Stoffe	24
2.4.5	Erfassung von Kernmaterialtransporten und Hilfestellung bei Planung und Abwicklung.....	25
2.5	Einsatzleitung und Einsatzplanung.....	25
2.5.1	Aufgaben.....	26
2.5.2	Statistik und Analyse der EvD-Einsätze.....	26
2.5.3	Übungen der Einsatzdienste	27
2.5.4	Meldepflichtige Ereignisse nach Strahlenschutzverordnung.....	28
2.6	Betriebsbeauftragte im Umweltschutz.....	28
2.6.1	Wiederkehrende Prüfungen	29
2.6.2	Umsetzung der Gefahrstoffverordnung	30
2.6.3	Gefahrguttransporte und Gefahrgutumschlag.....	32
2.6.4	Abfallwirtschaft	33
2.6.5	Immissionsschutz.....	36
2.6.6	Gewässerschutz.....	37
2.7	Kontrollstelle WAK.....	38

3	Meßstelle	41
3.1	Amtliche Personendosimetrie.....	41
3.1.1	Photolumineszenzdosimetrie.....	42
3.1.2	Thermolumineszenzdosimetrie.....	43
3.1.3	Vergleichsbestrahlungen	43
3.2	Sonstige Personen- und Ortsdosimeter.....	45
4	Strahlenschutz.....	47
4.1	Arbeitsplatzüberwachung	47
4.2	Ergebnisse der Arbeitsplatzüberwachung	50
4.2.1	Oberflächenkontaminationen	50
4.2.2	Raumluftaktivitäten	52
4.3	Interne Dosimetrie	53
4.3.1	Personenüberwachung.....	54
4.3.1.1	Routine- und Sondermessungen	54
4.3.1.2	Cs-137-Referenzmessungen	56
4.3.1.3	Erneuerung der Software für den Betrieb der Ganzkörper- und Teilkörperzähler	58
4.3.1.4	Verbesserung der Meßverfahren bei Ganz- und Teilkörperzählern	62
4.3.1.5	TT-Projekt „Detektorsystem zur direkten internen Dosimetrie“	63
4.3.1.6	Ein optimiertes biokinetisches Modell für Plutonium.....	64
4.3.1.7	Strahlenpaßstelle.....	68
4.3.2	Betriebliche Überwachung	68
4.3.2.1	Filter- und Wischtestmessungen.....	68
4.3.2.2	Inkorporationsüberwachung durch Raumluftaktivitätsmessungen	69
4.3.2.3	Programmpflege und -neuentwicklung	70
4.3.2.4	Dichtheitsprüfungen	70
4.3.3	Strahleninduzierte Tumore im Skelett von Beagle Hunden	71
4.3.3.1	Knochentumore in Beagles.....	71
4.3.3.2	Modell der Tumorinduktion	73
4.3.3.3	Bemerkungen und Schlußfolgerungen	76
4.4	Strahlenschutzmeßtechnik.....	77
4.4.1	Aufgaben	77
4.4.2	Messungen gemäß des Arbeitsschutzgesetzes.....	77
4.4.3	Wartung und Reparatur	78
4.4.4	Routinekalibrierung.....	78
4.4.5	Amtliche Eichabfertigungsstelle	78
4.5	Messungen der Luftbewegung in einer Arbeitshalle.....	79
4.6	Einführung eines neuen elektronischen Dosimetriesystems in der HDB.....	80
5	Umweltschutz	83
5.1	Fortluftüberwachung	84
5.1.1	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 1998	87
5.1.2	Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit der Fortluft 1998	97
5.1.2.1	Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe	97
5.1.2.2	Versuchsanlage TAMARA	98
5.1.2.3	Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk	99
5.1.3	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe 1998	99
5.1.3.1	Berechnungsgrundlagen	99
5.1.3.2	Meteorologische Daten.....	100
5.1.3.3	Ausbreitung und Ablagerung	100

5.1.3.4	Rechenprogramme	100
5.1.3.5	Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuklide ..	101
5.1.3.6	Ergebnisse der Dosisberechnung	103
5.1.4	Dosisberechnungen im Rahmen von atomrechtlichen Genehmigungsverfahren	107
5.1.4.1	Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft der Verglasungseinrichtung Karlsruhe	107
5.1.4.2	Strahlenexposition durch einen angenommenen Flugzeugabsturz auf Labors in einem Institut	108
5.2	Abwasserüberwachung und Spektrometrie	109
5.2.1	Abwasserüberwachung	111
5.2.2	Meß- und Datenbanksystem zur Erfassung und Weiterleitung von Daten der Abwasserüberwachung	114
5.2.3	Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 1998	116
5.2.4	Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 1998	117
5.2.5	Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe 1998	118
5.2.6	Meßsysteme und Meßverfahren	120
5.3	Umgebungsüberwachung	122
5.3.1	Ergebnisse der Routineüberwachung 1998	125
5.3.1.1	Direktmessung der Strahlung	125
5.3.1.2	Radioaktivitätsmessungen	127
5.3.1.3	Meßfahrten	131
5.3.1.4	Ergänzende Überwachungsmaßnahmen	132
5.4	Chemische Analytik	133
5.4.1	Radiochemische Arbeiten	133
5.4.2	Plutonium- und Strontiumableitungen mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe 1998	136
5.5	Das Freimeßlabor	137
5.5.1	Physikalische Direktmeßverfahren	138
5.5.2	Chemische Arbeiten und Bestimmungen	139
5.5.3	Radon am Arbeitsplatz	140
5.5.3.1	Messungen in Wasserwerken	140
5.5.3.2	Messungen im Bergbau	142
6	Werkschutz	145
6.1	Anmeldung und Zugang	145
6.2	Werkschutzbereiche	146
6.3	Werkfeuerwehr	147
6.3.1	Werkfeuerwehrsichten	147
6.3.2	Einsätze und dienstbegleitende Aufgaben	147
6.3.3	Ausbildung	148
6.4	Verkehrsdienst	149
6.5	Schadensaufnahme	150
6.6	Schlüsselverwaltung	150
6.7	Technische Sicherungssysteme	151
7	Veröffentlichungen	153
7.1	Veröffentlichungen, die gedruckt vorliegen	153
7.2	Veröffentlichungen, die nicht in gedruckter Form vorliegen	155

Verzeichnis der Abkürzungen

ANKA	Ängströmquelle Karlsruhe
AtG	Atomgesetz
BFE	Bundesforschungsanstalt für Ernährung
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-V	Bereich Technische Infrastruktur, Abteilung Ver- und Entsorgung
EKM	Hauptabteilung Einkauf und Materialwirtschaft
EvD	Einsatzleiter vom Dienst
FIZ	Fachinformationszentrum Karlsruhe
FR2	Forschungsreaktor 2
FTU	Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt
GGVE	Gefahrgutverordnung Eisenbahn
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe
HDR	Heißdampfreaktor
HIT	Hauptabteilung Ingenieurtechnik
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
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IFIA	Institut für Instrumentelle Analytik
IGEN	Institut für Genetik
IK	Institut für Kernphysik
IMF	Institut für Material- und Festkörperforschung
IMK	Institut für Meteorologie und Klimaforschung

INE	Institut für Nukleare Entsorgungstechnik
INFP	Institut für Nukleare Festkörperphysik
INR	Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
IRS	Institut für Reaktorsicherheit
ITC-CPV	Institut für Technische Chemie/Chemisch-Physikalische Verfahren
ITC-TAB	Institut für Technische Chemie/Thermische Abfallbehandlung
ITOX	Institut für Toxikologie
ITP	Institut für Technische Physik
ITU	Institut für Transurane
KAZ	Kompaktzyklotron
KBG	Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH
KIZ	Karlsruher Isochronzyklotron
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KTA	Kerntechnischer Ausschuß
LAW	Low Active Waste
MAW	Medium Active Waste
MED	Medizinische Abteilung
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor
ÖA	Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RöV	Röntgenverordnung
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
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 teilweise die Durchführung von Arbeitssicherheits-, Strahlenschutz- sowie Werkschutzmaßnahmen in den und für die Institute und Abteilungen des Forschungszentrum Karlsruhe GmbH sowie die Abwasser- und Umgebungsüberwachung für alle kerntechnischen Einrichtungen auf dem Gelände des Forschungszentrums. Ergänzend wurden Entwicklungsarbeiten in extern geförderten Forschungsvorhaben zu Untersuchungen und Bewertungen radonexponierter Arbeitsplätzen durchgeführt. Am 31. Dezember 1998 waren in der Hauptabteilung Sicherheit 244 wissenschaftliche, technische und administrative Mitarbeiter, ein Doktorand und sechs Studierende zur Ausbildung als Strahlenschutzingenieur beschäftigt. Der Organisationsplan der Hauptabteilung ist auf Seite 4 wiedergegeben.

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 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 Informationsmedien zur Verfügung gestellt. Zur Beurteilung des Unfallgeschehens im Forschungszentrum werden die Unfälle analysiert und mit einem Unfallbearbeitungsprogramm ausgewertet. Meldepflichtige Unfälle werden an den Unfallversicherungsträger und das Gewerbeaufsichtsamt weitergeleitet.

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“ sind die Abfall-, Gefahrgut-, Immissionsschutz- und Gewässerschutzbeauftragten zusammengefaßt, denen die Aufgaben entsprechend gesetzlicher Regelungen übertragen sind. Es sind dies insbesondere Beratungs-, Informations- und Überwachungsaufgaben in den für die Umwelt relevanten Bereichen.

Im Arbeitsschwerpunkt „Stoffströme, wiederkehrende Prüfungen“ werden umwelt- und sicherheitsrelevante Informationen für die Verantwortlichen in Form von Datenbanken zur Verfügung gestellt. Hierzu gehören u. a. Sicherheitsdatenblätter und Gefahrstoffinformationen.

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 organisiert.

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.

Zur Wahrnehmung der Aufsichtspflichten des Strahlenschutzverantwortlichen des Forschungszentrums Karlsruhe bei den Stilllegungsarbeiten der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) besteht eine „Kontrollstelle WAK“. Sie hat kontrollierende Funktion auf den Gebieten Anlagensicherheit, Strahlenschutz und Entsorgung radioaktiver Abfälle.

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, die für den Schutz der mit radioaktiven Stoffen umgehenden oder ionisierender Strahlung ausgesetzten Personen des Forschungszentrum verantwortlich sind, tätig. Aus dieser Aufgabenstellung heraus sind viele Mitarbeiter dezentral in den Organisationseinheiten des Forschungszentrums tätig. Sie sind Ansprechpartner in Fragen des arbeitsplatzbezogenen Strahlenschutzes, sie geben Hinweise und Empfehlungen und achten auf strahlenschutzgerechtes Verhalten.

Von den Bereichen „Arbeitsplatzüberwachung“ werden die Auswertung der Stabdosisimeter vorgenommen, die amtlichen Dosimeter sowie nach Bedarf Teilkörper- oder Neutronendosisimeter 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 auch 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 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 Einrichtungen und Instituten des Forschungszentrums Karlsruhe und die Überwachung der Immissionen in seiner 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 die beim Rückbau und Abriß kerntechnischer Anlagen anfallenden radioaktiven 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 einzelnen 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 für das Gesamtareal des Forschungszentrums Karlsruhe durch Streifen- und Überwachungsdienst. Sie führt die Kontrolle aller zur Ein- oder Ausfuhr bestimmten Güter durch, überwacht das Schließwesen und ist für den ordnungsgemäßen Ablauf des Straßenverkehrs im Bereich des Forschungszentrums zuständig. Mit Hilfe des Ermittlungsdienstes werden die Einhaltung der Ordnungs- und Kontrollbestimmungen und die Aufklärung von Schadensfällen betrieben.

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

Die „Werkfeuerwehr“ ist mit einer Schicht ständig einsatzbereit. Ihre Aufgaben umfassen neben Löscheinsätzen, vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen und technischen Hilfeleistungen auch die Prüfungen, Instandsetzungen und Wartungsarbeiten an allen im Zentrum benutzten atemschutztechnischen Geräten.



*Als leitende Fachkraft für Arbeitssicherheit unmittelbar dem Vorstand unterstellt.

Stand: 31.12.1998

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 Karlsruhe Research Centre (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH), and for monitoring liquid effluents and the environment of all facilities and nuclear installations on the premises of the Research Centre. In addition, development work was carried out in the assessments of workplaces exposed to higher radon concentrations.

As per December 31, 1998, the Central Safety Department - organisational chart see page 8 - employed 244 scientific, technical, and administrative staff members, one predoctoral student 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 "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 "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 "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.

To perform the duties of the Radiation Protection Officer of the Karlsruhe Research Centre in decommissioning the Karlsruhe Reprocessing Plant (WAK) a "WAK Control Unit" has been set up. It exercises controlling functions in the areas of plant safety, radiation protection, and disposal of radioactive waste.

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 pen 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 work rooms are monitored. The radiation protection staff organise decontamination whenever personnel is 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 emissions of radioactive substances with gaseous and liquid effluents from the nuclear installations and institutes of the Research Centre, and for monitoring environmental impacts in the vicinity, to demonstrate, on the basis of measurements and supporting calculations, that the limits set forth by the nuclear supervisory authorities, have been observed. The Environmental Protection Unit runs the laboratory for clearance measurements in Cupertino with the Central Decontamination Department 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 ordi-

nary waste only if reference values of remaining radioactivity specified by public authorities are underrated.

The "Gaseous Effluent and Environmental Monitoring Group" controls, coordinates 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 waste water 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

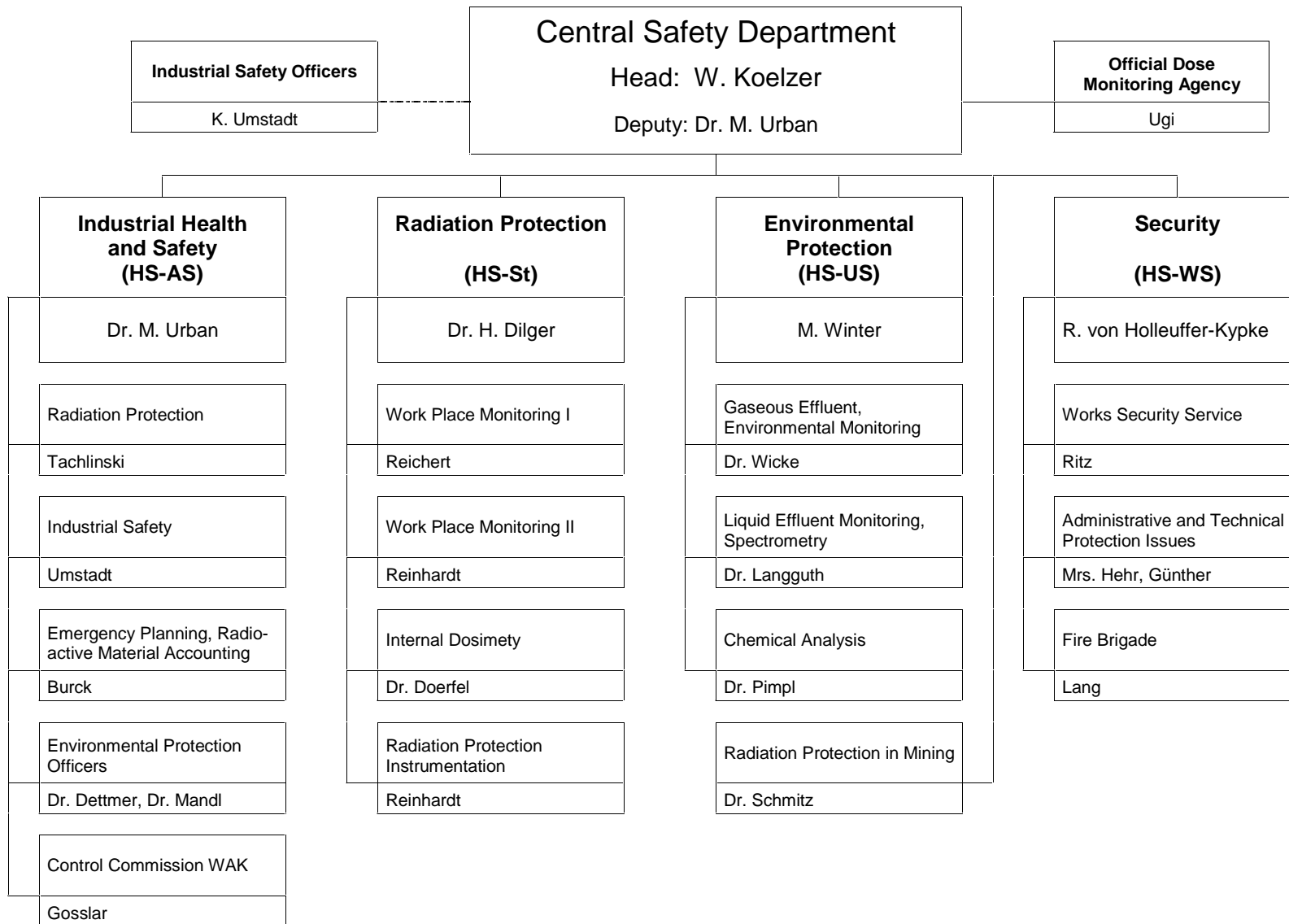
Works Security Service

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 hat beratende, kontrollierende und administrativ steuernde Funktionen auf den Gebieten des Strahlenschutzes, der Überwachung und Buchführung radioaktiver Stoffe, der Arbeitssicherheit, der Abfallwirtschaft, der Gefahrgüter, des Gewässerschutzes, des Immissionsschutzes 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 und die Erarbeitung und Pflege von zentrumseinheitlichem Regelwerk. Die Abteilung ist in verschiedene Arbeitsschwerpunkte gegliedert.

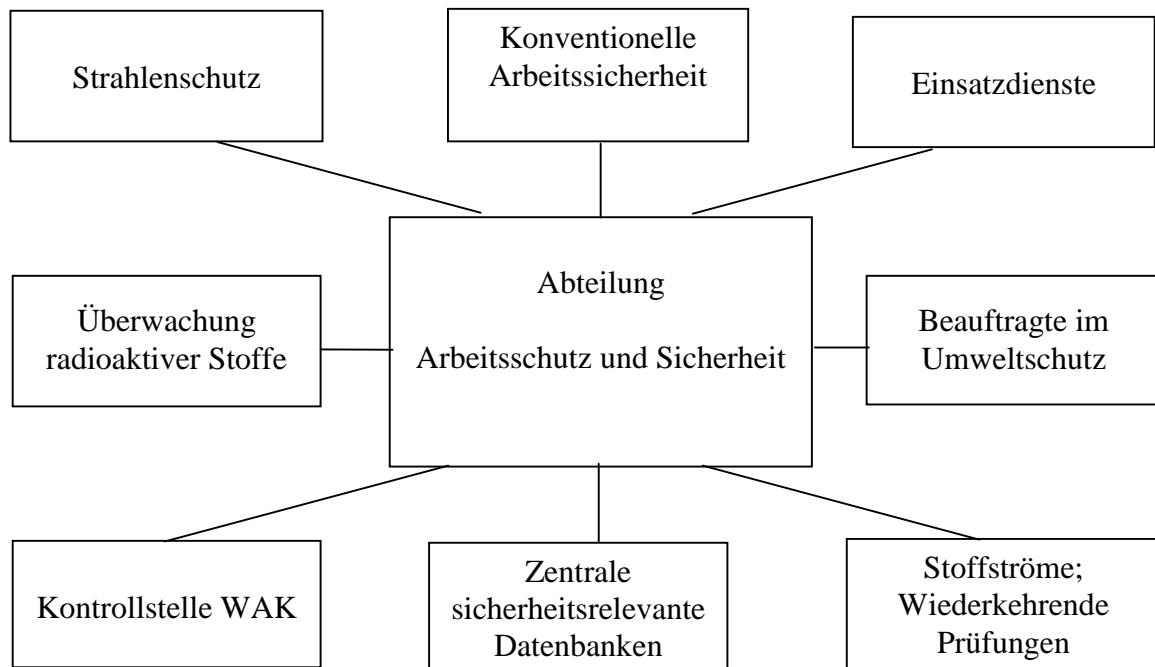


Abb. 2-1: Struktur der Abteilung HS-AS nach Arbeitsschwerpunkten

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. Es werden die Einhaltung der Vorschriften der Strahlenschutz- und der Röntgenverordnung sowie behördlicher Auflagen durch die Strahlenschutzbeauftragten überprüft. Weitere Aufgaben sind die Pflege der Datenbanken mit den persönlichen Meßdaten der beruflich strahlenexponierten Personen und die Terminverfolgung für Strahlenschutzbelehrungen und arbeitsmedizinische Untersuchungen.

Die Arbeitsgruppe "Konventionelle Sicherheit" arbeitet im Gegensatz zur Stabsstelle "Fachkräfte für Arbeitssicherheit" weisungsgebunden. Sie erbringt Dienstleistungen für den Vorstand, die Leiter 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 Bestel-

lung 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 mit einem Unfallbearbeitungsprogramm ausgewertet. Meldepflichtige Unfälle werden, nach Kenntnisnahme des Betriebsrates, an den Unfallversicherungsträger und das Gewerbeaufsichtsamt weitergeleitet.

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" sind die Abfall-, Gefahrgut-, Immissionsschutz- und Gewässerschutzbeauftragten zusammengefaßt, denen die Aufgaben entsprechend den gesetzlichen Regelungen übertragen sind. Es sind dies insbesondere Beratungs-, Informations- und Überwachungsaufgaben in den einzelnen für die Umwelt relevanten Bereichen.

Im Arbeitsschwerpunkt "Stoffströme, 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.

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 von Gesetzen, Verordnungen und anderen internen und externen Regelwerken gehört ebenfalls zum Aufgabenspektrum dieses Arbeitsschwerpunktes.

Zur Wahrnehmung der Aufsichtspflichten des Strahlenschutzverantwortlichen des Forschungszentrums Karlsruhe bei den Stilllegungsarbeiten der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) besteht eine "Kontrollstelle WAK". Sie hat kontrollierende Funktion auf den Gebieten Anlagensicherheit, Strahlenschutz und Entsorgung radioaktiver Abfälle.

2.1 Strahlenschutz

2.1.1 Aufgaben der Gruppe "Strahlenschutz"

W. Tachlinski

Das Forschungszentrum Karlsruhe GmbH ist als juristische Person 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. Bei der Bestellung ist sicherzustellen, daß alle sich aus den atomrechtlichen Bestimmungen und der jeweiligen Genehmigung ergeben-

den Aufgaben mit der erforderlichen Sachkunde abgedeckt sind. Hierbei sind die Aufgaben der Strahlenschutzbeauftragten voneinander abzugrenzen, um Doppelverantwortlichkeiten oder Lücken auszuschließen. Die vielen unterschiedlichen Bereiche des Forschungszentrums und die ständig erforderlichen Aktualisierungen bedingen einen erheblichen organisatorischen Aufwand. Zur Zeit sind 168 Personen zu Strahlenschutzbeauftragten nach StrlSchV und RöV bestellt, die in 248 eigenständigen innerbetrieblichen Entscheidungsbereichen tätig sind.

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.

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. Die Betreuung des EDV-Netzwerkes der Abteilung ist ebenfalls in dieser Gruppe angesiedelt.

2.1.2 Betriebsüberwachung

B. Setrdle

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 Strahlenschutzüberwachung, 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

W. Tachlinski, D. Bosch

Nach der Röntgen- und 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 Grenzwertüberschrei-

tungen überprüft. Die gesetzlich vorgeschriebene Dokumentation der Dosiswerte erfolgt 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 Zufuhrgrenzwerte 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. 1998 gab es für 2 206 Personen (Vorjahr 2 211) 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 2 718 (Vorjahr 2 636) Intervallen entfallen 1 430 (Vorjahr 1 289) auf Fremdfirmenangehörige. Diese große Zahl ergibt sich durch die hohe Fluktuation bei zum Teil sehr kleinen Intervallen. 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

W. Tachlinski, D. Bosch

2.1.4.1 Amtliche Personendosimetrie

In Tab. 2-1 sind für die überwachten Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH die prozentualen Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte und die höchste für einen Mitarbeiter festgestellte Jahresdosis aus externer Bestrahlung angegeben. 1998 wurden alle beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter, unabhängig von der Kategorie, mit Phosphatglasdosimetern der amtlichen Meßstelle im Forschungszentrum Karlsruhe überwacht.

Die angegebenen Dosiswerte sind die Summe aus Photonen- und - soweit gemessen - Neutronendosis.

Im Jahresmittel waren 995 (Vorjahr 1 023) Mitarbeiter als beruflich strahlenexponierte Personen eingestuft. Die durchschnittliche Strahlenexposition für beruflich strahlenexponierte Personen betrug 0,18 mSv (Vorjahr 0,10 mSv). Die Personendosis aller beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter des Forschungszentrums betrug 1998 insgesamt 174,4 mSv (Vorjahr 105,8 mSv). Der Anstieg der Kollektivdosis wurde überwiegend durch die Hauptabteilung Zyklotron (um 35,6 mSv) verursacht.

Der für eine Einzelperson festgestellte höchste Jahreswert der Personendosis betrug 17,6 mSv. Dieser Wert wurde bei einer Kategorie-A-Person festgestellt. Somit blieb der Jahreswert deutlich unter dem Jahresgrenzwert von 50 mSv.

Dosisintervall in mSv				Personendosis	
				Häufigkeitsverteilungen der Jahresdosiswerte 1998 in % Vorjahrswerte in Klammern	
		H	=	0,0	90,0 (91,2)
		H	=	0,2	3,1 (2,7)
		H	=	0,4	0,6 (1,1)
0,5	<	H	≤	1,0	1,6 (1,8)
1,0	<	H	≤	2,0	2,2 (2,0)
2,0	<	H	≤	5,0	1,8 (0,9)
5,0	<	H	≤	10,0	0,5 (0,3)
		H	>	10,0	0,2 (0,0)
Anzahl erfaßter Monatsdosiswerte				11 942	
höchste Jahresdosis in mSv				17,6 (7,0)	

Tab. 2-1: Ergebnisse der Personendosisüberwachung 1998 der Mitarbeiter des Zentrums

2.1.4.2 Nichtamtliche Dosimetrie

Für HS-AS ist in diesem Zusammenhang die Umstellung auf elektronische Dosimeter und die Vernetzung der Auswertesysteme mit dem Personendosisregister von Bedeutung. Hinzu kommt, daß mit Inbetriebnahme der elektronischen Dosimeter jene Zeitintegrale verfügbar werden, die eine individuelle Abschätzung der Inkorporationsdosis aus der Raumluftüberwachung möglich machen. In 1999 ist deshalb neben der veränderten Datenübernahme in das Dosisregister auch eine Neuordnung der Informationen an betroffene Fremdfirmen erforderlich.

1998 wurde ein neues System zur Erfassung der Meßergebnisse der Teilkörperdosimetrie als Teil des Dosisregisters aufgebaut. Durch besseren Überblick über diese Werte kann in einigen Bereichen sensibler reagiert und durch Optimierung besserer Strahlenschutz vor Ort geleistet werden.

2.1.5 Personal in fremden Strahlenschutzbereichen

W. Tachlinski, B. Setrdle

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 Mitarbeiter in einer fremden Einrichtung tätig werden läßt, als auch deren Betreiber den Schutz des tätigwerdenden Arbeitnehmers sicherzustellen haben, sind die Strahlenschutzverantwortlichkeiten und die daraus resultierenden Aufgaben genau abzugrenzen. Wer seine Mitarbeiter 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 1998 bestanden mit 295 Fremdfirmen Abgrenzungsverträge, von denen 213 tatsächlich tätig wurden und dabei 955 unterschiedliche Personen einsetzten. Die § 20-Genehmigungen dieser Fremdfirmen liegen uns vor.

In angemessenen Abständen werden allen Strahlenschutzbeauftragten sowie einigen Zentralstellen im Forschungszentrum Listen zur Verfügung gestellt, aus denen hervorgeht, mit welchen Firmen ein Abgrenzungsvertrag besteht, d. h. welche Firmen ihre beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter in Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums tätig werden lassen dürfen. Diese Listen sind auf Anforderung jederzeit mit neuestem Stand generierbar. Da unsere Aufsichtsbehörde für eines der größten Genehmigungsumfelder die Verpflichtung schuf, daß wir als Betreiber zu prüfen haben, ob die unter § 20 genehmigte Tätigkeitsart mit der tatsächlich durchzuführenden übereinstimmt, wurden die Originaltexte zur genehmigten Tätigkeit aus den ca. 300 Genehmigungen in die EDV übertragen und stehen nunmehr in den Fremdfirmenlisten für die Strahlenschutzbeauftragten zur Verfügung. Die Informationen zu Genehmigungen, genehmigten Tätigkeiten, Vertragsstatus, Zuständigkeiten, Anschriften, Fax- und Telefonverbindung etc. werden auch on-line im Intranet des Forschungszentrums Karlsruhe zur Verfügung gestellt.

Für die bei uns tätigen Fremdfirmenmitarbeiter muß das Forschungszentrum gemäß Abgrenzungsvertrag die nichtamtlichen Personendosen ermitteln. Diese Dosen wurden beim Verlassen des Forschungszentrums von der Abteilung HS-St in die Strahlenpässe eingetragen. Zusätzlich dazu erhalten die Fremdfirmen durch HS-AS eine jährliche Übersicht über die Tätigkeiten ihrer Mitarbeiter im Forschungszentrum sowie über die dabei erhaltenen Dosen. Diese Dosisübersicht enthält neben den nichtamtlichen Dosen auch die eventuell durch uns gemessenen amtlichen Neutronendosen sowie Effektiv- und Teilkörperdosen aus innerer Exposition.

Wurden Fremdfirmenmitarbeiter in inkorporationsgefährdeten Bereichen tätig, so wurden den betroffenen Firmen bis Ende 1998 monatlich die Ergebnisse der Raumluftüberwachung (Aktivitätszufuhr und Dosis) ortsbezogen mitgeteilt. Die Fremdfirmen konnten anhand dieser Angaben das Erfordernis der regelmäßigen Inkorporationsüberwachung prüfen sowie die individuelle Dosis durch Inhalation unter Berücksichtigung der jeweiligen Aufenthaltsdauer selbst abschätzen. Diese von den Firmen selbst abzuschätzenden Dosen konnten selbstverständlich nicht in der oben genannten jährlichen Dosisübersicht enthalten sein.

In 1998 wurden die technischen Voraussetzungen geschaffen, um in relevanten Bereichen die Aufenthaltsdauer personenbezogen zu ermitteln und daraus direkt die Inkorporationsdosis abzuschätzen. Das wird in 1999 dazu führen, daß die Fremdfirmen keine eigene Dosisabschätzung mehr durchführen müssen, sondern durch Strahlenpaßeinträge und geänderte HS-AS-Mitteilungen die personenbezogenen Zufuhr- und Dosiswerte direkt von uns erhalten.

Wurden in 1998 bei der Raumluftüberwachung erhöhte Aktivitätskonzentrationen der Raumluft während eines bestimmten Zeitraumes festgestellt, so wurde für die in dieser Zeit anwesenden Fremdfirmenmitarbeiter eine Zufuhr- und Dosisabschätzung durchgeführt und diese Ergebnisse in die Strahlenpässe der betroffenen Personen eingetragen.

Sind Fremdfirmenmitarbeiter von Zwischenfällen betroffen, die eine Inkorporationsüberwachungsmaßnahme erforderlich machen, wird den Firmen 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 Mitarbeiter 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, aktualisiert sie und dokumentiert die ihr von Fremdinstitutionen übermittelten Daten im Dosisregister.

Im September 1998 wurden die Auflagen der Genehmigung nach § 20 StrlSchV des Forschungszentrums, in denen der Inhalt der Vereinbarung zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und dem Betreiber festgelegt ist, von der zuständigen Aufsichtsbehörde dem heute üblichen Textstandard entsprechend der Mustergenehmigung des BMU von 1990 angepaßt. Dadurch wurde es erforderlich, die bestehenden Verträge mit fremden Betreibern zu überarbeiten. In diesem Zusammenhang wurde bei den im Zentrum bestellten Strahlenschutzbeauftragten der weitere Bedarf an den derzeit 34 bestehenden Verträgen abgefragt. Aufgrund dieser Umfrage wurden drei Verträge wegen fehlenden Bedarfs gekündigt und 24 Betreibern wurden neue Verträge zum Abschluß angeboten. Bei den restlichen sieben Betreibern war ein Neuabschluß nicht notwendig, da die Verträge bereits dem heute üblichen Textstandard entsprachen.

Von den derzeit zur Strahlenschutzüberwachung angemeldeten Personen besaßen zum Jahresende 86 Personen einen gültigen Strahlenpaß, wobei im Jahr 1998 sieben Strahlenpässe neu zu registrieren waren.

2.1.6 Regelmäßige Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum

B. Setrdle

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" vom 20.12.1993 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, wobei der Abstand zwischen den beiden Analysen sechs Monate betragen soll. 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. Dies war im Berichtsjahr nicht der Fall.

Das Erfordernis einer regelmäßigen Inkorporationsüberwachung auf Transurane war im Berichtsjahr nur in Gebäuden der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe gegeben. Es wurden 51 Personen überwacht. Das Verfahren zur Bewertung der Raumluftüberwachung führte in vielen Fällen zu einer sehr konservativen Festlegung von Körperdosen.

Neben der Überwachung auf Transurane war in verschiedenen Instituten des Forschungszentrums eine Überwachung auf Tritium erforderlich. Dazu mußte monatlich eine Urinprobe abgegeben werden. Zum Jahresende wurden 36 Personen auf Tritium überwacht. Die Meßergebnisse lagen überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze von 200 Bq/l, der höchste Wert betrug $2,6 \cdot 10^5$ Bq/l. Selbst der Höchstwert trägt nicht zur Summe der effektiven Dosis bei, denn nach Umrechnung und vorschriftskonformer Rundung ergibt sich für die daraus ermittelte Zufuhr eine effektive Dosis von Null Millisievert.

Wird beim Umgang mit anderen Radionukliden eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung erforderlich, so werden das Überwachungsverfahren und die Überwachungshäufigkeit individuell festgelegt. Im Berichtsjahr war das nicht der Fall.

Bei der Durchführung der Inkorporationsüberwachung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der Meßstelle und HS-AS erforderlich. Nachdem HS-AS die betroffenen Personen bei der Meßstelle zur Inkorporationsüberwachung angemeldet hat, wird die Einbestellung zur Untersuchung von der Meßstelle eigenständig 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 bei Fremdfirmenmitarbeitern 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. Die Kosten der regelmäßigen Inkorporationsüberwachung sind von der Fremdfirma zu tragen. 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. Zur Zeit besteht ein solcher Vertrag zur Durchführung der Inkorporationsüberwachung mit zwei Fremdfirmen, wobei eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung im Jahr 1998 bei elf Fremdfirmenmitarbeitern durchgeführt wurde.

2.2 Elektronische Datenverarbeitung

W. Tachlinski, D. Bosch

Die Abteilung HS-AS setzt zur Erfüllung ihrer Aufgaben:

- Strahlenschutzregister
- Gefahrstoffdatenbanken
- Wiederkehrende Prüfungen
- Arbeitsmedizinische Vorsorge
- Formale Bestellungen diverser Beauftragtenarten

- Diverse Terminverfolgungen
- Kernmaterialüberwachung, Buchführung radioaktiver Stoffe
- Bürobetrieb für Administration und Dokumentation
- Informationsverteilung über geltende Regelwerke, Intranet

elektronische Datenverarbeitung ein.

Die Anwendungen setzen auf die EDV-Infrastruktur des Zentrums, eigene Hard- und Software-Server und PC's als Arbeitsstationen auf. Als Betriebssystem wird OS/2 und Windows NT auf Servern und Windows NT-Workstation 4.0 auf den Arbeitsstationen eingesetzt. Die Strahlenschutzanwendungen sind noch überwiegend im Datenbanksystem KnowledgeMan (MDBS) realisiert. Als weitere Datenbanksysteme werden Access (zum Teil mit Visual Basic Frontend) sowie bei allen Neuentwicklungen vornehmlich Oracle eingesetzt. Ältere Anwendungen in dBase oder seinen Derivaten wurden weitgehend durch Neuentwicklungen ersetzt und spielen, mit Ausnahme des Programms zur Verwaltung der wiederkehrenden Prüfungen, in der Abteilungs-EDV keine nennenswerte Rolle mehr.

Die Bürokommunikation wird mit lokal installiertem Microsoft-Office in Verbindung mit einem von der Hauptabteilung Informations- und Kommunikationstechnik betriebenen Exchange- und Mail-Server erledigt. In diesem Umfeld betreibt die Abteilungs-EDV nur die Dateiablagen auf eigenen File-Servern. Ein erfolversprechender Versuch mit Lotus Notes als Basis-Kommunikationssystem wurde aufgrund einer Unternehmensentscheidung für Microsoft-Produkte abgebrochen.

Informationsverteilung durch WWW-Server im Intranet gewinnt in letzter Zeit stark an Bedeutung. Das Know-how für die gute Gestaltung einer Web-Site mit sicherheitsrelevanten Inhalten konnte stetig ausgebaut werden. Zu diesem Zweck werden zur Zeit Web-Server von Lotus (Notes-Domino), Oracle und CERN betrieben. Für die Zukunft ist hier eine Vereinheitlichung im Zuge von Redesign älterer Teile und Ausbau dynamischer datenbankbasierter Teile vorgesehen. Ziel des Intranet-Auftrittes ist es, Regelwerke passiv zur Verfügung zu stellen und spezielle Informationen den jeweils Berechtigten über aktive Suchmechanismen und Datenbankzugriffe jeweils aktuell zur Verfügung zu stellen.

Die Abteilungs-EDV hat mit einer nahezu 100 %igen Verfügbarkeit ihrer Hintergrundarbeit in Datensicherung, Hard- und Software-Service, Betrieb des Inhouse-LAN, Wartung und ständige Anpassung der laufenden Anwendungen und nicht zuletzt durch Hilfestellung an den Arbeitsplätzen einen hohen Anteil an der effektiven Erledigung der Abteilungsaufgaben.

Auf eine vollständige Darstellung der Abteilungs-EDV soll hier verzichtet werden, die folgenden Besonderheiten sollten jedoch durch Kurzbericht herausgehoben werden.

Alle Arbeitsstationen der Abteilung sowie zwei Server wurden bis Ende des Berichtsjahres auf das Betriebssystem Windows NT umgestellt. Damit ging einher, daß das in den Büros früher betriebene Schreib- und Kommunikationssystem Global View (Rank Xerox) endgültig außer Betrieb genommen wurde. Die Umschulung der betroffenen Mitarbeiter, die Konvertierung der als wichtig erachteten Global View-Datenbestände und die Einführung des neuen Büroumfeldes auf Basis von Microsoft-Office gelang ohne wesentliche Probleme.

Die Abteilung ist auch zuständig für die Aktualisierung und Verteilung von Informationen zu Gefahrstoffen sowie für das Führen eines Gefahrstoffregisters. In diesem Zusammenhang sollte ein EDV-gestütztes System entwickelt werden, daß über die Bestellung, Lagerhaltung, Verbrauch bis zur Entsorgung, die Gefahrstoffströme verfolgt und die notwendigen sicherheitsrelevanten Daten für Verantwortliche, Beauftragte oder Einsatzkräfte zur Verfügung stellt. Das vom Datenbankdesign bis zur lauffähigen Demonstration der Benutzeroberfläche fertig definierte

Projekt wurde zur weiteren Umsetzung an das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse abgegeben. Die bei HS verbliebene Verantwortlichkeit für die Verteilung von Gefahrstoff-Sicherheitsdatenblättern wurde mit einer Intranet-Anwendung umgesetzt. Mit einem Browser können von jedem vernetzten PC im Zentrum, mit Hilfe einer Suchfunktion, aus den zugrunde liegenden Datenbanken die Sicherheitsinformationen in der Struktur der Europäischen Sicherheitsdatenblätter abgefragt werden.

Zur Verwaltung der radioaktiven Stoffe im Forschungszentrum wurde ein Buchungssystem entwickelt, daß im ersten Ausbau die Verwaltung umschlossener Präparate und die Terminverfolgung der dazugehörigen wiederkehrenden Prüfungen ermöglicht. Dieses Programm ist so ausgelegt, daß die Verwaltung der Bestände an radioaktiven Material interaktiv in den Instituten erledigt werden kann und die zentralen Aufgaben, wie Behördenmeldungen nach § 78 Strahlenschutzverordnung oder die wiederkehrenden Prüfungen direkt aus den so entstandenen Datenbeständen veranlaßt werden können.

Im zweiten Ausbauschnitt ist vorgesehen, die Verwaltung der offenen radioaktiven Stoffen unter Berücksichtigung von Teilungs- und Vermischungsmechanismen einzubeziehen. Hinzu kommen sollen dann das Modul „Atomrechtliche Genehmigungen“ und das Modul „Verantwortliche im Strahlenschutz“. Durch Verknüpfung dieser Module sollen dann Genehmigungsauslastungen (Verhinderung von Überschreitung genehmigter Mengen) und die verantwortlich handelnden Personen abgebildet werden. Als dritter und letzter Schritt könnte das Kernmaterial Überwachungs- und Buchungssystem integriert werden, zumal für 1999 eine Änderung der Euratom-Vorschriften angekündigt ist, die im Altsystem vermutlich nicht mehr umzusetzen sind.

Die heute überall gestellte Frage, welche Auswirkungen der Jahreswechsel vom Jahr 1999 auf das Jahr 2000 auf die Rechnersysteme und Anwendungen haben wird, kann in dieser Abteilungs-EDV nicht endgültig beantwortet werden. Voraussichtlich werden die Rechner mit ihren Betriebssystemen sowie die großen Datenbanksysteme, wie Oracle oder Notes, nicht zu Problemen führen. Das Umfeld der Bürokommunikation wird bis zur Jahrtausendwende vermutlich ebenfalls „wechselfest“ sein. Hierbei ist die Abteilung vom Betreiber, der Hauptabteilung Informations- und Kommunikationstechnik, abhängig und hat keine eigenen Aktivitäten geplant. Der verbleibende Teil wird vermutlich nicht störungsfrei im Jahr 2000 weiterlaufen. Eine vollständige Verifizierung ist unter den gegebenen personellen Verhältnissen nicht möglich. In diesem Umfeld werden keine wirklich sicherheitsrelevanten Daten, deren Verfügbarkeit zeitkritisch ist, verarbeitet. Es bleibt als Methode der Wahl nur: „so gut wie möglich vorbereiten, Fehlfunktionen nach Auftreten beseitigen“.

2.3 Arbeitsschutz

K. Umstadt

2.3.1 Organisation und Aufgaben der Gruppe konventionelle Arbeitssicherheit

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

2.3.2 Unfallgeschehen

Nach § 193 des Sozialgesetzbuches VII hat der Unternehmer Unfälle von Versicherten in seinem Unternehmen dem Unfallversicherungsträger anzuzeigen, wenn Versicherte getötet oder so verletzt sind, daß sie mehr als drei Tage arbeitsunfähig werden. Die Anzeige ist binnen drei Tagen zu erstatten, nachdem der Unternehmer von dem Unfall Kenntnis erlangt hat. Die Anzeige ist vom Betriebsrat mit zu unterzeichnen. Der Unternehmer hat den Sicherheitsbeauftragten, die Sicherheitsfachkraft und den Betriebsarzt über jede Unfallanzeige in Kenntnis zu setzen. 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 1998 insgesamt 88 Arbeitsunfälle an den Unfallversicherer gemeldet. Davon waren 43 Unfälle anzeigepflichtig (Betriebsunfälle: 27, Wegeunfälle: 14; Sportunfälle: 2). Einen Überblick über Art der Verletzungen und verletzte Körperteile gibt Tab. 2-2.

1998 betrug die absolute Zahl der meldepflichtigen Betriebsunfälle 27 und lag damit deutlich unter der Vorjahreszahl.

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. 3 800 Mitarbeitern ergeben sich die in Tab. 2-3 dargestellten Zahlen. Wie die Statistik zeigt, sind die anzeigepflichtigen Betriebsunfälle gegenüber dem Vorjahr weiter zurückgegangen. Dagegen hat sich die Zahl der Wegeunfälle im Vergleich zum Vorjahr erhöht.

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	
	1997	1998		1997	1998
Kopf	9	5	Prellungen, Quetschungen	11	12
Augen	1	--	Verstauchungen	1	3
Rumpf	2	3	Zerrungen, Verrenkungen	7	5
Beine, Knie	2	5	Wunde, Riß	11	11
Füße, Zehen	2	10	Knochenbruch	8	9
Arme	2	3	Verbrennungen, Verätzungen	1	1
Hände, Finger	14	13	Infektion, Vergiftung	1	--
Halswirbel	2	4	Sonstige	3	2

Tab. 2-2: Art der Verletzungen und der verletzten Körperteile bei den Betriebsunfällen

Art der Unfälle	Zahl der anzeigepflichtigen Unfälle je 1 000 Beschäftigte	
	Forschungszentrum Karlsruhe 1998	gewerbliche Wirtschaft 1997*
meldepflichtige Betriebs- u. Sportunfälle	7,6	39,6
meldepflichtige Wegeunfälle	3,7	5,2

* Daten von 1998 liegen noch nicht vor.

Tab. 2-3: Unfälle im Forschungszentrum Karlsruhe 1998 im Vergleich zur gesamten gewerblichen Wirtschaft

2.3.3 Arbeitsplatzüberwachungen

Nach § 5 Arbeitsschutzgesetz hat der Arbeitgeber durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

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. Hierzu ist es notwendig, durch Messungen Ergebnisse zu erhalten, welche die Basis für eventuell durchzuführende Maßnahmen bilden.

Zur Durchführung der gebräuchlichsten Messungen (Lärm, Klima, Beleuchtung) wurden Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz meßtechnisch ausgebildet und mit den entsprechenden Meßgeräten ausgerüstet. Sie führen auf Anforderung der Organisationseinheiten oder der zuständigen Fachkraft für Arbeitssicherheit die entsprechenden Messungen durch. Das Meßergebnis wird von der zuständigen Fachkraft beurteilt. Daraus resultierende Empfehlungen werden dem Institutsleiter mitgeteilt.

Die Notwendigkeit der Durchführung von Arbeitsplatzüberwachungen ist entweder bei Betriebsbegehungen festgestellt oder aufgrund von Anfragen der Mitarbeiter oder der Betriebsärzte festgelegt.

Im Jahr 1998 wurden schwerpunktmäßig alle Arbeitsplätze, an denen sich Lärmexpositionen ergeben könnten, beurteilt und ggf. meßtechnisch überprüft. Aufgrund veränderter Arbeitsbedingungen und durchgeführter Dämm-Maßnahmen ist die Zahl der Lärmarbeitsplätze (Beurteilungspegel ≥ 85 dBA) zurückgegangen.

2.3.4 Aus- und Fortbildung

Im Berichtszeitraum wurde die Aus- und Weiterbildung in Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsfragen des Fortbildungszentrums für Technik und Umwelt 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. Die Filme können von den einzelnen Organisationseinheiten tageweise ausgeliehen werden. Eine Auflistung der Filme sowie der Inhalte kann über das Intranet unter KISS abgerufen werden.

2.3.5 Arbeitsschutzausschuß

Nach § 11 des Arbeitssicherheitsgesetzes hat der Arbeitgeber in Betrieben, in denen Betriebsärzte oder Fachkräfte für Arbeitssicherheit bestellt sind, einen Arbeitsschutzausschuß zu bilden. Die personelle Zusammensetzung und die Aufgaben des Arbeitsschutzausschusses sind im Arbeitssicherheitsgesetz geregelt. Unter Berücksichtigung der jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten sollen u. a. Empfehlungen für betriebliche Sicherheitsprogramme erarbeitet werden.

In den Sitzungen des Arbeitsschutzausschusses im Jahre 1998 wurden neben zahlreichen Einzelfragen aktuelle Themen behandelt. Schwerpunkte hierbei waren:

- Beurteilung der Arbeitsplätze

Die Überprüfung der Arbeitsplätze mit Hilfe eines Erkennungsleitfadens wurde anfangs 1998 abgeschlossen. Anhand dieser Beurteilungen führten die Fachkräfte für Arbeitssicherheit im Laufe des Jahres in den Instituten Gefährdungs- und Belastungsbeurteilungen an diversen Arbeitsplätzen durch.

- Alleinarbeitsplätze mit erhöhter Unfallgefahr

Die Mitglieder des A diskutierten ausgiebig dieses Thema. U. a. war die Frage zu klären, was sind gefährliche Arbeiten und wie kann man Personen bei diesen Arbeiten sichern. Hierzu wurde auf Empfehlung des Arbeitsschutzausschusses eine Funkausleuchtung von relevanten Arbeitsplätzen durchgeführt, um den Einsatz elektronischer Sicherungs- und Meldesysteme beurteilen zu können. Inwieweit eine Koppelung mit der derzeitigen UHF-Rufanlage möglich ist, wird noch geprüft.

- Überprüfung von elektrischen Anlagen und Betriebsmittel

Hierzu wurden verschiedene Modelle und Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Überprüfung von elektrischen Anlagen und Betriebsmittel einschließlich deren Dokumentation durchgeführt werden kann. BTI und HS-AS werden entsprechende Informationen zusammenstellen und an die Institute weitergeben.

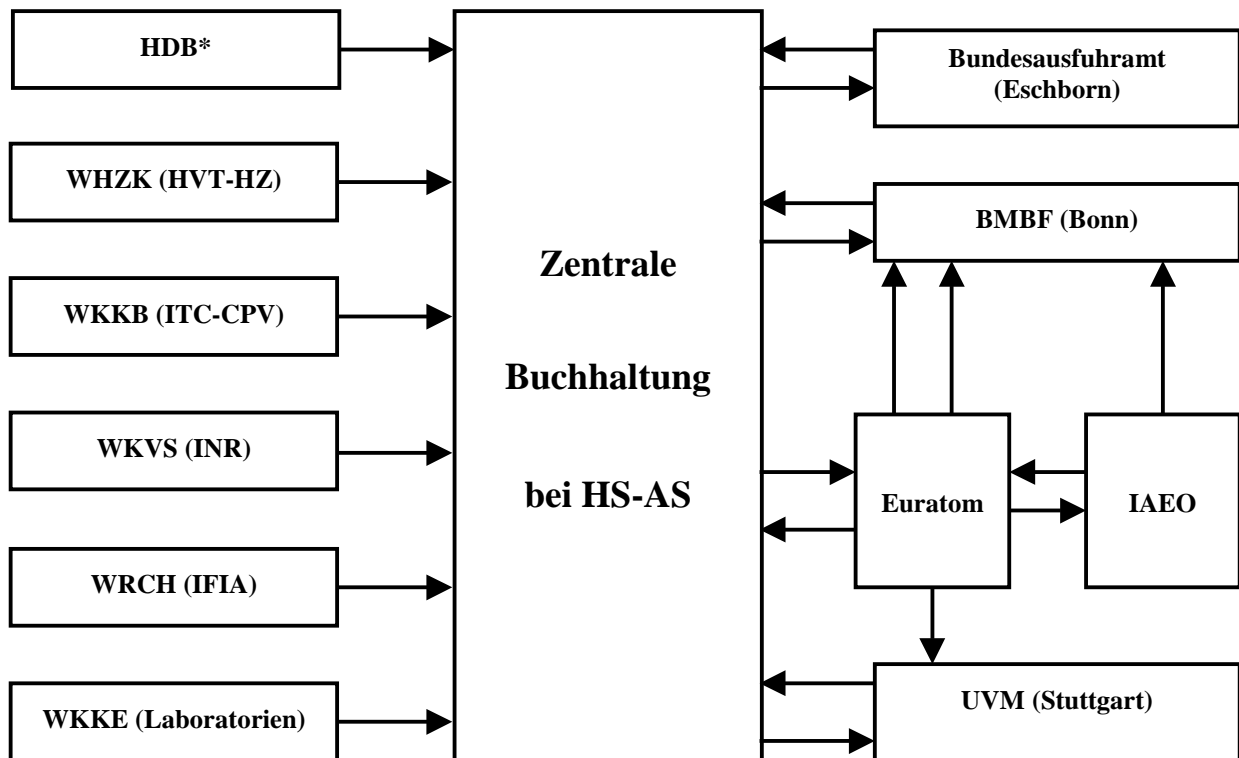
2.4 Bilanzierung radioaktiver Stoffe

W. Burck

2.4.1 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 Materialbilanzonen. 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, Wissenschaft, Forschung und Technologie; Gewerbeaufsichtsamt.

Um Bewegungen innerhalb des Zentrums erfassen zu können, hat Euratom die Einrichtungen des Forschungszentrums in fünf Materialbilanzonen 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. 1998 waren 766 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: Materialbilanzzone des Forschungszentrums Karlsruhe, Meldeinstanzen und Meldewege zur Kernmaterialüberwachung

2.4.2 Aufsicht durch Euratom

Im Jahre 1998 haben die Direktion Sicherheitsüberwachung von Euratom, Luxemburg, im Forschungszentrum Karlsruhe insgesamt sieben 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.

2.4.3 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 vom 12.06.1996“ jährlich mindestens eine Dichtheitsprüfung durchzuführen. Die Wiederholungsprüfungen können entfallen oder in größeren Zeitabständen durchgeführt werden, sofern dies nach der o. g. Richtlinie über Prüffristen bei Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen möglich ist. Wird hiervon Gebrauch gemacht, so ist der Freistellungsgrund in der Jahresmeldung zu vermerken. Die zur Anfertigung der Jahresmeldung gespeicherten Daten bilden die Grundlage für die Terminüberwachung zu Wiederholungsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen, die für das Forschungszentrum zentral durch HS-AS durchgeführt wird. Die Wiederholungsprüfungen selbst werden durch HS-St entsprechend der erteilten Genehmigung durchgeführt. Von den 930 erfaßten umschlossenen radioaktiven Stoffen waren 120 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. Die erforderlichen Formblätter zur Erstellung der einzelnen Meldungen werden ihm jeweils termingerecht von HS-AS zugesandt.

Im Berichtsjahr wurden die Bearbeitung, Prüfung und zum Teil rechnergestützte Erfassung von 2 542 internen und externen Bestandsänderungen an sonstigen radioaktiven Stoffen durchgeführt. Um die in Tab. 2-4 aufgeführten Berichte erstellen zu können, sind oft Rückfragen innerbetrieblich sowie bei externen Absendern/Lieferanten erforderlich.

Art der Berichte	Anzahl der Berichte und Berichtsempfänger			
	Euratom	Umweltministerium	Gewerbeaufsichtsamt	gesamt
Monatsberichte				
Erwerb, Erzeugung und Abgabe radioaktiver Stoffe		6	12	18
Bestand an Schwerwasser	12			12
Bestände an radioaktivem Abfall und Auslastung von Genehmigungen		12		12
Erwerb und Abgabe von Tritium kanadischem Ursprungs	12			12
Quartalsberichte				
Bestände und Bestandsänderungen an radioaktivem Abfall	4			4
Jahresberichte				
Bestand an offenen radioaktiven Stoffen		1	1	2
Bestand an umschlossenen radioaktiven Stoffen		1	1	2
Bestand an Schwerwasser		1	1	2
Bestand an Tritium kanadischen Ursprungs		1	1	2
Eingänge, Abgänge und Bestände von radioaktiven Abfallprodukten		1	1	2
gesamt	28	23	17	68

Tab. 2-4: Umfang der Berichtserstattung 1998

2.4.4 Kontrolle der genehmigten Umgangsmengen radioaktiver Stoffe

Um zu gewährleisten, daß die genehmigten Umgangsmengen an Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen eingehalten werden, hat HS-AS einen Überwachungsmechanismus installiert. Die Organisationseinheiten sind halbjährlich verpflichtet, die Buchwerte an radioaktiven Stoffen den genehmigten Werten gegenüberzustellen und HS-AS mitzuteilen. 1998 wurden ins-

gesamt 531 Meldungen mit den bei HS-AS gespeicherten Daten einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Es konnten keine Überschreitungen festgestellt werden.

2.4.5 Erfassung von Kernmaterialtransporten und Hilfestellung bei Planung und Abwicklung

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 1997 und 1998 erfaßten Kernmaterialbewegungen zeigt Tab. 2-5.

Jahr	1997		1998	
	intern	extern	intern	extern
Natururan	14	-	6	1
abgereichertes Uran	105	17	502	1
Thorium	5	22	1	2
angereichertes Uran	1	-	2	-
Plutonium	69	-	371	-
gesamt	194	39	882	4

Tab. 2-5: Anzahl der Kernmaterialbewegungen 1997 und 1998

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 der MILLI-Anlage beim ITC/CPV.

2.5 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.

2.5.1 Aufgaben

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

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

Die 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.

2.5.2 Statistik und Analyse der EvD-Einsätze

1998 gingen in der Alarmzentrale des Forschungszentrums eine Vielzahl von Meldungen ein. Hiervon erforderten 225 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. 2-6 zeigt eine Aufschlüsselung der Einsätze.

Jahr	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Anzahl der Einsätze	210	183	223	190	223	225
Geamteinsatzzeit in Stunden *	151	146	167	145	136	152
mittlere Einsatzdauer in Stunden	0,7	0,5	0,5	0,45	0,36	0,4
Anzahl der Einsätze innerhalb Arbeitszeit	75	66	71	70	77	119
Anzahl der Einsätze außerhalb Arbeitszeit	135	117	152	120	146	106
Alarmübungen	8	8	8	9	7	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. 2-6: Einsätze der Einsatzleiter vom Dienst, 1993 bis 1998

Die Ursachen für die EvD-Einsätze waren im Schwerpunkt: Feuerfehlalarme und technische Hilfe Tab. 2-7.

Jahr	1997	1998
Feueralarme	86 (davon 72 Fehlalarme)	126 (davon 116 Fehlalarme)
Technische Hilfe	56	51
Wasserstörungen	27	19
Sonstige Ereignisse	27	16
Sandfangalarme	19 (davon 3 Fehlalarme)	9 (davon 2 Fehlalarme)

Tab. 2-7: EvD-Einsätze schwerpunktmäßig aufgegliedert

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 Fehlalarm vorgelegen hat. Die große Zahl der Fehlalarme 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“: Unter den Sammelbegriff „Technische Hilfe“ 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 „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 Versuchständen 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.

2.5.3 Übungen der Einsatzdienste

Vom Forschungszentrum Karlsruhe werden über 24 Stunden folgende Einsatzdienste vorgehalten:

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

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 Einsatztruppen verstärkt werden können. Diese Einsatztruppen setzen sich wie folgt zusammen:

- Strahlenmeßtrupp 10 Personen
- Feuerwehrtrupp 44 Personen
- Sanitätstrupp 12 Personen
- Dekontaminationstrupp 5 Personen.

1998 wurden zwei Alarmübungen durchgeführt. Daneben wirkten Einsatzleiter und Einsatzdienste des Zentrums an sechs Alarmübungen mit, die von der Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft, dem Kerntechnischen Hilfsdienst und der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe 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 Einsatztruppen und das Betriebspersonal der betroffenen Institute in die Übungen mit einbezogen.

2.5.4 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 Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden über Vorkommnisse im Forschungszentrum Karlsruhe sind in einer Melderegelung festgelegt. Im Jahre 1998 wurde den Aufsichtsbehörden vier sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse der Meldestufe II gemeldet. Fünf Vorkommnisse, die von besonderem Interesse für das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg als atomrechtliche Aufsichtsbehörde sein können, wurden als sogenannte Info-Meldungen übermittelt.

2.6 Betriebsbeauftragte im Umweltschutz

K. Dettmer, B. Mandl

Aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen sind für das Forschungszentrum Karlsruhe Betriebsbeauftragte in den vier Rechtsbereichen Abfall, Gefahrgut, Gewässerschutz und Immissionsschutz vorgeschrieben. Die vier Beauftragtenfunktionen werden innerhalb der Gruppe „Beauftragte im Umweltschutz“ von zwei Mitarbeitern wahrgenommen, dem Gefahrgut- und Abfallbeauftragten und dem Gewässerschutz- und Immissionsschutzbeauftragten. Die Gruppe ist organisatorisch in die Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit eingebunden, womit ein Synergieeffekt entsteht und der rechtlichen Forderung nach Zusammenarbeit im Arbeitssicherheits- und Umweltschutzbereich Rechnung getragen wird.

Die Aufgaben der Beauftragten lassen sich unterteilen in Kontrolle und Überwachung, Beratung, Information und Dokumentation. Zusätzlich werden in der Gruppe Tätigkeiten zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung ausgeführt sowie die wiederkehrenden Prüfungen innerhalb des Zentrums überwacht.

2.6.1 Wiederkehrende Prüfungen

K. Dettmer, H.-J. Henkenhaf

Um die technische Betriebssicherheit zu gewährleisten, müssen bestimmte Gegenstände, Maschinen, Anlagen und Anlagenteile in regelmäßigen Zeitintervallen vorgegebenen Prüfungen unterzogen werden. Diese Prüfungen sind beispielsweise durch Auflagen in Genehmigungen festgelegt. Sie können sich auch unmittelbar aus Rechtsnormen ergeben oder in den jeweiligen Unfallverhütungsvorschriften gefordert sein.

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. Bei Bedarf werden monatlich Mahnlisten verschickt.

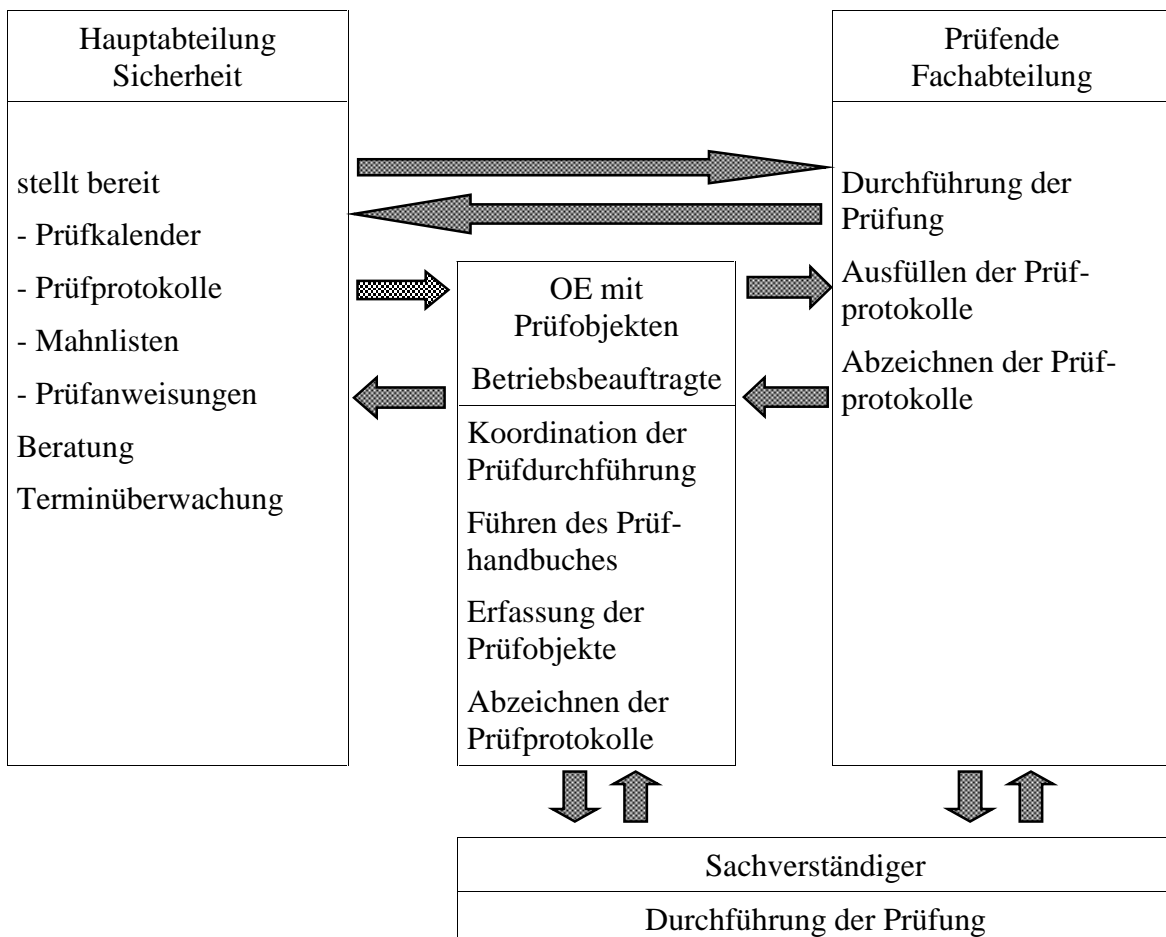


Abb. 2-3: Wiederkehrende Prüfungen – Aufgabenverteilung und Informationsfluß

Wesentlicher Bestandteil der Koordinations- und Dokumentationsarbeit ist die Eingabe von Terminen durchgeführter Prüfungen in eine Datenbank und der Abgleich der vorhandenen Daten von Prüfobjekten. Letzterer findet beispielsweise mit Hilfe der Prüfkalender statt, die durch Betriebsbeauftragte der Organisationseinheiten mit den aktuellen Gegebenheiten vor Ort abgeglichen werden müssen. Eine Voraussetzung für das Mahnwesen ist, daß die tatsächlich vorhandenen Prüfobjekte in der Datenbank korrekt erfaßt sind und die Dokumentation mit den Organisa-

tionseinheiten vollständig abgestimmt ist. Dies erfordert eine fortlaufende Datenpflege und stellt einen weiteren 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.

Durch eine Paßworthierarchie wird gewährleistet, daß die Betriebsbeauftragten ausschließlich und eindeutig auf die ihnen zugeordneten Datensätze zugreifen können. Es besteht außerdem die Möglichkeit, daß die Abteilung Instandhaltung im Bereich Technische Infrastruktur als prüfende Fachabteilung auf alle ihr in der Datenbank der Abteilung Arbeitsschutz und Sicherheit zugeordneten Objekte zugreifen und diese mit dem Wartungsplansystem abstimmen kann.

Die Kombination von zentraler Datenpflege für den überwiegenden Teil der Organisationseinheiten und dezentraler Datenpflege über Netzwerk hat sich gut bewährt und zu einer sicheren Terminverfolgung bei den wiederkehrenden Prüfungen geführt.

2.6.2 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 Abb. 2-4 zeigt den Datenfluß des geplanten Programms. 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 für 1997 geplante zentrumsweite Umsetzung des Konzepts an ein Redesign des Programms geknüpft. Dies war für das Jahr 1998 geplant. 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 wurde eine Aktualisierung der Sicherheitsdatenblätter der im Zentrum vorhandenen Stoffe in einer zentralen Datenbank durchgeführt. 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 und zur Erstellung von gefahrstoff- und arbeitsplatzbezogenen Betriebsanweisungen herangezogen werden. Die EG-Sicherheitsdatenblätter aus dieser Datenbank können von allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Forschungszentrums über das Intranet abgerufen werden.

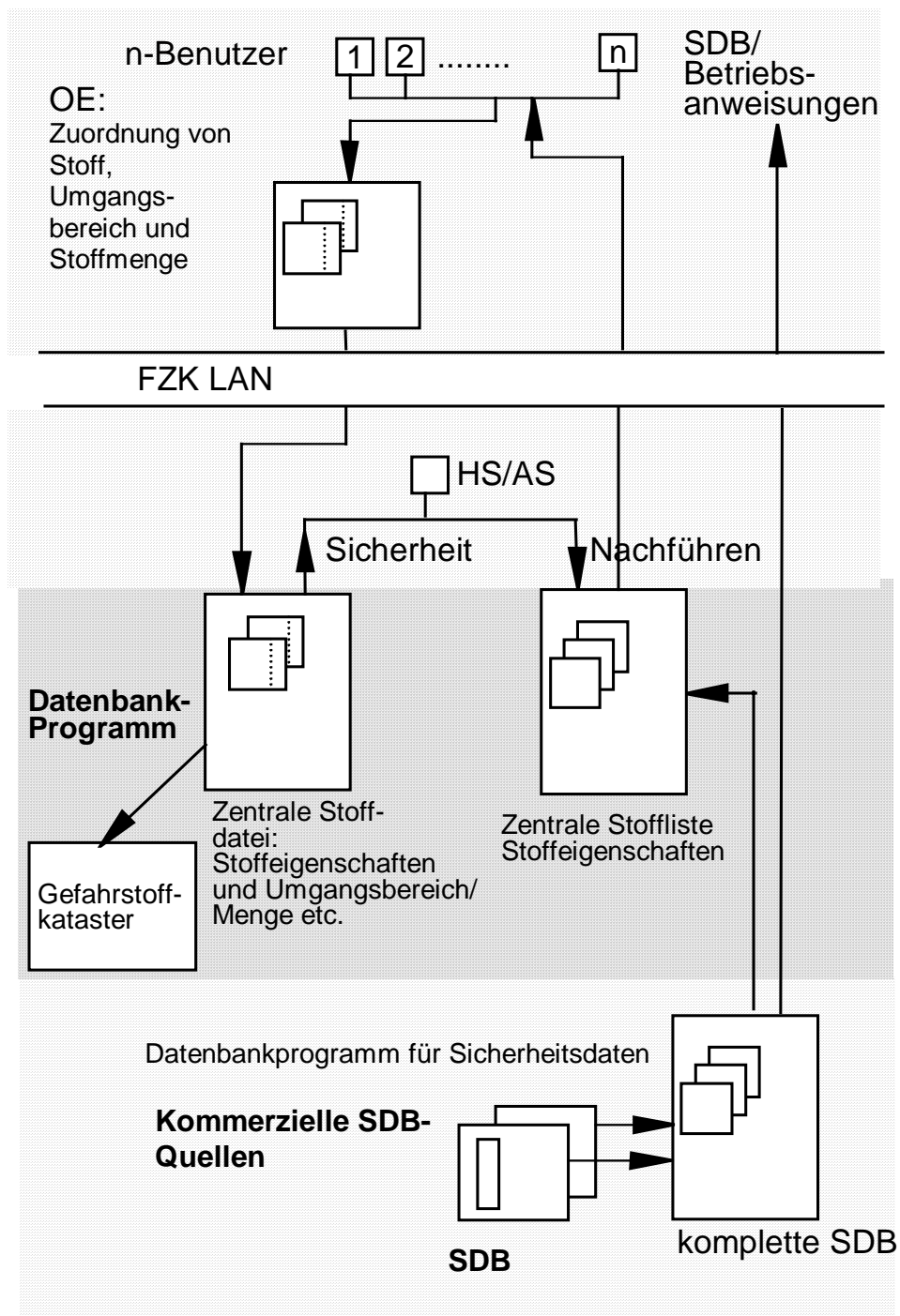


Abb. 2-4: Geplanter Austausch von Gefahrstoffinformationen im Zusammenhang mit dem Gefahrstoffkataster (SDB = EG-Sicherheitsdatenblatt, OE = Organisationseinheit)

2.6.3 Gefahrguttransporte und Gefahrgutumschlag

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 bei einigen wenigen Organisationseinheiten bzw. Abteilungen konzentriert. Dies ist aufgrund der hohen Anforderungen und der erforderlichen Fachkenntnisse zum Gefahrguttransport sowie dem damit verbundenen Informations- und Schulungsbedarf für das Personal sinnvoll.

Im Bereich der Beförderung radioaktiver Gefahrgüter der Klasse 7 ist die Abwicklung ausgehender Beförderungen beschränkt auf die Transport- und Isotopenleitstelle 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 Transport- und Isotopenleitstelle der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe durchführen.

Für die externen Beförderungen werden Transportunternehmen mit entsprechender Genehmigung beauftragt. Insgesamt wurden von der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) ca. 300 An- und Abtransporte über die Verkehrsträger Straße und Schiene abgewickelt (teilweise mit anschließendem Lufttransport). Von der Hauptabteilung Zyklotron wurden mehr als 1 500 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 (Zufahrt zu den Flughäfen) per Luftfracht ins Ausland weiterbefördert (Kombiverkehr). Für den Transport radioaktiver Stoffe innerhalb des Zentrums ist die entsprechende Transportordnung des Forschungszentrums anzuwenden.

Im Bereich der Beförderung konventioneller Gefahrgüter findet der Hauptumschlag über die Hauptabteilung Einkauf- und Materialwirtschaft (EKM/MW) und die Abfallwirtschaftszentrale des Forschungszentrums statt. Gefahrgüter werden über den Wareneingang beim Chemikalien- und Gaslager empfangen. Von hier aus 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. Im geringen 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 170 Anlieferungen von Feinchemikalien, technischen Chemikalien und Heizöl. Über die Abfallwirtschaftszentrale wurden 50 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. In einem Fall wurde ein Transformator beim Verladen beschädigt. Das austretende Transformatoröl konnte aufgefangen und in entsprechende Transportbehälter umpumpt werden. Einige besondere Ereignisse wurden bei der Anlieferung

und dem Abtransport radioaktiver Stoffe über ein Luftfahrtunternehmen festgestellt. Die sicherheitsrelevanten Mängel wurden mit den zuständigen Versendern, Beförderern bzw. dem Luftfahrtbundesamt soweit erörtert, daß entsprechende Maßnahmen zur Mängelbeseitigung ergriffen werden konnten.

Die ein- und ausgehenden externen Transporte von Gefahrgütern werden durch die beauftragten Personen und deren Mitarbeiter anhand von Checklisten überprüft. Teilweise umfassen die Checklisten auch Kontrollpunkte, die nicht nur den rechtlichen Pflichten und Kontrollvorgaben genügen, sondern über die spezifischen Absender- oder Verladepflichten hinausgehen.

Im Berichtszeitraum wurde die neue Gefahrgutbeauftragtenverordnung veröffentlicht. Sie tritt zum 01.01.1999 in Kraft. Die wesentlichen Neuerungen befassen sich mit

- der umfassenden Schulung und Information des gesamten Personals, das mit dem Gefahrgutumschlag befaßt ist sowie
- der Kontrolle der Aufbau- und Ablauforganisation aller Bereiche, die am Gefahrgutumschlag beteiligt sind.

Die Aufbauorganisation zum Gefahrgutumschlag des Forschungszentrums wird regelmäßig im Jahresbericht des Gefahrgutbeauftragten dokumentiert. Die Ablauforganisation ist für einige Teilbereiche in Arbeits- bzw. Verfahrensanweisungen bereits festgeschrieben. Mit Inkrafttreten der neuen Gefahrgutbeauftragtenverordnung wird dies im Laufe des Jahres 1999 auch für die noch ausstehenden Bereiche erfolgen. Auf Grund der sich permanent ändernden Gefahrgutvorschriften für den Straßen-, Schienen- und Luftverkehr wird eine intensive Informations- und Schulungstätigkeit verfolgt. 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.

2.6.4 Abfallwirtschaft

B. Mandl

Mit Inkrafttreten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zusammen mit den Bestimmungsverordnungen für Abfälle und der Nachweisverordnung zum 07.10.1996 stand auch im abgelaufenen Geschäftsjahr 1998 die Umsetzung der entsprechenden Regelungen im Vordergrund. Von besonderer Bedeutung waren hierbei

- die Abgrenzungsproblematik Abfall/Produkt sowie Verwertung und Beseitigung,
- die Umschlüsselung alter LAGA-Schlüssel (Abfallschlüsselnummern und -bezeichnungen) auf die neuen EAK-Schlüssel (neue europäische Abfallnomenklatur),
- die Umsetzung der neuen Nachweisführung für Abfälle zur Verwertung sowie
- die neuen Abläufe zu den Nachweisverfahren für besonders überwachungsbedürftige Abfälle, insbesondere nach dem privilegierten Verfahren (vereinfachte Nachweisführung).

Die Organisation der Abfallwirtschaft des Forschungszentrums, mit der Übertragung aller abfallwirtschaftlich relevanten Aufgaben und abfallrechtlich erforderlichen Pflichten auf die Abfallwirtschaftszentrale, hat sich hierbei in besonderer Weise bewährt. Dort bewältigte das fachkundige Personal die gestellten Aufgaben, insbesondere auch auf Grund der intensiven Zusammenarbeit mit HS-AS, 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. Gleichzeitig konnte die Sensibilität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des For-

schungszentrums für die Abfallentsorgung gesteigert werden. Dies zeigt sich insbesondere darin, daß durch verbesserte Sortierleistung bei der Erfassung qualitativ hochwertige Verwertungswege, die auch wirtschaftlich sind, eingeschlagen werden konnten. Die Umsetzung der umfangreichen Änderungen und Neuregelungen im Bereich des Abfallrechts, insbesondere bei der Abfallbestimmung und der erforderlichen Nachweisführung, erforderten im Berichtszeitraum einen erhöhten Aufwand für den Informationsaustausch und für die Kommunikation mit externen Entsorgern und Behörden. Besonders kritisch verfolgt wurden hierbei die unterschiedlichsten Formen der Abweichung von den erforderlichen Nachweisverfahren, die durch die Nachweisverordnung für besonders überwachungsbedürftige und überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung oder Beseitigung festgelegt sind.

Im Berichtszeitraum kam es zu keinen Unfällen oder sonstigen besonderen Ereignissen. Probleme und Beanstandungen bei der Entsorgungsabwicklung traten wiederholt im Rahmen von Baumaßnahmen auf. Ursachen hierfür waren insbesondere die Nichteinhaltung von Sortiervorgaben und organisatorischer Regelungen. Darüber hinaus wurde für das Jahr 1997 entsprechend der Abfallwirtschaftskonzept- und Abfallbilanzverordnung die erste Abfallbilanz des Forschungszentrums vorgelegt. Diese Abfallbilanz war eine gemeinsame Bilanz des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH, der WAK BGmbH und der Interessengemeinschaft Kraftfahrzeuge des Forschungszentrums. Mit der Vorlage der Bilanz werden Erleichterungen in der Nachweisführung in Anspruch genommen. In den Tabellenübersichten sind die Abfälle zur Beseitigung und Verwertung für das Bilanzjahr 1998 zusammengestellt.

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge [Mg]
Altfarben, Altlacke	555 12	0,8
Anorganische Säuren, Säuregemische und Beizen	521 02	33,5
Asbestabfälle	314 36	12,9
Baustellenabfälle	912 06	228,3
Bitumen- und Asphaltabfälle	549 12	4,9
Entwickler	527 23	1,9
Filterstäube und Flugasche	313 09	2,0
Fixierbäder	527 07	0,9
Gase in Stahl Druckflaschen	598 02	15,0
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	912 00	334,5
Ionenaustauscherharze	571 24	2,1
Faulschlamm (Klärschlämme)	954 02	155,9
Laugen, Laugengemische und Beizen	524 02	0,4
Lösemittelhaltige Schlämme, halogenfrei	554 02	0,3
Mineralfaserabfälle	314 16	19,4
Ölbinder	314 28	1,2
Schlacken und Aschen	313 07	2,4
Schwermetallhaltiger Boden	314 24	62,4
Sonstige Konzentrate und Halbkonzentrate	527 25	10,1
Sonstige Schlämme (Chemieschlamm)	316 39	119,2
Trockenbatterien	353 25	3,9

Tab. 2-8: Abfälle zur Beseitigung 1998

Abfallbezeichnung	Abfallschlüssel-Nr.	Menge
Altfenster/Fensterglas	17 02 02	18,9 Mg
Altglas/Laborglas	314 08/20 01 02	21,5 Mg
Altpapier/Kartonage	20 01 01	332,9 Mg
Aluminium	12 01 03	4,5 Mg
Bauschutt	17 01 01	5.864,6 Mg
Bauschutt, Erdaushub mit schädli. Verunreinigungen	314 41/17 01 99D1	49,2 Mg
Bildschirme	16 02 02	643 Stück
Bleiakkumulatoren	353 22/16 06 01	12,5 Mg
Bohr- und Schleifölemulsionen, Emulsionen	544 02/13 01 05	9,5 Mg
Datenschutzpapier	20 01 01	51,5 Mg
Eisenbehältnisse mit schädlichen Restanhaftungen	351 06/15 01 99D1	4,3 Mg
Eisenschrott	17 04 05	1.028,7 Mg
Elektro- und Elektronikschrott	16 02 02	61,3 Mg
Erdaushub (Eigenverwertung)	17 05 01	200 m ³
Ethylenglykohle	553 03/16 05 03	3,5 Mg
Feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel	542 09	4,2 Mg
Filmabfälle	09 01 07	0,3 Mg
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	17 07 01	14,7 Mg
Gras- und Sträucherabfälle (Eigenverwertung)	20 02 01	150 m ³
Holz	17 02 01	170,9 Mg
Holzabfälle mit schädlichen Verunreinigungen	172 13	61,7 Mg
Inhalt von Fettabscheidern	125 01/02 02 04	48,9 Mg
Kabelabfälle	17 04 08	93,3 Mg
Kesselschlacke	313 07/19 01 01	46,4 Mg
Küchen- und Kantinenabfälle	912 02/02 02 99	36,2 Mg
Kühlschränke	16 02 03	59 Stück
Kunststoffabfälle	17 02 03	19,5 Mg
Kunststoffbehälter mit schädlichen Restanhaftungen	571 27/15 01 99D1	1,4 Mg
Laborchemikalienreste organisch	593 02	0,4 Mg
Laborchemikalienreste anorganisch	593 03	0,4 Mg
Lösemittelgemische halogenfrei	553 70/07 07 04	1,8 Mg
Magnetbänder	20 01 03	2,7 Mg
Mineralfaserabfälle	314 16	12,8 Mg
Motoren- und Getriebeöle	541 12/13 02 02	18,8 Mg
Ölfilter	351 07/15 02 99 D1	0,9 Mg
Öl- und Benzinabscheiderinhalte	547 02/19 08 03	5,3 Mg
Ölverunreinigter Boden	314 23	3,1 Mg
PCB-haltige Trafoöle	541 07/13 03 01	5,2 Mg
PCB-haltige Abfälle (Transformatoren)	541 11	44,8 Mg
Polyolefinabfälle	571 28	8,8 Mg
Quecksilberhaltige Leuchtstoffröhren	353 26/20 01 21	6.621 Stück
Sägespäne	03 01 03	2,7 Mg
Sandfangrückstände	547 01	16,3 Mg
Sonstige NE-metallhaltige Abfälle	353 15/20 01 04	4,9 Mg
Styropor	15 01 02	984 m ³
Tonerkartuschen	08 03 09	2.724 Stück
Trafo-, Wärmeträger-, Hydrauliköle, PCB-frei	541 06/13 03 03	15,3 Mg
Verbrauchte Filter- und Aufsaugmassen	314 35	1,5 Mg
Verunreinigtes Heizöl	541 08	0,5 Mg
Wertstoffe aus Gewerbeabfällen	20 03 01	19,4 Mg

Tab. 2-9: Abfälle zur Verwertung 1998

2.6.5 Immissionsschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) genehmigungsbedürftige sowie weitere immissionsschutzrechtlich relevante Anlagen, die nicht genehmigungspflichtig sind. Für den Immissionsschutz des Forschungszentrums Karlsruhe sind die genehmigungsbedürftigen Anlagen von besonderer Bedeutung. Im Berichtszeitraum wurden vier entsprechende Anlagen betrieben. Es handelt sich dabei um die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB), die Verbrennungsanlage TAMARA des Instituts für Technische Chemie, das Abfallzwischenlager sowie das Fernheizwerk. Für die beiden Verbrennungsanlagen sowie das Abfallzwischenlager fordert der Gesetzgeber die Bestellung eines Immissionsschutzbeauftragten. Die Tab. 2-10 zeigt den im Berichtszeitraum vorliegenden Genehmigungsstatus der Anlagen.

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

Tab. 2-10: Immissionsschutzrechtlich genehmigungspflichtige Anlagen des Forschungszentrums

Nach dem Abschluß des Umbaus und der Nachrüstung der Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe nach den Vorschriften der 17. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (17. BImSchV) im Jahr 1997 besteht diese Anlage nur noch aus einem System. Dies ist eine Schachtofenanlage mit Nachbrennkammer zur Verbrennung von festen und flüssigen Abfällen. Der Anlage ist ein ebenfalls immissionsschutzrechtlich genehmigtes Propangaslager zugeordnet.

Die Anlage wurde entsprechend dem Stand der Technik nachgerüstet und in Betrieb genommen. Wesentliche Elemente der Umbaumaßnahmen waren die Erneuerung der Auskleidung des Schachtofens, der Einbau einer neuen Nachbrennkammer, die Installation eines Mehrstoffbrenners und der Einbau eines Mehrwegsorptionsfilters mit Aktivkoks zur Rückhaltung von Dioxinen/Furanen und anderen organischen Bestandteilen im Rauchgasstrom. Außerdem wurde eine Eindüsung von Harnstoff zur Reduktion der NO_x-Emissionen sowie ein Wirbelschicht-trockner zur Eindampfung von Flüssigkeiten aus der Rauchgaswäsche installiert.

Ursprünglich war es vorgesehen, die Anlage in allen Betriebszuständen mit der für die Verbrennung von halogenhaltigen Abfällen vorgeschriebenen Nachbrennkammertemperatur von 1200 °C zu betreiben, was einer höheren Anforderung, als durch die 17. BImSchV vorgegeben, entspricht. In einer ersten Betriebsphase zeigte sich jedoch, dass dies aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten ungünstig ist. Die Grenzwerte der 17. BImSchV, insbesondere im

Hinblick auf die Dioxin- und Furankonzentrationen, konnten bereits bei mit der gesetzlich vorgeschriebenen Nachbrennkammertemperatur von 850 °C eingehalten werden. Gleichzeitig mußten zur Erreichung der erhöhten Nachbrennkammertemperatur große Mengen Zusatzbrennstoff eingespeist werden. Aus diesen Gründen wurde im Berichtsjahr ein Änderungsantrag gestellt. Die Behörde erteilte eine entsprechende Änderungsgenehmigung. Die Einfahrphase unter den Bedingungen der neuen Genehmigung wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen, so dass für 1999 der Regelbetrieb vorgesehen ist. Die Anlage erfüllte in der Einfahrphase die Forderungen der 17. BImSchV vollständig.

Auch die Versuchsanlage TAMARA des Instituts für Technische Chemie hielt die Vorgaben der 17. BImSchV im Berichtszeitraum vollständig ein.

Im Berichtszeitraum wurde mit der Errichtung und Anpassung der erforderlichen Gebäude für die Versuchsanlage zur Verbrennung von Sonderabfällen, THERESA begonnen.

Zur Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Kontrollpflichten des Immissionsschutzbeauftragten wurden regelmäßige Begehungen der immissionsschutzrechtlich relevanten Anlagen durchgeführt. Es wurden Informationen über durchgeführte Änderungen an den Anlagen ausgetauscht und aktuelle Erfahrungen bei deren Betrieb erörtert. Als Grundlage für die Kontrollen wurden die Genehmigungen, die Auflagen und die vorhandenen gutachterlichen Überwachungsprotokolle verwendet.

2.6.6 Gewässerschutz

K. Dettmer

Das Forschungszentrum Karlsruhe betreibt ein umfangreiches Trennkanalisationssystem sowie eine Kläranlage für häusliches Schmutzwasser und eine Kläranlage für Abwasser aus Werkstätten, Labors und technischen Bereichen. Als Vorfluter werden der Rheinniederungskanal für die Ableitungen aus den Kläranlagen sowie der Hirschkanal für die Regenwasserableitung benutzt. Seit Beginn des Berichtsjahrs gilt für die Abwasserableitungen des Forschungszentrums Karlsruhe eine neue wasserrechtliche Erlaubnis sowie eine neue Genehmigung für den Betrieb der Abwasseranlagen. Die wesentlichen Neuerungen im Vergleich zur bisherigen Genehmigung sind:

- Die Jahresschmutzwassermenge, die maximal in die Vorfluter abgegeben werden darf, wurde begrenzt.
- Die Konzentrationen für die Schadstoffparameter Stickstoff und Phosphat wurden wesentlich erniedrigt. Die Anforderungen sind deutlich strenger, als die gesetzlich festgelegten Mindestanforderungen.
- Die Erlaubnis für den Rheinniederungskanal ist auf fünf Jahre begrenzt und wurde mit der Auflage erteilt, eine Verlängerung der Vorflutleitung in den Rhein durchzuführen.
- Die meisten der einzuhaltenden Grenzwerte wurden erniedrigt und damit an die bisher abgeleiteten Maximalkonzentrationen, die unter den bisherigen Grenzwerten lagen, angeglichen.

Die Auflagen in der neuen Erlaubnis und Genehmigung stehen im Zusammenhang mit der ungünstigen Vorflutersituation im Rheinniederungskanal. Der Verfluter verlandet aufgrund seiner geringen Fließgeschwindigkeit, was zu einer weiteren Reduktion seiner ohnehin geringen Transportleistung führt. Aus diesem Grund sollen nach und nach die Einleitungen von geklärtem Abwasser zunächst minimiert und später unterbunden werden. Das Forschungszentrum Karlsruhe wird als erster der Einleiter in den Rheinniederungskanal sein Abwasser über eine neu zu errichtende, verlängerte Abwasserleitung direkt in den Rhein abgeben. Die zur Zeit in den Rhein-

niederungskanal einleitenden Gemeinden sollen mittelfristig ebenfalls umgeschlossen werden. Die Planungen für die Verlängerung der Vorflutleitung des Forschungszentrums zum Rhein wurden im Berichtszeitraum durchgeführt sowie ein entsprechender Genehmigungsantrag entworfen.

Um die Anforderungen der neuen befristeten Genehmigung zu erfüllen, wurde die Anlagentechnik verbessert. Im Berichtszeitraum konnten die Bedingungen und Auflagen aus der neuen Erlaubnis und Genehmigung ohne Beanstandung eingehalten werden. Die beiden Kläranlagen arbeiteten im vergangenen Jahr bestimmungsgemäß. Die routinemäßigen Prüfungen sowie die Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Abwassernetzen wurden im Berichtszeitraum ordnungsgemäß durchgeführt, sowie die Sanierungsmaßnahmen nach der Eigenkontrollverordnung fortgesetzt.

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 überprüft.

Die Betriebsbeauftragten der einzelnen Organisationseinheiten wurden über Änderungen in den gesetzlichen Rahmenbedingungen informiert. Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe stehen im Übrigen ausführliche Informationen über die Aspekte des betrieblichen Umweltschutzes im Intranet zur Verfügung.

2.7 Kontrollstelle WAK

K.-D. Gossler

Um seiner Verantwortung bei der Stilllegung der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe gerecht zu werden, hat das Forschungszentrum Karlsruhe als Eigentümer und Genehmigungsmitinhaber eine Kontrollstelle eingerichtet, die eine überwachende Funktion für spezifische Strahlenschutz- und Sicherheitsaufgaben für den Bereich der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe ausübt. Schwerpunktmäßige Prüfungen haben zum Ziel, Mängel aufzuzeigen und Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Anlagensicherheit vorzuschlagen.

Die Aufgabe der Kontrollstelle besteht in der Durchführung stichprobenartiger Kontrollen der WAK-Maßnahmen zur Einhaltung der Auflagen aus Genehmigungsbescheiden, Verordnungen und Gesetzen sowie zur Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebs. Dies betrifft in Anpassung an den Restanlagenbetrieb während der Rückbauphase die Überprüfung

- der Einhaltung der im Betriebshandbuch beschriebenen Vorgaben bezüglich der Beachtung von Sicherheitsaspekten und Auflagen und der Durchführung von Belehrungen von Eigen- und Fremdpersonal;
- der physikalischen Strahlenschutzüberwachung sowie der Durchführung ärztlicher Untersuchungen gemäß Strahlenschutzverordnung;
- der Emissionsüberwachung;
- der Durchführung wiederkehrender Prüfungen an wichtigen Systemen;

- der Deklaration von radioaktiven Reststoffen und Abfällen sowie die Einhaltung der Annahmebedingungen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe unter Berücksichtigung einschlägiger Regelwerke.

Die Kontrollen werden, soweit möglich, vierteljährlich vorausgeplant, wobei Prüfgegenstände und -umfänge festgelegt werden. Aufgrund spezieller Ereignisabläufe können besondere, nicht in der Planung berücksichtigte und durchzuführende Kontrollmaßnahmen notwendig werden. Spezielle, der Vorbereitung dienende Unterlagen, werden auf Anforderung von der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe der Kontrollstelle zur Verfügung gestellt.

Die Kontrollmaßnahmen und stichprobenartigen Prüfungen wurden im Berichtszeitraum fortgesetzt. Gegenstand der Auditierung bildeten folgende Themen:

- Maßnahmen zur Strahlenschutzüberwachung bei Stilllegung,
- Alarmordnung,
- Warten- und Schichtordnung,
- Melderegelung,
- Abgabe und Transport von radioaktiven Reststoffen an die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe.

Bei den durchgeführten Kontrollmaßnahmen wurden keine Regelverstöße festgestellt. Auf vereinzelte nicht ausreichend umgesetzte Sachverhalte wurde hingewiesen.

3 Meßstelle

3.1 Amtliche Personendosimetrie

S. Ugi

Die für die Personendosisüberwachung in Baden-Württemberg Ende 1984 eingerichtete amtliche Meßstelle für Festkörperdosimeter ist eine von sechs eigenständigen amtlichen Meßstellen in Deutschland. Nach der Eichordnung vom 12. August 1988 müssen von den nach Landesrecht zuständigen Meßstellen Dosimeter eingesetzt werden, für die sowohl eine Zustimmung durch die Länderausschüsse Atomkernenergie bzw. Röntgenverordnung als auch eine Bauartzulassung vorliegt. Anstelle einer Eichung nehmen die Meßstellen einmal jährlich an den Vergleichsmessungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt teil.

Amtliches Personendosimeter für die Ganzkörperüberwachung ist für unsere Meßstelle seit 1993 das Photolumineszenz-Phosphatglasdosimeter in der Ausführung als Flachglasdosimeter. Nach einer erfolgreichen Erprobung erhielt der Hersteller des Flachglasdosimeters eine allgemein gültige Bauartzulassung und von den Länderausschüssen 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 ab 1995 eingeführte neue Meßgröße Hp(10) kann das Flachglasdosimeter, im Gegensatz zu den anderen Personendosimetern, ohne Änderung der Dosimeterkapselung bzw. des Auswerteverfahrens weiterhin eingesetzt werden. Als zweites amtliches Dosimeter wird mit der Bezeichnung KfK-TLD-TD2 (PTB-Zulassungsnummer 6.21-PD-93.10) ein Thermolumineszenzdosimeter für die Teilkörperdosimetrie ausgegeben. Das Dosimeter besteht aus einem TLD-700-Detektor in einem Edelstahl-Fingerring hinter einer Abdeckung von 15 mg/cm². Meßgröße ist die Photonen-Äquivalentdosis. Als drittes amtliches Dosimeter wird ein von uns 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 auch mit gammastrahlungsunempfindlichen Kernspurätzdetektoren sowohl anstelle der Thermolumineszenzdetektoren als auch zum getrennten Nachweis schneller Neutronen eingesetzt werden. Neben den amtlichen Dosimetern wird von der Meßstelle eine größere Anzahl an nichtamtlichen Dosimeterauswertungen und Meßverfahren angeboten (s. Tab. 3-1:). Nichtamtliche Überwachung basiert in der Regel auf freiwilligen Zusatzmaßnahmen der Kunden, aber auch auf auflagebedingten Auswertungen. Zur Umgebungsüberwachung werden sowohl Phosphatglas- als auch Thermolumineszenzdosimeter eingesetzt. 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 Dosimeter selbst durchführen.

3.1.1 Photolumineszenzdosimetrie

A. Hager, B.Seitz, T.Teclé

Die Anzahl der mit Photolumineszenz-Glasdosimetern überwachten Betriebe erhöhte sich im Berichtszeitraum um 6 %, wobei die Auswertezahlen gegenüber dem Vorjahr erneut um rund 10 % zunahmen (Tab. 3-1). Hier spiegelt sich die erfolgreiche Ausweitung unserer Aktivitäten in den medizinischen Bereich wider. Rückläufige Auswertezahlen in der Kerntechnik konnten damit kompensiert werden. Die Entwicklung der Auswertezahlen in den letzten vierzehn Jahren ist in Abb. 3-1 dargestellt.

amtliche Auswertung	Auswertezahl	Kundenzahl
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter	97 683	177
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter	25 635	249
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter	12 889	55
nichtamtliche Auswertung		
Phosphatglasdosimeter	3 050	19
Thermolumineszenzdosimeter	1 741	12
Radondosimeter	2 209	22

Tab. 3-1: Serviceleistungen der amtlichen Meßstelle 1998

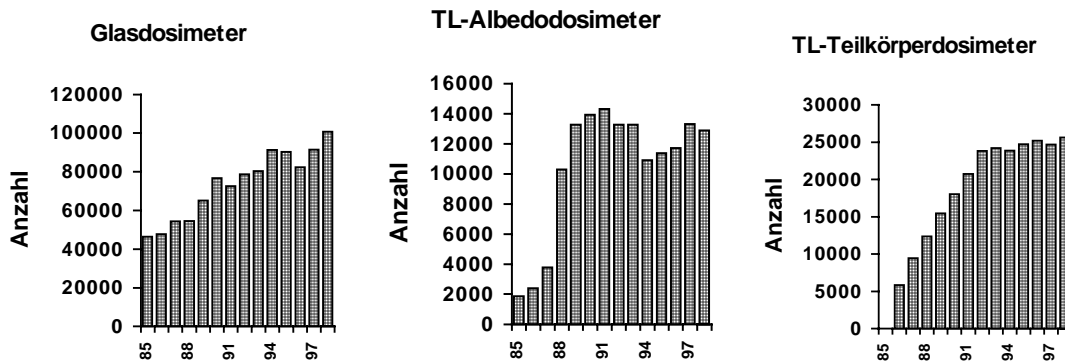


Abb. 3-1: Entwicklung der Auswertezahlen pro Jahr seit 1985

Den überwiegenden Anteil an den Phosphatglasauswertungen stellen die amtlichen Personenüberwachungen bei den Kernkraftwerken 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.

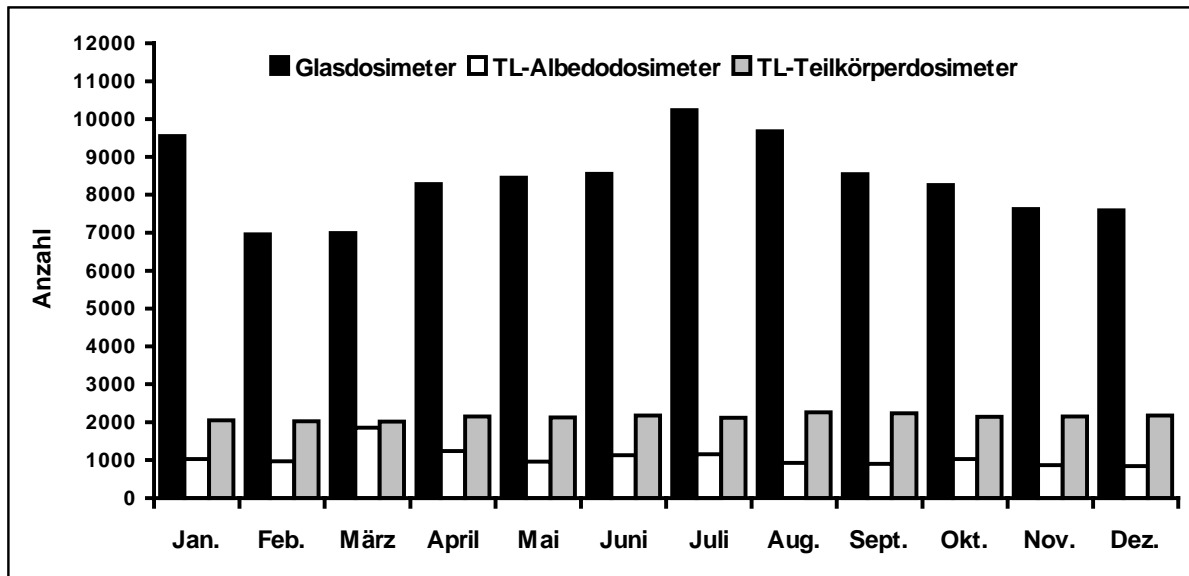


Abb. 3-2: Verlauf der Auswertezahlen pro Monat im Jahr 1998

3.1.2 Thermolumineszenzdosimetrie

N. Dollt, S. Volk

Die Auswertezahlen der Teilkörperdosimetrie stiegen leicht auf 2 100 im Monat an. 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 hat sich bei etwa 1 000 Dosimetern pro Monat eingependelt. Die Ausrüstung der Polizeikräfte beim CastorTransport brachte im Frühjahr eine kurzfristige Erhöhung.

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 PTB 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 unserer Meßstelle die Mittelwerte und Standardabweichungen von den jeweiligen Verhältnissen des Meßwertes H zum PTB-Referenzwert H_{PTB} zusammengestellt.

Dosimeter	H / H _{PTB}
Phosphatglas-Ganzkörperdosimeter	1,09 ± 6 %
Thermolumineszenz-Teilkörperdosimeter	1,24 ± 8 %
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Photonen)	1,07 ± 11 %
Albedo-Neutronen-Ganzkörperdosimeter (Neutronen)	1,36 ± 19 %

Tab. 3-2: Ergebnisse der FZK-Meßstelle bei den PTB-Vergleichsmessungen 1998

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 1998 (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.

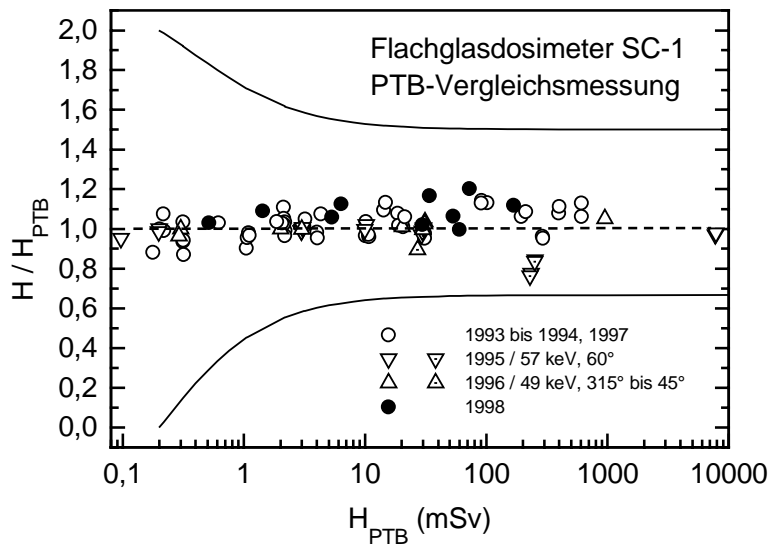


Abb. 3-3: Ergebnisse der PTB-Vergleichsmessungen von Flachglasdosimetern

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 durchgängig mit Röntgenstrahlung der C-Filterung, die ein breites Energiespektrum besitzt. Trotzdem werden die Energien vom automatischen Auswertegerät richtig eingestuft.

PTB Dos Nr.	PTB-Bestrahlung		Dosisverhältnis für Energie 1 zu 2	ermittelter Energiebereich keV
	Energie 1 keV	Energie 2 keV		
1	104	173	2	70 - 150
2	104	173	2	70 - 150
3	137	208	2,2	70 - 150
4	137	208	2,2	70 - 150
5	57			30 - 70
6	57			30 - 70
7	57			30 - 70
8	208			>150
9	208			>150
10	208			>150

Tab. 3-3: Ergebnisse der automatischen Energiebestimmung mit dem Flachglasdosimeter bei der PTB-Vergleichsmessung 1998

Seit 1982 wird im Rahmen des Strahlenschutzforschungsprogrammes der Europäischen Kommission in regelmäßigen Abständen eine internationale Vergleichsmessung für Radon und Radonzerfallsprodukte mit passiven Detektoren durchgeführt. 1998 nahmen an diesem durch NRPB in Großbritannien organisierten Vergleich 51 Laboratorien teil. Die Ergebnisse unserer Auswertungen sind in Tab. 3-4 wiedergegeben.

Radon Exposition (kBq m ⁻³ h)	283	323	2697
H / Hr Set 1	1,03 ± 9 %	1,07 ± 9 %	1,05 ± 6 %
H / Hr Set 2	1,00 ± 7 %	0,99 ± 6 %	1,06 ± 6 %

Tab. 3-4: Ergebnisse bei den EC-Radon-Vergleichsbestrahlungen 1998

3.2 Sonstige Personen- und Ortsdosimeter

N. Dollt, A. Hager, E. Kammerichs, A. Schwandner

Neben den amtlichen Dosimetern werden Festkörperdosimeter zur Eigenüberwachung im Forschungszentrum sowie im Auftrag auswärtiger Stellen ausgewertet. Eingeschlossen sind Dosismessungen mit Festkörperdosimetern in der Umgebung kerntechnischer Anlagen und die Bereitstellung und Einführung von neuen Dosimetern, Geräten und Methoden zum Nachweis von Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung in der Routine- bzw. Unfalldosimetrie.

Folgende Dosimeter werden routinemäßig zur Personen- und/oder Ortsdosimetrie eingesetzt:

- Thermolumineszenzdosimeter zur Personenüberwachung in Beta-Gamma-Mischstrahlungsfeldern. Es werden neutronenunempfindliche TLD-700 (${}^7\text{LiF:Mg,Ti}$) von 0,9 mm Dicke in einer Kapsel Typ Alnor hinter einer Abdeckung von 30 mg/cm^2 und 450 mg/cm^2 verwendet und in einem automatischen Auswertesystem ausgewertet.
- Thermolumineszenzdosimeter zur Umgebungsüberwachung, bestehend aus TLD-700-Detektoren in einer Polyäthylenkapsel entsprechend einer Abdeckung von 500 mg/cm^2 .
- Phosphatglasdosimeter zur Umgebungsüberwachung in der Flachglaskapselung zum praktisch energieunabhängigen Nachweis der Photonenstrahlung im Energiebereich von 25 keV bis 8 MeV.
- Passive Radondosimeter in zwei Ausführungen, bestehend aus Kernspurätzdetektor und Diffusionsfilter. Bei der Bereitstellung und Auswertung von Radondosimetern ist eine beachtliche Zahl durch Aufträge aus den neuen Bundesländern bedingt. Im Rahmen der Erstellung eines Altlastenkatalogs sind hier auch weiterhin erhöhte Auswertezahlen zu erwarten.
- 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 letzteren läßt sich der Beitrag der natürlichen Neutronenstrahlung bei Expositionszeiten von einigen Monaten nachweisen.

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. In einer Erweiterung zu den Strahlenschutzmessungen werden konventionelle Messungen des Lärms, der Beleuchtung und des Klimas an Arbeitsplätzen vorgenommen. Die für die Arbeitsplatz- und Umgebungsüberwachung 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 Lage der zu überwachten Gebäude gliedern sich die zwei Gruppen in fünf Bereiche (siehe Abb. 4—1 und Tab. 4—1). Gegenüber dem Vorjahr kam der im Stilllegungsverfahren befindliche Reaktor MZFR zum Bereich „ITC“ hinzu; die Schichtmitarbeiter wechselten vom Bereich „HZ“ zum Bereich „ITC“.

Eine wichtige Aufgabe für die Arbeitsplatzüberwachung ist die Durchführung der Personendosimetrie. Neben einem Flachglas- oder Albedodosimeter erhalten beruflich strahlenexponierte Personen in den Anlagen der HDB, der HZY, der Heißen Zellen und des MZFR eine Taschendonisationskammer oder ein elektronisches Dosimeter. Die Anzahl der Personen einschließlich Fremdfirmenangehöriger, die mit diesen Dosimetern ausgerüstet wurden (Stichmonat Dezember 1998), ist in Spalte 4 der Tab. 4—1 aufgeführt. Diese Anzahl hat sich gegenüber dem Vorjahr auf 725 verringert. Dies ist vor allem auf einen geänderten Genehmigungsbescheid zurückzuführen, der nur noch in den oben aufgeführten Anlagen ein Zweitdosimeter erfordert.

Die Gebäude und Anlagen werden routinemäßig durch Oberflächenkontaminationen, Wischproben-, Dosisleistungs- und Raumluftmessungen überwacht. Die Fläche der betrieblichen Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche ist in Spalte 5 der Tab. 4—1 angegeben. Vom betrieblichen Überwachungsbereich werden nur die Bereiche aufgeführt, in denen eine Aktivität oberhalb der Freigrenze gehandhabt wird.

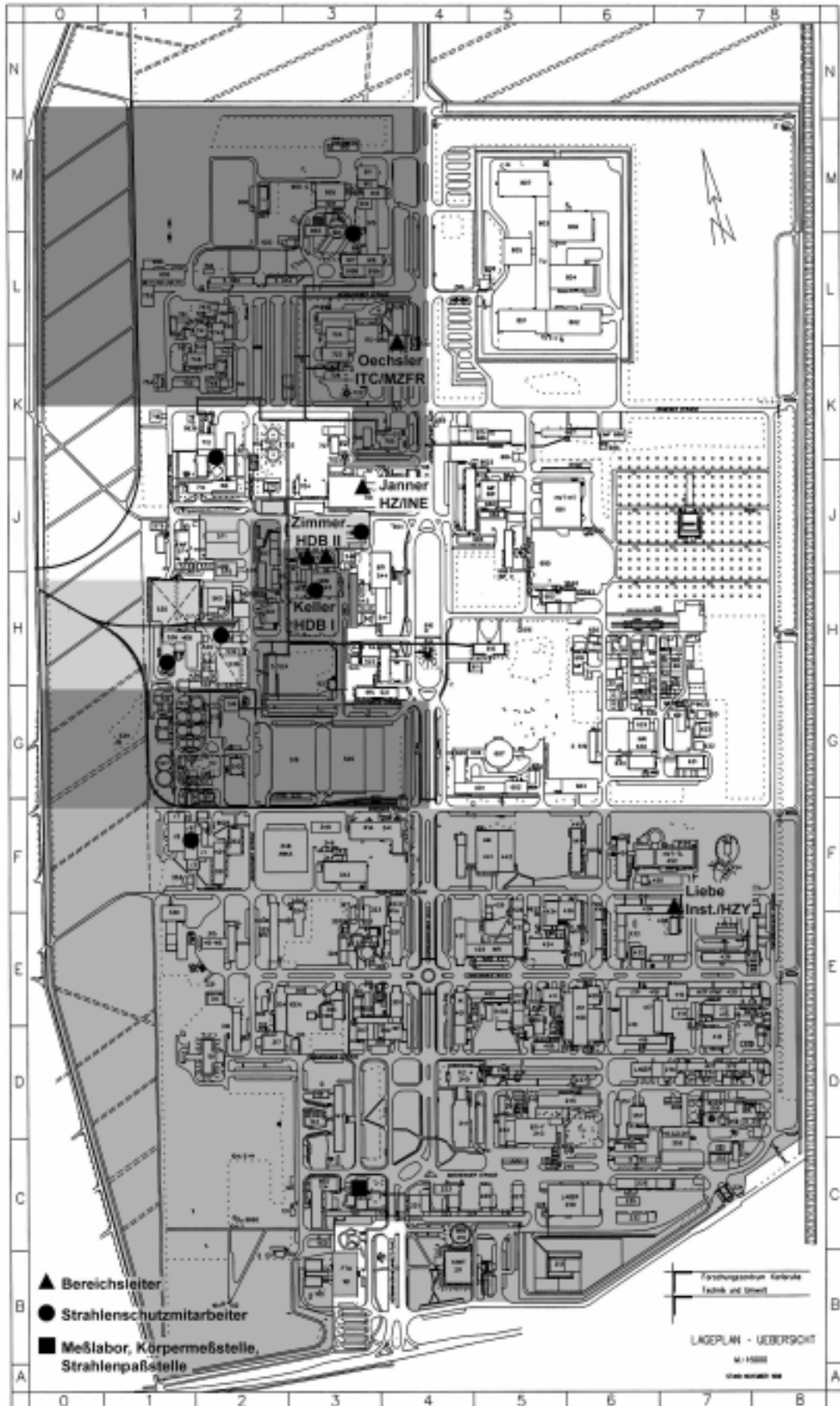


Abb. 4—1: Lageplan des Forschungszentrums mit Bereichseinteilung

Gruppe	Bereich überwachte Institutionen	Anzahl der Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz	Anzahl der mit Zweitdosimetern überwachten Personen	Fläche des überwachten Bereichs in m ²
1	2	3	4	5
Arbeitsplatzüberwachung I	Gruppenleiter	1 (1)		
	1. <u>ITC</u> : BTI-V, ITC-CPV, MZFR	2+5 ⁺ (4)	173 (255)	15 000 (9 500)
	2. <u>HZ</u> : BTI, HIT, HVT-HZ, INE, IRS, IMF	6 (4+5 ⁺)	95 (233)	11 300 (8 700)
	3. <u>HDB I</u> : HDB (Bau 518, 519, 526, 543, 545, 547, 553, 555)	8 (8)	188 (226)	15 600 (3 800)
Arbeitsplatzüberwachung II	4. <u>HDB II</u> : HDB (Bau 531-536, 548, 561, 563, 570, 571)	11 (11)	182 (218)	27 500 (39 300)
	Gruppenleiter	1 (1)		
	5. <u>Inst./TL</u> : FTU, BTI-B, HS, HVT-TL, IGEN, IK, INFP, INR, IFIA, ITOX, HZY	5 (6)	87 (556)	6 200 (6 400)

⁺Zweischichtdienst

Tab. 4—1: Personalstand der HS-Mitarbeiter in der Arbeitsplatzüberwachung (Soll), überwachte Personen und Bereichsgröße, jeweils Stand Dezember 1998 (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 Mitarbeiter der Gruppen Arbeitsplatzüberwachung kontrollieren auf Anforderung des zuständigen Strahlenschutzbeauftragten die Durchführung von Arbeiten mit erhöhtem Kontaminations- oder Strahlenrisiko. Autorisierte Mitarbeiter legen bei der Ausstellung von Arbeitserlaubnissen die Strahlenschutzauflagen fest. Insgesamt wurden mit ca. 2 100 Vorgängen 200 mehr als im Vorjahr bearbeitet. Für den MZFR wurde ein spezielles Verfahren angewandt, diese Vorgänge sind in der oben aufgeführten Zahl nicht enthalten. 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

1998 wurden insgesamt 247 (Vorjahr 331) formalisierte Vorgänge von der Abteilungsleitung bearbeitet. Die weiterhin hohe Anzahl ist darauf zurückzuführen, daß auch 1998 ein starker Materialabfluß aus dem KNK und MZFR stattfand. Die Messungen werden dort von Fremdfirmenpersonal nach unseren Meßanweisungen mit von uns bereitgestellten Meßgeräten durchgeführt.

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 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 21 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 Ergebnisse der Arbeitsplatzüberwachung

H. Dilger, A. Reichert, B. Reinhardt

Art und Menge der gehandhabten radioaktiven Stoffe und auftretenden Strahlenarten sind in den einzelnen Institutionen unterschiedlich. Bei der folgenden Aufstellung werden die Einrichtungen des Forschungszentrums in vier Gruppen zusammengefaßt: Beschleuniger, Institutionen mit höherem Aktivitätsinventar, Dekontamination und Abfallbeseitigung sowie sonstige Institutionen (vgl. Tab. 4—2).

4.2.1 Oberflächenkontaminationen

In Tab. 4—2 sind die gemessenen Oberflächenkontaminationen, aufgeschlüsselt nach den Strahlenarten, aufgeführt. Es werden Kontaminationen von Gebäudeoberflächen, Arbeitsplätzen, Arbeitsgegenständen und Material angegeben. Die Kontaminationen werden dabei in Vielfachen der durch die interne Kleider- und Zonenordnung vorgegebenen Interventionswerte eingeteilt. Die interne Kleider- und Zonenordnung nach Tab. 4—3 stellt eine Konkretisierung der Strahlenschutzverordnung nach den Gegebenheiten des Forschungszentrum Karlsruhe dar.

Gruppe	Beschleuniger (HZY, INR, INFP-VDG)	Institutionen mit höherem Aktivitätsinventar (HVT-HZ, INE, ITC-CPV, MZFR)	Dekontamination und Abfallbehandlung (HDB)	Sonstige Institutionen, Tritiumlabor	gesamt
Oberflächenkontamination in Vielfachen der internen Interventionswerte	Anzahl der Fälle				
$10^0 < K_\alpha \leq 10^1$	0 (0)	11 (4)	181 (203)	0 (6)	192 (213)
$10^1 < K_\alpha \leq 10^2$	0 (0)	2 (4)	69 (110)	0 (3)	71 (117)
$10^2 < K_\alpha \leq 10^3$	0 (0)	1 (0)	10 (17)	0 (0)	11 (17)
$10^3 < K_\alpha$	0 (0)	0 (0)	0 (10)	0 (0)	0 (10)
$10^0 < K_\beta \leq 10^1$	0 (0)	8 (7)	49 (81)	0 (6)	57 (94)
$10^1 < K_\beta \leq 10^2$	2 (6)	2 (0)	27 (29)	1 (4)	32 (39)
$10^2 < K_\beta \leq 10^3$	0 (3)	0 (0)	6 (5)	3 (0)	9 (8)
$10^3 < K_\beta$	1 (2)	0 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (4)
$10^0 < K_{H-3} \leq 10^1$	0 (2)	0 (0)	0 (0)	19 (1)	19 (3)
$10^1 < K_{H-3} \leq 10^2$	0 (3)	0 (0)	0 (0)	11 (17)	11 (20)
$10^2 < K_{H-3} \leq 10^3$	0 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (4)	2 (5)
$10^3 < K_{H-3}$	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (1)	0 (1)
Raumluftaktivitätskonzentrationen in Vielfachen von abgeleiteten Grenzwerten	Anzahl der Fälle				
$0,03 < R_\alpha \leq 1$	2 (1)	686 (91)	2 086 (2 134)	10 (14)	2 784 (2 240)
$1 < R_\alpha \leq 20$	0 (0)	260 (63)	329 (259)	0 (0)	589 (322)
$20 < R_\alpha$	0 (0)	61 (2)	73 (40)	0 (0)	134 (42)
$0,016 < R_\beta \leq 1$	0 (8)	213 (13)	152 (59)	0 (0)	365 (80)
$1 < R_\beta \leq 20$	0 (0)	3 (0)	4 (4)	0 (0)	7 (4)
$20 < R_\beta$	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
$0,025 < R_{H-3}$	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Tab. 4—2: Strahlenschutzmeßergebnisse 1998 im Forschungszentrum Karlsruhe (Vorjahreswerte in Klammer); bezüglich der Interventionswerte und der abgeleiteten Grenzwerte siehe Kap. 4.2.1 und 4.2.2

Maßgebend für die Zoneneinteilung ist die Umgangsmenge an offenen radioaktiven Stoffen in Vielfachen der Freigrenze gemäß der Strahlenschutzverordnung. Die Interventionswerte stellen die Obergrenzen der in den jeweiligen Zonen zugelassenen Oberflächenaktivitäten dar. Meßwerte aus der Zone IV, die bestimmungsgemäß kontaminiert ist, werden nicht aufgeführt. Die Anzahl der α -Oberflächenkontaminationen ist nach der Beendigung der Umbauarbeiten in der

Anlage Dekontamination Flüssig leicht abgefallen, die Anzahl der Kontaminationen in den Institutionen mit höherem Aktivitätsinventar ist auf niedrigem Niveau verblieben. Im Tritiumlabor traten wieder wie im Vorjahr einige Kontaminationen auf.

4.2.2 Raumlufaktivitäten

Die Kontrollbereiche der Institutionen mit höherem Aktivitätsinventar und der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe werden mit einem Netz von stationären Aktivitätssammlern überwacht, die einen Luftdurchsatz von 20 bis 50 m³/h haben. Die verwendeten Glasfaser-Filter werden arbeitstäglich gewechselt.

Daneben werden an Arbeitsplätzen, an denen eventuell mit Freisetzen zu rechnen ist, anzeigende Geräte mit Alarmgebern eingesetzt. In Tab. 4—2 sind auch die Ergebnisse der Raumlufmessungen oberhalb der Meßschwellen (s. unten) nach α -, β - und H-3-Aktivitäten aufgeschlüsselt aufgeführt. Die Anzahl der Raumlufaktivitäten oberhalb der abgeleiteten Grenzwerte ist um ca. 1/3 angestiegen. Dies ist vor allem auf die erfolgte Übernahme des MZFR in die Strahlenschutzüberwachung der HS/St zurückzuführen.

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

Als untere Meßschwelle wurde bei der α -Aktivität 1,25 mBq/m³ und bei der β -Aktivität 0,65 Bq/m³ gewählt. Damit ist bei einem nach der Strahlenschutzverordnung angenommenen Jahresinhalationsvolumen von 2400 m³, das aber in der Praxis wegen kürzerer Aufenthaltszeiten weit unterschritten wird, eine α -Aktivität von 3,0 % (entsprechend der Interpretationsschwelle gemäß der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen) und eine β -Aktivität von 1,6 % des Grenzwerts der Jahresaktivitätszufuhr für Personen der Kategorie A - bezogen auf Pu-239, löslich, und Sr-90, löslich/unlöslich - nachweisbar.

Die Messungen der Raumlufaktivitäten 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 betref-

fenen Mitarbeitern Inkorporationsmessungen aus besonderem Anlaß durchgeführt und eine spezielle Abschätzung der Aktivitätszufuhr vorgenommen.

Zone	Grenzwert für Oberflächenkontamination in Bq/cm ²	Umgangsaktivität ³⁾ mit offenen radioaktiven Stoffen	Mindestkennzeichnung nach § 35 StrlSchV	Kleidung (ständig Beschäftigte)
Zone I Betrieblicher Überwachungsbereich	$\alpha \leq 0,05$ $\beta \leq 0,5$ ¹⁾ $ni \leq 5$ ²⁾	\leq Freigrenze	keine	Arbeitskleidung ohne gelbe oder grüne Kennzeichnung oder Privatkleidung
Zone II Kontaminationsbereich im betrieblichen Überwachungsbereich	$\alpha \leq 0,5$ $\beta \leq 5,0$ ¹⁾ $ni \leq 50$ ²⁾	$>$ Freigrenze bis $\leq 10^2$ fache Freigrenze	Radioaktiv Kontamination	Arbeitsmantel mit gelber oder grüner Kennzeichnung Arbeitsschuhe oder Privatschuhe mit Überschuhen
Zone III Kontrollbereich	$\alpha \leq 5,0$ $\beta \leq 50$ ¹⁾ $ni \leq 500$ ²⁾	$> 10^2$ fache Freigrenze bis \leq Genehmigungsumfang	Radioaktiv Kontamination	Gelbe Kleidung, jedoch Arbeitsmantel nur in Verbindung mit Arbeitskleidung Gelbe Arbeitsschuhe
Zone IV Kontaminationsbereich im Kontrollbereich	$\alpha > 5,0$ $\beta > 50$ ¹⁾ $ni > 500$ ²⁾	$> 10^2$ fache Freigrenze bis \leq Genehmigungsumfang	Radioaktiv Kontamination	Gelbe Kombinationschutzkleidung Gelbe Arbeitsschuhe und Überschuhe oder Sonderschutzkleidung

¹⁾ β -/ γ -Strahler ohne²⁾

²⁾ ni = niederenergetische Strahler gemäß Anlage IX StrlSchV

³⁾ Umgangsaktivität: unter Anwendung der Summenformel ermittelte Aktivität innerhalb funktionell zusammenhängender Räumlichkeiten

Tab. 4—3: Kleider- und Zonenordnung im Forschungszentrum Karlsruhe

4.3 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 Gelän-

de des Forschungszentrums angesiedelten Institutionen zuständig. Darüber hinaus führt sie auch Messungen für externe Auftraggeber (Industrie, Berufsgenossenschaften, Euratom) durch.

4.3.1 Personenüberwachung

4.3.1.1 Routine- und Sondermessungen

H. Doerfel, I. Hofmann, A. Zieger

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 den Lungen 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-Detektor sowie ein kleiner NaI(Tl)-Detektor zur Verfügung. Diese Detektoren werden hauptsächlich zur Untersuchung von Schilddrüsen- oder Wunddepositionen eingesetzt.

Die Tab. 4—4, Tab. 4—5 und Tab. 4—6 vermitteln einen Überblick über die im Jahr 1998 mit den Ganz- bzw. Teilkörperzählern durchgeführten Personenmessungen und ihre Verteilung auf die verschiedenen Institutionen.

Mit dem Ganzkörperzähler wurden insgesamt 1 760 Personen untersucht. Ein gewisser Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so daß sich die Gesamtanzahl der Ganzkörpermessungen auf 2 641 beläuft. Hierbei handelte es sich zum weitaus überwiegenden Teil um Messungen im Rahmen der routinemäßigen Inkorporationsüberwachung. Etwa 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 angesiedelten Institutionen einschließlich Europäisches Institut für Transurane (10,6 %), Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH (5,8 %) und Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (19,1 %) sowie im Fremdauftrag (12,6 %).

Bei etwa 19 % aller untersuchten Personen wurden Cs-137-Inkorporationen nachgewiesen. Bei 145 Personen lag die Cs-137-Körperaktivität über der Erkennungsgrenze für beruflich bedingte Cs-137-Körperaktivitäten (Kap. 4.3.1.2), allerdings wurde in vielen dieser Fälle (Höchstwert 3 300 Bq) nach Auskunft der Probanden Wildbret oder Pilze verzehrt, so daß auch hier zumeist von keiner beruflich bedingten Inkorporation auszugehen war. Bei 82 Personen wurden Inkorporationen von Co-60 (78 Fälle), Ag-110m (fünf Fälle), Co-58 (zehn Fälle), I-131 (ein Fall) und Eu-152/Eu-154 (ein Fall) nachgewiesen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle handelt es sich um länger zurückliegende Aktivitätszufuhren, die bereits bei früheren Messungen festgestellt wurden. In insgesamt sechzehn Fällen sind neue Aktivitätszufuhren innerhalb des Überwachungszeitraums nicht auszuschließen.

Bei den Messungen aus besonderem Anlaß wurden mit dem Ganzkörperzähler in 29 Fällen Cs-137, in sieben Fällen Co-60 und mit den Teilkörperzählern in zwei Fällen eine äußere Kon-

tamination von Te-125m/Sb-125 nachgewiesen. Die festgestellten Cs-137-Aktivitäten lagen in elf Fällen unter der Erkennungsgrenze für beruflich bedingte Inkorporationen. In 14 Fällen handelte es sich um zwischenfallsbedingte Inkorporationen von Cs-137, in zwei weiteren Fällen um Co-60. Sechs der nachgewiesenen Cs-137 und vier der Co-60-Aktivitäten waren bereits bei der Eingangsmessung festgestellt worden und demzufolge nicht auf eine 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.

Institution	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der routinemäßigen Inkorporationsmessungen	Anzahl der Inkorporationsmessungen aus besonderem Anlaß
BTI	18	24	1
HDB	360	769	8
HS-St	32	54	2
HS-WS	3	1	2
HVT-HZ	29	43	0
HZY	2	2	0
IFIA	2	2	0
INE	27	56	0
INFP	4	4	0
INR	1	1	0
ITC-CPV	54	90	3
KBG-KNK	117	144	8
MZFR	166	298	13
TU	205	271	9
WAK	430	494	10
Fremdauftrag	310	320	12
Summe	1 760	2 573	68

Tab. 4—4: Anzahl der Personenmessungen mit dem Ganzkörperzähler 1998

Mit dem Teilkörperzähler wurden insgesamt 394 Personen untersucht. Ein Teil dieser Personen wurde mehrmals untersucht, so daß sich die Gesamtanzahl der Messungen auf 443 beläuft. Die Messungen wurden für die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe des Forschungszentrums (2 %), das Europäische Institut für Transurane (33,4 %) sowie im Fremdauftrag für Euratom Luxemburg (51,9 %) und andere Firmen bzw. Institutionen (5,9 %) durchgeführt. Bei etwa 16 % der Teilkörpermessungen handelte es sich um Untersuchungen aus besonderem Anlaß.

Neben den genannten Überwachungsmessungen wurden zahlreiche Messungen zur Ermittlung der Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe vorgenommen (vgl. Kap. 4.3.1.2). Zur Qualitätssicherung wurden zahlreiche Kalibriermessungen, Teilkörperreferenzmessungen

sowie Nulleffektmessungen durchgeführt. Mit Ausnahme der täglich erfolgenden Energiekalibrierungen sind alle Messungen in Tab. 4—6 aufgelistet. Die Gesamtanzahl aller im Jahr 1998 durchgeführten Messungen beläuft sich auf 3 658.

Institution	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der routinemäßigen Inkorporationsmessungen	Anzahl der Inkorporationsmessungen aus besonderem Anlaß
HDB	8	3	6
HS-St	2	0	2
ITC-CPV	3	0	3
MZFR	10	0	12
TU	116	138	10
WAK	10	0	13
Fremdauftrag	245	233	23
Summe	394	374	69

Tab. 4—5: Anzahl der Personenmessungen mit den Teilkörperzählern 1998

Messung	Ganzkörperzähler	Teilkörperzähler		
		8"-Phoswich	HPGe-Sandwich	Lowax-HPGe
Routine	2 253	134	7	0
besond. Anlaß	56	42	4	0
Fremdauftrag	332	250	6	0
Referenz	236	11	0	0
Nulleffekt	212	78	1	0
Kalibrierung		1	10	10
sonstige	6	7	0	2
Summe	3 095	523	28	12

Tab. 4—6: Anzahl aller Messungen mit Ganz- und Teilkörperzählern 1998 (ohne Energiekalibrierungen)

4.3.1.2 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. Die Tab. 4—7 zeigt die Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität für 1998. Der aus diesen Werten resultierende Jahresmittelwert von 0,23 Bq/kg ist geringfügig höher als im Vorjahr.

Monat	Spezifische Cs-137-Körperaktivität in Bq pro kg Körpergewicht
Januar	0,27
Februar	0,29
März	0,15
April	0,17
Mai	0,17
Juni	0,19
Juli	0,23
August	0,18
September	0,16
Oktober	0,27
November	0,36
Dezember	0,30
Mittelwert 1998	0,23 ± 0,07

Tab. 4—7: Monatsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe im Jahr 1998

Die Geschlechtsabhängigkeit der Cs-137-Körperaktivität wird durch Abb. 4—3 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 pauschalisieren, da auch noch andere Faktoren den Cs-137-Gehalt beeinflussen, wie z. B. Muskel/Fett-Verhältnisse, 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 1998 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 18,5 Bq bei den Männern bzw. 12,8 Bq bei den Frauen. Die mittleren geometrischen Standardabweichungen sind mit 2,2 (Männer) und 1,9 (Frauen) bei beiden Geschlechtern ungefähr gleich. Folglich liegt die zivilisatorisch bedingte Cs-137-Körperaktivität bei den Männern in 95 % der Fälle unter 67 Bq, während sie bei den Frauen in 95 % der Fälle unter 40 Bq liegt. Demnach können in Anlehnung an DIN 25482 die Werte von 67 Bq (Männer) bzw. 40 Bq (Frauen) als Erkennungsgrenzen einer berufsbedingten Cs-137-Körperaktivität angesehen werden.

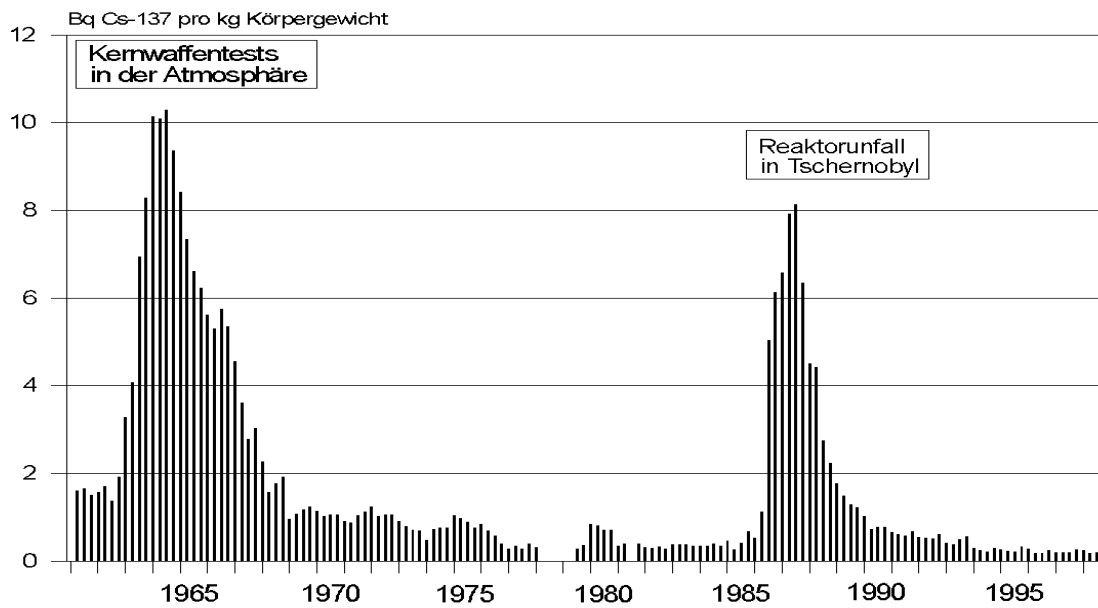


Abb. 4—2: Quartalsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe seit 1961

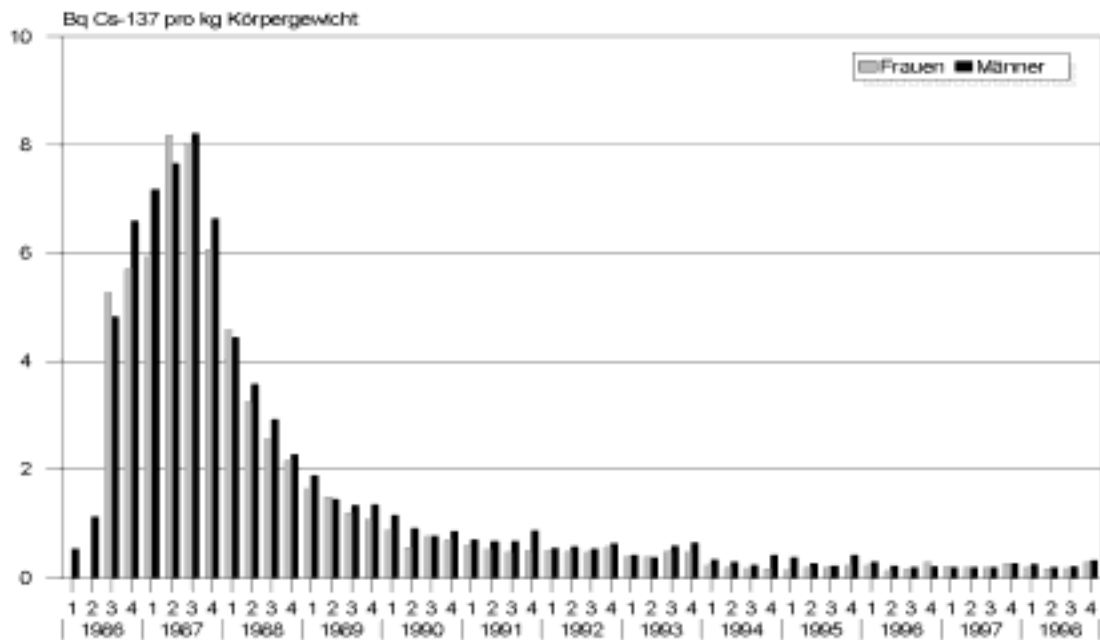


Abb. 4—3: Quartalsmittelwerte der spezifischen Cs-137-Körperaktivität der Karlsruher Referenzgruppe seit 1986 unterschieden nach Geschlechtern

4.3.1.3 Erneuerung der Software für den Betrieb der Ganzkörper- und Teilkörperzähler

F. Stelzig, A. Zieger

Im Berichtszeitraum konnte die Erneuerung der Software für den Betrieb der Ganzkörper- und Teilkörperzähler weitgehend abgeschlossen werden. Bereits 1981 war auf dem damaligen Betriebsrechner des Bereichs Inkorporationsüberwachung (DEC PDP-11/24) eine kleine Datenbank

mit Speicherplatz für 5000 Personen und jeweils zwölf Meßwert-Einträgen eingerichtet worden. Ende 1990 wurde auf dem damaligen Abteilungsrechner eine sehr viel leistungsfähigere Oracle-Datenbank unter UNIX installiert, die in der Folgezeit auch zur Ablage der Meßergebnisse des Ganz- und Teilkörperzählers genutzt wurde. Die Meßdaten der alten Datenbank sowie alle auf Magnetträgern gespeicherten Spektren wurden bis 1993 auf die Oracle-Datenbank übertragen. Außerdem wurden auch alle Meßwerte aus der Zeit vor 1981, die auf Karteikarten vorlagen, von Hand in die Oracle-Datenbank eingegeben. Damit war ab 1993 der gesamte Datenbestand des Bereichs Inkorporationsüberwachung zentral in der Oracle-Datenbank verfügbar.

Im Jahr 1994 wurde ein neue Software für den Betrieb der Ganzkörper- und Teilkörperzähler implementiert. Diese Software steuerte die Messungen und ermöglichte unter anderem auch den direkten Transfer der Spektren vom Meßsystem in die Oracle-Datenbank. Die Eingabe der Personen- und Meßdaten erfolgte über eine Reflection-Software, die auf einem separaten PC installiert war. Auf diese Weise war es möglich, parallel zu den Messungen auch die zugehörigen Personen- und Meßdaten aufzurufen. Die Software führte damit insgesamt zu einer wesentlichen Verbesserung des Meßbetriebs. Allerdings kam es im Laufe der Zeit vermehrt zu Systemabstürzen. Aus diesem Grund entschied man sich dafür, die Datenbank auf einem modernen PC unter Windows NT zu installieren. Dabei erschien es zweckmäßig, bei der Umstellung des Rechners bzw. des Betriebssystems auch die Datenbank auf ein entsprechendes Microsoft Produkt umzustellen. Die Microsoft Access-Datenbank ist benutzerfreundlicher und wird den Anforderungen wesentlich besser gerecht. Bei den Programmen zur Steuerung der Messungen mit den Ganzkörper- und Teilkörperzählern ergaben sich aufgrund des neuen Betriebssystems Notwendigkeiten zur Anpassung der MCA-Software von Canberra. So mußten die Steuerungs- und Auswerteprogramme WINBC und WINLC an die neue MCA-Software Canberra-Genie2000 angepaßt werden, da die bisher benutzte Software Canberra-S100 nicht weiterentwickelt worden war und unter Windows NT nicht betrieben werden kann. Diese sehr aufwendigen Programmierarbeiten wurden in mehreren Auftragspaketen an ein Ingenieurbüro in Karlsruhe vergeben, das bereits maßgeblich an der Programmierung der allerersten Fortran-Programme auf dem DEC-PDP-11-Rechner und auch an der Umstellung auf die neuen VisualBasic-Programme WINBC und WINLC beteiligt und daher mit den Anforderungen bereits vertraut war.

Die Bedienung der neuen VisualBasic-Steuerungsprogramme für den Ganzkörperzähler (WinBC) und für den Phoswich-Teilkörperzähler (WinLC) hat sich gegenüber der ursprünglichen Version kaum verändert, was für die Benutzer einen nahtlosen Übergang vom alten zum neuen System ermöglichte. Dadurch, daß die sehr viel umfangreichere MCA-Software Genie2000 für Windows NT installiert werden mußte, ergaben sich einige Änderungen in der Darstellung und Bearbeitung der Spektren am MCA sowie in der Ansteuerung des MCA durch die VisualBasic-Programme. Diese wurden um einige Optionen erweitert, um die Bearbeitung von Spektren außerhalb der Routineanwendungen weiterhin zu ermöglichen. So gibt es nun beispielsweise die Möglichkeit, eine unterbrochene Messung fortzusetzen oder die Meßzeit zu verlängern, was insbesondere bei Langzeitmessungen sehr nützlich ist. Außerdem können die Spektren über die Steuerungsprogramme innerhalb des MCA transferiert, normiert, addiert bzw. subtrahiert und um konstante Werte angehoben werden (Offset). Dies ermöglicht unter anderem auch eine Auswertung „von Hand“ wie bei einem externen MCA. Eine solche Auswertung ist zwar nur in speziellen Sonderfällen erforderlich, aber gerade in solchen Fällen erleichtert und beschleunigt das Hilfsprogramm die Spektrumsanalyse in hohem Maße.

Der Transfer der Spektren in die Datenbank ist nun wesentlich einfacher, da sich alle Programme auf demselben Rechner befinden. In der Datenbank gespeicherte Spektren können vom Steuerungsprogramm aus wieder gesucht und eingelesen werden; auch die Kommentare zu den Spektren können hierüber editiert werden. Als Ersatz-System steht weiterhin der frühere Rechner mit den Vorgängerprogrammen zur Verfügung. Damit die mit diesem System aufgenommenen Spektren auch von der neuen MCA-Software Genie2000 bearbeitet werden können, wurde ein

Konvertierungsprogramm erstellt und auf dem neuen Windows NT-System installiert. Alle in der Access-Datenbank gespeicherten Spektren wurden bei der Übertragung von UNIX/Oracle konvertiert. Die Gesamtzahl der verfügbaren Spektren beläuft sich zur Zeit auf 18 250, wobei jedes Spektrum nochmals aus vier Einzelspektren besteht. Für die Bearbeitung der Personen- und Meßdaten wurde eine Maske entwickelt, die durch übersichtliche Buttons und Menüleisten leicht zu bedienen ist. In Abb. 4—4 ist die Bildschirminformation beispielhaft dargestellt.

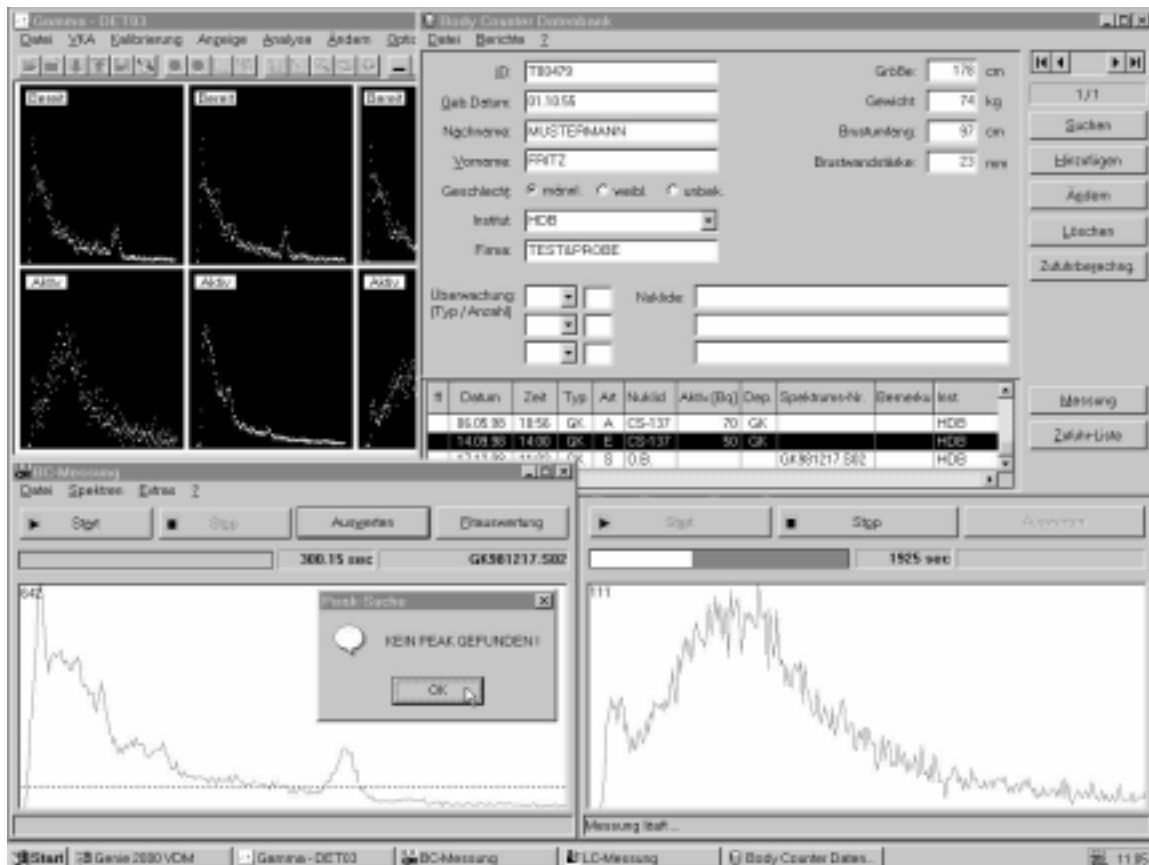


Abb. 4—4: Bildschirminformation für die Messungen mit den Ganz- und Teilkörperzählern

Im oberen Teil des Fensters befinden sich die Felder mit den Personendaten, im unteren Teil werden automatisch die zur Person gehörenden Meßdaten in einem Rollfenster angezeigt. Um einen Personendatensatz zu finden, kann nach ID-Nummer, Geburtsdatum, Nachname oder Vorname gesucht werden. Alle Daten aus der Tabelle „Personen“, die sich bei einer überwachten Person unter Umständen ändern können (z. B. Institut, Firma oder Körpermaße), werden bei jedem Eintrag von Meßwerten in die Tabelle „Messungen“ übernommen. Dadurch wird auch bei einer Änderung dieser Daten eine spätere Zuordnung ermöglicht. Zur Zeit enthält die Tabelle „Personen“ etwa 14 240 Datensätze, die Tabelle „Messungen“ besteht aus rund 109 500 Datensätzen (ca. 90 500 Messungen mit zum Teil mehreren Befunden). Zur Vermeidung von Eingabefehlern läßt das Programm nur diejenigen Institutsnamen und Nuklide zu, die in der entsprechenden Tabelle „Institute“ oder „Nuklide“ enthalten sind. Die Eingabe zusätzlicher Institute und Nuklide kann in einem separaten Fenster erfolgen, welches über die Menüleiste aufgerufen wird. Auch die Erstellung von Tagesmeßlisten oder Institutsmeßlisten für beliebige Zeiträume kann über die Menüleiste vorgenommen werden. Die Dialogfenster sind einfach und klar gestaltet und es kann auch eine Vorschau aller Berichte angezeigt werden, so daß eventuelle Korrekturen vor dem Ausdrucken durchgeführt werden können. Für die Meldungen an HS/AS wird eine Datei erstellt, die ebenfalls auf dem Bildschirm als Vorschau überprüft werden kann.

Der Ganz- und Teilkörperzähler hat als Amtliche Meßstelle entsprechend der Richtlinie über Anforderungen an Inkorporationsmeßstellen nach § 63 Abs. 6 StrlSchV die Werte der Körperaktivität auf Überschreitung der Interpretations- bzw. Nachforschungsschwelle zu prüfen. Im Falle einer Überschreitung der Nachforschungsschwelle sind gemäß der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle die Aktivitätszufuhr sowie die effektive Folgeäquivalentdosis und gegebenenfalls auch die Folgeäquivalentdosen in bestimmten Organen nach einem Individualverfahren zu berechnen. Zu diesem Zweck wurde bereits 1989 in Zusammenarbeit mit der Ungarischen Akademie der Wissenschaften ein Programm zur Berechnung der Aktivitätszufuhr und der Folgeäquivalentdosen nach ICRP 30 entwickelt, das mit den Meßwerten aus der Datenbank arbeitet. Durch die Umstellung auf eine Access-Datenbank mußte auch dieses Programm an die neue Umgebung angepaßt werden. Die prinzipielle Arbeitsweise des Programms sowie Parameterdateien blieben unverändert. Die Parameterdateien umfassen insgesamt 22 Elemente bzw. 31 Nuklide, für die nach der Richtlinie eine Inkorporationsüberwachung mit Ganz- oder Teilkörpermessungen erforderlich ist. Darüber hinaus umfaßt die Datei auch die Parameter für weitere acht Elemente, die mit anderen Überwachungsverfahren erfaßt werden. Die zur Dosisberechnung notwendigen Dosisfaktoren können über die Datenbank-Maske jederzeit ergänzt werden. Die erfaßten Nuklide und Löslichkeitsklassen sind in Tab. 4—8 aufgelistet.

Nuklid	Dosisfaktoren Inhalation			Dosisfaktoren Ingestion	
	D	W	Y	L	H
Na-22	2,30 E-09			3,50 E-09	
Na-24	3,40 E-10			4,10 E-10	
K-40	3,30 E-09			5,00 E-09	
K-42	3,70 E-10			3,10 E-10	
Cr-51	2,90 E-11	7,10 E-11	9,00 E-11	4,00 E-11	3,90 E-11
Mn-54	1,40 E-09	1,80 E-09		7,50 E-10	
Fe-59	4,00 E-09	3,30 E-09		1,80 E-09	
Co-57		7,10 E-10	2,50 E-09	2,00 E-10	3,20 E-10
Co-58		1,70 E-09	2,90 E-09	8,10 E-10	9,70 E-10
Co-60		9,00 E-09	5,90 E-08	2,80 E-09	7,30 E-09
Cu-64	5,30 E-11	6,90 E-11	7,50 E-11	1,30 E-10	
Zn-65			5,50 E-09	3,90 E-09	
Zr-95	6,50 E-09	4,30 E-09	6,30 E-09	1,00 E-09	
Nb-95		1,30 E-09	1,60 E-09	6,90 E-10	
Mo-99	5,40 E-10		1,10 E-09	8,20 E-10	1,40 E-09
Tc-99m		8,80 E-12	7,20 E-12	1,70 E-11	
Ru-103	8,20 E-10	1,70 E-09	2,40 E-09	8,20 E-10	
Ru-106	1,50 E-08	3,20 E-08	1,30 E-07	7,40 E-09	
Ag-110m	1,10 E-08	8,30 E-09	2,20 E-08	2,90 E-09	
In-111	2,10 E-10	2,30 E-10		3,60 E-10	
In-113m	1,10 E-11	9,00 E-12		2,80 E-11	
Te-123m	2,90 E-09	2,90 E-09		1,50 E-09	
Te-132	2,10 E-09	2,40 E-09		2,40 E-09	
Cs-134	1,30 E-08			2,00 E-08	
Cs-137	8,60 E-09			1,40 E-08	
Ce-141		2,20 E-09	2,40 E-09	7,80 E-10	
Ce-144		5,80 E-08	1,00 E-07	5,70 E-09	
Th-234		8,00 E-09	9,50 E-09	3,70 E-09	
U-235	6,90 E-07	2,00 E-06	3,30 E-05	7,20 E-08	7,20 E-09
Np-239		6,80 E-10		8,80 E-10	
Am-241		1,20 E-04		9,80 E-07	

Tab. 4—8: Nuklide und Löslichkeitsklassen, für die eine Zufuhr- und Dosisberechnung mit direktem Zugriff auf die Meßwerte der Datenbank möglich ist

4.3.1.4 Verbesserung der Meßverfahren bei Ganz- und Teilkörperzählern

J. Steeg, H. Doerfel

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Untersuchungsvorhabens sollen die Meßverfahren bei Ganz- und Teilkörperzählern verbessert werden. Im Vordergrund steht dabei die Kalibrierung dieser Meßeinrichtungen mit Hilfe von mathematischen Verfahren. Aufgrund der im Berichtszeitraum durchgeführten Untersuchungen zeichnet sich ein Lösungsansatz ab, der auf der Simulation des Strahlentransports in einem realistischen mathematischen Phantom basiert. Hierfür soll der im Institut für Biomedizinische Technik der Universität Karlsruhe entwickelte **MEET**-Datensatz (**M**odels for Simulation of **E**lectromagnetic, **E**lastomechanic and **T**hermic Behavior of Man) verwendet werden. Dieser Datensatz basiert auf den „Visible Man“-Daten, die im Rahmen des Visible Human Projects der National Library of Medicine (NLM), Bethesda, Maryland (USA) aus scheibenweisen fotografischen Aufnahmen eines Menschen gewonnen wurden. Der MEET-Datensatz unterscheidet 28 Gewebearten und gibt die Strukturen des Körpers mit einer räumlichen Auflösung von etwa 1 mm wieder. Durch spezielle Morphing-Techniken, die ebenfalls im Institut für Biomedizinische Technik entwickelt wurden, ist es möglich, die durch den MEET-Datensatz gegebenen Strukturen auf andere Körper- bzw. Organproportionen abzubilden. Auf diese Weise wurde auch ein mathematisches Phantom des Referenzmenschens nach ICRP 23 erzeugt.

Die mathematische Simulation des Strahlentransports wird mit Hilfe des sogenannten Nadelstrahlverfahrens durchgeführt. Hierbei wird die Strahlung auf dem Weg von verschiedenen Aufpunkten des betrachteten Organs bis zu verschiedenen Aufpunkten des Detektors verfolgt und die Schwächung der Strahlung in den Gewebestrukturen längs des jeweiligen Weges berechnet. Durch Mittelung der Absorption über alle Aufpunkte im Organ bzw. im Detektor kann dann der Wirkungsgrad des Detektorsystems für die betrachtete Nukliddeposition ermittelt werden.

Nach diesem Prinzip wurde ein Simulationsprogramm entwickelt, in das die wichtigsten Parameter der Detektoren (Material, Größe, Abschirmung, Strahleneintrittsfenster) als detektorspezifische Datensätze eingegeben werden können. Dadurch kann prinzipiell jeder Detektortyp simuliert werden. Auch die Position der Detektoren in Bezug auf den Probanden ist frei wählbar, so daß mit dem Programm prinzipiell jeder Ganz- oder Teilkörperzähler simuliert werden kann.

Nach diesen Vorarbeiten soll nun in den folgenden Schritten ein Verfahren zur rechnerischen Kalibrierung von Ganz- und Teilkörperzählern erarbeitet werden:

- Mathematische Simulation des Strahlentransports von Nukliddepositionen in vorgegebenen Körperregionen bzw. Organen des Referenzmenschens zu den einzelnen Detektoren des betrachteten Ganz- bzw. Teilkörperzählers und Berechnung des jeweiligen Absorptionsterms $A(\text{GK})$
- Mathematische Simulation des Strahlentransports von Punktstrahlern an repräsentativen Referenzpunkten zu den einzelnen Detektoren des betrachteten Ganz- bzw. Teilkörperzählers und Berechnung des entsprechenden Absorptionsterms $A(\text{PS})$
- Messung der Kalibrierfaktoren $KF(\text{PS})$ der einzelnen Detektoren des betrachteten Ganz- bzw. Teilkörperzählers für Punktstrahler an den jeweiligen Referenzpunkten
- Berechnung der Kalibrierfaktoren der einzelnen Detektoren für die vorgegebenen Körperregionen bzw. Organe entsprechend $KF(\text{GK}) = KF(\text{PS}) \cdot A(\text{GK}) / A(\text{PS})$

4.3.1.5 TT-Projekt „Detektorsystem zur direkten internen Dosimetrie“

H. Doerfel

In der Hauptabteilung Sicherheit des Forschungszentrums Karlsruhe wurde ein neuartiges Detektorsystem (INDOS) entwickelt, mit dem die inkorporationsbedingte Äquivalentdosisleistung direkt gemessen werden kann. Das inzwischen patentierte Meßverfahren basiert auf der Bestimmung des durch die inkorporierte Aktivität erzeugten Photonenflusses an geeigneten Meßpunkten außerhalb des Körpers.

Mit einem von der Fa. EG&G Ortec hergestellten Prototyp konnte gezeigt werden, daß mit dem Meßverfahren bei einer wöchentlichen Kontrollmessung mit einer Meßzeit von nur 20 s eine inkorporationsbedingte effektive Äquivalentdosis von weniger als 0,1 mSv/a nachweisbar ist. Bei bekannten Nuklidgemischen liegt der Meßfehler bei etwa 25 %, bei unbekanntem Nuklidgemischen bei etwa 50 %. Die Bestimmung der effektiven Äquivalentdosis ist damit präziser als bei den herkömmlichen Verfahren. Hieraus ergeben sich sehr weitreichende Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens im Strahlenschutz. Daneben eröffnen sich auch einige sehr interessante Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Nuklearmedizin.

Aufgrund der insgesamt guten Marktchancen wurde ein TT-Projekt zur Markteinführung und zur klinischen Erprobung des INDOS-Detektorsystems definiert. Im Rahmen dieses Vorhabens wurde zunächst in Zusammenarbeit mit der Fa. Silena der erste Serientyp des Detektorsystems entwickelt. Die Entwicklungsarbeiten konzentrierten sich in erster Linie auf die Reduzierung der Herstellungskosten. Durch Verwendung vorgefertigter mechanischer Komponenten sowie durch den Einsatz integrierter elektronischer Systeme zur Impulsverarbeitung war es möglich, den Marktpreis für den Serientyp gegenüber dem Prototyp um etwa 40 % auf 130 000 DM zu senken. Weitere Arbeiten dienten der Optimierung der Meßgeometrie für unterschiedliche Körperproportionen sowie der Verbesserung der Software für den Routinebetrieb des Detektorsystems. So konnte der Serientyp in mancher Hinsicht gegenüber dem Prototyp verbessert werden:

- Bessere Laufruhe der Mechanik durch Verwendung neuartiger Schrittmotoren und Spindeln,
- bessere Reproduzierbarkeit der Positionierung durch Umstellung auf Inkrementalgeber zur Positionsbestimmung,
- bessere Ergonomie insbesondere bei kleineren Personen,
- einfachere und schnellere Aquisition und Verarbeitung der Meßdaten und bessere Darstellung der Ergebnisse durch Implementierung einer leistungsfähigen Datenbank.

Der jetzt fertiggestellte Serientyp kann sowohl im Strahlenschutz als auch in der Nuklearmedizin eingesetzt werden. Ein besonderer Vorteil für den Strahlenschutz besteht darin, daß die Überwachung durch Selbstmessung ohne qualifiziertes Bedienungspersonal durchgeführt werden kann. Außerdem kann das Verfahren leicht standardisiert werden, so daß Messungen in verschiedenen Institutionen zu vergleichbaren Ergebnissen führen. So können auch Personen mit wechselnden Arbeitsplätzen leichter und zuverlässiger überwacht werden als bisher. Darüber hinaus bietet das Verfahren erstmals die prinzipielle Möglichkeit, allgemeine Qualifikationsmerkmale wie Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Vertrauensbereich für die inkorporationsbedingte Äquivalentdosis zu definieren. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß die Meßwerte hinsichtlich Genauigkeit und Nachweisgrenze mit den Ergebnissen der externen Dosimetrie vergleichbar sind. Die Ergebnisse der internen und externen Dosimetrie können damit in einfacher und sinnvoller Weise zusammengeführt werden.

Durch die neuen Euratom-Grundnormen erscheinen die Marktchancen von INDOS in einem neuen Licht. In dieser Richtlinie werden für die Inkorporationsüberwachung keine Zufuhrrenz-

werte mehr definiert; es wird vielmehr wieder die Bestimmung der Dosis in den Vordergrund gestellt. Bei der Umsetzung der Euratom-Grundnormen in nationales Recht wird daher auch das Verfahren der direkten internen Dosimetrie eine größere Bedeutung bekommen.

Die Anwendungsmöglichkeiten von INDOS im Bereich der Nuklearmedizin sollen jetzt im Rahmen einer klinischen Erprobung des Detektorsystems im Städtischen Klinikum Karlsruhe näher untersucht werden. Die Erprobung umfaßt die folgenden vier Untersuchungsphasen:

- Pilotstudie im Bereich der Strahlenschutzüberwachung (März 1999 bis Februar 2000),
- Untersuchungen zur Diagnostik des Eisen- und Calcium-Stoffwechsels (März 1999 bis Dezember 2000),
- Dosismessungen an Therapiepatienten (Juni 1999 bis Dezember 2000),
- Untersuchungen zur Dosimetrie von Radiopharmaka (Juni 1999 bis Dezember 2000).

Durch Untersuchung einer größeren Anzahl von Patienten mit unterschiedlichen Krankheitsbildern soll die Abhängigkeit der internen Dosis von den pathologischen Veränderungen des Stoffwechsels untersucht werden. Die Studie soll sich zunächst auf kardiologische Untersuchungen beschränken, da es sich beim Herzmuskel um eine relativ einfache anatomische Struktur handelt, die mit INDOS besonders gut zu erfassen ist.

Eine weitere geplante Studie befaßt sich mit der Dosimetrie bei Patienten, die vor einer I-131-Therapie mit Thyreostatika behandelt worden sind. Durch die Thyreostatika wird die Aufnahme von I-131 in die Schilddrüse vermindert, so daß sich das Verhältnis von Schilddrüsendosis zu effektiver Ganzkörperdosis ungünstig verändern kann. Zur Untersuchung dieser Zusammenhänge ist INDOS besonders gut geeignet, da die Schilddrüsendosis und die effektive Ganzkörperdosis simultan gemessen werden können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß INDOS aufgrund seiner weitreichenden Anwendungsmöglichkeiten im Strahlenschutz und im Bereich der Nuklearmedizin mittelfristig sehr gute Marktchancen hat. Hierfür spricht auch die positive Resonanz, die INDOS zwischenzeitlich auf mehreren internationalen Konferenzen erfahren hat.

4.3.1.6 Ein optimiertes biokinetisches Modell für Plutonium

A. Luciani

Die Inkorporationsüberwachung auf Plutonium ist schwierig, weil dieser Stoff einerseits eine hohe Radiotoxizität und somit einen sehr niedrigen Zufuhr Grenzwert hat und weil er andererseits im Menschen nur sehr schwer meßbar ist. Ein hinreichend empfindlicher Nachweis von Plutonium im Körper ist nur durch Messung der über den Urin oder Stuhl ausgeschiedenen Aktivität möglich. Hierfür sind genauere Kenntnisse über den Stoffwechsel von Plutonium im Menschen erforderlich. 1994 hat die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) in der Publikation 67 ein neues Modell für Plutonium vorgeschlagen. Die Erfahrung hat allerdings gezeigt, daß dieses Modell nur bedingt zur Interpretation der Ausscheidungsdaten geeignet ist. Insbesondere ist es mit diesem Modell nicht möglich, die in Einzelfällen beobachtete altersbedingte Ausscheidungsintensivierung zu beschreiben. Dieser Effekt wird in zunehmendem Maße bei älteren Personen beobachtet, deren Exposition teilweise zwanzig und mehr Jahre zurückliegt. Die Erhöhung der Ausscheidung kann bei Anwendung des ICRP-Modells zu einer massiven Überschätzung der tatsächlichen Strahlenexposition führen. Dies kann erhebliche Konsequenzen für die betroffenen Personen nach sich ziehen, wie z. B. die Sperrung für Kontrollbereiche oder die Versetzung in andere Arbeitsbereiche. Außerdem kann die altersbedingte Ausscheidungsintensivierung zusätzliche Aktivitätszufuhren vortäuschen, die unter Umständen sogar als meldepflichtige Ereignisse gewertet werden müssen. In diesen Fällen ist es außerordentlich schwierig, für die Aufsichtsbe-

hörden belastbare Dosisabschätzungen zu erstellen. Deshalb wird im folgenden ein Vorschlag zur Verbesserung des ICRP-Modells für den Stoffwechsel von Plutonium vorgestellt.

In diesem Vorschlag wird eine Änderung des Urinausscheidungsmodells vorgenommen, um eine realistischere Beschreibung der physiologischen Vorgänge zu erreichen. Im ICRP-Modell tragen drei Ausscheidungswege zu dem in der Blase gesammelten Urin bei. Zwei davon sind direkt oder über den Nierentrakt mit dem Blutkompartiment verbunden. Im dritten Weg wird der Urin aus dem Weichgewebe (Kompartiment „Soft Tissue 1“) ausgeschieden. In Abb. 4—5 sind die Beiträge der verschiedenen Ausscheidungswege in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Es wird dabei angenommen, daß zur Zeit $t = 0$ eine Aktivitätseinheit ins Blut aufgenommen wird. Die Beiträge des Blutes zur Aktivität in der Blase (direkt und durch den Nierentrakt) sind zusammen dargestellt (Kurve A). Die Urinausscheidung vom Weichgewebe wird durch Kurve B repräsentiert. Die Kurven geben jeweils den Bruchteil der zugeführten Aktivität an, der über den jeweiligen Weg pro Tag ausgeschieden wird.

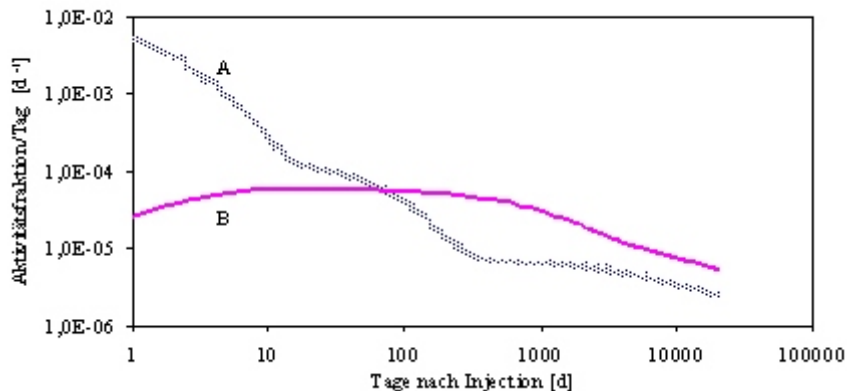


Abb. 4—5: Beiträge der verschiedenen Ausscheidungswege zur Urinausscheidung (Kurve A: direkter Transfer vom Blut in die Blase und indirekter Transfer über die Nieren; Kurve B: indirekter Transfer über das Weichgewebe)

Nach etwa 100 Tagen übersteigt der Transfer über das Weichgewebe „Soft Tissue 1“ in die Blase die Summe der beiden anderen Beiträge erheblich. Dies ist deshalb bemerkenswert, weil es für diesen formal postulierten Ausscheidungswege keine physiologische Begründung gibt. In der ICRP-Publikation wird hierzu lediglich angemerkt, daß der Transfer vom Weichgewebe zur Blase eingeführt wurde, um bei Personen, deren Exposition längere Zeit zurückliegt, eine bessere Übereinstimmung zwischen den Modellvoraussagen und der Beobachtung zu erzielen. Ein wesentlicher Ansatz zur Verbesserung des Modells besteht also darin, diesen rein empirischen Ausscheidungswege durch einen physiologisch begründeten Weg zu ersetzen.

Zuerst wurden die in der wissenschaftlichen Literatur verfügbaren Daten der Urinausscheidung gesammelt. Eine der wichtigsten Datenquellen ist die Langham-Studie, in der die Urinausscheidung über einen Zeitraum von etwa 150 Tagen nach intravenöser Injektion von Pu-Zitrat experimentell bestimmt wurde. Für die längerfristige Ausscheidung sind allerdings nur wenige Daten verfügbar. Aus diesem Grund wurden in der Vergangenheit von einigen Autoren verschiedene empirische Funktionen zur Beschreibung der Urinausscheidung vorgeschlagen. Als besonders zuverlässig gilt gegenwärtig die empirische Urinausscheidungsfunktion von Khokhryakov, die auf Ausscheidungsdaten einer großen Zahl von Personen beruht und weitgehend mit den Langham-Daten übereinstimmt. Aus diesem Grund werden die Langham-Daten und die Khokhryakov-Funktion als Referenz für die kurzfristige bzw. mittel- und langfristige Urinausscheidung benutzt.

Ein weiterer Schritt zur Verbesserung des ICRP-Modells besteht in der Einführung des neuen Skelettmodells von Polig. Dieses Modell ist durch die Implementierung von zeitabhängigen Transferparametern für den trabekulären und kortikalen Knochen geändert worden. Dabei wurde gemäß ICRP-70 eine Verdoppelung der trabekulären und kortikalen Transferparameter zwischen dem 35. und 60. Lebensjahr angenommen. Der Vorteil dieses zeitabhängigen Modells besteht darin, daß der Beitrag von "Soft Tissue 1" durch die Veränderung der anderen Ausscheidungswege ersetzt werden kann. Zusätzlich stellt es eine bessere physiologische Beschreibung des Stoffwechsels von Plutonium dar, weil die altersbedingte Intensivierung des Skelettaufbaus berücksichtigt wird. In Abb. 4—6 ist das neue optimierte Modell in Verbindung mit dem herkömmlichen ICRP-Modell des Magen-Darm-Trakts dargestellt.

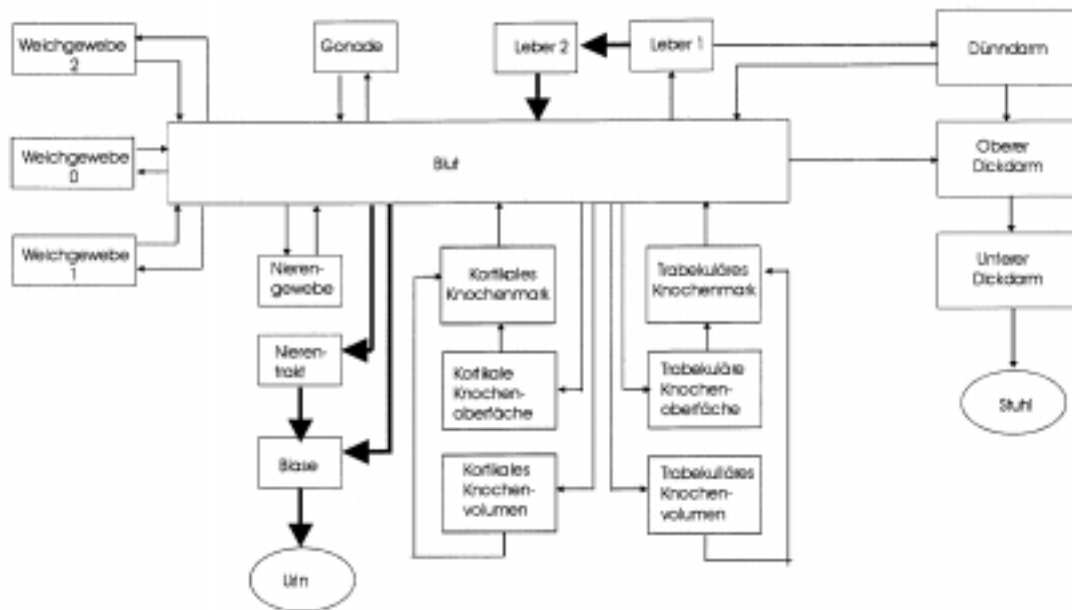


Abb. 4—6: Das modifizierte ICRP-Modell für den systemischen Stoffwechsel von Plutonium in Verbindung mit dem herkömmlichen ICRP-Modell für den Verdauungstrakt

Die halbfett gedruckten Pfeile geben diejenigen Transferparameter an, die gegenüber dem ursprünglichen ICRP-Modell geändert wurden. Die Transferparameter der Leber wurden ebenfalls optimiert, damit das Verhältnis zwischen der Aktivität in der Leber und der Gesamtkonzentration in Leber und Skelett mit den verfügbaren Autopsie-Daten konsistent ist.

In Abb. 4—7 ist die nach dem optimierten Modell berechnete Urinausscheidungsfunktion im Vergleich zu den experimentellen Daten von Langham, der Khokhryakov-Funktion und der nach dem ursprünglichen ICRP-67-Modell berechneten Urinausscheidungsfunktion dargestellt. Es ist deutlich, daß das optimierte Modell die Urinausscheidung besser als das ursprüngliche ICRP-Modell beschreibt. Das optimierte Modell wurde anhand weiterer Ausscheidungsdaten von beruflich strahlenexponierten Personen getestet. Hierzu wurden die Daten des United States Transuranium and Uranium Registry (USTUR) und des Manhattan Projects herangezogen. In Abb. 4—8 sind die Urinausscheidungsdaten einer Person vom USTUR und von zwei Personen aus dem Manhattan-Project zusammen mit den berechneten Ausscheidungsfunktionen des ICRP-Modells und des neuen optimierten Modells dargestellt. Zur Quantifizierung der Verbesserung wurden die relativen Abweichungen der experimentellen Daten von den entsprechenden Funktionswerten berechnet. Die Größe V in den Abbildungen gibt das Verhältnis der Abweichungen von neuem Modell und ICRP-Modell an. In den betrachteten Fällen beschreibt das neue Modell die Urinausscheidung stets besser als das ICRP-Modell.

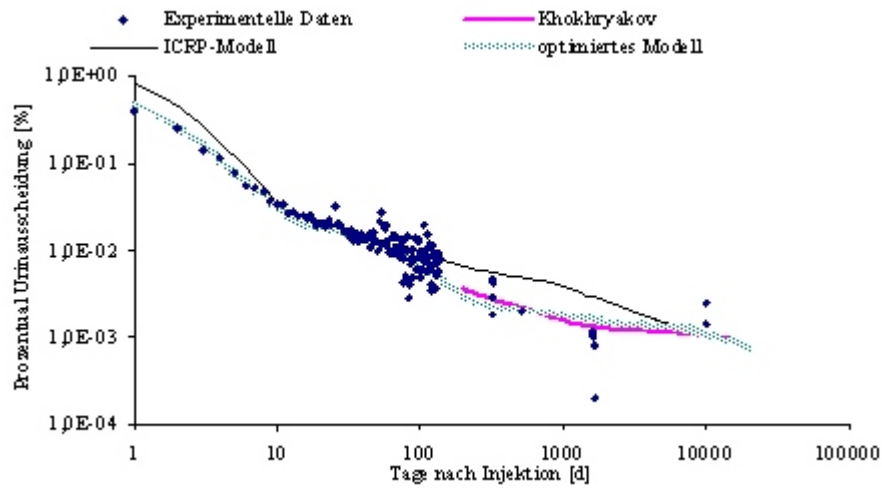


Abb. 4—7: Vergleich der experimentellen Daten von Langham mit den Ausscheidungsfunktionen nach Khokhryakov, dem ursprünglichen ICRP-Modell und dem optimierten Modell für die Pu-Ausscheidung nach einmaliger Systemzufuhr durch iv-Injektion

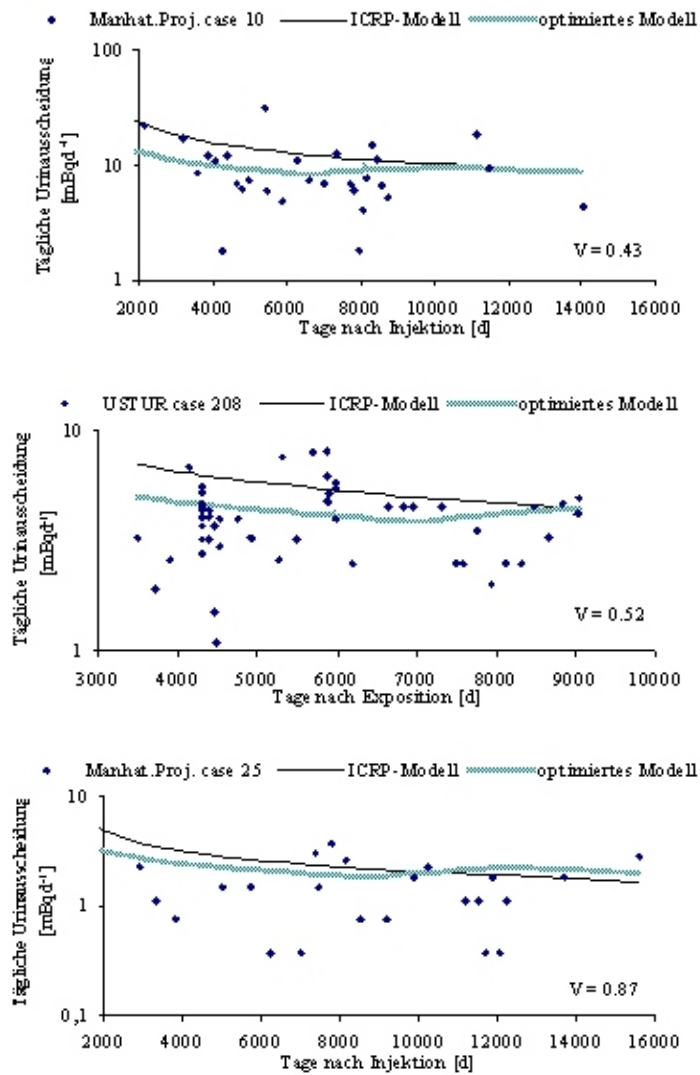


Abb. 4—8: Verifizierung des neuen optimierten Modells und des ursprünglichen ICRP-Modells anhand von Urinausscheidungsdaten von beruflich exponierten Personen.

4.3.1.7 Strahlenpaßstelle

F. Pfeffer

Im Jahr 1998 hatten 113 (Vorjahr 96) von 295 (283) Fremdfirmen mit gültigem Abgrenzungsvertrag Mitarbeiter in Kontrollbereichen des Forschungszentrums Karlsruhe angemeldet. Insgesamt wurden 848 (834) Anmeldungen durchgeführt, wovon 570 (332) Ummeldungen oder Mehrfach-Anmeldungen waren, d. h. Mitarbeiter von Fremdfirmen, die sich mehrmals im Jahr an- und abgemeldet haben. 143 (117) Anmeldungen wurden mit Bestätigungen im Sinne des § 20 AtG getätigt. Weiterhin wurden 1998 insgesamt 849 Abmeldungen durchgeführt, davon 120 Zwangsabmeldungen aufgrund versäumter ärztlicher Untersuchungen, versäumter anlagenbezogener Belehrungen oder wegen abgelaufener Abgrenzungsverträge. Im Berichtszeitraum wurden 1 502 (1 329) Strahlenpässe zur Aktualisierung kurzfristig an Fremdfirmen ausgegeben. In Strahlenpässen wurden 15 282 (10 008) Eintragungen vorgenommen. Mit Stand Dezember 1998 sind insgesamt 2 417 (2 110) Fremdfirmenmitarbeiter in der Datei erfaßt.

4.3.2 Betriebliche Überwachung

K. Burkhard, G. Nagel

4.3.2.1 Filter- und Wischtestmessungen

Im Jahr 1998 wurden im Strahlenschutzmeßlabor 37 600 Raumluftfilter (Vorjahr 35 700) mit Pseudokoinzidenzanlagen auf künstliche α - und β -Aktivität ausgemessen. Die Luftstaubaktivitäten sind in Tab. 4—9 aufgegliedert. Die Werte 1,25 Bq/m³ für α -Strahler bzw. 0,65 Bq/m³ für β -Strahler sind die unteren Meßschwellen. 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 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 dessen Atemschutzisoliergeräte getragen werden müssen. In Abb. 4—9 wird der Verlauf der Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration oberhalb der Meßschwelle in der Raumlucht relativ zu der im Jahr gemessenen Filteranzahl über die letzten fünf Jahre gezeigt.

Aktivität	Aktivitätsgrenzen in Bq/m ³	Anzahl der Filter	Anteil an der Gesamtzahl in %
α -Aktivität	A > 0,8	134 (42)	0,4 (0,1)
	0,8 \geq A > 0,04	589 (322)	1,6 (0,9)
	0,04 \geq A \geq 0,00125	2 784 (2 240)	7,4 (6,3)
	A < 0,00125	34 093 (33 096)	90,6 (92,7)
β -Aktivität	A > 800	0 (0)	0,0 (0,0)
	800 \geq A > 40	7 (4)	0,0 (0,0)
	40 \geq A \geq 0,65	365 (74)	1,0 (0,2)
	A < 0,65	37 228 (35 622)	99,0 (99,8)

Tab. 4—9: Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentration in der Raumlucht

Mittels α -Spektroskopie wurden im Strahlenschutzmeßlabor 14 Wischtestproben und mittels γ -Spektroskopie 986 Proben quantitativ und qualitativ untersucht. Davon entfielen auf Kohlefilter aus der Raumluftüberwachung 745, auf Glasfaserfilter 31, auf Wischtests 15, auf Sonstiges 101 und auf Dichtheitsprüfungen 94. Mittels Flüssigszintillationsmeßtechnik wurden 361 Styropor-Wischtest-Proben auf H-3 untersucht.

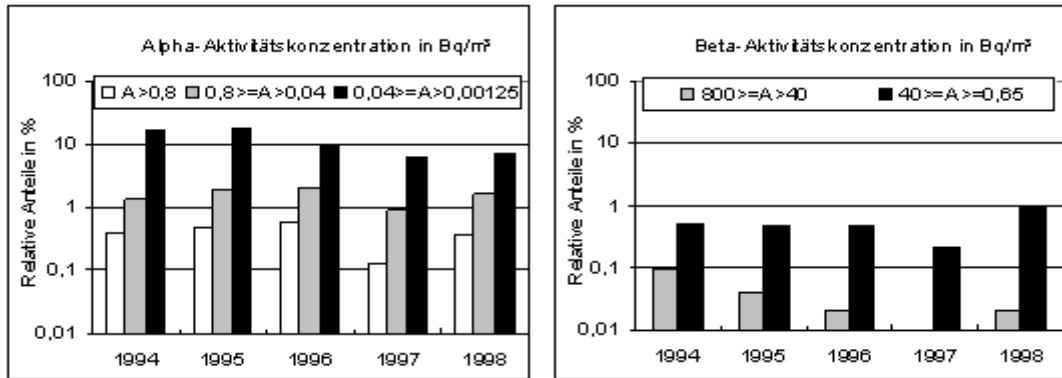


Abb. 4—9: Verlauf der Häufigkeitsverteilung der Aerosolaktivitätskonzentrationen in der Raumluft oberhalb der Meßschwelle

4.3.2.2 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 1/10 der Grenzwerte für Personen der Kategorie A auftreten. Diese Bedingungen sind in der Hauptabteilung Dekontamination, in der Anlage Milli des ITC/CPV und im MZFR gegeben. Hier treten insbesondere Transuranelemente auf.

Nach der oben 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

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 individuellen effektiven Dosen umgerechnet. Dabei wird sowohl zur Berechnung der Aktivitätskonzentrationen als auch zur Berechnung der Aktivitätszufuhren von einem achtstündigen Arbeitstag ausgegangen. Die Aktivität des β -Strahlers Pu-241 wird aufgrund von langjährigen Messungen des Nuklidvektors als das 20fache der gesamten α -Aktivität angenommen. Für Meßwerte oberhalb des Interventionswertes aber unterhalb des Tageswertes werden individuelle Aktivitätszufuhren errechnet.

In Tab. 4—10 sind die auf diese Weise für die verschiedenen Arbeitsgruppen bestimmten effektiven Dosen aufgeführt. Die in den einzelnen Anlagen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe, des MZFR und der Anlage Milli sich ergebende Effektivdosis liegt aufgrund von Inkorporationen zwischen 0,0 und 1,8 mSv. Diese Dosiswerte stellen eine obere Abschätzung dar, da sie unter konservativen Annahmen (Berücksichtigung der maximalen Aktivitätskonzentration eines Arbeitstages für die Dauer des gesamten Arbeitstages) ermittelt wurden.

Arbeitsgruppe		Effektivdosis in mSv	
HDB	MAW-Verschrottung, Lager	0,0	(0,2)
HDB	Verbrennung	1,8	(2,4)
HDB	Deko fest	0,8	(0,6)
HDB	Deko flüssig	0,4	(0,6)
HS-St	HDB Deko flüssig	0,4	(0,6)
HS-St	HDB Deko fest	0,8	(0,6)
MZFR		1,4	-
ITC-CPV	Bau 721 (Milli)	1,0	(0,0)

Tab. 4—10: Aus Messungen der Raumluftaktivität berechneter oberer Wert der Effektivdosen für Angehörige der Arbeitsgruppen im Jahr 1998 (Vorjahreswerte in Klammer)

4.3.2.3 Programmpflege und -neuentwicklung

G. Nagel

Im Berichtszeitraum wurden die Programme zur Dateiverwaltung von Personendosen (Taschenionisationskammer), Strahlenmeßgeräten, Raumluftaktivität (Aerosole), Oberflächenkontamination, Präparaten und Strahlenpässen aktualisiert.

4.3.2.4 Dichtheitsprüfungen

K. Burkhard

Auch 1998 hat die Abteilung Strahlenschutzüberwachung an umschlossenen Strahlern, die sich im Besitz des Forschungszentrums befinden, Dichtheitsprüfungen durchgeführt. 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. Die Anzahl der geprüften Strahler ist in Tab. 4—11 nach Nuklid und Institution sortiert aufgeführt. Im Berichtsjahr wurde ein undichter Strahler gefunden.

	Cs-137	Am-241	Sr-90	Cf-252	Co-60	Ni-63	Np-237	Pu-239	Pb-210	Ra-226	Fe-55	Cd-109	Ba-133	Sm-151	Σ
HS-St	13	3	6	2	1		1	3	1	1					31
FTU	4	4	3	4	1				1						17
HDB	5	4			1								1		11
IK I		4	1								1				6
INR		1		1			3								5
IK III		5													5
BTI						4									4
HS-M			3												3
MZFR	1		1		1										3
ITOX					2										2
HZY										1					1
EKM												1			1
HVT-HZ	1														1
IMK		1													1
INFP														1	1
HZY-RTM		1													1
HS-US	1														1
Summe	25	23	14	7	6	4	4	3	2	2	1	1	1	1	94

Tab. 4—11: Anzahl der im Jahr 1998 durchgeführten Dichtheitsprüfungen an umschlossenen Strahlern

4.3.3 Strahleninduzierte Tumore im Skelett von Beagle Hunden

E. Polig

Mit den experimentellen Studien in der Beagle Kolonie der University of Utah wurde bestätigt, daß Knochentumore die hauptsächliche Spätfolge einer direkten Aufnahme von Plutonium und anderen Aktiniden in das Blut sind. Bisher gibt es jedoch noch keinen eindeutigen Nachweis eines durch Aktinide verursachten Tumors des menschlichen Skeletts. Die Risikoabschätzung muß sich deshalb auf Tierversuche und theoretische Modelle der Extrapolation abstützen. Zusätzliche Information erhält man durch die Erfahrungen des Menschen im Umgang mit ^{224}Ra , ^{226}Ra und ^{228}Ra . Dabei handelt es sich ebenso wie bei den Aktiniden um α -Strahler mit einer überwiegenden Affinität zum Skelett. Als erster Schritt zu einem Tumormodell des Menschen wird hier ein entsprechendes Modell für Plutonium in Beagle Hunden vorgestellt.

4.3.3.1 Knochentumore in Beagles

In der Beagle-Kolonie von Utah wurden 234 männlichen und weiblichen Tieren intravenös ^{239}Pu in monomerer Form injiziert. Die Tiere wurden bezüglich der applizierten Dosis von Pu in zehn Gruppen aufgeteilt und erhielten zwischen 0,026 und 106 kBq/kg Körpergewicht. Im Verlauf des Versuches entwickelten sich in 76 Hunden 84 radiographisch erkennbare primäre bösartige Tumore des Skeletts. In einer Kontrollgruppe von 132 Hunden ohne Pu-Injektion wurde nur ein Knochentumor beobachtet. Man muß also schließen, daß praktische alle Tumore der Versuchsgruppe durch die interne Bestrahlung verursacht wurden. Die Induktion von Knochentumoren ist ab einer Injektionsdosis von 0,38 kBq/kg statistisch verwertbar. Bei den drei Gruppen mit geringerer Pu-Aktivität (0,026, 0,067, 0,198 kBq/kg) ist die Wahrscheinlichkeit für eine Tumor-

induktion so gering, daß sie im "statistischen Rauschen" untergeht. Abb. 4—10 und Abb. 4—11 zeigen die Kaplan-Meier-Schätzung der Überlebenskurven (Stufenfunktionen) für sechs Dosisgruppen. Bei dieser Schätzung handelt es sich um ein statistisches Verfahren, das es ermöglicht, die Wahrscheinlichkeit für einen bestimmten Effekt zu berechnen, wenn gleichzeitig noch andere Gründe für das Ableben eines Individuums oder sein Ausscheiden aus dem Versuch existieren (Zensierung durch konkurrierende Risiken). Bei der Analyse der Kurven in Abb. 4—10 und Abb. 4—11 stellt man einen inversen Dosisleistungs-Effekt fest. Bei kleineren Pu-Aktivitäten wird der gleiche Effekt schon bei einer geringeren Strahlendosis erreicht. Eine gewisse Strahlendosis ist also umso effektiver bei der Erzeugung des Späteffektes, je kleiner die Dosisleistung.

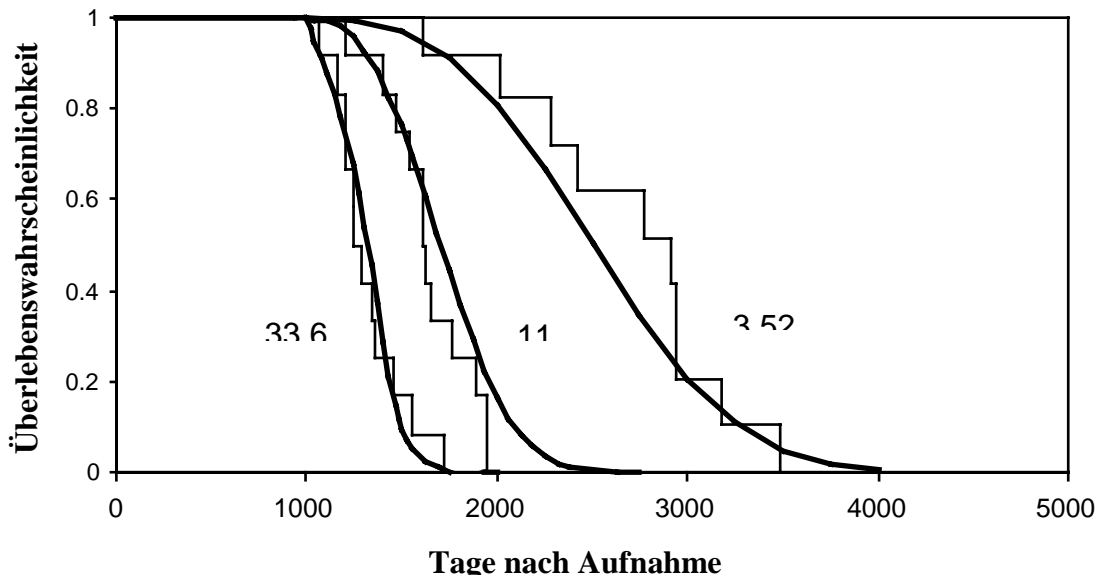


Abb. 4—10: Kaplan-Meier-Schätzung (Stufenfunktionen) und Modellrechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit für Knochtumore in Beagle-Hunden. Die Zahlen geben die injizierte Aktivität von ^{239}Pu in kBq/kg Körpergewicht an.

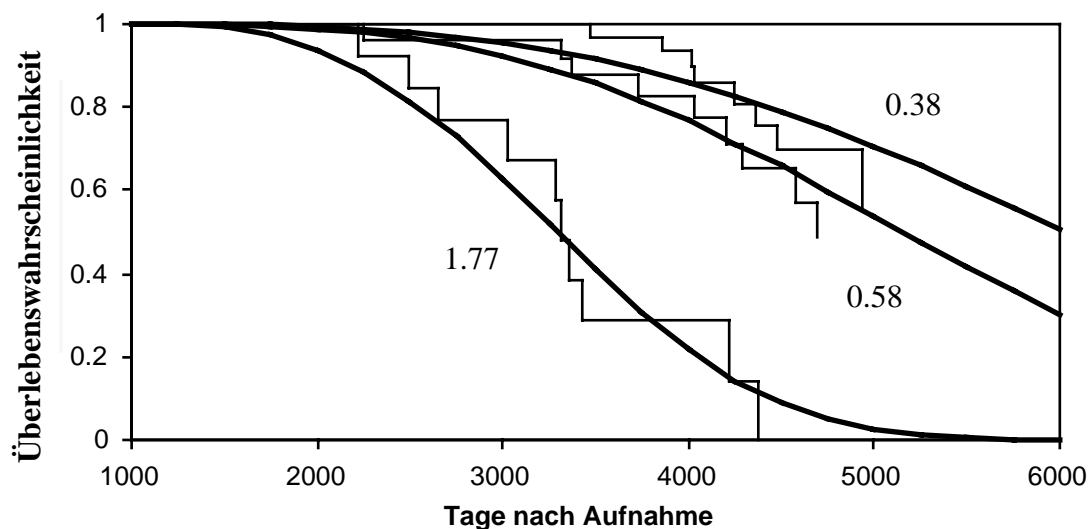


Abb. 4—11: Kaplan-Meier-Schätzung (Stufenfunktionen) und Modellrechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit für Knochtumore in Beagle-Hunden. Die Zahlen geben die injizierte Aktivität von ^{239}Pu in kBq/kg Körpergewicht an.

Allgemein wird davon ausgegangen, daß die endosteale Strahlendosis ein guter Parameter zur Beschreibung des Risikos von Knochentumoren darstellt. Es handelt sich dabei um die Strahlendosis in einer 10 µm dicken Gewebeschicht, die sich über allen internen Knochenoberflächen befindet. Die Wahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit $h(t)$ für das Auftreten eines Tumors im Zeitintervall $t, t+dt$, wenn das Individuum bis zur Zeit t überlebt hat (hazard rate), kann dann empirisch durch den Ausdruck

$$h(t) = \begin{cases} \dot{D}^\beta(t') (\alpha_1 D(t') + \alpha_2 D(t')^2) & t' = t - t_0 > 0 \\ 0 & t' \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

beschrieben werden. D und \dot{D} sind die endosteale Strahlendosis, bzw. -dosisleistung. Die Optimierung der Modellparameter mit der Maximum Likelihood Methode ergibt $\alpha_1 = 0$ und $\beta = -0.3$. Der negative Wert von β drückt den inversen Dosisleistungs-Effekt aus.

Obwohl die Skelettaktivität von Pu mit der Zeit nach der Injektion abnimmt, wirken sich die physiologischen Vorgänge des Knochenumbaus so aus, daß die endosteale Dosisleistung praktisch konstant bleibt. Das Abnehmen der Dosisleistung im trabekulären Skelett wird durch den Anstieg im kortikalen Skelett kompensiert. Mit $\dot{D} = \text{const.}$ und $D \approx \dot{D}t$ erhält man:

$$h(t) \propto \dot{D}^{1.7} t^2 \quad (2)$$

4.3.3.2 Modell der Tumorinduktion

Allgemeine mathematische Modelle nehmen eine Tumorinduktion in n Zwischenschritten an. Bei strahleninduzierten Tumoren werden einige oder alle Übergangsraten durch die Strahlung beeinflusst. Für den Fall einer konstanten Dosisleistung erhält man dann die allgemeine Form

$$h(t) \propto \lambda_0 \dots \lambda_{n-1} t^{n-1} \quad (3)$$

für die hazard rate. λ_i ist die Übergangsrate vom Zustand i nach $i+1$ ($0 =$ normale Zelle, $n =$ Tumorzelle). Die λ_i sind im Allgemeinen die Summe einer natürlichen Übergangsrate v_i und einer strahlungsbedingten Rate $\rho_i \dot{D}$ ($\lambda_i = v_i + \rho_i \dot{D}$). Natürlich können in der Ereigniskette einige $\lambda_i, v_i = 0$ sein. Der Ausdruck (3) gilt unter der weiteren Einschränkung daß

$$\int_0^t [\lambda_i(\tau) + \mu_i(\tau)] d\tau \ll 1 \quad (4)$$

ist. μ_i beschreibt einen möglichen Eliminations-Mechanismus, der die Zellen in der Stufe i aus der Induktionskette entfernt. Sie können dadurch nicht mehr zur Tumorzelle umgewandelt werden. Solche Eliminations-Mechanismen können z. B. Immunreaktionen oder Zelltötung durch Strahlung sein. Im letzteren Fall wäre also μ_i wiederum proportional zur Dosisleistung. Im Weiteren wird sich ergeben, daß die Annahme $\mu_i = 0$ mit den vorliegenden Daten verträglich ist. Der Vergleich von (3) mit (2) legt hier eine Tumorinduktion in drei Schritten nahe ($n = 3$). Die Abbildung Abb. 4—12 zeigt schematisch einen möglichen Induktionsmechanismus.

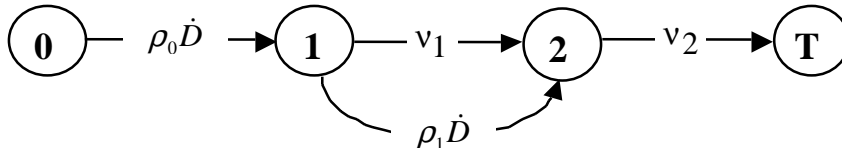


Abb. 4—12: Schematische Darstellung der Tumorinduktion in drei Stufen. 0 = Normalzustand der Zelle; 1,2 = Zwischenzustände; T = vollständig induzierte Tumor-Zelle. Die Übergangsraten $\rho_i \dot{D}$ hängen von der Dosisleistung ab.

Die Erwartungswerte n_i für die Zahl der Zellen in jeder Stufe i werden durch die Differentialgleichungen

$$\begin{aligned} \dot{n}_1(t) &= N\rho_0\dot{D} & \Rightarrow n_1 &= N\rho_0 D \\ \dot{n}_2(t) &= n_1(v_1 + \rho_1\dot{D}) & \Rightarrow n_2 &= N\rho_0 v_1 \int_0^t D dt + \frac{N}{2} \rho_0 \rho_1 D^2 \\ \dot{h}(t) &= \dot{n}_T = v_2 n_2 & \Rightarrow h(t) &= N\rho_0 v_1 v_2 \int_0^t D(t) dt + \frac{N}{2} v_2 \rho_0 \rho_1 D^2 \end{aligned} \quad (5)$$

bestimmt. Da $D = \dot{D}t$ und mit der Transformation $t \rightarrow t - t_0$ erhält man

$$h(t) = \begin{cases} 0 & t < t_0 \\ \frac{N}{2} (\rho_0 v_1 v_2 \dot{D} + \rho_0 \rho_1 v_2 \dot{D}^2) (t - t_0)^2 & t \geq t_0 \end{cases} \quad (6)$$

N ist die Gesamtzahl der Zellen, die dem Tumorrisiko ausgesetzt sind, und t_0 ist die Zeit der Tumorpromotion. Unter der Tumorpromotion werden alle biologischen Prozesse verstanden, die zwischen der vollständigen Induktion und dem sichtbaren Auftreten eines Tumors ablaufen. Sie umfasst also auch das Wachstum des Tumors von einem unsichtbaren mikroskopischen Kern bis zu einer nachweisbaren Größe.

Wie aus der Form von Ausdruck (6) ersichtlich, reproduziert das Modell die empirisch festgestellte (Gleichung 2) Mischung von erster und zweiter Potenz in der Dosisleistung. Bei einer injizierten Aktivität (A) gilt die Beziehung $\dot{D} = cA$ ($c = 1,8 \cdot 10^{-7}$, \dot{D} in Gy/Tag und A in Bq). Die aus der obigen hazard rate (6) folgende Überlebenswahrscheinlichkeit $S(t)$ ist

$$S(t, A) = \begin{cases} 1 & t < t_0 \\ \exp\left[-\frac{N}{6} (\rho_0 v_1 v_2 c A + \rho_0 \rho_1 v_2 c^2 A^2) (t - t_0)^3\right] & t \geq t_0 \end{cases} \quad (7)$$

Die glatten Kurven der Abb. 4—10 zeigen die Maximum Likelihood-Anpassung von (7) an die Kaplan-Meier-Schätzung (Stufenfunktionen). Für die Modellparameter ergibt sich:

$$\begin{aligned} \frac{N\rho_0 v_1 v_2}{6} &= 1,68 \cdot 10^{-8} \pm 0,54 \cdot 10^{-8} \text{ Gy}^{-1} \text{ Tag}^{-2} \\ \frac{N\rho_0 \rho_1 v_2}{6} &= 1,08 \cdot 10^{-5} \pm 0,19 \cdot 10^{-5} \text{ Gy}^{-2} \text{ Tag}^{-1} \\ t_0 &= 942,8 \pm 29,4 \text{ Tage} \end{aligned} \quad (8)$$

Das Modell ist nicht vollständig identifizierbar, da in den obigen Gleichungen vier Unbekannte in zwei Produkten auftreten, aber nur zwei Bedingungsgleichungen vorliegen. Dies bedeutet, daß die Überlebenskurven alleine zu wenig Information enthalten, um den Mechanismus vollständig aufzuklären. Der genaue Induktionsmechanismus könnte erst durch weitere unabhängige Informationen festgelegt werden. Die praktische Anwendbarkeit von (7) als Risikomodell ist dadurch nicht eingeschränkt.

Für sehr kleine Strahlendosen erhält man mit (7) eine Näherung für die Wahrscheinlichkeit P eines Knochentumors:

$$P\{\text{Knochentumor}\} = 1 - S \approx \frac{N}{6} (\rho_0 v_1 v_2 \dot{D}^{-2} + \rho_0 \rho_1 v_2 \dot{D}^{-1}) D^3 \quad (9)$$

Man beachte, daß sich nicht die in der Literatur vielzitierte und oft diskutierte linear-quadratische Dosisabhängigkeit ($P = \alpha_1 D + \alpha_2 D^2$) mit Konstanten α_1 und α_2 ergibt. Vielmehr ist der Effekt proportional zur dritten Potenz der Strahlendosis und die Faktoren α_1 , α_2 sind keine Konstanten, sondern hängen stark von der Dosisleistung ab.

Eine detaillierte Untersuchung von (4) mit den numerischen Werten von (8) zeigt, daß diese Bedingung garantiert erfüllt ist, wenn die Zahl der Zellen $N > 10^9$. In unabhängigen Studien wurde N zu $1,4 \cdot 10^{10}$ abgeschätzt. Die Voraussetzung für die vereinfachte Modellrechnung in (5) ist also erfüllt. Es muß jedoch betont werden, daß das skizzierte Modell problemlos auch bei Verzicht auf (4) entwickelt werden kann. Die Bedingung (4) bedeutet, die Zahl der Zellen im Induktionsprozess ist zu allen Zeiten sehr klein gegen die Gesamtzahl N der normalen Zellen.

Aus der hazard rate (6) und der Überlebenskurve (7) ergibt sich für die Wahrscheinlichkeitsdichte des zeitlichen Auftretens von Knochentumoren eine Weibull-Funktion:

$$f_{\text{ost}}(t) = \begin{cases} 0 & t \leq t_0 \\ \lambda \gamma (\lambda(t - t_0))^{\gamma-1} \exp[-(\lambda(t - t_0))^\gamma] & t > t_0 \end{cases} \quad (10)$$

Der Skalierungsfaktor λ hängt von der injizierten Aktivität A ab.

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{N}{6} (\rho_0 v_1 v_2 c A + \rho_0 \rho_1 v_2 c^2 A^2)} \quad (11)$$

Die Verteilungsfunktion der beobachtbaren Tumore wird durch konkurrierende Risiken beeinflusst, die das Individuum vor dem Eintreten eines Tumors töten können. Wenn man den Versuch mit n Tieren beginnt, dann ist die Zahl der Tumore dn_{ost} im Zeitintervall $d\tau$

$$dn_{\text{ost}} = n S(\tau) h_{\text{ost}}(\tau) d\tau \quad (12)$$

$S(\tau)$ ist die Überlebensfunktion und $h_{\text{ost}}(\tau)$ die hazard rate für Tumore zur Zeit τ . Nimmt man weiterhin an, der Tod durch einen Tumor und der Tod durch andere Ursachen sind unabhängig im Sinne der Wahrscheinlichkeitstheorie, dann gilt $S = S_c S_{\text{ost}}$. Die Funktionen S_c und S_{ost} geben die Überlebenswahrscheinlichkeit der Kontrollen und der Tiere mit Tumoren an. Mit $S_{\text{ost}} h_{\text{ost}} = f_{\text{ost}}$ und Integration von (12) erhält man für den Bruchteil der Tiere mit Tumoren $\phi(t, A) = n_{\text{ost}}/n$:

$$\phi(t, A) = \int_0^t S_c(\tau) f_{\text{ost}}(\tau, A) d\tau \quad (13)$$

S_c kann aus den Lebensdauern der Kontrolltiere bestimmt werden. Der Ausdruck (13) gibt die Wahrscheinlichkeit für den Tod durch einen Knochentumor, wenn gleichzeitig noch andere To-

desursachen konkurrieren. Wählt man für den Beagle-Hund eine Zeit $t > 7000$ Tage, ergibt sich aus (13) die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Tumors während der gesamten Lebensdauer. Diese ist in Abb. 4—13 zusammen mit beobachteten Wahrscheinlichkeiten dargestellt. Man sieht in einem mittleren Dosisbereich systematische Abweichungen der beobachteten von den berechneten Werten.

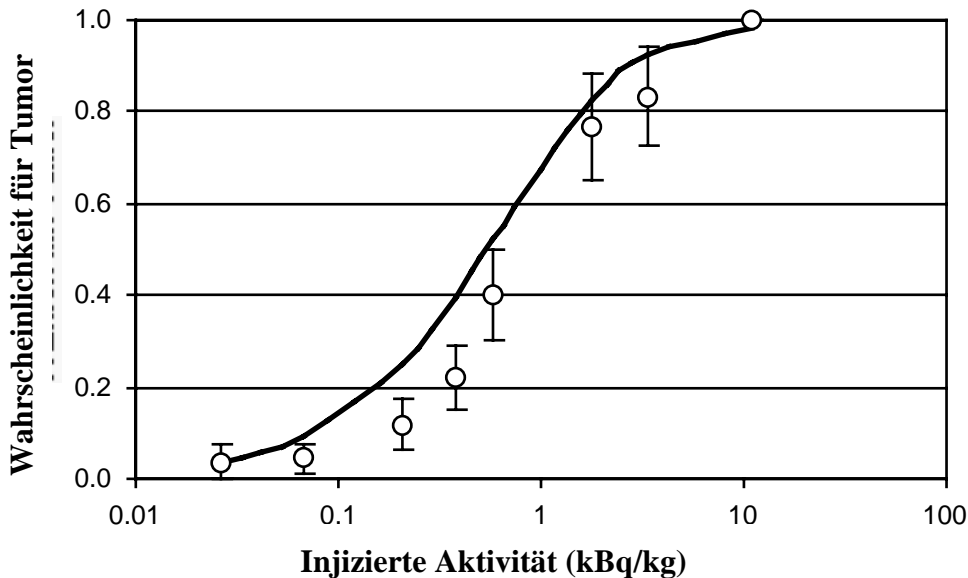


Abb. 4—13: Fraktion der Beagles mit Knochentumor. Kreise: Beobachtete Werte. Durchgezogene Kurve: Modellrechnung

Es gibt eine relative geringe Wahrscheinlichkeit für strahlenbedingte Schäden, die keine Knochentumore sind. S_c ist also nicht völlig unabhängig von der injizierten Aktivität A , sondern zeigt eine leichte Abhängigkeit $S_c = S_c(\tau, A)$. Im Bereich geringer Dosen kann man jedoch (13) ohne Bedenken anwenden, da dort S_c praktisch mit der Überlebenswahrscheinlichkeit der Kontrollen zusammenfallen sollte.

Wenn $A < 100$ Bq, dann ist der Exponentialterm in (10) ≈ 1 . Für $A \ll 8000$ Bq ist der in A lineare Term von (11) dominierend. Also ist (13) näherungsweise

$$\phi(T, A) \approx \frac{N}{2} \rho_0 v_1 v_2 c A \int_{t_0}^T S_c(\tau) (\tau - t_0)^2 d\tau \quad (T \geq t_0) \quad (14)$$

Für kleine Aktivitäten von Plutonium ist also die Wahrscheinlichkeit für Knochentumore proportional zur injizierten Menge.

4.3.3.3 Bemerkungen und Schlußfolgerungen

Das vorgestellte Modell der Induktion von Knochentumoren in Beagles durch injiziertes ^{239}Pu beschreibt in befriedigender Weise die experimentellen Befunde. Das Modell ist mathematisch einfach und kommt ohne die Annahme von Zelltötung oder anderen Eliminationsmechanismen, die mit der Induktionskette konkurrieren, aus. Der Induktionsmechanismus impliziert eine Abhängigkeit der Induktionswahrscheinlichkeit von der dritten Potenz der endostealen Strahledosis. Dies steht im Widerspruch zu den gängigen linear-quadratischen Modellen. Außerdem hängt die Induktionswahrscheinlichkeit stark von der Dosisleistung ab.

Für kleine Mengen von Plutonium ist die Wahrscheinlichkeit für Knochentumore in einer bestimmten Population proportional zur injizierten Menge. Aus dieser Proportionalität darf jedoch nicht geschlossen werden, daß auch der zelluläre Induktionsmechanismus linear mit der Dosis verläuft.

4.4 Strahlenschutzmeßtechnik

4.4.1 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 Pegel- und Luftüberwachung 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 gelegentlich auch 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 Geräten vorgenommen und kommerziell nicht erhältliche Geräte für den Eigenbedarf der Hauptabteilung Sicherheit entwickelt.

4.4.2 Messungen gemäß des Arbeitsschutzgesetzes

A. Janner, N. Liebe

Im Berichtsjahr wurden insgesamt fünf Arbeitsplatzmessungen durchgeführt. Dabei wurden sowohl Messungen zur Festlegung von Lärmbereichen als auch begleitende Frequenzanalysen als Grundlage von speziellen Schalldämmungen vorgenommen.

4.4.3 Wartung und Reparatur

J. Burkhardt, H. Michel, W. Richter

Zur Instandhaltung der von der Abteilung Strahlenschutz betreuten kontinuierlich messenden Raumluft- und Fortluftüberwachungsanlagen waren 480 Reparatursätze erforderlich. Für die Fortluftüberwachungsanlagen kamen softwareprogrammierte Steuerungen als Grenzwertgeber zum Einsatz, deren Programmierung und Inbetriebnahme zusätzlich zu den Routinearbeiten erfolgte. Des öfteren waren Reparaturen an Ortsdosisleistungs-Meßstellen notwendig.

Die 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 und die Beschaffung von Ersatzteilen erforderten einen erwähnenswerten Arbeitsaufwand.

4.4.4 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 39 Gamma- und neun Neutronen-Dosisleistungsmeßgeräte, sowie neun Neutronen-Dosismessgeräte kalibriert. An der Hochdosis-Bestrahlungsanlage fanden 25 Bestrahlungen, zum Teil als Auftragsarbeiten für Fremdfirmen, statt. Im Bestrahlungsbunker wurden 296 Bestrahlungen, hauptsächlich für die amtliche Meßstelle, durchgeführt. Alle Cs-137-Bestrahlungseinrichtungen wurden regelmäßig mit einem Sekundärstandard überprüft.

Die Überprüfung von 726 Strahlenschutzmeßgeräten zwecks Eichfristverlängerung erfolgte mit der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zugelassenen stationären Kontrolleinrichtung. Bei 20 Strahlenschutzmeßgeräten, meist Reparaturfälle, erschien eine Meßprüfung mit der stationären Kontrolleinrichtung sinnvoll, bevor sie der Eichbehörde überstellt wurden. Die PTB-Zulassung der stationären Kontrolleinrichtung konnte dieses Jahr auf die Überprüfung weiterer neuer Dosis- und Dosisleistungsmeßgeräte ausgedehnt werden.

20 Bestrahlungen mit der Röntgenanlage dienten zur Bestimmung der Energieabhängigkeit von Dosimetern. Bei 18 Kontaminationsmonitoren, die von Kernkraftwerken eingesandt wurden, erfolgte eine Funktionskontrolle. Wenn notwendig und möglich, wurden defekte Geräte repariert und kalibriert.

4.4.5 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 5 452 Eichpunkten im Jahr 1998.

4.5 Messungen der Luftbewegung in einer Arbeitshalle

H. Dilger

Im ersten Teil eines größeren Untersuchungsprogramms zur Verbesserung der Inkorporationsüberwachung mittels Aktivitätsmessungen in der Raumluft wurde in theoretischen Überlegungen zur Ausbreitung von Aktivitätsquellen dargelegt, daß die Aktivitätskonzentration bei allen Quellgeometrien umgekehrt proportional zur mittleren Luftbewegung ist. In einem zweiten Schritt soll die mittlere Luftbewegung in einer Arbeitshalle gemessen werden.

Zur Messung der richtungsunabhängigen Luftgeschwindigkeit wurde ein thermoelektrischer Fühler mit einer ca. 1 mm dicken Materialperle verwendet (ThermoAir3, Schiltknecht Meßtechnik AG). Das Gerät zeigt wahlweise den Mittelwert und den Variationskoeffizienten an. Außerdem ist über einen Analogausgang eine kontinuierliche Aufzeichnung der Momentanwerte möglich. Die Momentanwerte stellen Mittelwerte über 2 s dar und werden alle 0,5 s aktualisiert. Die Meßgenauigkeit beträgt beim Meßbereich $1 \text{ m/s} \pm 2 \text{ cm/s}$. Neben der Luftgeschwindigkeit mißt das Gerät simultan die Lufttemperatur.

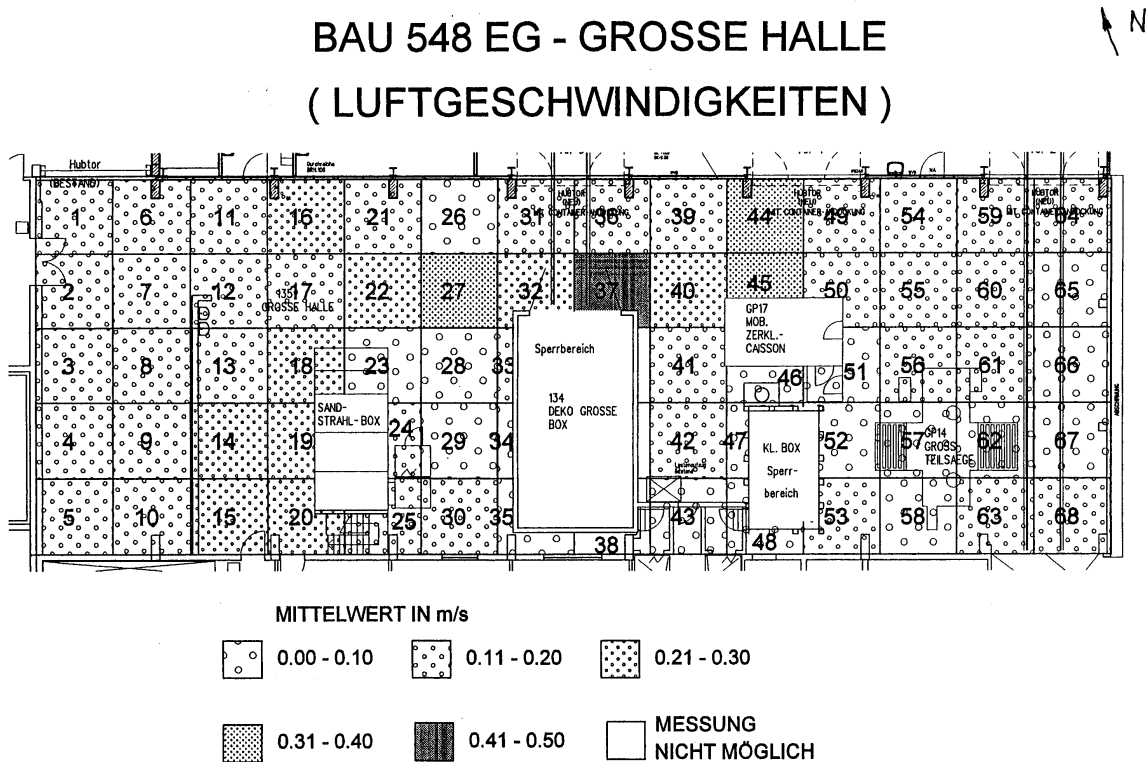


Abb. 4—14: Messung der Luftgeschwindigkeit

Die Messungen wurden in der Großen Halle der HDB (Geb. 548) durchgeführt. Sofern der Grundriß nicht durch Einbauten belegt war, wurde 1 Meßpunkt/10 m² festgelegt. Es wurde eine Meßhöhe von 1,5 m und eine Meßzeit von 10 min pro Meßpunkt gewählt. Die Messungen fanden zeitlich hintereinander an zwei Arbeitstagen von jeweils 8⁰⁰ Uhr bis 16³⁰ Uhr statt. Die Meß-

fühler wurden auf einem Meßwagen in einem Stativ auf die Meßhöhe eingestellt. Es wurde darauf geachtet, daß von allen Richtungen freier Luftzugang zum Fühler vorhanden war.

In Abb. 4—14 ist die mittlere Luftbewegung für die 10-m²-Rasterflächen abgestuft eingezeichnet. Der Maximalwert der mittleren Luftbewegung v beträgt 0,41 m/s und wird vor der großen Box erreicht. Weitere Werte oberhalb 0,2 m/s wurden entlang der Verkehrswege von der Personenschleuse bis zum mobilen Zerkleinerungscasson gemessen. Alle anderen Meßpunkte liefern Werte unterhalb 0,2 m/s; an der Ostseite der Halle und zwischen den größeren Einbauten treten oft Werte von $v \leq 0,1$ m/s auf.

Wie in dem oben zitierten Bericht dargelegt ist, verdünnt sich die Aktivität bei allen Quellgeometrien reziprok linear proportional zur mittleren Luftbewegung. Die vorliegenden Messungen ergeben Variationen der mittleren Luftbewegung um maximal den Faktor 5. Bei Punktquellen mit reziprok quadratischer Proportionalität der Aktivitätskonzentration zum Abstand überwiegt somit der Einfluß des Abstands den der Luftbewegung. Bei Linienquellen mit einer reziprok linearen Proportionalität der Aktivitätskonzentration zum Abstand wird im vorliegenden Fall eine Verringerung des Abstands bis um den Faktor 5 durch eine entsprechende Erhöhung der mittleren Luftbewegung kompensiert. Bei Flächenquellen ist kein Einfluß des Abstands, sondern nur die reziprok lineare Proportionalität der Aktivitätskonzentration zur Luftbewegung vorhanden. Die Aktivitätskonzentration ist bei gleichen Oberflächenkontaminationen reziprok linear proportional zum Weg, den die Luft in 1 s über der Oberfläche zurücklegt. Eine Erhöhung der Oberflächenkontamination um den Faktor 5 wird im vorliegenden Fall durch eine entsprechende Erhöhung der mittleren Luftbewegung kompensiert.

Da die Luftbewegung vor allem durch Bewegungsvorgänge der Personen hervorgerufen wird, hat sie nur einen geringen Einfluß auf die Aktivitätskonzentration in der Atemluft. Bei Punkt- und Linienquellen sollten lokale Absaugungen die Aktivitätsausbreitung verhindern; bei Flächenquellen halten kleine Oberflächenkontaminationen die Aktivitätskonzentration in der Atemluft gering.

4.6 Einführung eines neuen elektronischen Dosimetriesystems in der HDB

M. Hellmann, A. Reichert

Im Verlauf des Jahres 1998 wurde in der HDB ein neues Dosimetriesystem installiert und in Betrieb genommen. Im Rahmen dieses Systems werden elektronische Dosimeter eingesetzt, die die bisher verwendeten Stabdosisimeter ersetzen sollen. Die Strahlenschutzverordnung schreibt in § 63 Abs. 5 vor, daß zu überwachenden Personen auf ihr Verlangen ein Dosimeter zur Verfügung zu stellen ist, mit dem die Personendosis jederzeit festgestellt werden kann. Dies soll die Personen in die Lage versetzen, sich mit Hilfe der zusätzlichen Dosimeter über die aufgelaufene Dosis augenblicklich zu informieren. Die amtlichen Dosimeter (Glas bzw. Film) bieten diese Möglichkeit nicht. Dieser Forderung wurde bisher mit Hilfe der Taschenionisationskammern (TIK) nachgekommen. Diese TIK sind jedoch nicht mehr Stand der Technik. Ein hoher Selbstablauf sowie nachlassende Qualität führten schließlich zu der Entscheidung, die TIK durch elektronische Dosimeter zu ersetzen. Die in Zukunft zu verwendenden elektronischen Dosimeter der Firma Rados sind batteriebetrieben und zeigen in einem Display die aufgelaufene Dosis sowie bei Bedarf die herrschende Dosisleistung an. Außerdem sind die Dosimeter mit Alarmfunktionen für Dosis und Dosisleistung ausgestattet, so daß auf die bisher zusätzlich verwendeten Alarmsdosimeter verzichtet werden kann.

Im Gegensatz zu den TIK sind die elektronischen Dosimeter, wenn sie nicht im Einsatz sind, nicht persönlich zugeordnet, sondern liegen frei verfügbar an den Kontrollbereichszugängen in speziellen Depots aus. Die Zuordnung zu einer bestimmten Person erfolgt vor Betreten des Kontrollbereiches über die an den Kontrollbereichszugängen aufgestellten Lesestationen. Durch eine

dort durchgeführte Eingangsbuchung wird das Dosimeter eingeschaltet und der betreffenden Person für die Dauer der Kontrollbereichsbegehung zugeordnet. Bei diesem Vorgang werden gleichzeitig die vorgegebenen Alarmschwellen aktiviert. Verläßt die Person den Kontrollbereich wieder, wird die aufgelaufene Dosis sowie die Begehungszeit bei der Ausgangsbuchung an der Lesestation erfaßt und in einer zentralen Datenbank gespeichert. Das Dosimeter ist dann ausgeschaltet und wird in das Depot zurückgelegt, um von anderen Personen für weitere Begehungen verwendet zu werden.

Der Datenaustausch zwischen Datenbank und Dosimetern sowie die Pflege der Daten und die Benutzerführung werden durch eine spezielle Software der Firma Rados bewerkstelligt. Die Daten werden in einer zentralen Datenbank auf einem Server gespeichert. Die Lesestationen der einzelnen, voneinander unabhängigen Kontrollbereiche, sind mit diesem Server vernetzt (Abb. 4—15). Dosiswerte jeder einzelnen Begehung sind personenbezogen gespeichert und können jederzeit von den dazu berechtigten Personen eingesehen werden.

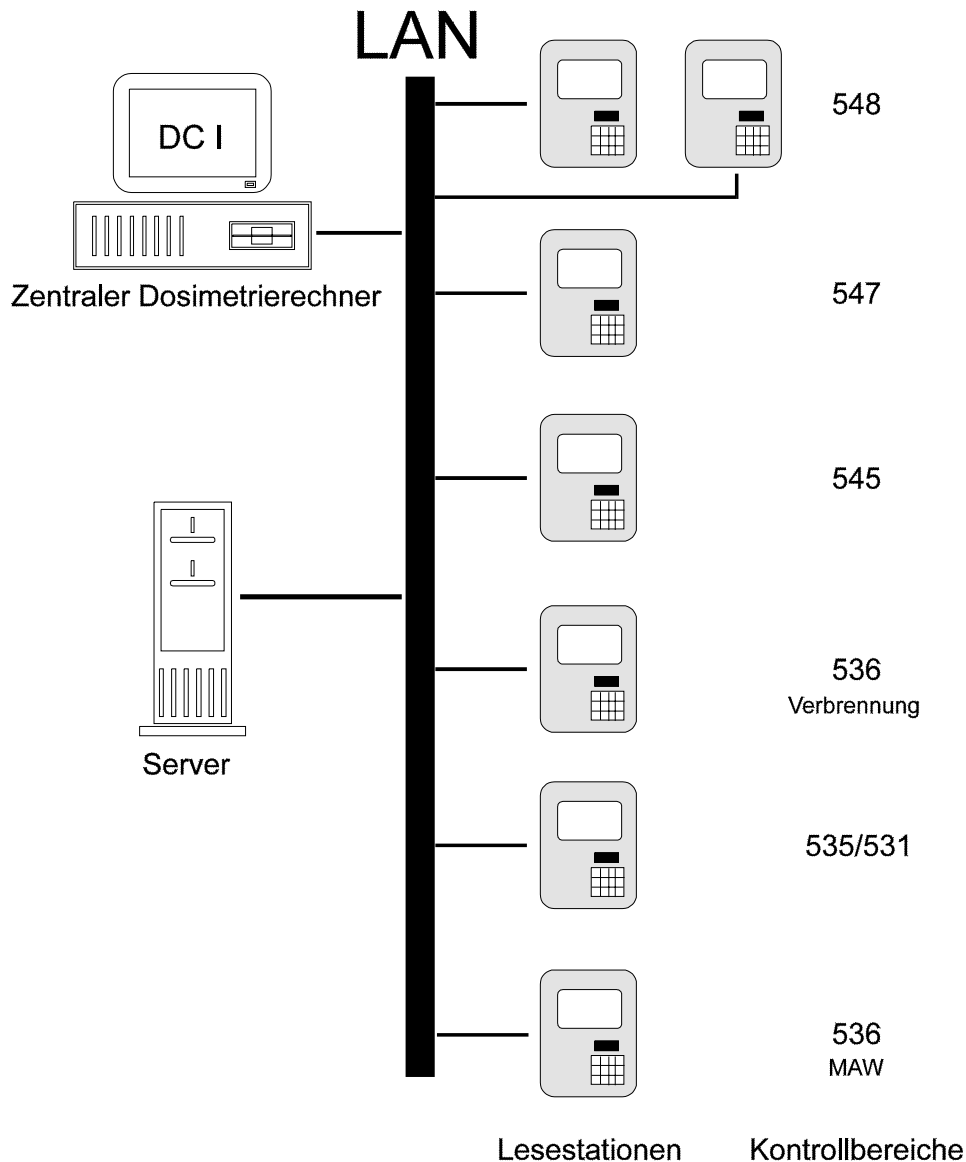


Abb. 4—15: Vernetztes Dosimetriesystem, schematische Darstellung

Mit diesem Dosimetriesystem werden auch die Aufenthaltszeiten während der einzelnen Begehungen in den jeweiligen Kontrollbereichen erfaßt. Die so ermittelten Aufenthaltszeiten werden

dann für die Berechnung der Aktivitätszufuhr (Inhalation) herangezogen. Hierzu wird ein spezielles Programm erstellt, das die mit dem Rados Dosimetriesystem ermittelten Werte und die gemessenen Werte der Raumluftaktivität verknüpft und die Berechnungen der Aktivitätszufuhr durchführt.

Die Kenndaten der Dosimeter lauten wie folgt:

- Energiebereich:
derzeit gültige Meßgröße H_x : 100 keV bis 3 MeV
zukünftige Meßgröße $Hp_{(10)}$: 50 keV bis 3 MeV
- Meßbereich:
Dosis: 30 μ Sv bis 1 Sv
Dosisleistung: 5 μ Sv/h bis 3 Sv/h
- Alarmschwellen:
5 frei programmierbare, aufeinanderfolgende Alarmschwellen für die Dosis,
ein frei programmierbarer Wert für die Dosisleistung
- Stromversorgung:
1 Alkalizelle, AAA-Größe LR03, typische Betriebsdauer: 1 500 Std. bei Nulleffekt.

5 Umweltschutz

M. Winter

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 GmbH 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 werden 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. 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 wird in Kap. 5.3 gegeben. Der Umfang der zur Erfüllung der Aufgaben der Abteilung erforderlichen radiochemischen Arbeiten wird 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: November 1990)“ 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 höchstzulässigen Jahres-, Wochen- oder Tagesabgaben, aufgeschlüsselt nach Radionukliden und 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 Einzelnuclide 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 höchstzulässige Ableitungen vorgegeben werden müssen. Die Definitionen der Nuklidgruppen werden in Kap. 5.1.3.5 näher erläutert.

Die Zahl der Emittenten, für die im Abluftplan 1998 Genehmigungswerte ausgewiesen waren, hat sich durch den Wegfall der Fortluftüberwachung von HS-US (Bau 9638) gegenüber dem Vorjahr auf 27 Emittenten verringert (s. Abb. 5-1). Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Ableitungen über insgesamt 35 Emissionsstellen erfolgen. Die Zahl 27 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

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.

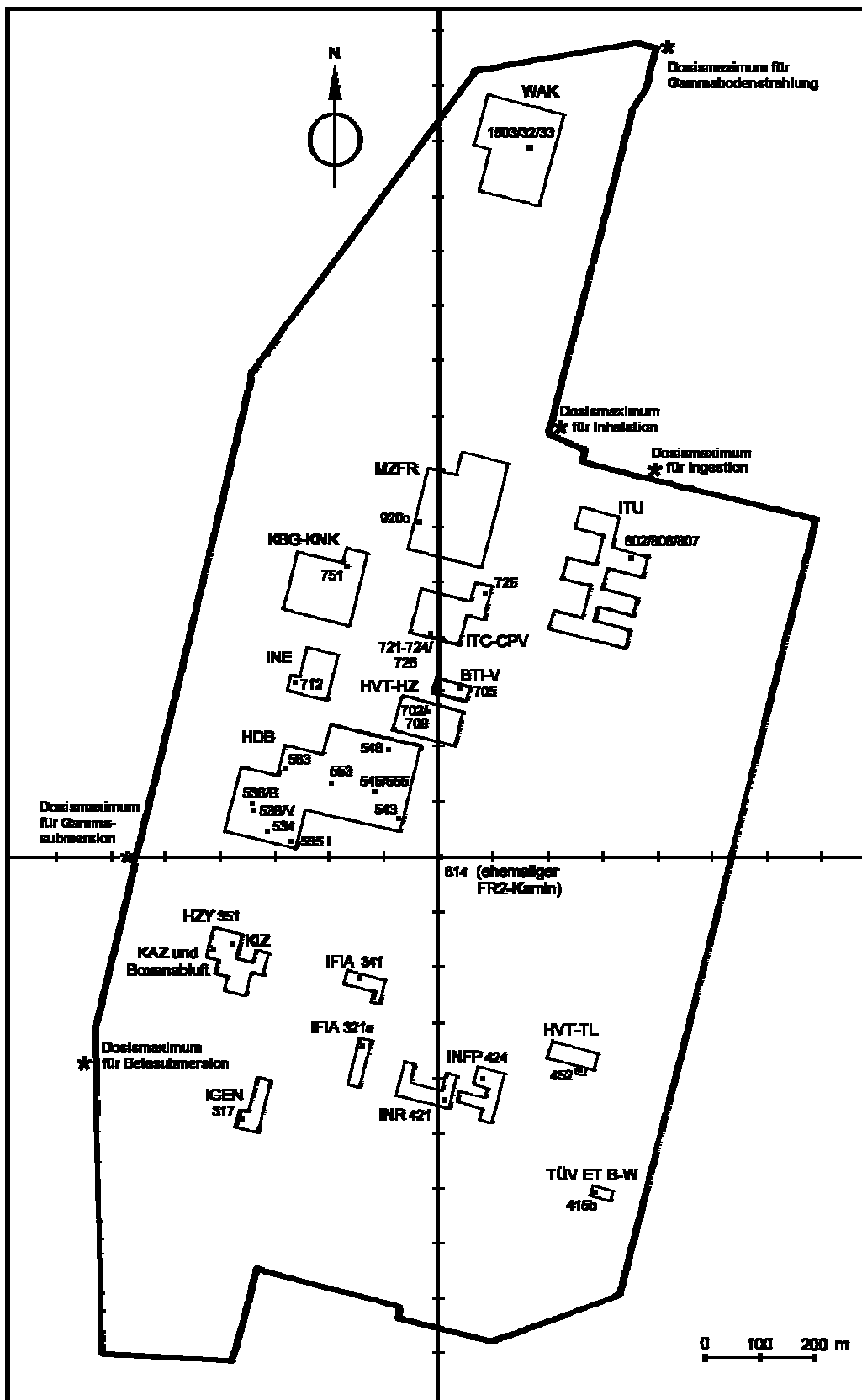


Abb. 5-1: Lageplan der Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe mit Angabe der Gebäudenummern. Mit "*" sind die ungünstigsten Einwirkungsstellen gekennzeichnet, die sich aufgrund der Dosisberechnung ergeben (s. Kap. 5.1.3.6)

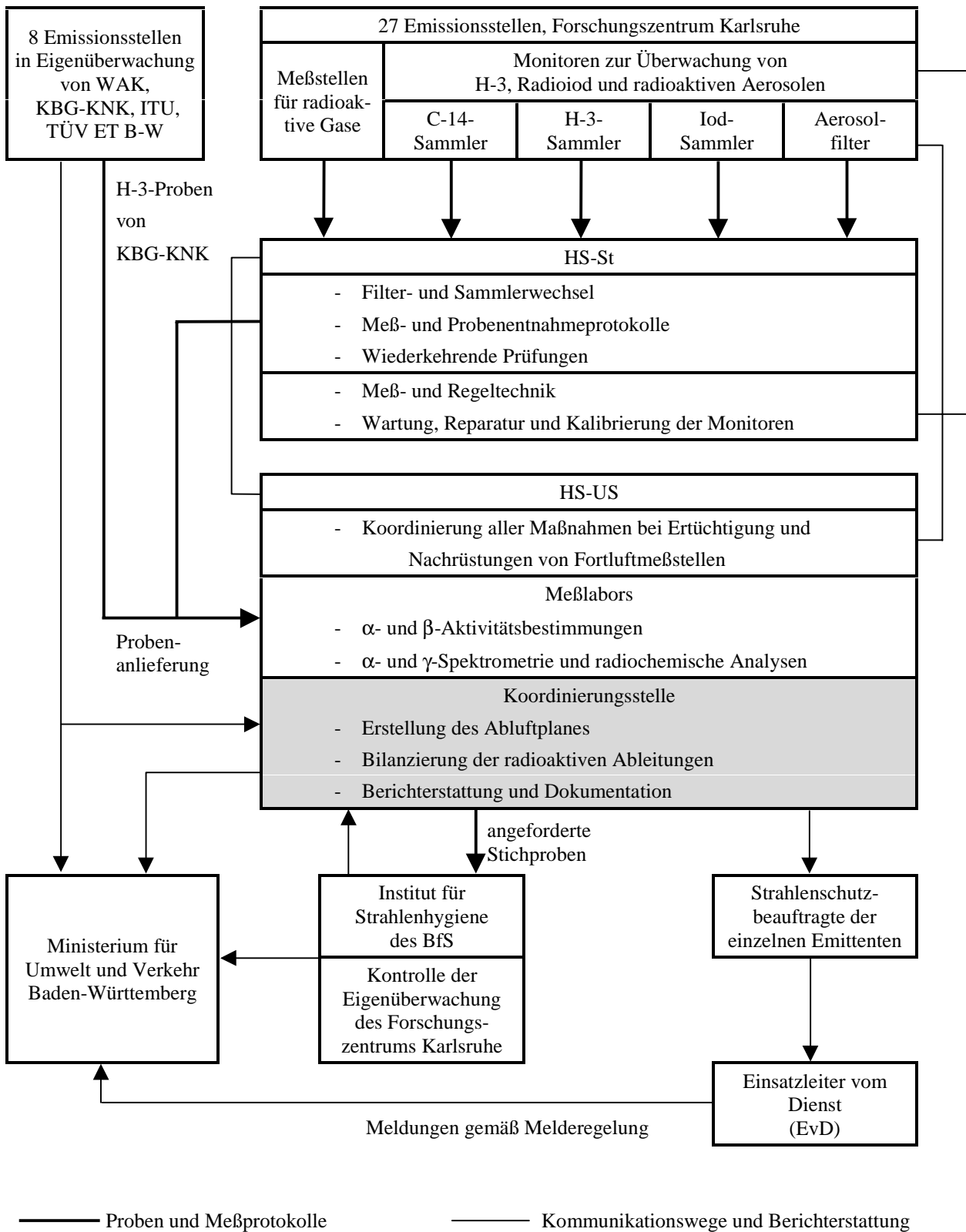


Abb. 5-2: Schematische Darstellung der Fortluftüberwachung im Forschungszentrum

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 B-W, erfolgt durch die zuständigen Betreiber. Die Meßergebnisse werden der bilanzierenden Stelle bei HS-US mitgeteilt. Der MZFR wurde im Januar 1998 organisatorisch der Forschungszentrum Karlsruhe GmbH zugeordnet. Daher werden alle Fortluftproben – Aerosolfilter seit November 1998 - 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 1998

B. Messerschmidt, A. Wicke

Die Bilanzierung der radioaktiven Ableitungen erfolgt durch Auswertung der in den Fortluftmeßstellen eingesetzten Sammler. Für die Überwachung der Aerosole werden Glasfaserfilter, für Iod Aktivkohle und für Tritium oder C-14 Molekularsiebe eingesetzt. Eine Ausnahme bilden die radioaktiven Edelgase, deren Bilanzierung durch Direktmessung erfolgt. 1998 waren insgesamt rund 2350 Proben zu analysieren (siehe Abb. 5-3).

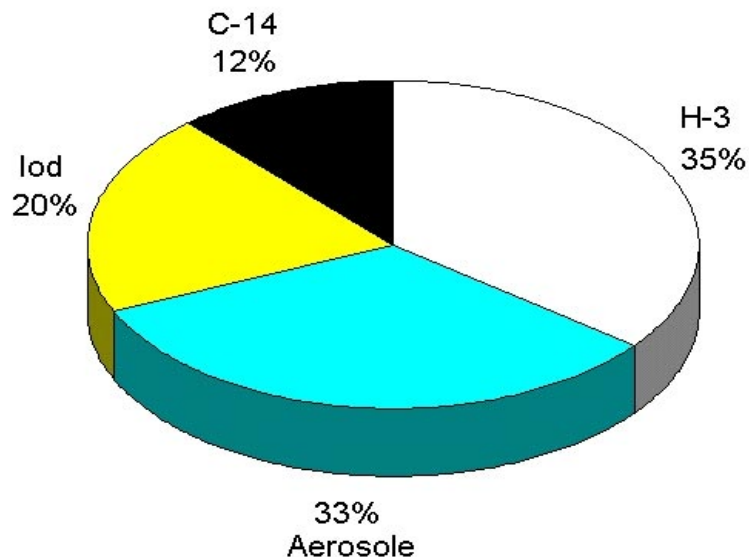


Abb. 5-3: Probenaufkommen in der Fortluftüberwachung 1998 (Gesamtzahl 2350)

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- bzw. Gesamt-Beta-Aktivität ermittelt. In den Fällen, bei denen sich

Hinweise darauf ergeben, daß bei erhöhten Kurzzeitabgaben die zulässigen Wochen- bzw. Tageswerte erreicht worden sein könnten, werden nuklidspezifische Messungen vorgenommen.

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

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

Dabei bedeuten:

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

In Tab. 5-1 werden für die einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe, geordnet nach aufsteigenden Gebäudenummern und den jeweils zu berücksichtigenden Nukliden und Nuklidgruppen, die 1998 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 1998		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis 1998 am Immissions- maximum des Emittenten µSv
		Bq/Woche	Bq/a	1998	1997	
				Bq	Bq	
IGEN Bau 317 14 m	A _{BL} I-125		1,0 E06 7,0 E06	1,7 E04 0	4,4 E03 0	< 0,001
IFIA Bau 321a 15 m	A _{AL} A _{BL} H-3	1,0 E04 1,0 E07 2,0 E12	2,0 E05 2,0 E08 4,0 E13	2,1 E03 2,4 E04 1,1 E09	2,6 E03 2,6 E04 1,1 E09	< 0,001
IFIA Bau 341 15 m	A _{AL} A _{BL}		1,0 E05 1,0 E07	4,2 E03 4,4 E04	5,2 E03 5,2 E04	< 0,001
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	- 2,4 E03 4,0 E11 - -	- 3,3 E04 7,2 E11 - -	0,02

„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 1998 und 1997

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 1998		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis 1998 am Immissions- maximum des Emittenten
				1998	1997	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	µSv
HZY Bau 351 KAZ 15 m und Boxenabluft 11 m	A _{AL}	5,0 E03	1,0 E05	2,7 E02	1,6 E01	0,26
	A _{BK}	5,0 E08	1,0 E10	-	-	
	A _{BL}	5,0 E06	1,0 E08	8,5 E04	3,9 E04	
	E+G _K	1,0 E12	2,0 E13	3,1 E12	1,8 E12	
	I-123	5,0 E08	1,0 E10	3,8 E08	4,7 E08	
	I-125	5,0 E05	1,0 E07	5,5 E04	6,0 E04	
	I-126	5,0 E05	1,0 E07	0	0	
TÜV ET B-W Bau 415b 10 m	I-131	5,0 E05	5,0 E06	4,0 E04	1,5 E05	< 0,001
INR Bau 421/423 5 m	E+G _K H-3		2,0 E10 2,0 E12	- -	- -	-
INFP und IK III Bau 424-426 und 434 10 m	E H-3		3,0 E11 2,0 E11	4,0 E04 4,0 E03	9,0 E09 9,0 E09	< 0,001
HVT-TL Bau 452 50 m	H-3	2,0 E12	4,0 E13	1,2 E11	1,2 E11	0,007
HDB Bau 533/534 8 m	A _{AL}		4,0 E04	9,5 E02	0	0,008
	A _{BL}		4,0 E07	5,8 E05	1,0 E05	
	H-3		8,0 E10	1,0 E09	1,6 E09	
	I-125		2,0 E05	0	0	
	I-129		2,0 E05	3,1 E03	2,7 E03	
	I-131		2,0 E05	0	0	
HDB Bau 535 I 16,5	H-3		1,0 E11	9,0 E07	2,8 E08	< 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 1998 und 1997 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 1998		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis 1998 am Immissions- maximum des Emittenten
				1998	1997	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	µSv
HDB Bau 536/V (Ver- brennungs- anlage) 70 m	A _{AL}	2,0 E06	4,0 E07	6,4 E04	6,9 E04	1,1
	A _{BL}	1,0 E09	2,0 E10	1,6 E06	6,1 E05	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	1,0 E12	8,3 E11	
	C-14	7,0 E10	1,4 E12	9,1 E10	9,8 E09	
	I-125	1,5 E07	3,0 E08	0	8,4 E03	
	I-129	2,0 E07	4,0 E08	0	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	< 0,001
	A _{BL}		2,0 E07	2,5 E03	0	
	H-3		5,0 E10	1,0 E09	1,7 E09	
	I-125		8,0 E05	0	0	
	I-129		1,0 E06	0	0	
HDB Bau 543 8 m	A _{AL}		4,0 E05	2,0 E03	1,7 E03	< 0,001
	A _{BL}		4,0 E07	2,0 E04	2,0 E04	
	H-3		1,0 E10	2,1 E05	1,9 E08	
	I-129		1,0 E04	0	1,1 E02	
HDB Bau 545 20 m und HDB Bau 555 19 m	A _{AL}	1,0 E05	2,0 E06	4,4 E02	5,7 E02	0,008
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	1,5 E06	1,6 E05	
	H-3	2,0 E11	4,0 E12	9,0 E10	5,9 E09	
	C-14	5,0 E09	1,0 E11	1,2 E08	1,1 E08	
	I-125	2,5 E06	5,0 E07	0	3,1 E05	
	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	2,0 E04	4,4 E03	0,093
	A _{BL}	2,0 E07	4,0 E08	1,1 E06	1,2 E04	
	H-3	2,0 E12	4,0 E13	1,5 E12	1,1 E12	
	C-14	2,5 E09	5,0 E10	0	8,5 E09	
	I-125	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
	I-129	1,0 E06	2,0 E07	0	0	
	I-131	4,0 E06	8,0 E07	0	0	
E	5,0 E10	1,0 E12	1,4 E10	1,2 E07		

„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 1998 und 1997 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 1998		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis 1998 am Immissions- maximum des Emittenten
				1998	1997	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	µSv
HDB LAW-Lager Bau 553 8,5 m	A _{AL}		1,0 E05	7,5 E02	4,8 E02	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E07	0	0	
	H-3		1,0 E11	9,8 E07	0	
	I-129		5,0 E05	0	0	
HDB Bau 563 14 m	A _{AL}		1,0 E06	0	0	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E07	0	0	
	H-3		8,0 E11	1,2 E08	4,0 E08	
HVT-HZ Bau 702 60 m und Bau 709 60 m	A _{AL}	2,0 E06	4,0 E07	2,0 E03	1,0 E03	0,003
	A _{BL}	5,0 E08	1,0 E10	0	7,6 E03	
	H-3	1,0 E13	2,0 E14	1,1 E11	7,7 E10	
BTI-V Wäscherei Bau 705 5,5 m	A _{AL}		1,0 E06	1,8 E03	2,1 E03	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E08	1,8 E04	2,2 E04	
INE Bau 712 60 m	A _{AL}		1,0 E06	1,6 E02	1,7 E02	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E08	0	0	
	H-3		1,0 E11	0	0	
	E		2,0 E11	-	-	
	I-125		2,0 E07	-	-	
	I-126		2,0 E07	-	-	
	I-129		1,0 E06	-	-	
I-131		3,0 E07	-	-		
ITC-CPV Bau 721- 724/726 60 m	A _{AL}		3,0 E06	1,8 E02	4,0 E02	0,003
	A _{BL}		3,0 E08	0	0	
	H-3		2,0 E11	0	0	
	C-14		4,0 E09	-	-	
	I-129		3,0 E06	2,0 E05	2,0 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 1998 und 1997 (Fortsetzung)

Emittent Bau-Nr. Emissions- höhe	Nuklid/ Nuklid- gruppe	Zulässige Ableitungen gemäß Abluftplan 1998		Bilanzierte Ableitungen		Effektivdosis 1998 am Immissions- maximum des Emittenten
				1998	1997	
		Bq/Woche	Bq/a	Bq	Bq	µSv
ITC-CPV Bau 725 10 m	A _{AL}		1,0 E05	1,2 E02	0	< 0,001
	A _{BL}		1,0 E07	0	0	
	H-3		4,0 E09	1,1 E08	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	2,0 E04	0	< 0,001
	H-3		5,0 E11	8,5 E09	8,1 E09	
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	1,9 E03	2,7 E03	
	A _{BL}	2,0 E07	4,0 E08	1,0 E05	1,1 E05	
	E	2,0 E12	4,0 E13	1,3 E10	5,7 E11	
	C-14	1,0 E09	2,0 E10	-	-	
	I-129	5,0 E04	1,0 E06	-	-	
	I-131	1,0 E06	2,0 E07	-	-	
MZFR Bau 920c 99,5 m	A _{AL}	5,0 E04	1,0 E06	0	0	0,047
	A _{BL}	5,0 E07	1,0 E09	0	0	
	Sr-90		1,0 E08	-	-	
	H-3	4,0 E12	8,0 E13	1,5 E12	1,7 E12	
	C-14		1,0 E10	6,0 E08	1,3 E09	
WAK Bau 1503/ 1532/1533 60 m		Bq/Tag				0,11
	A _{AL}	1,85 E06	1,85 E08	1,9 E05	2,3 E05	
	A _{BL}	1,85 E08	1,85 E10	1,0 E07	9,6 E06	
	Pu-241*		3,7 E09	3,8 E06	4,6 E06	
	Sr-90*		1,85 E09	8,9 E05	1,3 E06	
	E	1,0 E10	1,0 E12	1,0 E11	1,0 E11	
	H-3	1,85 E11	1,85 E13	4,7 E10	3,7 E10	
	I-129	2,4 E06	2,4 E08	2,7 E06	1,9 E06	
I-131	1,48 E07	1,48 E09	4,7 E06	3,6 E06		

„0“ = alle gemessenen Werte lagen unterhalb der Erkennungsgrenze

„-“ = keine Ableitungen

* Ableitungswerte sind in A_{BL} enthalten

Tab. 5-1: Ableitungen radioaktiver Stoffe der einzelnen Emittenten des Forschungszentrums Karlsruhe in die Atmosphäre in den Jahren 1998 und 1997 (Fortsetzung)

Für die WAK wurden sowohl die zulässigen als auch die bilanzierten Pu-241- und Sr-90-Ableitungen explizit in Tab. 5-1 aufgenommen. Die Emissionswerte für Sr-90 und Pu-241 sind im Wert für die Nuklidgruppe A_{BL} bereits enthalten. Die Pu-241-Werte wurden auf der Grundlage der gemessenen Gesamt- α -Emissionen aus dem Pu-241-Anteil im jeweiligen Kernbrennstoff errechnet. Die Sr-90-Ableitungen wurden rechnerisch aus den gammaspektrometrisch nachgewiesenen Cs-137-Ableitungen und dem als konstant angenommenen Cs-137/Sr-90-Aktivitätsverhältnis ermittelt. Dieses Verhältnis wird einmal pro Jahr durch radiochemische Analyse überprüft.

In den Abb. 5-4a-g sind die monatlichen Radioaktivitätsableitungen mit der Fortluft im Jahr 1998 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 15 übrigen Emittenten getrennt dargestellt. Die Ableitungen des TÜV ET B-W, 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.

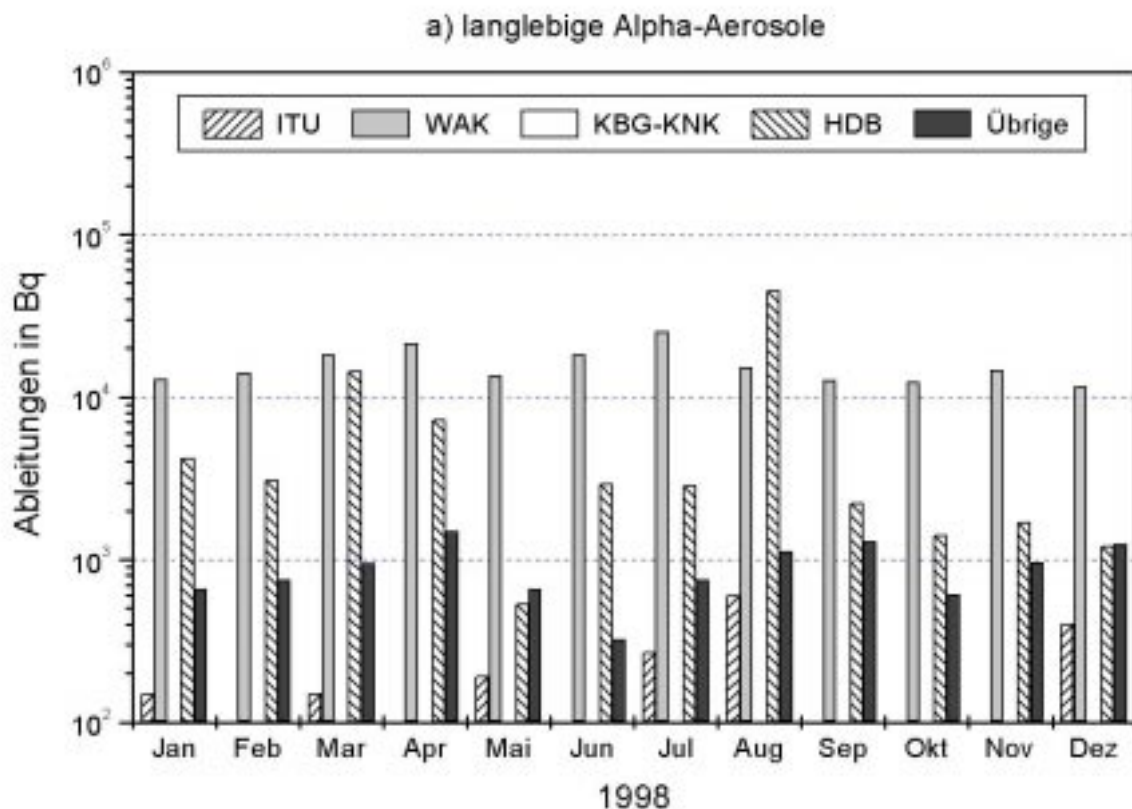


Abb. 5-4a: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 1998

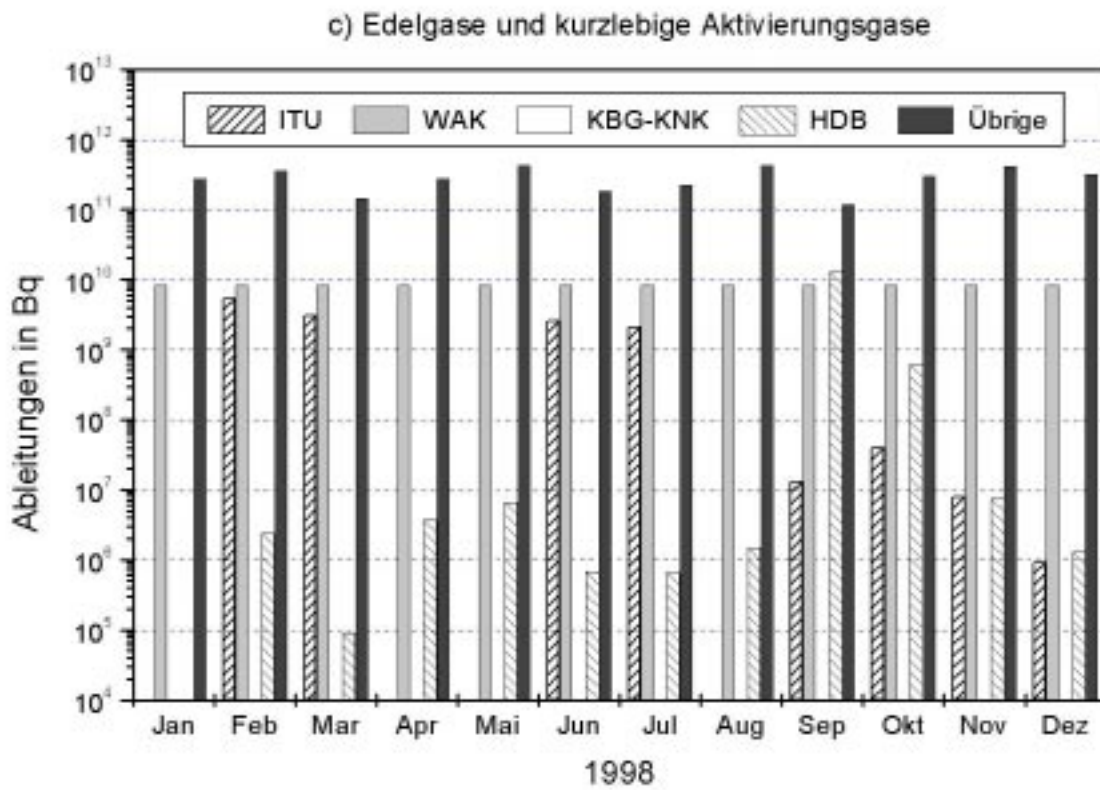
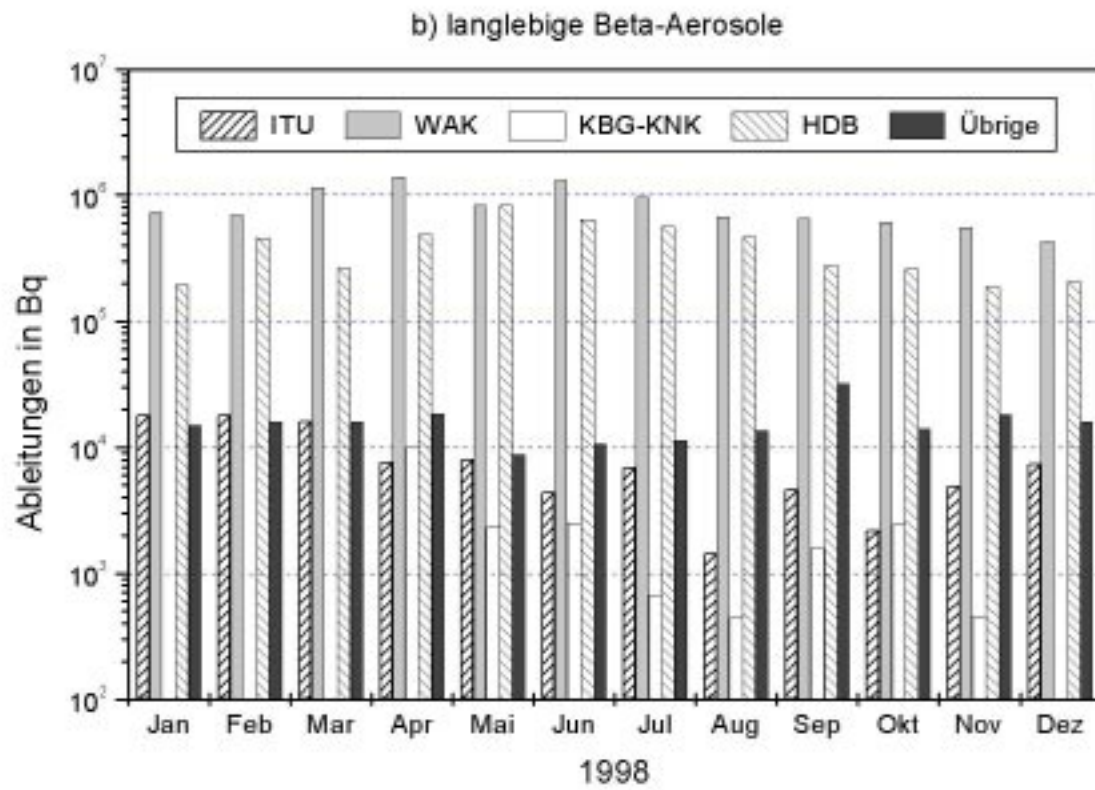


Abb. 5-4b,c: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 1998

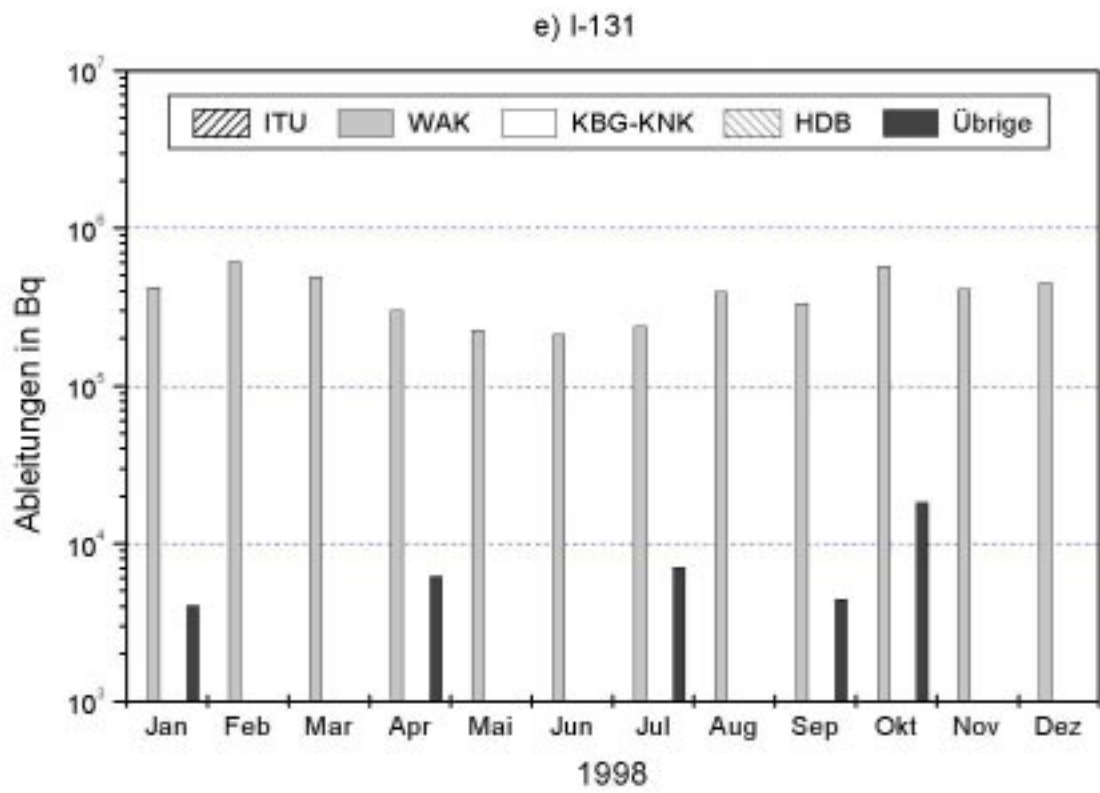
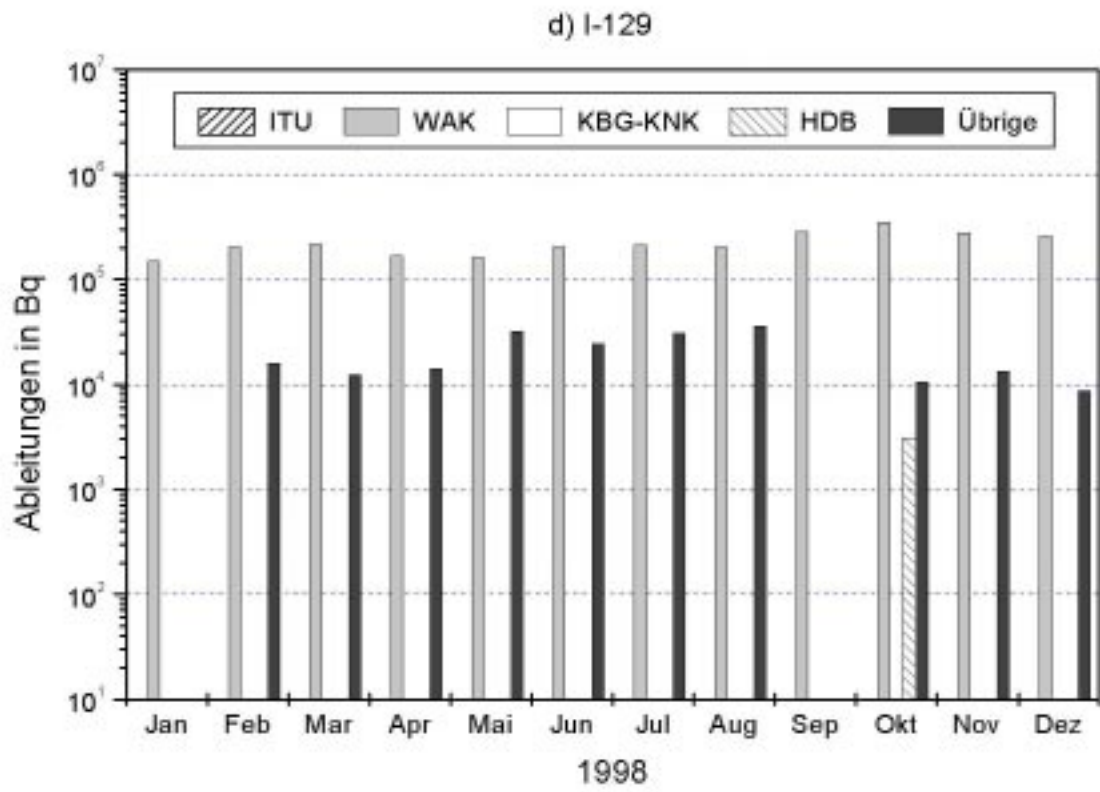


Abb. 5-4d,e: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 1998

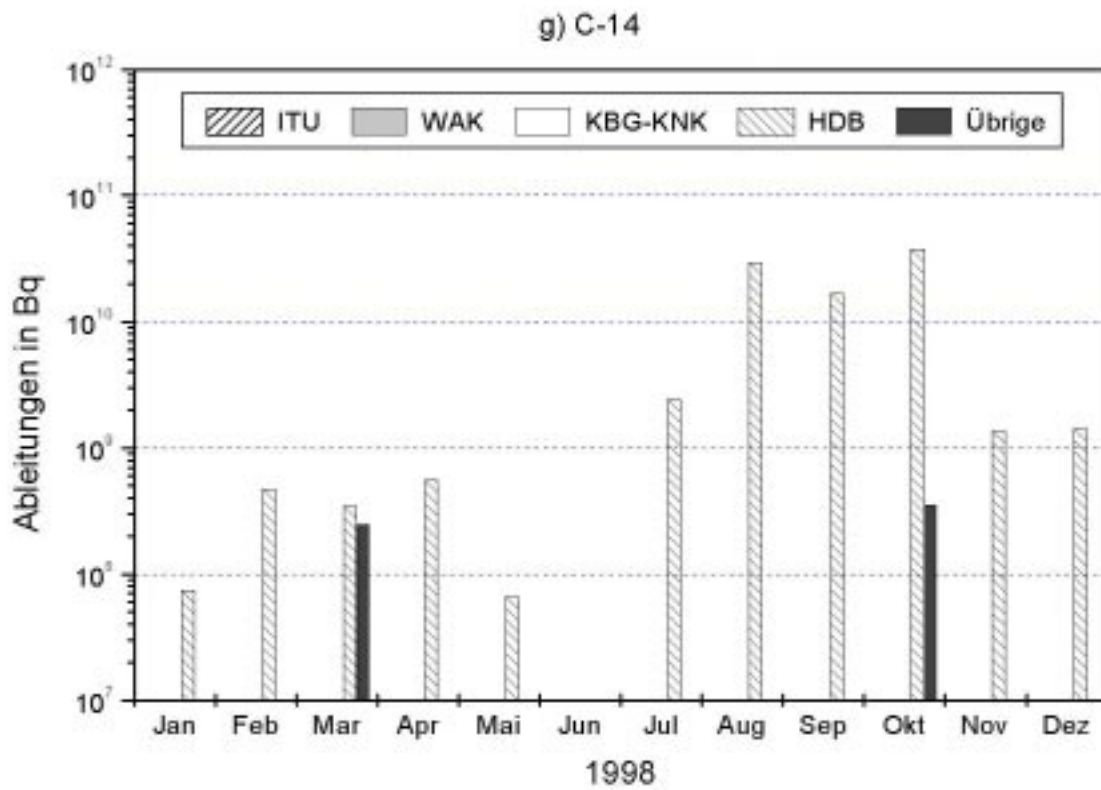
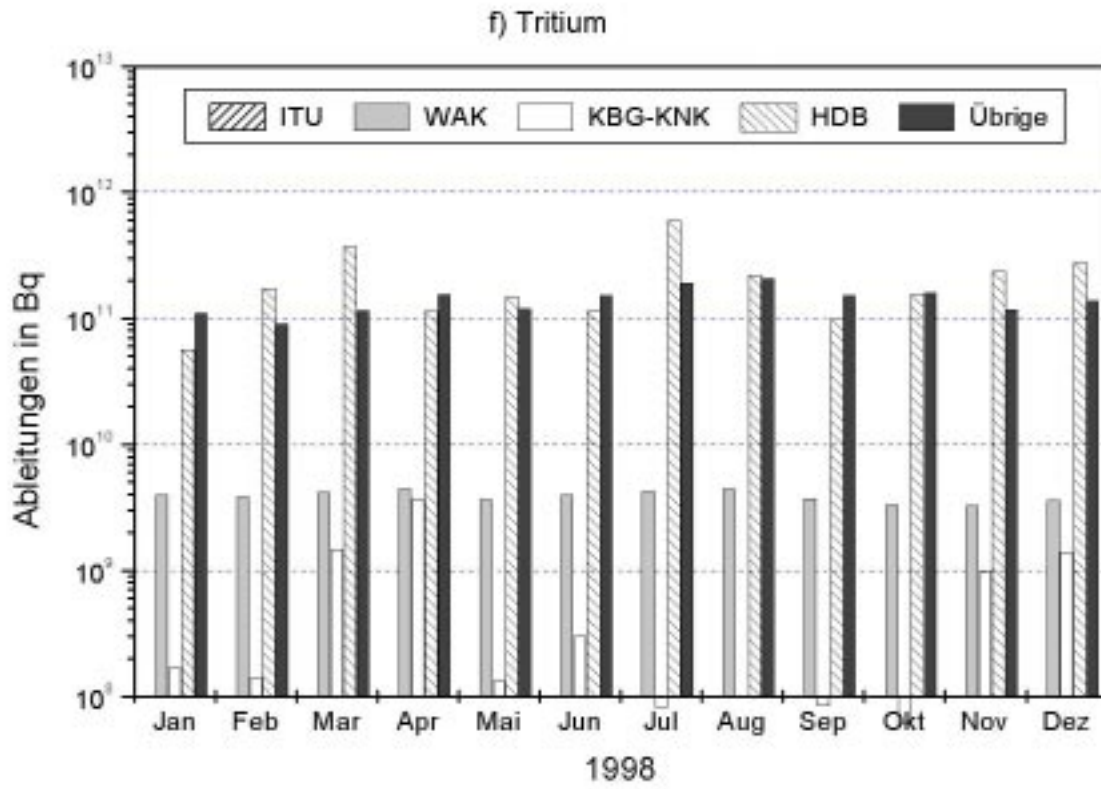


Abb. 5-4f,g: Monatliche radioaktive Ableitungen mit der Fortluft am Standort Forschungszentrum Karlsruhe im Jahr 1998

5.1.2 Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit der Fortluft 1998

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.
- 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.

Für alle drei Anlagen wurden die nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz erforderlichen Genehmigungen erteilt. 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 1998 in der Anlage VP 10 verbrannt. Diese Anlage war 1996 und 1997 umgebaut und dem Stand der Technik angepaßt worden. Sie wurde abwechselnd als Verbrennungsanlage für α - und β -kontaminierte Feststoffe (104 Betriebstage) und als Verbrennungsanlage für kontaminierte Flüssigkeiten (56 Betriebstage) genutzt.

Die Emissionsüberwachung 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 Tagesmittelwerte der zulässigen Schadstoffkonzentrationen, der beim Probetrieb im Jahre 1998 gemessenen Konzentrationen sowie über die Gesamtableitung.

Neben den in Tab. 5-2 aufgeführten Messungen wurde die Dioxin-Emission der Anlage 1998 unter verschiedenen Betriebsbedingungen geprüft. Die Messungen haben gezeigt, daß das eingebaute Dioxinfilter seine Aufgabe erfüllt und die vorgeschriebenen Emissionswerte eingehalten werden.

Schadstoff	Konzentrationsgrenzwert nach 17. BImSchV mg/Nm ³	Gemessene Konzentration* mg/Nm ³	Emissionsfracht Mg
HCl	10	0,6	0,0034
SO ₂	50	0,5	0,0028
CO	50	17,2	0,074
Staub	10	0,6	0,0028
Gesamt-C	10	2,5	0,012
NO _x	200	134,9	0,852

* Tageswerte, gemittelt über Betriebszeitraum von 160 Tagen

Tab. 5-2: Emissionsdaten 1998 für die Verbrennungsanlage der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe

5.1.2.2 Versuchsanlage TAMARA

B. Oser (ITC-TAB)

Im Jahr 1998 wurden an der Versuchs-Müllverbrennungsanlage TAMARA sieben 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.

Emissionsintervalle 1998	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
06.03. – 13.03.	11,8	n.n.	1,2	1,8	167	8,6	<1	0,2
27.03. – 03.04.	11,4	1,0	2,6	2,6	137	3,7	<1	<0,1
08.05. – 14.05.	11,0	0,6	1,2	2,4	137	5,5	<1	<0,1
26.06. – 03.07.	10,0	1,0	1,2	2,0	155	4,0	<1	<0,1
09.10. – 10.10.**	10,8	n.n.	0,9	2,3	89	61,4	2,1	<0,1
06.11. – 13.11.	10,4	n.n.	0,9	7,4	191	3,9	<1	<0,1
27.11. – 04.12.	10,3	n.n.	0,9	4,7	163	7,0	<1	<0,1
Emissionsgrenzwerte nach 17. BImSchV (Tagesmittelwerte)		1	10	50	200	50	10	10

n.n. = nicht nachgewiesen

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

** Versuchskampagne wurde wegen technischer Störung abgebrochen

Tab. 5-3: Schadstoffkonzentrationen im Abgas der Versuchsanlage TAMARA 1998

Während der Versuchskampagne ab 9.10.1998 kam es wegen eines technischen Defektes am 10. Oktober zu einer Überschreitung des Grenzwertes für CO. Die Kampagne wurde abgebrochen. Ansonsten wurden die Emissionsgrenzwerte eingehalten.

5.1.2.3 Fernheizwerk und Blockheizkraftwerk

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

Das Blockheizkraftwerk wurde insgesamt 2 455 Betriebsstunden mit Erdgas betrieben. Der Heizölbetrieb belief sich auf weniger als eine Stunde. Im Fernheizwerk wurden 6 317 h mit Erdgas und 20 h mit Heizöl „EL“ gefahren. Der Heizölbetrieb ist auf Umbaumaßnahmen innerhalb des Heizwerkes zurückzuführen. Der Notkessel 4 im Fernheizwerk wurde 1998 mit 44 h betrieben.

Schadstoff	Blockheizkraftwerk Jahresemission in Mg	Fernheizwerk Jahresemission in Mg
NO _x	27,0	4,0
CO	1,6	0,52

Tab. 5-4: Emissionsdaten 1998

5.1.3 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe 1998

A. Wicke

5.1.3.1 Berechnungsgrundlagen

Die Dosisberechnung erfolgte auf der Grundlage der monatlich bilanzierten Ableitungswerte der im Jahr 1998 zu berücksichtigenden Emittenten (s. Tab. 5-1). Dabei wurden die Körperdosen 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 Körperdosen sind im folgenden stets die über 50 Jahre integrierten Folgeäquivalentdosen gemeint.

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. Außerdem wurde von einer Akkumulation der Nuklide im Boden von 50 Jahren ausgegangen. 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

September 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 Einzelmittenten 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 wurden bislang auf dem Großrechner des Forschungszentrums Karlsruhe ausgeführt. Im Laufe des Berichtsjahres wurden alle erforderlichen Fortran-Rechenprogramme für die Benutzung auf PC-Basis umgeschrieben und laufen dort unter dem Betriebssystem Windows NT 4.0 mit dem Fortran Compiler Visual Fortran 5.0 (Fa. Digital Equipment). Neben der besseren Verfügbarkeit ergeben sich daraus eine schnellere Programmausführung und eine bessere Integrierbarkeit in andere Windows-Programme.

5.1.3.5 Einteilung der radioaktiven Emissionen in Nuklidgruppen und Einzelnuklide

Zur Dosisberechnung ist es erforderlich, für die in Kap. 5.1 angegebenen Nuklidgruppen Leitnuklide oder charakteristische Nuklidgemische festzulegen. Die erforderlichen anlagenspezifischen Festlegungen wurden für 1998 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 Leitnuklid Pb-212 berücksichtigt. Die chemische Form der Aerosolaktivität ist unbekannt. Für die Lungenretentionsklasse und für die Löslichkeit wurden daher konservative Annahmen getroffen.

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

Frühere Analysen von Filtern zeigten, daß bei der Mehrzahl der Institute Pu-239 als Leitnuklid gelten kann. Eine Ausnahme bildet das IFIA, wo aufgrund bekannter Restkontaminationen oder vom Umgang her bei Bau 321a U-nat und bei Bau 341 Pu-238 als Leitnuklide angewandt werden.

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 KORI-GEN 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 das Nuklidspektrum des HAWC (high active waste concentrate) und das EIS-Spektrum (erweiterte Inventurspülung) mit 0,4 bzw. 0,6 gewichtet.

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

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

HZY-KIZ, Bau 351: C1-38
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 bzw. die Produktion auf bestimmte Radionuklide:

IGEN, 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 Leitnuklid 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 Leitnuklid Ru-106 (Nitrat) angenommen.

Bei der WAK wurde ein Nuklidspektrum zugrundegelegt, das sich aus dem Nuklidspektrum des HAWC und dem sog. EIS-Spektrum zusammensetzt (siehe Nuklidgruppe A_{AL}). Dabei werden Sr-90 und Pu-241 separat berücksichtigt.

- 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 INFP/IK III das Edelgas Ar-41. Bei den Ableitungen des Zyklotrons (HZY-KIZ und HZY-KAZ, Bau 351) wurde das kurzlebige Aktivierungsgas N-13 als Leitnuklid zugrundegelegt. Bei der WAK setzt sich die Edelgasableitung zu gleichen Teilen aus Kr-87 und Kr-88 zusammen.

- Nuklidgruppe I: Radioaktive Iodisotope

Die Dosisberechnung wurde mit allen bilanzierten Iodisotopen durchgeführt. Dabei wurde 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 oxidiertem 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 1998 die in Tab. 5-5 aufgeführten maximalen rechnerischen Beiträge zur effektiven Dosis.

Die Gesamtdosis wird 1998 überwiegend durch den Expositionspfad Ingestion bestimmt. Der Hauptanteil an der Ingestionsdosis wurde von den C-14-Ableitungen der Verbrennungsanlage der HDB hervorgerufen.

Expositionspfad	Maximale effektive Dosis	
	für Kleinkinder	für Erwachsene
Inhalation	0,04 μSv	0,05 μSv
Ingestion	2,0 μSv	1,2 μSv
Gammasubmersion	0,32 μSv	0,27 μSv
Gammabodenstrahlung	0,01 μSv	0,01 μSv
Summe über alle Expositionspfade	2,4 μSv	1,5 μSv

Tab. 5-5: Maximale rechnerische 50-Jahre-Folgedosen in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 1998

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. 5-6a und Tab. 5-6b 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 graphisch in Form von Isodosislinien dargestellt.

Körperbereich	Maximale Körper-Folgedosen und Effektivdosen in μSv für Kleinkinder					
	Inhalation	Ingestion	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,040	2,0	0,32	0,008	-	2,4
Brust	0,029	2,0	0,32	0,012	-	2,4
Rotes Knochenmark	0,037	2,0	0,32	0,009	-	2,4
Lunge	0,035	2,0	0,32	0,010	-	2,4
Schilddrüse	0,031	2,4	0,32	0,011	-	2,75
Knochenoberfläche	0,14	2,0	0,32	0,018	-	2,5
Haut*	0,029	2,0	0,32	0,013	1,2	4,4
Sonstige	< 0,05	< 2,0	0,32	< 0,015	-	< 2,4
Effektive Dosis	0,035	2,0	0,32	0,010	-	2,4
Ungünstigste Einwirkungsstelle**	200/750	390/680	-565/0	420/1470	-665/0	-

* gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-6a: 50-Jahre-Folgedosen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen für Kleinkinder aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 1998

Körperbereich	Maximale Körper-Folgedosen und Effektivdosen in μSv für Erwachsene					
	Inhalation	Ingestion	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,040	1,2	0,27	0,006	-	1,5
Brust	0,038	1,2	0,27	0,010	-	1,5
Rotes Knochenmark	0,049	1,2	0,27	0,007	-	1,5
Lunge	0,043	1,2	0,27	0,008	-	1,5
Schilddrüse	0,040	2,1	0,27	0,010	-	2,4
Knochenoberfläche	0,225	1,25	0,27	0,010	-	1,8
Haut*	0,038	1,2	0,27	0,010	1,2	2,7
Sonstige	< 0,06	< 1,2	0,27	< 0,010	-	< 1,6
Effektive Dosis	0,052	1,2	0,27	0,008	-	1,5
Ungünstigste Einwirkungsstelle**	200/750	390/680	-665/0	420/1470	-640/-370	-

* gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-6b: 50-Jahre-Folgedosen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen für Erwachsene aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft des Forschungszentrums Karlsruhe im Jahr 1998

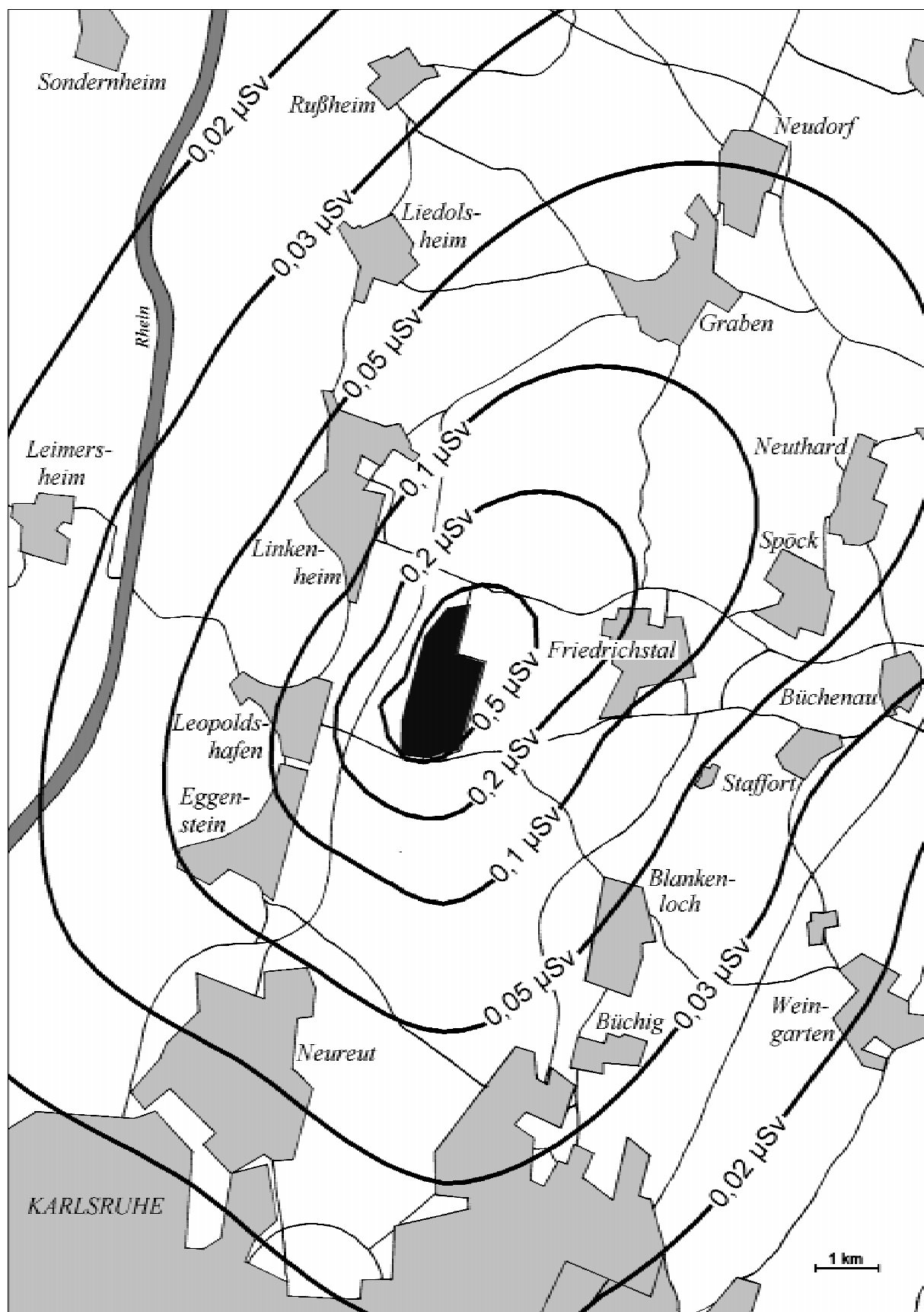


Abb. 5-5: Effektivdosen für Erwachsene in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe, 50-Jahre-Folgedosis aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im Jahr 1998

Körperbereich	Maximale Körper-Folgedosen und Effektivdosen in μSv für Kleinkinder					
	Inhalation	Ingestion	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,003	0,005	0,017	0,007	-	0,032
Brust	< 0,001	0,004	0,017	0,010	-	0,032
Rotes Knochenmark	0,011	0,039	0,017	0,007	-	0,074
Lunge	0,003	0,004	0,017	0,008	-	0,032
Schilddrüse	0,003	1,4	0,017	0,009	-	1,4
Knochenoberfläche	0,11	0,10	0,017	0,010	-	0,24
Haut*	< 0,001	0,004	0,017	0,011	0,005	0,038
Sonstige	< 0,007	< 0,04	0,017	< 0,008	-	< 0,08
Effektive Dosis	0,008	0,054	0,017	0,006	-	0,087
Ungünstigste Einwirkungsstelle**	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	-

* gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-7a: 50-Jahre-Folgedosen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen für Kleinkinder aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft der WAK im Jahr 1998

Körperbereich	Maximale Körper-Folgedosen und Effektivdosen in μSv für Erwachsene					
	Inhalation	Ingestion	Gamma-submersion	Gamma-bodenstrahlung	Beta-submersion	Summe
Keimdrüsen	0,003	0,010	0,014	0,006	-	0,033
Brust	< 0,001	0,007	0,014	0,008	-	0,030
Rotes Knochenmark	0,016	0,081	0,014	0,009	-	0,12
Lunge	0,002	0,008	0,014	0,006	-	0,030
Schilddrüse	0,003	1,6	0,014	0,007	-	1,6
Knochenoberfläche	0,19	0,26	0,014	0,008	-	0,47
Haut*	< 0,001	0,006	0,014	0,007	0,007	0,033
Sonstige	< 0,007	< 0,005	0,014	< 0,007	-	< 0,033
Effektive Dosis	0,011	0,073	0,014	0,007	-	0,11
Ungünstigste Einwirkungsstelle**	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	420/1470	-

* gemäß Anlage X StrlSchV kein Beitrag zur effektiven Dosis

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

Tab. 5-7b: 50-Jahre-Folgedosen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen für Erwachsene aufgrund der radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft der WAK im Jahr 1998

Obwohl die in den Tab. 5-6a und Tab. 5-6b 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 für WAK allein errechneten Teilkörper- und Effektivdosen an der jeweils ungünstigsten Einwirkungsstellen außerhalb des Betriebsgeländes des Forschungszentrums sind für Kleinkinder und Erwachsene in Tab. 5-7a und Tab. 5-7b zusammengestellt.

Für den gesamten Standort ergibt sich für 1998 rechnerisch eine mittlere Effektivdosis für die Bevölkerung (Erwachsene) im Umkreis von 5 km oder 20 km um das Forschungszentrum von 0,08 µSv oder 0,03 µSv. Der Berechnung wurde die folgende Beziehung zugrundegelegt, in der p_i die Einwohnerzahl des Ortes i und H_i die errechnete Effektivdosis am Ort i bedeuten:

$$H = \frac{\sum_i p_i \cdot H_i}{\sum_i p_i}$$

Insgesamt zeigen die Berechnungsergebnisse, daß die durch § 45 der Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Dosisgrenzwerte auch im Jahr 1998 deutlich unterschritten wurden.

5.1.4 Dosisberechnungen im Rahmen von atomrechtlichen Genehmigungsverfahren

A. Wicke

5.1.4.1 Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft der Verglasungseinrichtung Karlsruhe

Für die Verfestigung der bei der WAK gelagerten hochradioaktiven Flüssigabfälle (HAWC) wird auf dem Gelände der WAK die „Verglasungseinrichtung Karlsruhe“ (VEK) errichtet. Es ist vorgesehen, die gefilterte radioaktive Abluft dieser Anlage über den bestehenden LAVA-Kamin in einer Höhe von 60 m abzuleiten. Für den bestimmungsgemäßen Betrieb wurden für die VEK die in Tab. 5-8 angegebenen maximalen Jahresabgaben abgeschätzt.

Nuklid	Bq/a	Nuklid	Bq/a	Nuklid	Bq/a
H-3	$5,4 \cdot 10^9$	Pm-147	$1,8 \cdot 10^5$	Pu-240	$3,4 \cdot 10^3$
Sr-90	$4,0 \cdot 10^8$	Sm-151	$1,3 \cdot 10^5$	Pu-241	$2,9 \cdot 10^6$
Sb-125	$1,2 \cdot 10^4$	Eu-154	$2,0 \cdot 10^5$	Am-241	$3,0 \cdot 10^5$
I-129	$2,9 \cdot 10^6$	Eu-155	$3,4 \cdot 10^4$	Cm-242	$1,6 \cdot 10^3$
I-131	$1,2 \cdot 10^6$	Pu-238	$8,5 \cdot 10^3$	Cm-244	$2,7 \cdot 10^5$
Cs-137	$2,5 \cdot 10^8$	Pu-239	$7,9 \cdot 10^2$		

Tab. 5-8: Maximale Jahresableitungen der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK)

Für die Dosisberechnung wurden mit dem Rechenprogramm ISOLA auf der Grundlage der Langzeit-Wetterstatistik des Standorts für den LAVA-Kamin an den ungünstigsten Einwirkungsstellen außerhalb des Betriebsgeländes folgende Ausbreitungs- und Washout-Faktoren ermittelt:

Langzeitausbreitungsfaktor:	im Gesamtjahr:	$\chi_G = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot \text{m}^{-3}$
	im Sommerhalbjahr:	$\chi_S = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot \text{m}^{-3}$
Langzeitwashoutfaktor:	im Gesamtjahr:	$W_G = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^{-2}$
	im Sommerhalbjahr:	$W_S = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^{-2}$

Die mit dem Programm EFFDOS berechneten maximalen Teilkörperdosen für die am höchsten exponierten Organe und die effektiven Dosen für Erwachsene sind in Tab. 5-9 angegeben.

Körperbereich	Körperdosen für Erwachsene, $\mu\text{Sv/a}$			
	Inhalation	Ingestion	externe Strahlung	Gesamtdosis
Knochenoberfläche	0,4	13,3	0,2	14,0
rotes Knochenmark	0,06	5,9	0,2	6,2
Schilddrüse	0,002	2,3	0,2	2,6
effektive Dosis	0,06	1,6	0,2	1,9

Tab. 5-9: Maximal zu erwartende Körperdosen durch den Betrieb der VEK

Die entsprechenden Dosisberechnungen für Kleinkinder liefern Dosiswerte, die nur etwa halb so groß sind wie diejenigen für Erwachsene.

Die künftigen radioaktiven Ableitungen der VEK werden im Abluftplan des Forschungszentrums Karlsruhe bei dem „Emittenten WAK“ mitberücksichtigt. Sie erreichen lediglich rund 3,5 % der für die WAK insgesamt genehmigten Ableitungswerte.

5.1.4.2 Strahlenexposition durch einen angenommenen Flugzeugabsturz auf Labors in einem Institut

Im Rahmen der Erstellung eines Sicherheitsberichtes für die geplanten neuen Labors im Institut für Nukleare Entsorgungstechnik war die radiologische Auswirkung eines Störfalls auf die Umgebung gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV zu ermitteln. Für die Störfall-Dosisberechnung wurde als ungünstigster Fall der Absturz eines mit Treibstoffreserven (ca. 10 t) beladenen Militärflugzeuges auf die Boxenlinie betrachtet. Bei diesem Ereignis wird bei hinreichend großem Trefferquerschnitt die Boxenlinie total zerstört. Dabei wird das in den Boxen vorhandene radioaktive Material frei. Der Anteil davon, der in bruchsicherer Verpackung eingeschlossen oder in sonst nicht dispergierbarer Form vorhanden war, bleibt zwischen den Trümmern liegen. Vom Rest, der als Pulver oder Flüssigkeit offen vorgelegen hat, wird angenommen, daß er zum Teil in Aerosole überführt wird, die in die Atmosphäre gelangen können.

Eine Verschleppung von Radioaktivität in das Grundwasser dadurch, daß im Nahbereich der Anlage radioaktive Stoffe in den Boden gelangen, führt nicht zu Belastungen im Größenbereich der Grenzwerte von § 28 StrlSchV, da kontaminiertes Erdreich rechtzeitig abtransportiert werden kann, bevor das Grundwasser kontaminiert wird. Oberflächenwasser spielt als Transportmedium für Aktivität keine Rolle, da das Gelände um die Boxenlinie nicht entwässert wird. Auch der

Ingestionspfad ist nicht kritisch, da nach einem Unfall die landwirtschaftliche Nutzung der betroffenen Umgebung beschränkt werden kann. Damit führt der zu untersuchende kritische Ausbreitungsweg allein über die Atmosphäre.

Nach einem Flugzeugabsturz ist der Weg über die Atmosphäre besonders wichtig, weil durch den Treibstoff mit einem Flächenbrand zu rechnen ist. Die Abschätzung der maximalen Umgebungsbelastung durch Zerstörung und Brand wurde unter Anwendung der Vorgaben der Störfall-Berechnungsgrundlagen (Bundesanzeiger Nr. 222a, 1994) durchgeführt. Hinsichtlich der freigesetzten Aktivität wurde angenommen, daß 1 % der volatilen Gesamtaktivität bei Brand in die Atmosphäre gelangen.

Der kritische Belastungspfad bei der Ausbreitung über die Atmosphäre ist die Inhalation. Für die Berechnung der Inhalationsdosen muß die Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft an der ungünstigsten Einwirkungsstelle bekannt sein. Diese Aktivitätskonzentration wird aus meteorologischen Daten des Anlagenstandortes, aus den dafür gültigen Randbedingungen wie Gebäude- bzw. Trümmergeometrie, der sich aus dem Brand ergebenden effektiven Emissionshöhe und aus der Art und Menge der emittierten Aktivität ermittelt. Zur Vereinfachung der Dosisberechnung wird zunächst nicht die Aktivitätskonzentration, sondern der Kurzeitenausbreitungsfaktor für die ungünstigste Einwirkungsstelle berechnet. Im Einzelnen wurde nach den Störfall-Berechnungsgrundlagen verfahren.

Bei einem Aufenthalt an der ungünstigsten Einwirkungsstelle wäre bei der einstündigen Durchzugszeit der radioaktiven Wolke mit einer maximalen effektiven Dosis von 1,3 mSv zu rechnen. Der Expositionspfad „Gammasubmersion“ liefert mit Dosiswerten unter $3 \cdot 10^{-8}$ mSv einen vernachlässigbaren Beitrag zur Strahlenexposition. Für die Bevölkerungsgruppe „Kleinkinder“ ergeben sich kleinere Dosiswerte.

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.

Meßzweck	Anzahl der Proben	Anzahl der durchgeführten Messungen					
		α	β	Flüssigszintillation		α -Spektrometrie	γ -Spektrometrie
				H-3 C-14 S-35 P-32	Spektrometrie		
Abwasserüberwachung							
- Abwassersammelstationen	1488	1525	1525	398	54	9	384
- Endbecken (Einzelproben)	73	80	80	82	52	-	126
- Endbecken (Mischproben)	60	12	12	89	2	14	64
Klärschlammüberwachung (Chemie- und Schmutzwasserklärschlamm)	12	8	8	-	-	-	4
Betriebliche Überwachung der Abwassereinzugssysteme	61	74	74	58	11	4	75
Sondermessungen	141	52	52	30	1	2	114
Überwachung der Fortluft	2311	1570	1570	1119	17	-	942
Freimeßlabor	1434	17	17	365	187	108	1156
Entwicklungsarbeiten	160	450	450	280	140	-	-
Umgebungsüberwachung	524	-	-	408	29	27	119
Auftragsmessungen							
- Fortluftüberwachung für KBG-KNK	51	-	-	51	3	-	-
- Externe Aufträge	16	-	-	3	-	4	9
Qualitätskontrolle	-	1149	1149	2795	60	387	684
Ringversuche	15	32	32	53	37	32	38
Training von Gastwissenschaftlern	320	-	-	-	-	320	-

Tab. 5-10: Art und Anzahl der Proben sowie der 1998 in der Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ 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 wasserrechtliche Erlaubnis wurde im Jahre 1997 in Anpassung an die veränderten behördlichen und betrieblichen Anforderungen an die Abwasserbehandlung in den Klärwerken des Forschungszentrums neu gefaßt und erlangte zum 1. Januar 1998 ihre Gültigkeit. Gleichzeitig wurde in einer Änderung zur atomrechtlichen Genehmigung der gegenwärtig geringen Wasserführung des Vorfluters von 0,5 m³/s Rechnung getragen.

Die Überwachung nichtradioaktiver Stoffe wird durch das „Labor für Wasser und Umwelt“ des BTI/V durchgeführt. 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.

Das Kühlwasser (1998 ca. 204.000 m³) und das von versiegelten Flächen abfließende Niederschlagswasser (1998 ca. 220.000 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 (s. Abb. 5-12) durch kontinuierliche Probenentnahme überwacht.

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 Einleitung der Abwässer in die Chemiekläranlage oder Einspeisung in die Dekontaminationsanlage entschieden.

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 nichtradioaktiven 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.

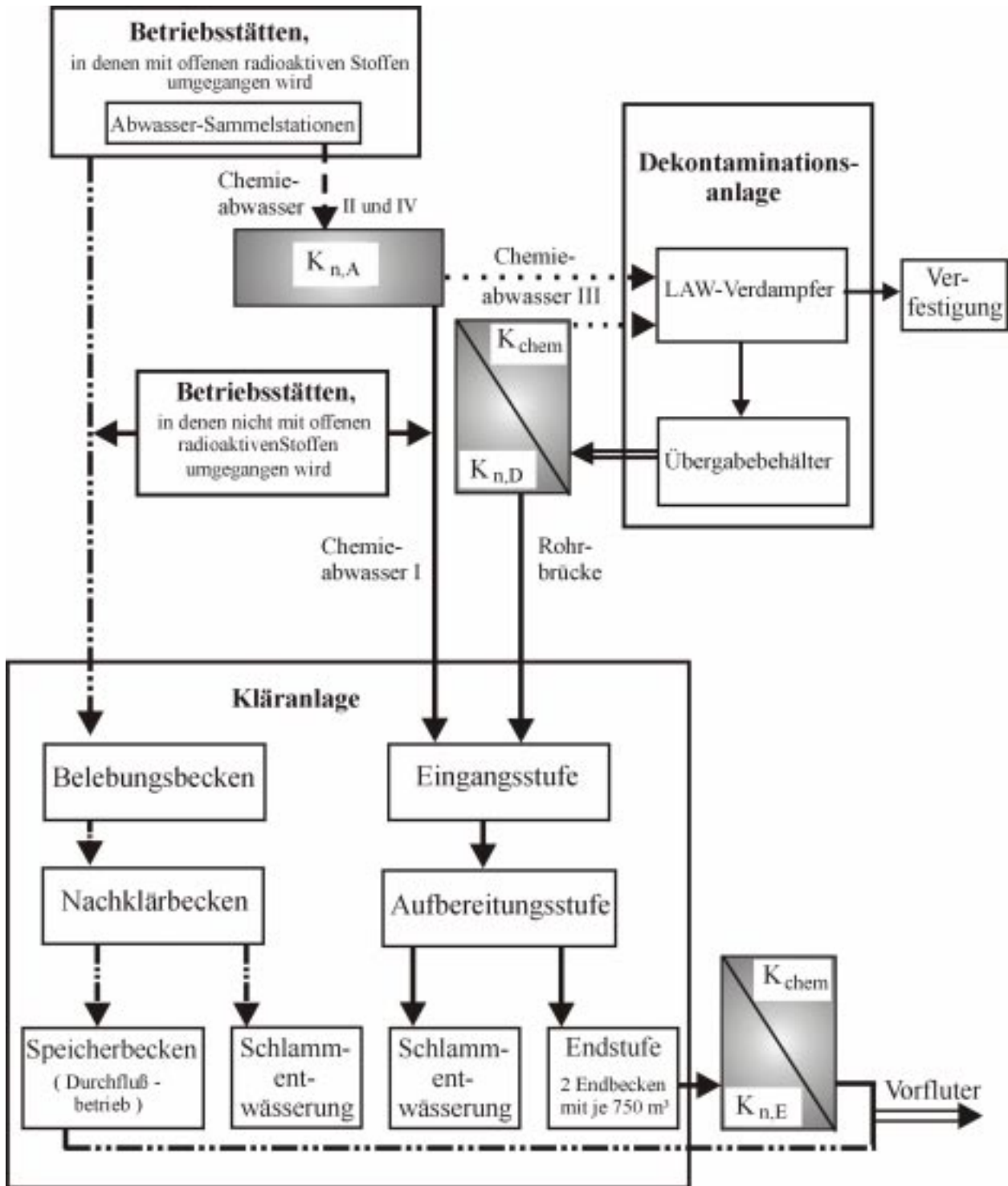


Abb. 5-6: Vereinfachtes Fließschema der Abwässer im Forschungszentrum Karlsruhe ($K_{n,x}$: Kontrollmessung radioaktiver Stoffe; K_{chem} : Kontrollmessung nicht-radioaktiver Stoffe)

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.

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 Meß- und Datenbanksystem zur Erfassung und Weiterleitung von Daten der Abwasserüberwachung

A. Radziwill-Ouf, Chr. Wilhelm

Das System zur Erfassung und Bewertung der Meßdaten zur Abwasserüberwachung bei HS-US und zum Austausch dieser Daten mit HDB und BTI-V, die mit der weiteren Behandlung des Abwassers befaßt sind, ist schematisch in Abb. 5-7 wiedergegeben.

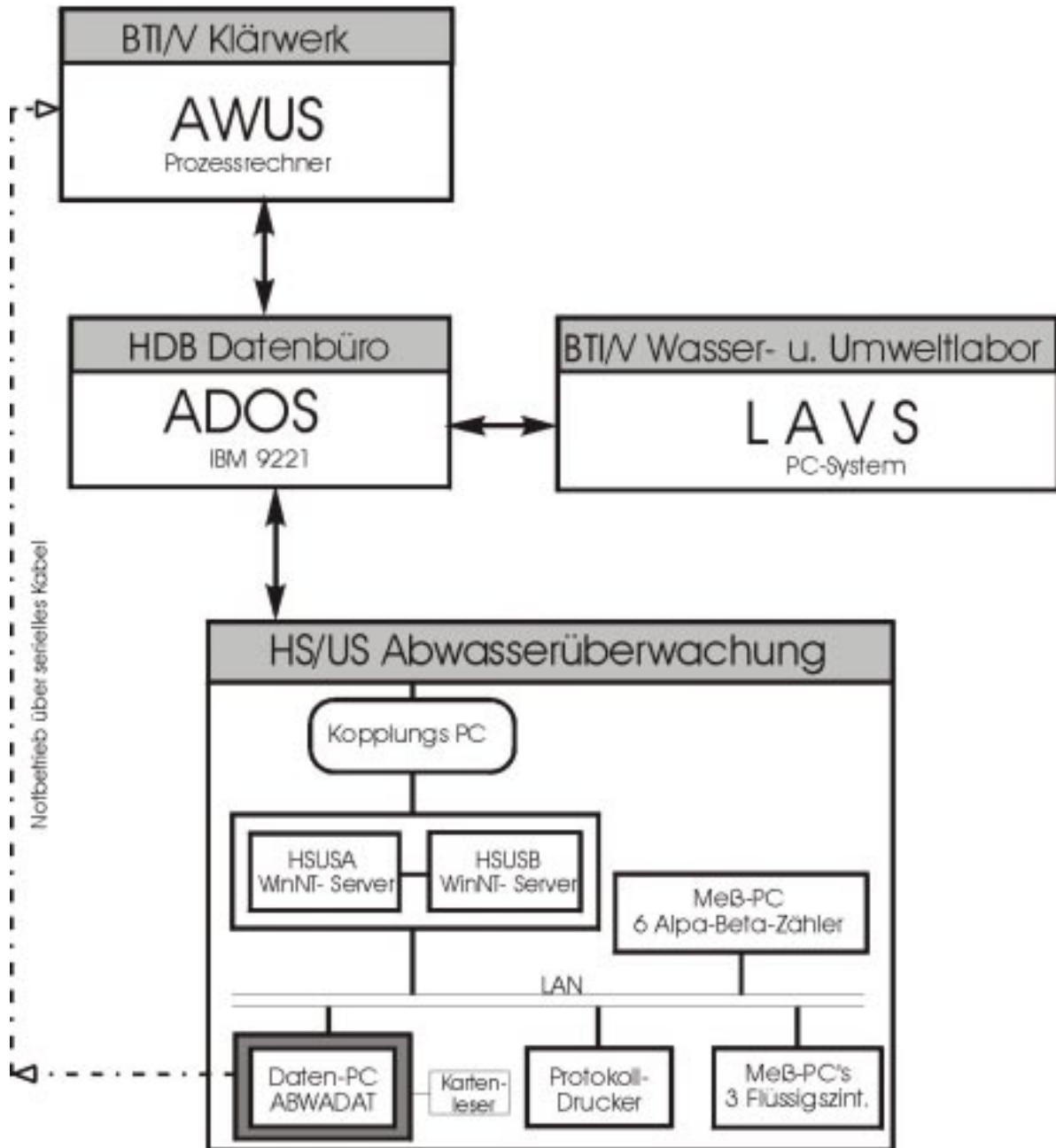


Abb. 5-7: Fließschema der Daten zur Abwasserüberwachung zwischen HDB-, BTI- und HS-Datensystemen

Die Ergebnisse der an den einzelnen Abwasserproben durchgeführten Messungen werden von den Meß-PC über das LAN an das laborinterne **Abwasser-Dateninformationssystem ABWADAT** übergeben.

Für eine Bearbeitung der Probandaten und für die Eingabe der Entscheidung über die Weiterverarbeitung des Abwassers steht ein Daten-PC zur Verfügung. Vor Eingaben in den Daten-PC muß der Benutzer über einen Kartenleser mit der ihm persönlich zugeordneten Code-Karte identifiziert werden. Durch ABWADAT wird dann die Berechtigung für Eingaben entsprechend dem innerbetrieblichen Entscheidungsbereich, der dem Benutzer übertragen wurde, überprüft.

Nach Beurteilung der Analysenergebnisse durch den Benutzer erfolgt eine vorläufige Dokumentation und ein Datensatz mit Entscheid über die Weiterverarbeitung des Abwassers wird automatisch an das Datensystem ADOS der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) weitergeleitet. Dazu kommuniziert der ABWADAT-Daten-PC über ein Telegramm-Protokoll mit dem ADOS-Datensystem eines Großrechners der HDB. Ein Kopplungs-PC, der einerseits mit dem LAN und andererseits über eine 3270-Emulation mit dem Großrechner verbunden ist, übernimmt die Kommunikation zwischen dem LAN-PC-System und dem Großrechner.

Das ADOS-System übermittelt schließlich den Entscheid an das AWUS-System des Prozeßrechners, der das Abwassersystem auf dem Gelände des Forschungszentrums steuert. Ebenso wie das ABWADAT-System ist auch das Datensystem LAVS des Labors für Wasser und Umwelt des BTI in den Systemverbund eingebunden. Bei Störung des Übertragungsweges zwischen dem Laborsystem bei HS-US und dem Klärwerk werden die Entscheide bezüglich der Weiterverarbeitung der Abwässer über ein zusätzliches serielles Kabel direkt an AWUS übertragen.

Im Jahr 1998 gab es einen Totalausfall des Gesamtsystems, der auf defekte Festplatten am Klärwerksrechner AWUS zurückzuführen war. Dies führte dazu, daß die Numerierung der Proben zurückgesetzt werden mußte. Um einen fehlerfreien Betrieb im Labor zu gewährleisten, wurden die laufenden Meßdatenbanken kopiert und für das Restjahr neu aufgelegt. Am Jahresende mußten somit alle Datenbankabfragen zur Erfassung von Aktivitätsfrachten aus einzelnen Abwassersammelstationen sowie die Erfassung aller im Labor analysierten Proben, aufgeschlüsselt nach ihrer Herkunft, doppelt durchgeführt werden.

Die Verfügbarkeit des Gesamtsystems lag nur bei ca. 80 %. Der Anstieg der Ausfallquote ist auf zum Teil veraltete Komponenten zurückzuführen. Der Austausch dieser Komponenten soll im Zusammenhang mit der Einführung eines Nachfolgesystems für ADOS und AWUS erfolgen. Hierfür finden seit einigen Jahren Vorplanungen bei BTI statt.

Die Laborsoftware ABWADAT zeigte im Berichtsjahr keine nennenswerten Störungen, so daß die Ausfallzeit mit kleiner als 1 % angegeben werden kann. Die Strukturen der Datenbanken im ABWADAT sind mit den Formaten der Daten aus dem Klärwerk nicht mehr kompatibel. Zudem ist wegen der zweistelligen Speicherung der Jahreszahl in den Datenbanken das System nicht Jahr-2000-kompatibel. Daher wurde zum Jahresende der Auftrag für die Entwicklung eines neuen Datenbankprogrammes zur Erfassung und Weiterleitung der Daten aus der Abwasserüberwachung erteilt. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts wurde bereits die Betaversion des neuen Datenbankprogrammes ABWADAT für Windows NT getestet.

5.2.3 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 1998

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 1998 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	
		1998	1997
H-3	1,2 E+14	2,5 E+12	5,9 E+12
C-14	4,6 E+10	1,1 E+09	-
Co-60	2,3 E+09	1,1 E+05	3,2 E+05
Sr-89	1,4 E+11	2,3 E+05	1,9 E+05
Sr-90	5,0 E+09	4,9 E+07	3,9 E+07
Cs-137	4,7 E+09	2,7 E+07	2,0 E+07
Pu-238	7,9 E+08	9,3 E+04	4,1 E+05
Pu-239/240	7,0 E+08	2,0 E+05	1,6 E+05
Pu-241	3,6 E+10	1,1 E+07	4,4 E+07
aus dem Forschungs- zentrum abgeleitete Chemieabwasser- menge in m ³	-	44.400	52.900

Tab. 5-11: 1998 aus dem Forschungszentrum Karlsruhe in den Vorfluter abgeleitete Abwassermenge und –aktivität sowie Genehmigungswerte gemäß atomrechtlicher Genehmigung

Bei den bilanzierten Ableitungen dominiert das in Form von HTO abgeleitete Tritium. Einen Überblick über die Entwicklung der mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe in den letzten 23 Jahren in den Vorfluter abgeleiteten Tritiumaktivität gibt Abb. 5-8.

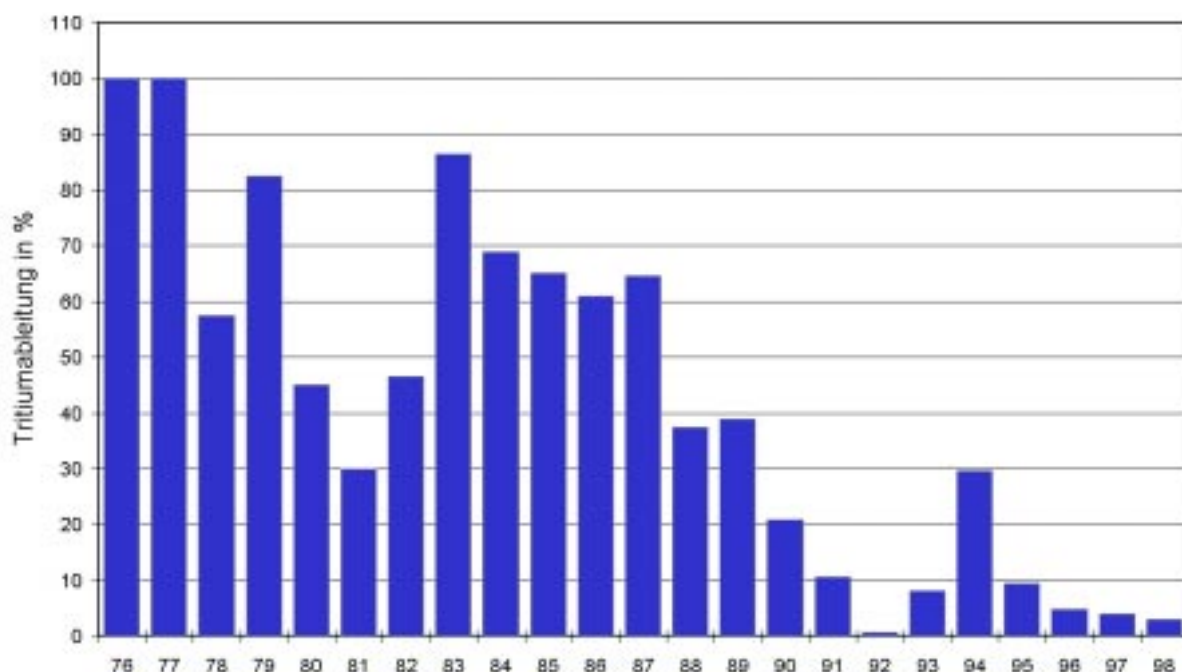


Abb. 5-8: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum Karlsruhe jährlich abgeleiteten Tritiumaktivität seit 1976 (1976 = 100 %)

5.2.4 Ableitung nichtradioaktiver Stoffe mit dem Abwasser 1998

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

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 Chemiekläranlage gemäß den Vorgaben des wasserrechtlichen Erlaubnisbescheides und an Stichproben aus dem Ablauf der biologischen Kläranlage gemäß der Eigenkontrollverordnung des Landes Baden-Württemberg durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Stoffe zur Eigenkontrolle in die Überwachung einbezogen. In Tab. 5-12 sind die bilanzierten Ableitungen mit dem Chemieabwasser und dem häuslichen Abwasser sowie die errechneten Jahreskonzentrationsmittelwerte für das Jahr 1998 wiedergegeben. Die Genehmigungswerte wurden in keinem Fall überschritten. Dies bestätigen auch die amtlichen Überwachungsmessungen.

Das Volumen des abgeleiteten Chemieabwassers hat 1998 gegenüber dem Vorjahr um 16 %, das des häuslichen Abwassers um 14 % abgenommen. Bei der Chemiekläranlage erreichte die Ableitung von CSB (chemischer Sauerstoffbedarf) und KW (mineralölähnliche Kohlenwasserstoffe) ähnliche Werte wie im Vorjahr. Die Frachten an AOX, TOC, Phosphat, Nitrat und Nitrit konnten auf dem niedrigen Niveau des Vorjahres gehalten werden.

Der in den letzten Jahren erreichte stabile und störungsfreie Betrieb der biologischen Kläranlage konnte auch 1998 aufrechterhalten werden. Die Ableitungen von AOX, CSB und Ammonium lagen niedriger als im Vorjahr. Die Nitrat-Fracht konnte um etwa 50 % reduziert werden. Dies erklärt sich durch den Rückgang der Abwassermenge und durch eine optimierte Betriebsweise der biologischen Kläranlage.

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

Tab. 5-12: Bilanzierte Mengen und Jahreskonzentrationsmittelwerte der 1998 mit dem Chemieabwasser (44 400 m³) und dem häuslichen Abwasser (54 200 m³) in den Vorfluter abgeleiteten nichtradioaktiven Stoffe

5.2.5 Strahlenexposition in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe durch die mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe 1998

K.-G. Langguth

Die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe resultierende Strahlenexposition von Personen, die sich am Rheinniederungskanal, der als Vorfluter dient, aufhalten und Lebensmittel aus diesem Gebiet konsumieren, kann nach den in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV angegebenen Modellen berechnet werden. Dabei kann entweder von den bilanzierten Aktivitätsableitungen oder, realistischer, von den gemessenen Aktivitätsgehalten im Trinkwasser und in Lebensmitteln ausgegangen werden.

Die hier vorgelegten Berechnungsergebnisse zeigen, daß die ermittelten Dosen die Dosisgrenzwerte des § 45 der Strahlenschutzverordnung deutlich unterschreiten.

Die Berechnung der Strahlenexposition aus den bilanzierten Aktivitätsableitungen wurde mit Hilfe des Rechenprogrammes RHEIN_1 durchgeführt. RHEIN_1 berechnet die über 50 Jahre integrierten Folgeäquivalentdosen entsprechend den Modellen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift. Es wurden die Effektivdosen und die Dosen des relativ am stärksten exponierten Organs jeweils für Erwachsene und Kleinkinder berechnet. Bei der Berechnung wurden alle für den Standort des Forschungszentrums Karlsruhe relevanten Expositionspfade berücksichtigt. Als mittlerer Wert für den Durchfluß im Rheinniederungskanal wurde der der Genehmigung zugrundeliegende 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.

Bilanzierte Aktivitätsableitungen 1998		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	2,5 E12	6,8		6,8	
C-14	1,1 E09	7,3		1,6	
Co-60	1,1 E05	0,01		0,02	
Sr-89	2,3 E05	< 0,01	< 0,01 (UD)	< 0,01	< 0,01 (UD)
Sr-90	4,9 E07	0,61	3,0 (RK)	0,36	1,5 (RK)
Cs-137	2,7 E07	1,8		1,3	
Pu-238	9,3 E04	0,01	0,22 (KO)	0,01	0,10 (KO)
Pu-239/240	2,0 E05	0,03	0,53 (KO)	0,02	0,22 (KO)
Pu-241	1,1 E07	0,03	0,56 (KO)	0,01	0,18 (KO)
Summe, gerundet		17	-	10	-

(UD): Unterer Dickdarm, (RK): Rotes Knochenmark, (KO): Knochenoberfläche

Tab. 5-13: Maximale Körper-Folge-Äquivalentdosen, berechnet aus den bilanzierten Aktivitätsableitungen mit dem Abwasser 1998

Geht man z. B. bei der Berechnung der Strahlenexposition durch Tritium von den 1998 gemessenen Aktivitätsgehalten aus, die im Rahmen der Umgebungsüberwachung im Trinkwasser, in Fisch und in pflanzlichen Produkten aus dem Vorflutbereich gemessen wurden, erhält man für den Expositionspfad Abwasser eine effektive Folge-Äquivalentdosis von maximal 1,9 µSv.

5.2.6 Meßsysteme und Meßverfahren

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

In der Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ werden für alle Gruppen und Aufgabenbereiche der Abteilung Umweltschutz Messungen durchgeführt. Dazu werden die im folgenden beschriebenen Meßsysteme und Meßverfahren eingesetzt.

Zur Durchführung von Alpha- und Beta- Gesamtaktivitätsmessungen steht ein Meßsystem zur Verfügung, in dem sechs Großflächen-Proportionalzähler integriert sind. Im Jahr 1998 wurde das gesamte System überholt, in wesentlichen Komponenten erneuert und mit einer neu entwickelten Software ausgestattet. Die Erneuerung der Software war erforderlich, um die DIN 25 482 zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen bei der Alpha- und Beta-Gesamtaktivitätsmessung umzusetzen. Sie hatte zudem eine Vereinfachung des Meßbetriebes und eine Modernisierung der Bedienungsoberfläche zum Ziel.

Die Proportionalzähler wurden einheitlich auf eine neue Elektronik-Einheit (Serial-Micro-Channel) umgerüstet. Alle zum Betrieb der Zähler notwendigen Elektronikmodule (Verstärker, Hochspannungsversorgung, Anitkoinzidenzlogik, Zähler-Timer-Einheit) sind in diesem Bauteil vereinigt. Ein zentraler Rechner steuert über eine serielle Schnittstelle die Meßplätze und dient zur Erfassung der Rohdaten und zu deren Auswertung. In der neu erstellten Software wurden die Meßabläufe vollständig automatisiert und die verschiedenen Meßfunktionen (Alpha-/Beta-Gesamtaktivitätsbestimmung, Aufnahme der Detektorcharakteristik, Wirkungsgradkalibrierung, Messungen zur Qualitätssicherung und Nulleffektmessung) lassen sich einfach und in der bei kommerziellen Programmen gewohnten Weise bedienen. Die Datenablage erfolgt in Datenbanken auf dem Abteilungsserver der HS/US.

Neben diesen Detektoren werden zur Messung von Alpha- und Beta-Gesamtaktivitäten zwei zusätzliche Großflächen-Proportionalzähler mit Probenwechslern und Pseudokoinzidenzelektronik betrieben. Mit diesen Meßplätzen werden die Kontroll- und Bilanzierungsmessungen an Aerosolfiltern zur Fortluftüberwachung durchgeführt. An den Aerosolfiltern werden stets zwei Messungen vorgenommen. Zunächst wird unmittelbar nach Anlieferung die Alpha- und Beta-Gesamtaktivität gemessen, um erhöhte Aktivitätsabgaben rechtzeitig erkennen und Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Zur Bilanzierung der abgeleiteten Aktivität werden die Filter dann nach Abklingen der kurzlebigen natürlichen Aktivität (nach ca. 7 Tagen) erneut gemessen.

Für die Messung von reinen Beta-Strahlern wie H-3, C-14, S-35, P-32, Ni-63 und Fe-55 stehen drei Flüssigszintillationsspektrometer der Fa. Packard zur Verfügung. Um bei annehmbarer Meßzeit die geforderten niedrigen Erkennungsgrenzen zu erreichen, können die Geräte in einem speziellen Low-Level-Modus betrieben werden. Eines der Geräte ist zur Reduzierung des Untergrundes zusätzlich mit einem aktiven Schirm ausgerüstet. Die Rohdaten der Geräte werden von PCs übernommen und verrechnet. Die Ergebnisse werden protokolliert. Die Daten werden zusätzlich in Datenbanken auf dem Abteilungsserver der HS-US abgelegt.

Alle in der Gruppe vorhandenen Geräte und Detektoren zur Alpha- und zur Gamma-Spektrometrie werden mit Hilfe eines Mehrplatz-Spektrometriesystems auf Genie-PC-Basis betrieben. Der schematische Aufbau des Systems ist in Abb. 5-9 wiedergegeben. An das Genie-PC-Meßsystem sind insgesamt acht Halbleiterdetektoren und zwei Gitterionisationskammern zur Alpha-Spektrometrie angeschlossen sowie 16 Germanium-Detektoren zur Gamma-Spektrometrie, wobei zwei Detektoren mit Probenwechslern ausgerüstet sind.

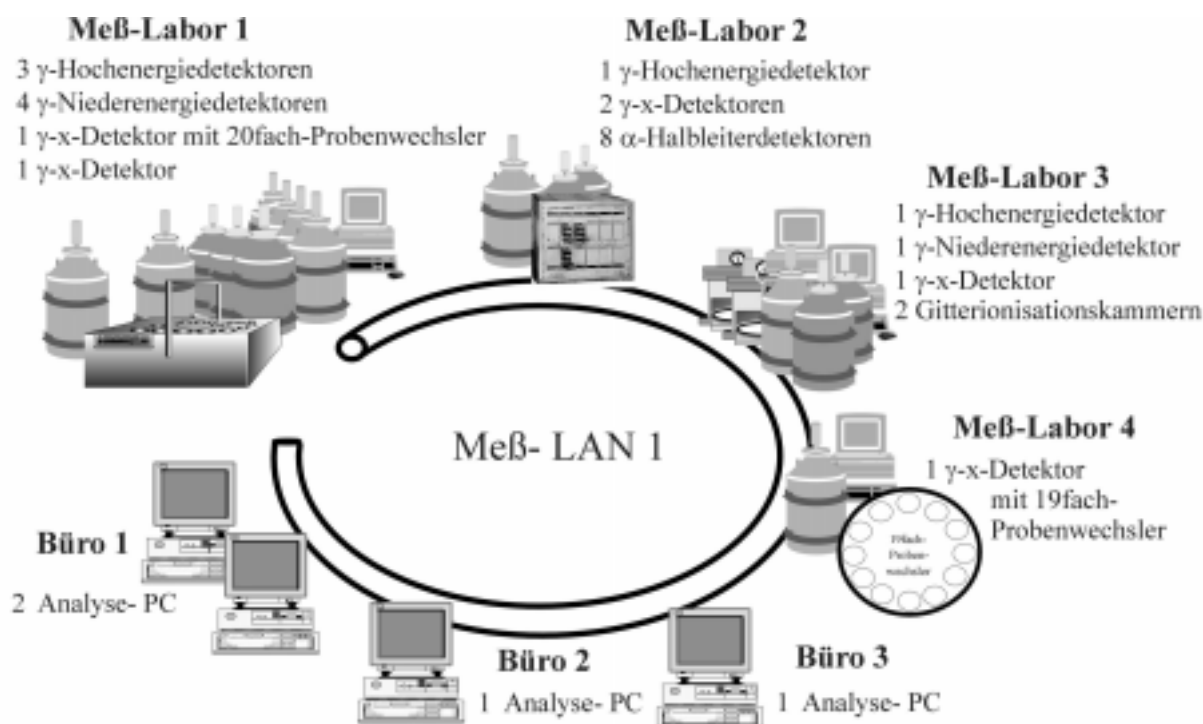


Abb. 5-9: Schematischer Aufbau des Spektrometriesystems

Zur Steuerung des Systems und zur Durchführung von Analysen stehen insgesamt acht PCs zur Verfügung. Von jedem PC aus kann jeder Detektor angesteuert und eine Analyse durchgeführt werden. Durch den hohen Grad an Automatisierung konnte eine wesentliche Steigerung der Analysenkapazität bei gleichzeitiger Verbesserung der Analysenqualität erreicht werden.

Im Berichtsjahr wurde ein defekter Niederenergiedetektor (planarer Reinstgermanium-Detektor) durch einen kombinierten Detektor (planarer Reinstgermanium-Detektor mit einer größeren Dicke), der für einen Energiebereich von 10 keV bis 1600 keV eingesetzt werden kann, ersetzt. Da zur Befüllung der Detektoren mit Flüssigstickstoff keine automatische Füllanlage vorhanden ist, kommt es bei manueller Befüllung zum Verschütten kleiner Mengen Flüssigstickstoff. Durch die dadurch entstehende lokale Abkühlung wurde der Bodenbelag im Labor im Laufe der Zeit so stark beschädigt, daß dieser erneuert werden mußte. Dazu war es notwendig, insgesamt acht Detektoren mit zugehörigen Bleiburgen abzubauen. Trotz des Umbaus konnte der Meßbetrieb aufrecht erhalten werden, so daß es in der Umbauzeit nur zu geringen Verzögerungen bei der Analyse von Proben kam.

Zur γ -spektrometrischen Bilanzierung der mit der Fortluft und dem Abwasser abgeleiteten Aktivität sind Messungen sowohl im Nieder- als auch im Hochenergiebereich erforderlich, so daß - außer bei Verwendung der kombinierten Gamma-X-Detektoren - je Probe zwei Messungen erforderlich sind.

Besondere Erwähnung verdient der hohe Arbeitsaufwand für die Durchführung der verschiedenen Ringversuche zur Qualitätskontrolle. Trotz der geringen Zahl an Proben bei Ringversuchen ist wegen der geforderten Mehrfachbestimmungen tatsächlich eine sehr große Anzahl an Messungen auszuführen.

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 Probenentnahmeorte liegen, wie in Abb. 5-11 dargestellt, innerhalb eines Kreises von ca. 8 km Radius um das Forschungszentrum Karlsruhe. Im betrieblichen Überwachungsbereich - das ist die ca. 2 km² große Fläche innerhalb des Zauns - ist das Meßstellennetz wesentlich dichter als in der eigentlichen Umgebung. Die Meß- und Probenentnahmeorte innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe sind in Abb. 5-12 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 werden jährlich an ca. 900 Proben rund 1 600 Radioaktivitätsmessungen durchgeführt. Hinzu kommen noch 250 Messungen der Ortsdosis mit Thermolumineszenzdosimetern. Der größte Anteil der Proben entfällt auf die Überwachung der Aerosole (Abb. 5-10).

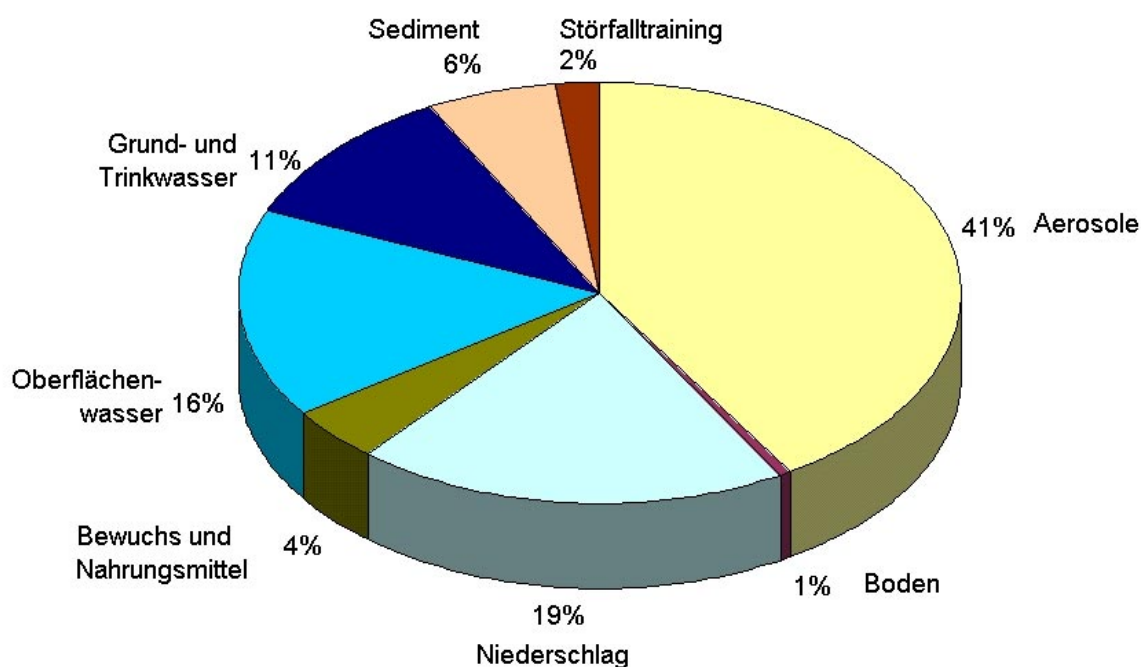


Abb. 5-10: Prozentuale Verteilung der Proben zur Umgebungsüberwachung bezogen auf einzelne Umweltmedien

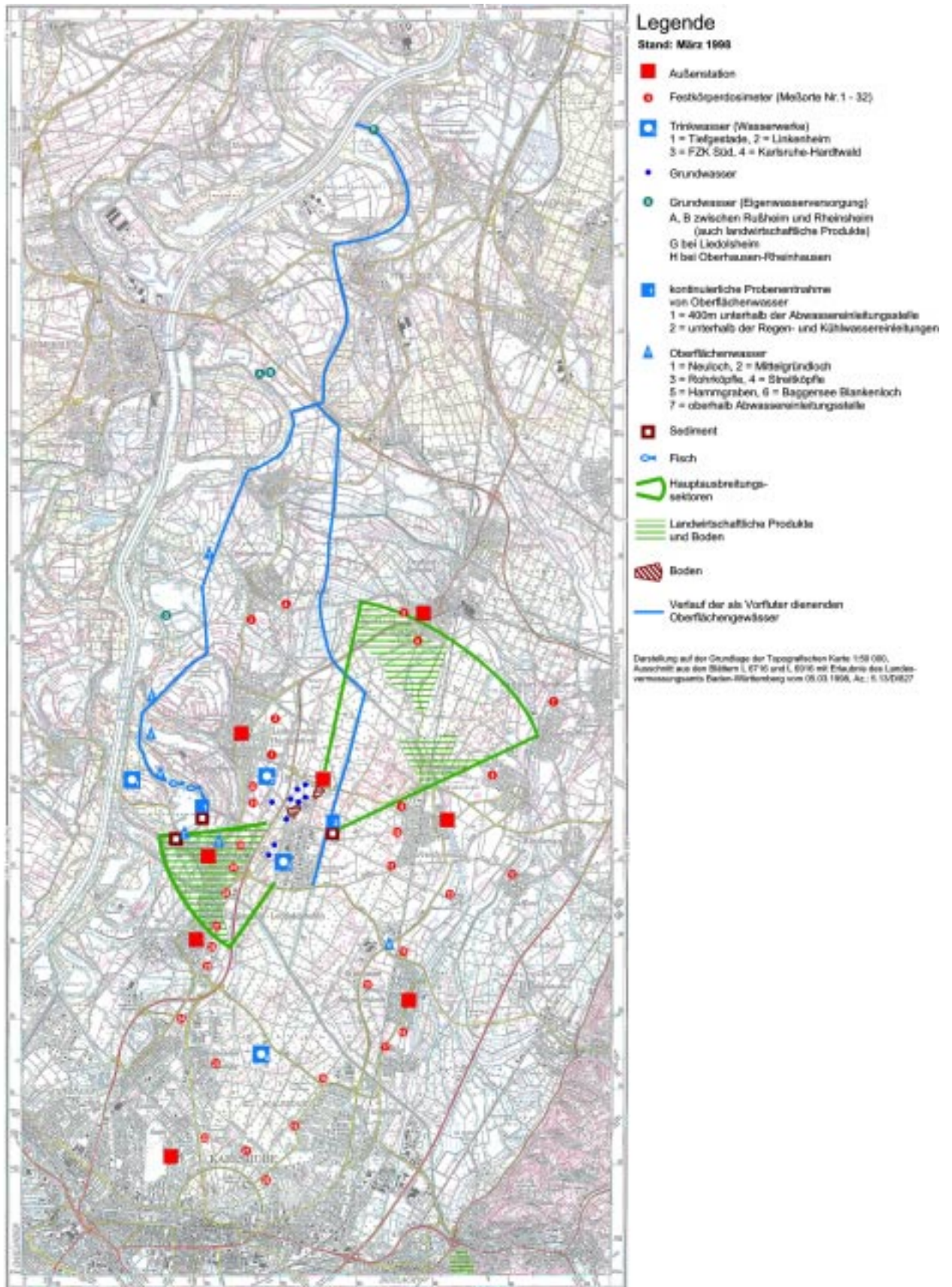


Abb. 5-11: Lageplan der Meß- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung außerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe

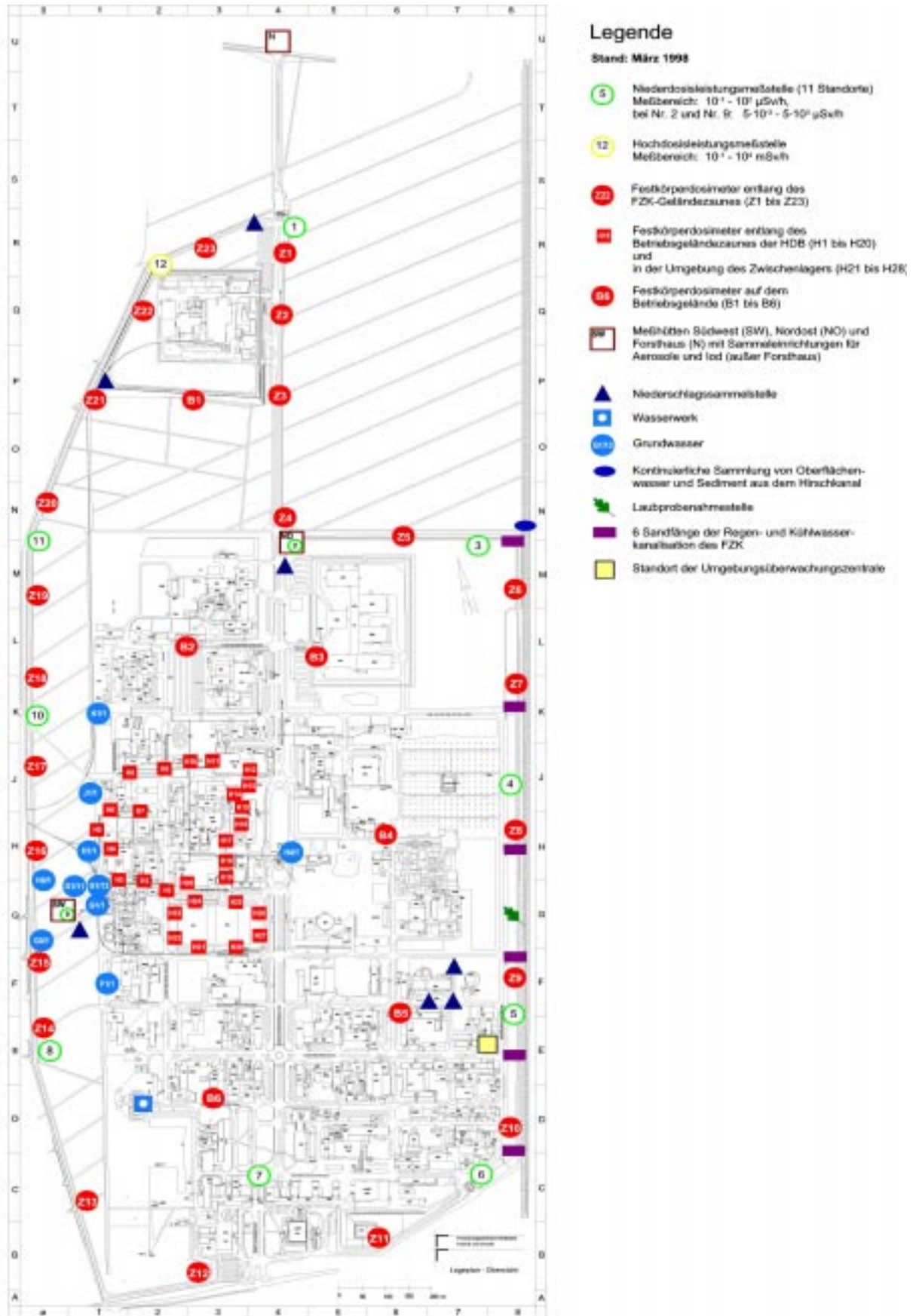


Abb. 5-12: Lageplan der Meß- und Probenentnahmestellen zur Umgebungsüberwachung innerhalb des Forschungszentrums Karlsruhe

Das Routineüberwachungsprogramm zur Überwachung der Umgebung hat folgende Struktur:

- 1 Direktmessung der Strahlung
 - 1.1 Außenstationen
 - 1.2 Monitoranlage zur Überwachung des Betriebsgeländes
 - 1.3 Festkörperdosimeter
- 2 Radioaktivitätsmessungen
 - 2.1 Luft
 - 2.2 Niederschlag
 - 2.3 Boden
 - 2.4 Bodenoberfläche
 - 2.5 Bewuchs
 - 2.6 Laub
 - 2.7 Pflanzliche Nahrungsmittel
 - 2.8 Oberflächenwasser
 - 2.9 Grund- und Trinkwasser
 - 2.10 Sediment
 - 2.11 Fisch
- 3 Meßfahrten (Störfalltrainingsprogramm)
 - 3.1 γ -Ortsdosisleistung
 - 3.2 Aerosole
 - 3.3 gasförmiges Iod
 - 3.4 Bodenoberfläche
 - 3.5 Boden

5.3.1 Ergebnisse der Routineüberwachung 1998

M. Vilgis, F. Milbich-Münzer, F. Werner, 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 sogenannte Monitoranlage, dient der Überwachung der Ortsdosisleistung entlang des betrieblichen Überwachungsbereichs, das andere System, die sogenannten Außenstationen, dient der Überwachung in den umliegenden Ortschaften. 1998 wurde durch die Monitoranlage keine Überschreitung der Warnschwelle von 1 μ Sv/h registriert. Bei den Außenstationen wurden keine erhöhten Dosisleistungsmeßwerte registriert. In Abb. 5-13 sind die mittleren wöchentlichen Ortsdosisleistungen 1998 an den Außenstationen der Ortschaften Blankenloch, Friedrichstal und Leopoldshafen und an der Station "Forsthaus" dargestellt. Der Schwankungsbereich der Ortsdosisleistung lag zwischen 68 und 98 nSv/h. Die Wochenwerte für die Ortschaften Eggenstein, Graben-Neudorf, Karlsruhe und Linkenheim, die lediglich aus darstellungstechnischen Gründen nicht in Abb. 5-13 aufgenommen wurden, lagen alle innerhalb dieses Schwankungsbereichs. Die geringen Unterschiede des Strahlungspegels werden im wesentlichen durch standortspezifische Parameter wie z. B. verschiedene Dachhöhen, Dachneigungen, Alter und Baumaterial der Dächer und Gebäude, aber auch durch die Nähe zu anderen Gebäuden bestimmt.

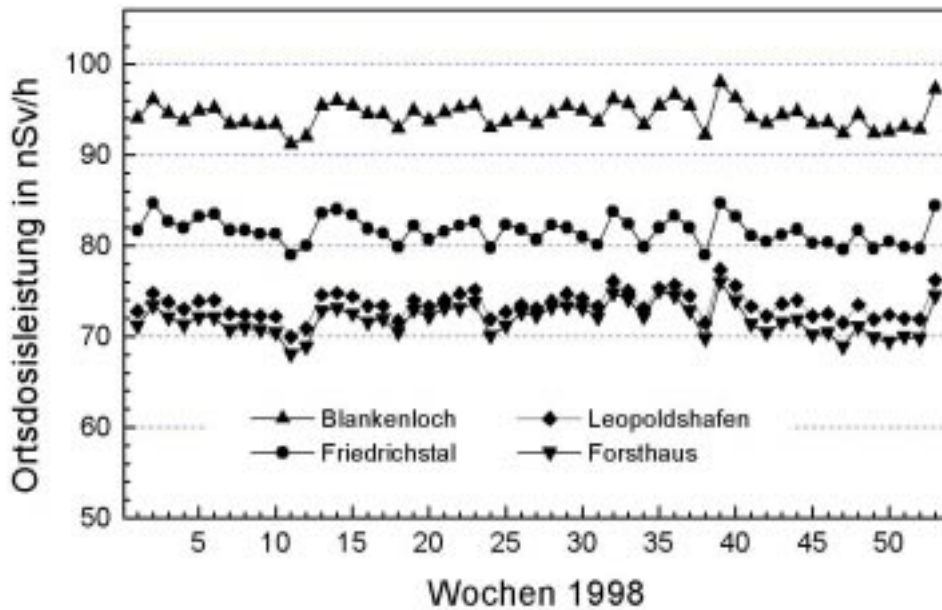


Abb. 5-13: Mittlere wöchentliche γ -Ortsdosisleistung 1998 in den nächstgelegenen Ortschaften und am "Forsthaus"

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 Bereich von 0,57 bis 0,66 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,62 mSv/a (s. Abb. 5-14). Die Meßwerte der 32 Umgebungsdosimeter in den umliegenden Ortschaften reichten von 0,59 bis 0,80 mSv/a, bei einem Mittelwert von 0,67 mSv/a. Der größere Schwankungsbereich ist auf größere Unterschiede standortspezifischer Parameter zurückzuführen.

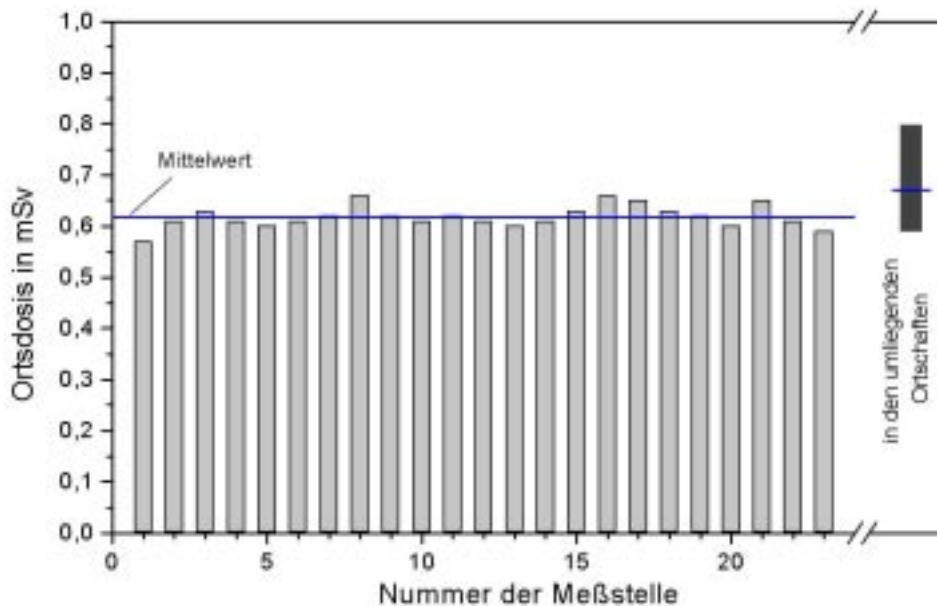


Abb. 5-14: Meßwerte der Ortsdosismessungen entlang des Geländezaunes und Schwankungsbereich der Meßwerte im Jahr 1998 in den umliegenden Ortschaften

5.3.1.2 Radioaktivitätsmessungen

Zweimal wöchentlich werden die Aerosolfilter, die in den drei Meßhütten kontinuierlich be-
staubt werden, gewechselt. Zusätzlich zur Messung der langlebigen α - und β -Gesamtaktivität
aller Einzelfilter erfolgen vierteljährlich γ -spektrometrische Untersuchungen und Plutonium-
analysen an Quartalsmischproben der Filter. 1998 lagen alle durch γ -Spektrometrie bestimmten
Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide unter der Nachweisgrenze (z. B. von
 $8 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Cs-137). Die Be-7-Aktivitätskonzentration schwankte zwischen 2,6 und
 $5,7 \text{ mBq}/\text{m}^3$. Be-7 ist ein natürliches Radionuklid, das als Leitnuklid für den vertikalen atmo-
sphärischen Austausch angesehen werden kann und dessen Aktivitätskonzentration je nach Jah-
reszeit schwankt. Im dritten und vierten Quartal wurde bei der Meßhütte Nordost sowohl Pu-238
in einer Konzentration von $0,28 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ bzw. $0,11 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ als auch Pu-239/240 in einer Kon-
zentration von $0,76 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ bzw. $0,14 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in der Luft nachgewiesen. Im dritten Quartal
wurde auch bei der Meßhütte Südwest Pu-239/240 nachgewiesen. In den übrigen Fällen lagen
die Aktivitätskonzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze (vgl. Kap. 5.4.1).

An insgesamt sieben Stellen auf dem Betriebsgelände des Forschungszentrums (s. Abb. 5-12)
wird Niederschlag zur Überwachung auf Radioaktivität gesammelt. Eine weitere Sammelstelle in
Durlach dient als Referenzstelle. 1998 betrug die über alle sieben Sammelstellen gemittelte Jah-
resniederschlagsmenge 659 mm. Im Niederschlag wurden bei der γ -spektrometrischen Analyse
keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen. Die Nachweisgrenze für Cs-137 lag bei
 $0,03 \text{ Bq}/\text{l}$. Die H-3-Aktivitätskonzentration schwankte zwischen der Nachweisgrenze von $2 \text{ Bq}/\text{l}$
und $20 \text{ Bq}/\text{l}$.

Tab. 5-14 enthält eine Übersicht über die Schwankungsbereiche der 1997 und 1998 gemessenen
spezifischen Aktivitäten in Boden- und Sedimentproben. Aufgeführt sind außer dem natürlichen
Radionuklid K-40 nur solche künstlichen Nuklide, für die in den Jahren 1997 und 1998 minde-
stens ein Meßergebnis über der Erkennungsgrenze lag.

Gegenüber dem Vorjahr wurde keine erhöhte spezifische Aktivität im Boden oder Sediment
festgestellt. Die gemessenen Cs-134- und 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 aufge-
fangen, die monatlich geleert werden.

Zur Bestimmung der spezifischen Aktivität im Boden wurden in den Hauptausbreitungssektoren
der WAK (braun umrandete Sektoren in Abb. 5-11) und an einer Referenzstelle Proben bis zu
einer Tiefe von 5 cm entnommen und anschließend im Labor gemessen. In den beiden Haupt-
ausbreitungssektoren bezüglich der Standorte der Abluftkamine im Forschungszentrum (grün
umrandete Sektoren in Abb. 5-11) wurden von den Anbauflächen der überwachten Nahrungs-
mittel (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 1997 und 1998 gemessenen spezifischen Ak-
tivitäten in Nahrungsmitteln gibt Tab. 5-15. Aufgeführt wurden nur solche künstlichen Nuklide,
für die in den Jahren 1997 und 1998 mindestens ein Meßergebnis über der Erkennungsgrenze
lag. Die untersuchten landwirtschaftlichen Produkte wurden in den beiden Hauptausbreitungs-
sektoren angebaut. Der Fisch stammt aus dem Rheinniederungskanal in der Höhe von Linken-
heim. Die spezifische Cs-137-Aktivität der Fischprobe vom 1. Halbjahr 1998 lag mit rund
 $0,3 \text{ Bq}/\text{kg}$ Frischsubstanz im Bereich der Werte der Vorjahre. Im zweiten Halbjahr 1998 konnte
keine Fischprobe zur Messung zur Verfügung gestellt werden.

Überwachtes Medium	Nuklid	Spezifische Aktivität in Bq/kg Trockensubstanz			
		1998		1997	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Boden (0-5 cm)	K-40	470	490	460	590
	Cs-134	<0,20	<0,30	0,22	0,37
	Cs-137	10	24	5,8	57
	Sr-90	0,38	1,6	0,3	1,6
	Pu-238	<0,01	0,44	<0,01	0,15
	Pu-239/240	0,14	1,0	0,09	1,3
Boden (In-situ-Gamma-Spektrometrie)	K-40	270	340	290	410
	Cs-134	<2,0	<2,1	<2,0	<2,3
	Cs-137	5,6	10	7,4	20
Sediment (Rhein-niederungskanal unterhalb Einleitung)	K-40	320	350	320	390
	Cs-134	<1,3	<2,0	<1,1	<1,8
	Cs-137	35	64	12	64
	Pu-238	0,1	0,85	0,1	0,22
	Pu-239/240	0,37	1,3	0,22	0,64
Sediment (Hirschkanal)	K-40	330	590	420	630
	Co-60	2,8	<7,0	1,7	<6,0
	Cs-134	2,2	<5,6	<1,8	<5,4
	Cs-137	240	380	120	400
	Am-241	11	<30	<6,9	<28

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

Überwachtes Medium	Nuklid	Spezifische Aktivität in Bq/kg Frischsubstanz			
		1998		1997	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Wurzelgemüse	K-40	26	84	27	110
	Cs-137	<0,02	<0,04	<0,02	<0,05
	Sr-90	<0,01	0,02	0,02	0,02
Getreide	K-40	78	110	88	110
	Cs-137	<0,04	<0,07	<0,04	<0,06
	Sr-90	0,29	0,42	0,10	0,28
Blattgemüse	K-40	47	127	40	180
	Cs-137	<0,02	0,06	<0,03	<0,06
	Sr-90	0,14	0,25	0,47	0,51
Fisch	K-40	76	76	67	67
	Cs-137	0,33	0,33	0,53	0,53

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

Zur Überwachung des Grundwassers im Nahbereich der HDB werden im Rahmen des Umgebungsüberwachungsprogrammes zahlreiche Beobachtungspegel beprobt. Diese Pegel befinden sich innerhalb und außerhalb des Betriebsgeländes in Grundwasserfließrichtung. Die H-3-Aktivitätskonzentrationen schwankten 1998 zwischen der Nachweisgrenze (2 Bq/l) und 52 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 7 Bq/l. Die Einzelmeßwerte der H-3-Aktivitätskonzentration des Trinkwassers aus dem Wasserwerk Linkenheim schwankten in den letzten drei Jahren zwischen 5 und 10 Bq/l. Die Werte des Trinkwassers aus dem Wasserwerk Tiefgestade lagen 1998 auf dem Niveau der Werte des Trinkwassers von der Referenzstelle Karlsruhe-Hardtwald.

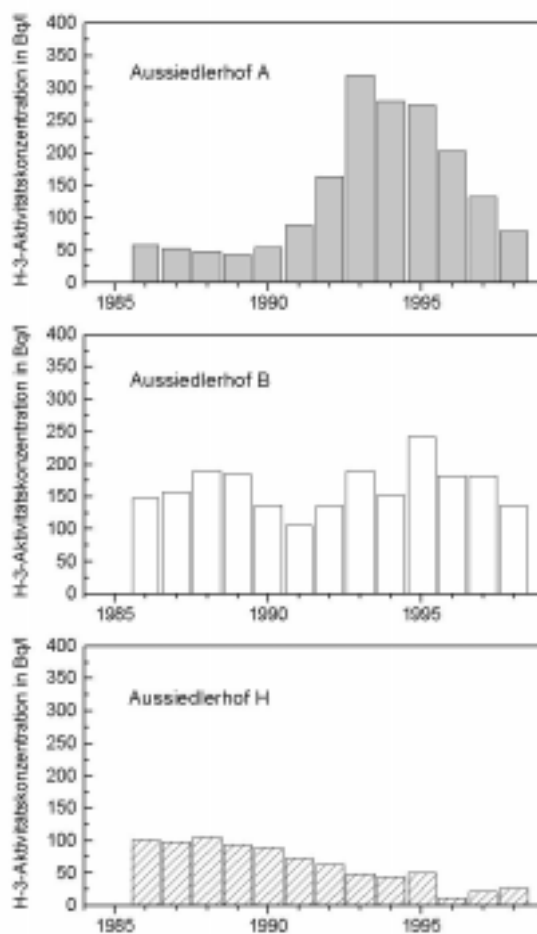


Abb. 5-15: Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Grundwasser von Trinkwassereigenversorgungen entlang des Rheinniederungskanaals von 1986 bis 1998

Im Grundwasser aus Trinkwassereigenversorgungen von den Standorten der Aussiedlerhöfe in der Nähe des Rheinniederungskanaals (siehe Abb. 5-11) bei Liedolsheim (G), zwischen Rußheim und Rheinsheim (Abb. 5-15, A und B) und nördlich von Oberhausen-Rheinhausen (Abb. 5-15, H) wird vierteljährlich die H-3-Aktivitätskonzentration bestimmt. Die H-3-Aktivitätskonzentrationen schwankten 1998 zwischen der Nachweisgrenze und 140 Bq/l. Bei den Aussiedlerhöfen A und B ist die H-3-Aktivitätskonzentration gegenüber den Vorjahren weiter gesunken (Abb. 5-15). Die Werte des Aussiedlerhofes G liegen bei 4 Bq/l (Messungen seit 1993).

Die Kühl- und Regenwässer des Forschungszentrums werden über die Sandfänge 1 bis 6 in den Hirschkanal abgeleitet (siehe Abb. 5-12). Das Oberflächenwasser des Hirschkanals unterhalb

von Sandfang 6 wird kontinuierlich beprobt. Die H-3-Aktivitätskonzentration lag im Jahresdurchschnitt bei 3,5 Bq/l.

Unterhalb der Einleitungsstelle für die Abwässer des Forschungszentrums werden Wasserproben aus dem Rheinniederungskanal kontinuierlich gesammelt. Die Wochenwerte der H-3-Aktivitätskonzentration schwankten 1998 zwischen 3 und 1860 Bq/l. In Abb. 5-16 ist der zeitliche Verlauf der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal dargestellt. Die Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal sind seit 1985 rückläufig (Abb. 5-17). 1998 lag der Jahresmittelwert mit 200 Bq/l bei ca. 4 % des Wertes von 1985.

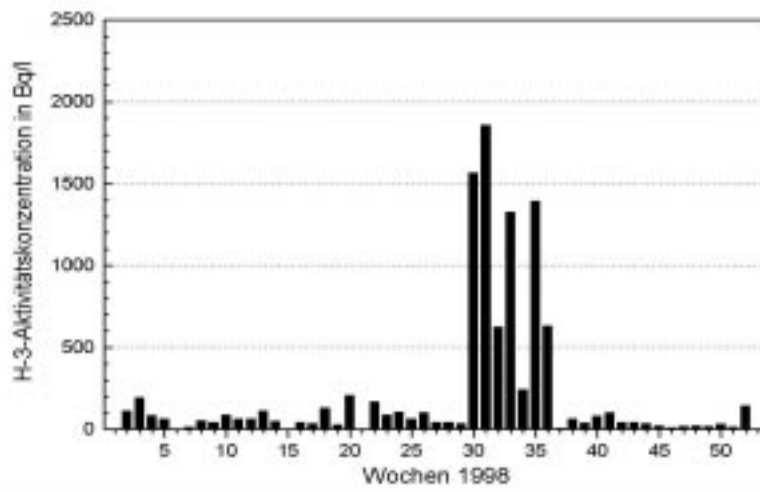


Abb. 5-16: Wochenwerte 1998 der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal

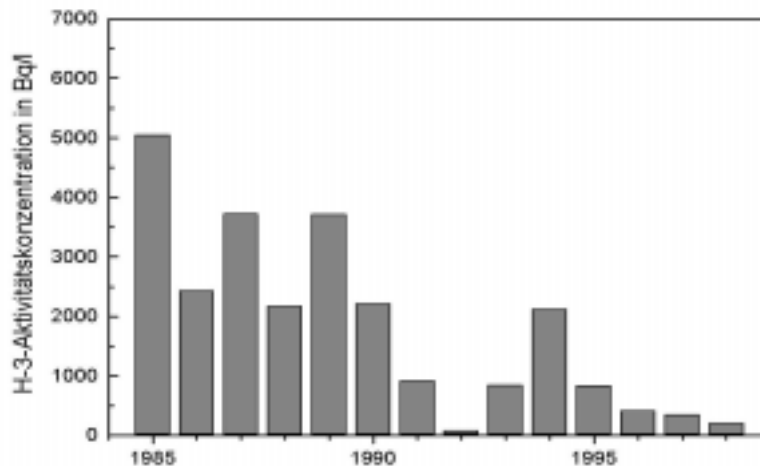


Abb. 5-17: Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration im Rheinniederungskanal

Vierteljährlich werden außerdem vier Baggerseen und zwei kleinere Gewässer beprobt, die zum Teil eine direkte Verbindung zum Rheinniederungskanal haben. Ihre H-3-Aktivitätskonzentrationen schwankten 1998 zwischen 2 und 80 Bq/l.

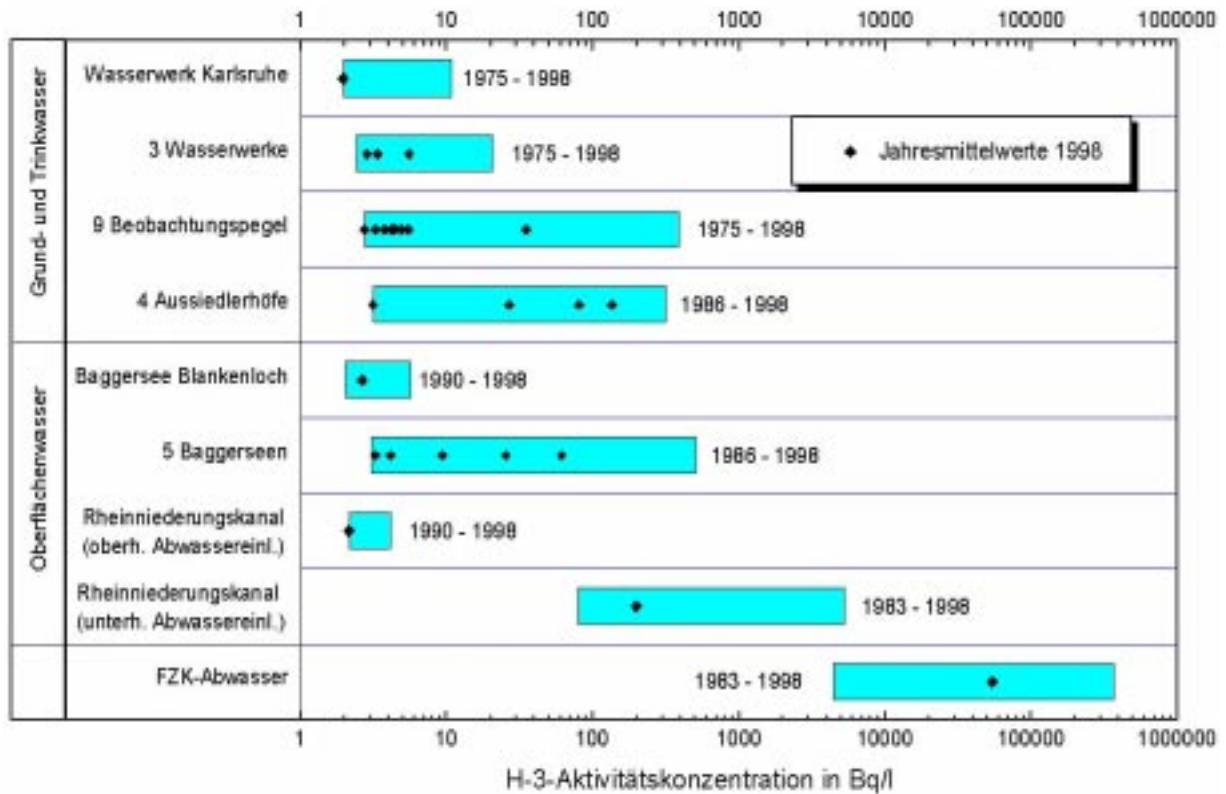


Abb. 5-18: Schwankungsbereiche der Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration von Grund- und Trinkwasser, Oberflächenwasser und FZK-Abwasser

Abb. 5-18 zeigt die Schwankungsbereiche der Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration der Wasserarten von Probenentnahmestellen im Bereich des Rheinniederungskanals (s. Abb. 5-11). Für alle Wasserarten ist ein Rückgang der Werte festzustellen. Zum Vergleich enthält die Grafik auch die Jahresmittelwerte der H-3-Aktivitätskonzentration des Abwassers aus dem Forschungszentrum. Da nicht alle Probenentnahmestellen für den gesamten Zeitraum von 20 Jahren Bestandteil des Umgebungsüberwachungsprogramms waren, ist jeweils der Zeitraum, für den die Werte dargestellt sind, angegeben.

5.3.1.3 Meßfahrten

Im Rahmen des Störfalltrainingsprogrammes werden monatliche Meßfahrten zu wechselnden Meß- und Probenentnahmeorten durchgeführt. Die in der Zentralzone (Abb. 5-19) anzufahrenden Stellen wurden gemäß dem "Besonderen Katastropheneinsatzplan für die Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe" festgelegt. Ziel dieser Meßfahrten ist das Training des Rufbereitschaftspersonals der HS-US. Alle Meßergebnisse entsprachen der Erwartung und zeigten keinerlei Auffälligkeiten.



Abb. 5-19: Meß- und Probenentnahmeorte in den Sektoren der Zentralzone gemäß dem "Besonderen Katastropheneinsatzplan für das Forschungszentrum Karlsruhe"

5.3.1.4 Ergänzende Überwachungsmaßnahmen

Wenn sich im Rahmen der Routineüberwachung gegenüber bekannten Schwankungsbereichen signifikant erhöhte Radioaktivitätsmeßwerte ergeben, für die sich bei konservativer Betrachtung ein relevanter Bruchteil der Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV abschätzen läßt, werden ergänzende, zeitlich befristete Überwachungsmaßnahmen durchgeführt, deren Umfang dem jeweiligen Anlaß angemessen ist. Ergänzende Überwachungsmaßnahmen sind z. B. eine Erhöhung der Probenentnahmefrequenz, eine Ausdehnung der Probenentnahmen auf andere Stellen als die im Routineprogramm festgelegten oder eine erweiterte Analytik.

Die H-3-Aktivitätskonzentration des Grundwasserpegels H0/1 (siehe Abb. 5-12), die in den Vorjahren erhöht war, blieb im Jahr 1998 mit maximal 52 Bq/l unter den Werten des vergangenen Jahres.

Im Bereich des Baugeländes der ANKA wurde bereits 1997 mit Untergrundmessungen der Ortsdosisleistung begonnen. Die Meßergebnisse für 1998 lagen im Mittel bei 0,2 mSv pro Quartal.

Aufgrund des öffentlichen Interesses am Radioaktivitätsgehalt im Grundwasser in der Umgebung des Rheinniederungskanals wurde eine Grundwasserprobe aus dem Bereich der Aussiedlerhöfe bei Rheinsheim mit besonders hoher Empfindlichkeit γ -spektrometrisch ausgewertet. Künstliche Radionuklide konnten nicht nachgewiesen werden.

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. Dieses Freimeßlabor wurde Anfang 1995 bei der Abteilung Umweltschutz in Kooperation mit der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe eingerichtet mit der Aufgabe, 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 Routineaufgaben der Gruppe "Chemische Analytik" gehören des weiteren die Beschaffung der benötigten radioaktiven Stoffe, die Herstellung von Kalibrierstandards und die Bilanzierung des Bestands an radioaktiven Stoffen für die Abteilung HS-US. Neben begleitenden Arbeiten zur Qualitätssicherung werden Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung bestehender Verfahren und zur Einführung neuer Methoden geleistet.

Neben diesen Routineaufgaben werden nuklidspezifische Bestimmungen gegen Berechnung auch für externe Auftraggeber durchgeführt. Zur Überprüfung von Geräten und Methoden hat die Gruppe auch 1998 an verschiedenen Ringversuchen und Vergleichsmessungen teilgenommen, wobei durchweg sehr gute Ergebnisse erzielt werden konnten.

5.4.1 Radiochemische Arbeiten

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

Die im Laufe des Jahres 1998 insgesamt in der Gruppe "Chemische Analytik" durchgeführten Laborarbeiten sind in Tab. 5-16 aufgelistet. Abb. 5-20 vermittelt einen Überblick über den zeitlichen Aufwand für die 1998 angefallenen radiochemischen Arbeiten.

Im Berichtszeitraum wurde wöchentlich die Fortluft der Verbrennungsanlage der HDB (Bau 536), der LAW-Eindampfanlage (Bau 545), der stillgelegten MAW-Eindampfanlage (Bau 555), der Anlagen zur Gerätedekontamination und Verschrottung der HDB (Bau 548 Ost und West) und des MZFR (Bau 920c) auf C-14 überwacht. Aus der Verbrennungsanlage wurden im gesamten Jahr 1998 nur 6,5 % der nach Abluftplan zulässigen C-14-Ableitungen von 1,4 TBq emittiert, aus den LAW- und MAW-Eindampfanlagen nur 0,12 % von 100 GBq. Bei der Überwachung der Anlagen zur Gerätedekontamination und Verschrottung konnten nur Werte unter der Erkennungsgrenze, die bei 2,6 Bq/m³ liegt, gemessen werden. Aus dem MZFR wurden 1998 nur 6 % der nach Abluftplan zulässigen C-14-Ableitungen von 10 GBq abgegeben.

Tätigkeitsgebiet	Art der Analysen	Anzahl der Bestimmungen
Umgebungsüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	17
	Sr-89, Sr-90	13
	K-40	185
Abwasserüberwachung	Pu-238, Pu-239/240	14
	Pu-241	14
	Sr-89, Sr-90	24
	C-14	12
	Fe-55, Ni-63	16
	Am-241, Cm-242, Cm-244	2
	S-35	12
α -Bruttomessungen	12	
Fortluftüberwachung	C-14	293
Freimeßlabor	U-238, U-235, U-234	15
	Pu-238, Pu-239/240	61
	Pu-241	56
	Am-241, Cm-242, Cm-244	1
	Sr-89, Sr-90	8
	Fe-55, Ni-63	28
	C-14	60
	H-3	4
Kalibrierstandards	K-40, Pu-236, Pu-241, U-232, Sr-90	70
	Am-241, J-131, Ra-226	
	LSC (Fe-55, Ni-63, H-3, C-14)	36
Kontroll- und Vergleichsanalysen	Sr	14
	Pu (α -Strahler)	15
	Pu-241	8
	Am-241, Cm-242, Cm-244	2
	U	25
	C-14	2
	S-35	2
	H-3	4
	Fe-55, Ni-63	10
Blindelektrolysen	242	
Ringversuche	U	8
	Pu	8
	Sr	4
	Fe, Ni	4
Entwicklungsarbeiten	Am	24
	U, Th	8
	Ra-226	19
Gastwissenschaftler	Pu	60
	U	33
	Ra-226	25
	Po-210	50

Tab. 5-16: Arbeiten der Gruppe „Chemische Analytik“ im Jahr 1998

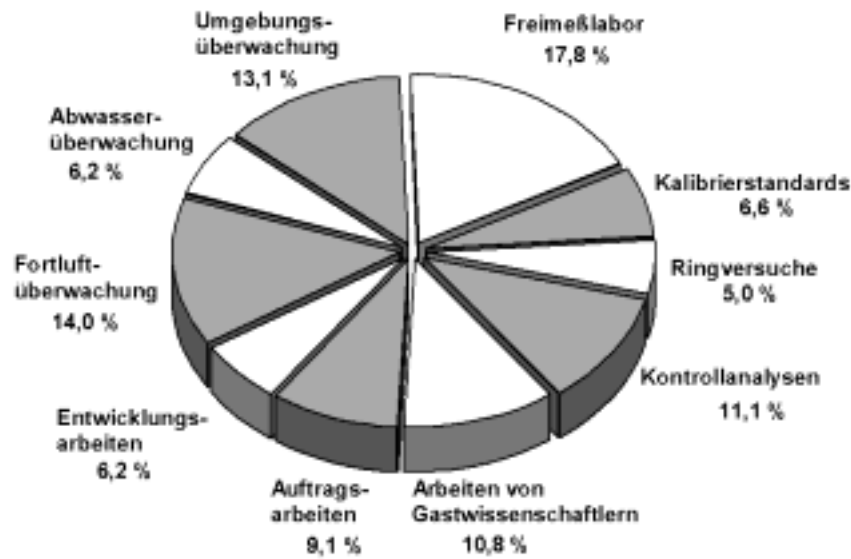


Abb. 5-20: Aufteilung der radiochemischen Arbeiten nach Zeitaufwand im Jahr 1998

Zur Bilanzierung der 1998 mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe wurden in Monatsmischproben aus den Endbecken Pu- und Sr-Isotope radiochemisch bestimmt. In den gleichen Proben wurden außerdem C-14 und S-35 bestimmt. Für S-35 konnten nur Werte unterhalb der Erkennungsgrenze ermittelt werden, die zwischen 5,1 und 7,6 Bq/l lag. Im Unterschied zu den Vorjahren wurden 1998 in den Monatsmischproben meßbare Konzentrationen an C-14 gefunden. Die Konzentrationen stiegen von 11,4 Bq/l im Januar auf 118,9 Bq/l im März an und fielen dann bis August auf 4,4 Bq/l ab. Im September und Oktober konnten nur Werte unter der Erkennungsgrenze gemessen werden, die bei allen Messungen 1,7 Bq/l betrug. Im November wurden 6,8 Bq/l gemessen, im Dezember 4,0 Bq/l.

Die Überwachung der Plutoniumkonzentrationen der bodennahen Luft brachte ein mit 1997 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 0,04 und 0,07 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ lagen. An der Sammelstelle "Nordost" wurden im dritten Quartal 1998 Plutoniumwerte gemessen, die etwa um den Faktor 10 über der Erkennungsgrenze liegen, und zwar 0,28 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Pu-238 und 0,76 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Pu-239/240. Im gleichen Quartal wurde auch an der Sammelstelle "Südwest" Pu-239/240 gemessen, und zwar 0,08 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, während für Pu-238 nur ein Wert unter der Erkennungsgrenze von 0,04 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ erhalten wurde. Auch im vierten Quartal 1998 wurde an der Sammelstelle "Nordost" Plutonium gemessen, allerdings lagen die Meßwerte mit 0,11 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Pu-238 und 0,14 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Pu-239/240 nur um den Faktor 3 über der Erkennungsgrenze.

Zusätzlich wurden Auftragsarbeiten für kerntechnische Anlagen durchgeführt, die nach einer aufwandsbezogenen Gebührentabelle in Rechnung gestellt wurden. Im Jahr 1998 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 Kernkraftwerks Neckarwestheim. In einer zusätzlichen Abwassermischprobe des Kernkraftwerks Obrigheim wurde Fe-55 und Ni-63 bestimmt, in zwei Primärwasserproben wurde der Gehalt an Plutonium-, Americium- und Curium-Isotopen ermittelt. In 15 Wasserproben des Kernkraftwerks Neckarwestheim wurde der Gehalt an Fe-55 und Ni-63 bestimmt.

5.4.2 Plutonium- und Strontiumableitungen mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe 1998

M. Pimpl, B. Rolli

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 1998 erfolgten monatlichen Aktivitätsabgaben von Plutonium und Sr-90 mit dem Abwasser des Forschungszentrums in den Vorfluter sind Tab. 5-17 zu entnehmen. Abb. 5-21 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Plutonium- und Strontiumableitungen in den Vorfluter seit 1986. Die Strontiumableitungen sind in der gleichen Größenordnung wie 1997.

Monat	Emissionsraten in MBq/Monat			
	Pu-238	Pu-239/240	Pu-241	Sr-90
Januar	< 0,014	0,019	< 1,2	0,98
Februar	< 0,006	0,007	< 0,5	0,17
März	< 0,007	0,018	< 0,7	0,54
April	0,032	0,13	2,1	5,8
Mai	0,008	0,009	1,6	4,8
Juni	< 0,012	< 0,012	2,1	2,9
Juli	0,011	< 0,008	2,5	1,6
August	< 0,008	< 0,008	0,7	1,3
September	0,008	< 0,005	< 0,6	3,6
Oktober	0,012	0,010	< 0,8	12,7
November	0,013	0,012	1,7	8,3
Dezember	0,008	< 0,008	< 0,7	5,7

Tab. 5-17: Emissionsraten mit dem Abwasser des Forschungszentrums 1998

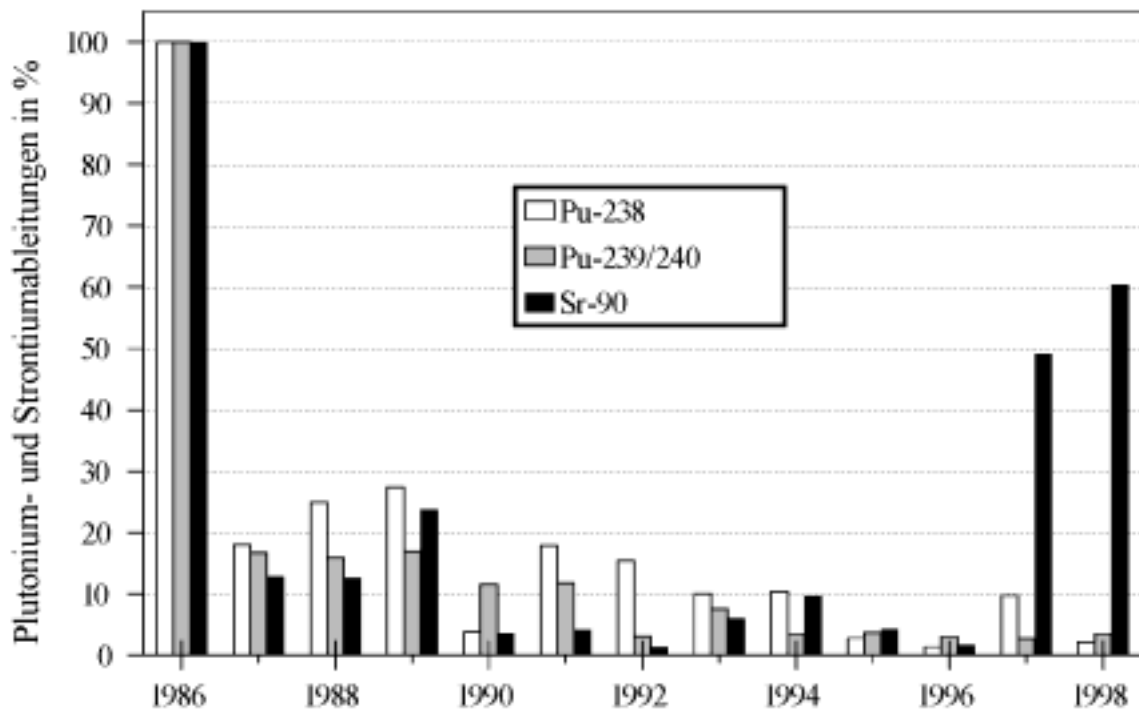


Abb. 5-21: Entwicklung der mit dem Abwasser aus dem Forschungszentrum abgeleiteten Aktivitäten an Pu-238, Pu-239/240 und Sr-90 von 1986 bis 1998 (Ableitungen von 1986 sind gleich 100 % gesetzt)

5.5 Das Freimeßlabor

Chr. Wilhelm, M. Pimpl

Beim Abbau kerntechnischer Anlagen fallen radioaktive Reststoffe an. Diese sind nach § 9a AtG 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 Gamma-Spektrometrie erforderlich. In manchen Fällen kann auch zusätzlich eine nuklidspezifische Analyse von solchen Radionukliden notwendig sein, die durch Gamma-Spektrometrie 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 Januar 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 1998 durchgeführten Analysen ergibt sich aus Tab. 5-18. Die physikalischen Direktmeßverfahren werden in der Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ der HS-US, chemische Arbeiten und Bestimmungen in der Gruppe „Chemische Analytik“ der HS-US durchgeführt.

Jahr	Anzahl der Analysen		
	Direktmessung	nach radiochemischer Aufarbeitung	Summe
1995	2591	145	2736
1996	2073	250	2323
1997	1754	867	2621
1998	1286	511	1797

Tab. 5-18: Anzahl der im Freimeßlabor durchgeführten Analysen in den Jahren 1995 - 1998

Im Freimeßlabor wurden auch 1998 überwiegend interne Aufträge bearbeitet. Beim Rückbau der kerntechnischen Anlage MZFR fielen auch 1998 viele Bauschuttproben an, die einer Freigabemessung zu unterziehen waren. Weitere nuklidspezifische Bestimmungen wurden auch 1998 an Proben der getrockneten Chemie-Klärschlämme des Forschungszentrums durchgeführt, die nach einer 1996 erteilten Genehmigung als gewöhnlichen Abfall entsorgt werden können, wenn ihre nuklidspezifischen Aktivitäten vorgegebene Richtwerte unterschreiten. Das Freimeßlabor hat in diesem Rahmen die Aufgabe, die Homogenität der getrockneten Schlämme in Bezug auf die spezifische Aktivität charakteristischer Nuklide zu überprüfen und die nuklidspezifischen Bestimmungen zur Vorbereitung der Freigabe durchzuführen. Von HDB wurde darüber hinaus eine größere Anzahl Proben zur Untersuchung geliefert, die im Rahmen des Rückbaus von HDR, KNK und WAK angefallen waren. Zusätzlich wurden kleinere Aufträge interner und externer Auftraggeber bearbeitet.

5.5.1 Physikalische Direktmeßverfahren

Chr. Wilhelm, D. Kerl (HDB), S. Rinn, Ch. Stickel, R. Maier, H. Genzer

Unter den physikalischen Direktmeßverfahren sind solche radiometrische Meßverfahren zu verstehen, die keiner chemischen Probenvorbereitung bedürfen. Die im Freimeßlabor angewandten Verfahren sind: Gamma-Spektrometrie (50 bis 2 000 keV), niederenergetische Gamma-Spektrometrie (10 bis 150 keV), Flüssigszintillationsspektrometrie bei Tritium, C-14, P-32 oder S-35 in wäßrigen Lösungen sowie bei Tritium oder C-14 auf Wischtestproben und Alpha-Beta-Gesamtaktivitätsmessungen. Sie werden in der Gruppe „Abwasserüberwachung und Spektrometrie“ durchgeführt. Da in dieser Gruppe ebenfalls die Analysen für die Emissions- und Immissionsüberwachung durchgeführt werden, kann bei der Analyse von Freimeßproben größtenteils auf die bereits vorhandenen Kalibrierungen zurückgegriffen werden.

In Tab. 5-19 sind Art und Anzahl der im Jahr 1998 im Rahmen des Freimeßlabors mittels Direktmeßverfahren durchgeführten Analysen wiedergegeben.

Analysenverfahren	Anzahl der Analysen im Jahr 1998
Gammaspektrometrie <ul style="list-style-type: none"> • Schnellanalysen (100 min Meßzeit) • Low-Level- Analysen (1000 min Meßzeit) 	223 933
Flüssigszintillationsmessungen <ul style="list-style-type: none"> • an Flüssigkeiten • an Wischtests 	95 18
α/β -Gesamt-Aktivitätsmessungen	17

Tab. 5-19: Anzahl der Analysen mittels Direktmeßverfahren im Jahr 1998 im Rahmen des Freimeßlabors

5.5.2 Chemische Arbeiten und Bestimmungen

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

Die Zahl der angelieferten Proben, in denen Radionuklide nach radiochemischer Abtrennung nuklidspezifisch zu bestimmen waren, belief sich 1998 auf 528 und lag damit etwa 40 % niedriger als im Vorjahr. In 252 Proben, hauptsächlich Bauschutt und Metallspänen, war H-3 in Form von austauschbarem HTO zu bestimmen. In 28 Proben wurde der Gehalt an Fe-55 und Ni-63 ermittelt, in 60 Proben die spezifische Aktivität an C-14, und in acht Proben die spezifische Aktivität an Sr-89/90. Insgesamt 15 Proben wurden auf ihren Gehalt an U-238, U-235 und U-234 untersucht. In 61 Proben wurden die Alphastrahler Pu-238 und Pu-239/240 bestimmt, in 57 dieser Proben auch der Gehalt an dem niederenergetischen Betastrahler Pu-241. Schließlich wurde noch in einer Probe die spezifische Aktivität der Alphastrahler Am-241, Cm-242 und Cm-244 ermittelt. Zur Absicherung der Ergebnisse wurden auch 1998 zahlreiche Vergleichs- und Blindanalysen durchgeführt, die mit den insgesamt in der Gruppe „Chemische Analytik“ durchgeführten Qualitätssicherungsmaßnahmen in Tab. 5-16 in Kapitel 5.4.1 enthalten sind.

Vom zeitlichen Aufwand für radiochemische Bestimmungen im Freimeßlabor entfielen 1998 etwa 35 % auf die von BTI angelieferten Proben der getrockneten Chemieklärschlämme des Forschungszentrums Karlsruhe, etwa 60 % auf Proben aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (MZFR, HDR, WAK, KNK). Etwa 5 % des gesamten Zeitaufwands entfielen auf kleinere Aufträge interner und externer Auftraggeber.

5.5.3 Radon am Arbeitsplatz

5.5.3.1 Messungen in Wasserwerken

J. Schmitz, R. Nickels

Die vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg angeregten und finanziell unterstützten Erhebungsmessungen in Wasserwerken wurden vor Ort abgeschlossen und 1998 ausgewertet. Die Arbeiten verstehen sich als Beitrag zur Strahlenschutzvorsorge und stehen im Einklang mit Artikel 40 der Euratom-Richtlinie 96/12 vom 13. Mai 1996. Über die Zwischenergebnisse wurde beim Radon-Statusgespräch 1996 bereits berichtet und die eingesetzte Meßtechnik beschrieben.

Als Grundlage für die Vorausplanung und für die statistischen Angaben wurde die 106. Wasserstatistik der Bundesrepublik Deutschland (1994) herangezogen und auch nach Erscheinen der 1996er Ausgabe beibehalten. Von insgesamt ca. 240 Wasserwerken in Baden-Württemberg wurden 80 Wasserwerke mit über 1 000 Betriebspunkten aufgenommen und gemessen. Wichtiger Bestandteil der Aufnahme war die Ermittlung der tatsächlichen Aufenthaltszeiten der Beschäftigten an den Betriebspunkten. In den 80 Wasserwerken sind ca. 700 Personen beschäftigt und im Mittel etwa 180 Stunden in den Betriebspunkten anwesend. Alle Erhebungsdaten wurden in Formblätter aufgenommen und – wenn notwendig – mit einer kurzen Empfehlung zur Verbesserung der Expositionssituation dem Versorgungsunternehmen zum Teil noch am gleichen Tag zugestellt. In einigen Fällen mit besonders hohen Konzentrationen wurde ein Beratungsgespräch mit der Betriebsleitung geführt und über Abhilfemaßnahmen diskutiert. Daraus ergab sich dann auch eine Reihe zum Teil sehr detaillierter Nachmessungen nach durchgeführten Sanierungsversuchen.

Für die Auswahl der Betriebe war eine Reihe von Gesichtspunkten maßgeblich, z. B. Beschäftigtenzahl, Größe des Versorgungsgebietes, hydrogeologische Gegebenheiten, Flächendeckung u. a.

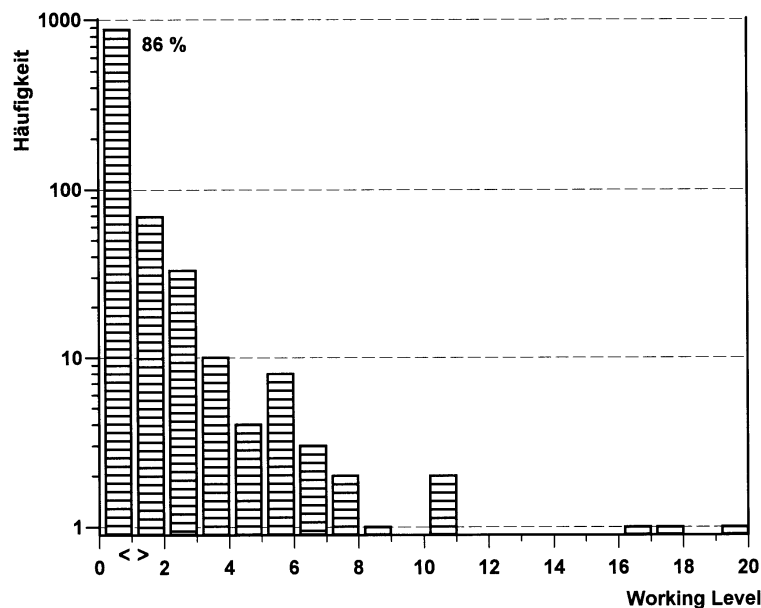


Abb. 5-22: Radon-Folgeprodukt-Konzentration in Wasserwerken (B.-W.), Einzelwerte von 1013 Betriebspunkten

Gegenüber dem Vorjahresbericht änderten sich die statistischen Ergebnisse nur geringfügig: 15 % der insgesamt 1 013 erfaßten Betriebspunkte überschritten die Radonfolgeprodukt-Konzentration von 1 Working Level, was als Obergrenze des Normalbereichs bei einer statistisch erhobenen Arbeitszeit von 180 Stunden (= 1 month) pro Jahr anzunehmen ist. Die höchsten Konzentrationswerte lagen zwischen 10 und 20 WL (= 40 bis 70 kBq FP m⁻³) (s. Abb. 5-22).

Faßt man die entsprechenden Betriebspunkte zu den Betrieben zusammen, so überschreiten ca. 10 % der Betriebe einen mittleren Konzentrationswert von 1 WL. Die Arbeitsplätze von etwa 80 Beschäftigten fallen in den Ermessensbereich (Abb. 5-23).

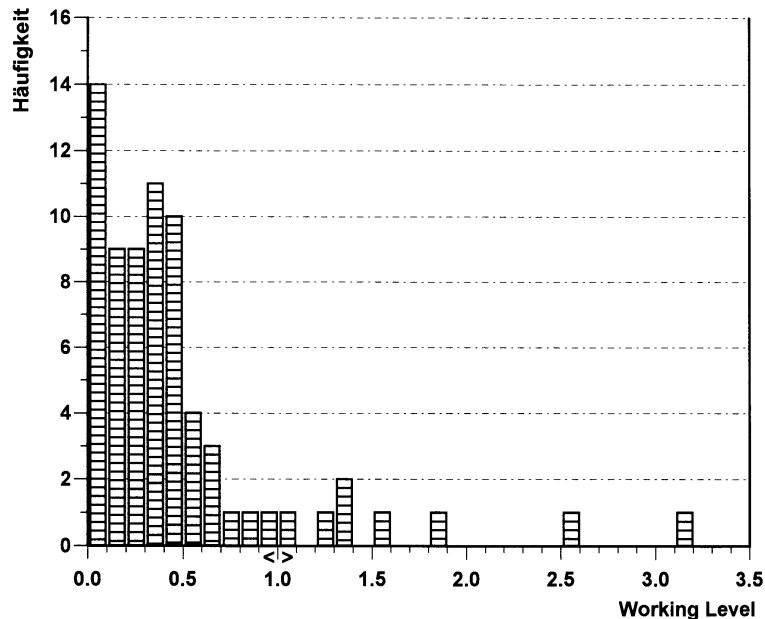


Abb. 5-23: Radon-Folgeprodukt-Konzentration in 80 Wasserwerken(B.-W.), Mittelwerte aus zugehörigen 1013 Betriebspunkten

Eine Untersuchung aller noch nicht gemessenen Wasserwerke in Baden-Württemberg ist in der gleichen detaillierten Weise kaum möglich. Deshalb ergibt sich wie bei einem bundesweiten Meßprogramm für Arbeitsplätze die Frage, ob eine positive oder negative Auswahl möglich ist. Hier sind - neben rein anlagenspezifischen Parametern - sicher die Haupteinflußgrößen Radonquellterm und Radontransport im Gewinnungsbereich. Markiert man auf der Landkarte alle gemessenen Wasserwerke mit Folgeprodukt-Konzentrationen über 0,5 WL, so ergeben sich drei geologische Schwerpunkte: der südliche Schwarzwald etwa südlich der Linie Villingen – Freiburg (granitische Talfüllungen), der Bereich nordwestlich des Nördlinger Ries‘ (Keuper/Stubensandstein) und das untere Taubertal (Muschelkalk). Hinzu kommen einige 'Hot Spots' im Rheintal, eventuell Granitschotterlinsen, aus denen das Trinkwasser gewonnen wird. Auch wird zur Zeit diskutiert, ob etwa ein Sanierungsprogramm mit passiven Radondosimetern vorgeschaltet werden kann, um belastete Gewinnungsbetriebe herauszufinden.

Als weiteres Kriterium zur Definition möglicherweise radonbelasteter Gewinnungsgebiete wurde versucht, die Daten der seit vielen Jahren laufenden Trinkwasseruntersuchungen des BGA (WaBoLu-Labor, jetzt BfS) mit den eigenen Ergebnissen zu korrelieren. Es zeigen sich wenig überzeugende Zusammenhänge zwischen Radon im Trinkwasser und Radon in der Behälterluft bei den ca. 40 Gewinnungsbetrieben, deren Ort der Probenherkunft übereinstimmte. Die allgemein schlechte Übereinstimmung der beiden Ergebnisgruppen liegt wahrscheinlich auch in der Zielstellung der WaBoLu-Studie begründet, die reale Belastung der Bevölkerung, d. h. „am Wasserhahn“ zu bestimmen. Hinzu kommt die Tatsache, daß in vielen Städten die Trinkwasserversorgung einzelner Stadtgebiete mit Wässern unterschiedlicher Herkunft erfolgt oder z. B. mit bedarfsweise zugeschalteter Fernwasserversorgung. Sicher sind aber hohe Trinkwasserwerte eine

Indikation zur möglichen Exposition im Gewinnungsbereich. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden auf der 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz in Lindau vorgestellt.

5.5.3.2 Messungen im Bergbau

1997 wurden die ca. 1½ Jahre unterbrochenen Detailmessungen an höher exponierten Untertagearbeitsplätzen, zunächst in Bayern und 1998 auch in den anderen Bundesländern wieder aufgenommen. Ziel der Arbeiten ist, diejenigen Arbeitsplätze detailliert mit kontinuierlichen, integrierenden und Momentan-Meßgeräten so zu durchleuchten, daß konkrete Strahlenschutzvorschläge auf der Basis der SSK-Empfehlung vom 30.06.1994 gemacht werden können, und dies in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden, insbesondere den Bergbehörden. Daneben soll die bestehende Liste der Erhebungsmessungen von 1989 bis 1993 ergänzt werden, da in neuerer Zeit vermehrt der alte Bergbau, z. B. zur Belebung des Fremdenverkehrs als Schaubergwerk, wieder aufgewältigt wird.

So wurden in Bayern mit Unterstützung durch das Umweltministerium in München sieben neue Erhebungs- und sechs Detailuntersuchungen durchgeführt. In Baden-Württemberg wurden drei Nachmessungen nach Erweiterung und insgesamt sieben Detailuntersuchungen durchgeführt. Dasselbe gilt für das Saarland und Rheinland-Pfalz: jeweils eine Detaillierung in einer Produktionsgrube und einer neuen Besuchergrube im Saarland sowie zwei neue Erhebungen und drei Detailuntersuchungen im Bergamtsbezirk Koblenz. In Nordrhein-Westfalen wurden in Zusammenarbeit mit dem MPA Dortmund in vier Untertage-Betrieben Detailaufnahmen durchgeführt, wobei besonders zwei Asthma-Therapie-Einrichtungen durchleuchtet wurden. Hinzu kamen zwei Nachmessungen in geänderten Besuchergruben. In Niedersachsen wurden noch drei Besucherbetriebe im Detail untersucht und eine wiederaufgewältigte Untersuchungsgrube der TU Clausthal erstmals ausgemessen. Damit wurden alle zur Zeit bergrechtlich zugelassenen Untertage-Arbeitsplätze in Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und im Saarland von uns erfaßt. In Nordrhein-Westfalen sind noch einige wenige Nachmessungen notwendig.

Bisher unberücksichtigt bei den Erhebungsmessungen untertage waren die Zivilschutzeinrichtungen des Bundes. Natürlich spielt die Exposition durch Radon im Ernstfall keine Rolle; jedoch ist häufig in der jetzigen Erhaltungsphase der Zivilschutzstollen der immer gleiche Personenkreis mit der Wartung und den wiederkehrenden Prüfungen befaßt. Bei realistischer Abschätzung sind derartige Gruppen, z. B. der örtliche Katastrophenschutzdienst oder der TÜV, 100 bis 150 Stunden pro Jahr in diesen Anlagen. Damit werden Folgeprodukt-Konzentrationen über 1 WL dosisrelevant. Insgesamt 20 Zivilschutzeinrichtungen wurden im Rahmen des Verlängerungsprogrammes ausgemessen und ein rechnerischer Mittelwert von ca. 0,15 WL erhalten. Die höher exponierten Stollen (0,5 - 1,4 WL) waren überwiegend solche, die durch Türen dicht verschlossen waren, während andere (niedrigere) im gegenwärtigen Erhaltungszustand nur mit Gittertüren gesichert werden. Entsprechende Verbesserungsvorschläge wurden von uns den Leitstellen gegeben. Einen Sonderfall stellt der Bundesarchivstollen („Offizielle Einlagerungsstelle der Bundesregierung“) in Oberried dar, bei dem mit kontinuierlichen Messungen gezeigt werden konnte, daß die Lüftung durch einen Wetterkurzschluß zeitweise ihre Funktion nicht erfüllt.

1997 wurde die Umgebungsüberwachung (Radon) im Bereich der ehemaligen Urangrube Krunkelbach nach 15 Jahren beendet. Die zu Gruppenwerten zusammengefaßten Quartalswerte der passiven Radondosimeter (Grubengelände, talaufwärts, talabwärts) sind in Abb. 5-24 für die letzten zehn Jahre dargestellt. Deutlich wird sichtbar, daß die in der Auflassungsphase durchgeführten Arbeiten wie Auserzen der Grube, Umschichten der Tageshalde, Verfüllen der Übertageanlagen usw. einen meßbaren Einfluß auf die Radonkonzentration hatten (Ende 1989 – Anfang 1991), daß dann aber die ursprünglich dem Grubenbetrieb zugesprochenen Hochwerte im Sommerhalbjahr regelmäßig wiederkehren, auch wenn keine Grubenabwetter mehr freigesetzt wer-

den und das Gelände abgedeckt, rekultiviert und begrünt ist. Die sommerlichen Hochwerte resultieren aus einer natürlichen Anomalie. Die Grube lag im Bereich eines granitischen, teilweise unbewachsenen Blockfeldes, das unabhängig von der Bergbautätigkeit hohes natürliches Emanationsvermögen zeigt. Der langjährige Radon-Mittelwert für die Gemeinde Menzenschwand beträgt nach unseren Ergebnissen etwa 30 Bq m^{-3} und ist nicht durch die (ehemalige) Urangrube beeinflusst.

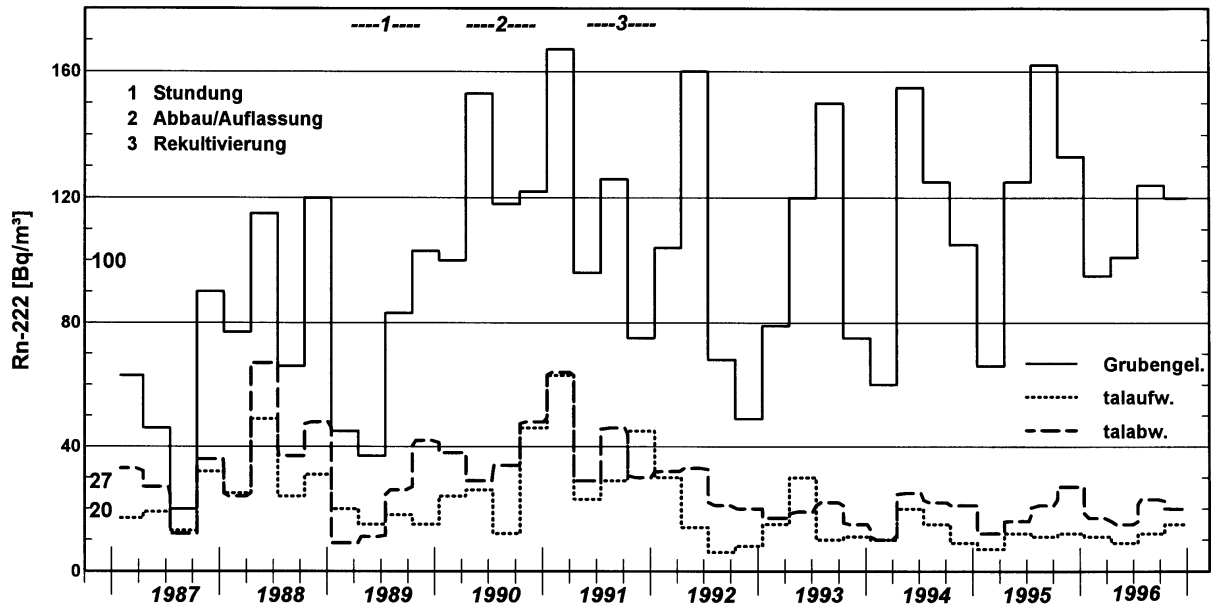


Abb. 5-24: Umgebungüberwachung Krunkelbachtal, passive Radondosimetrie 1987-1996 (Integr.-Zeit 3 Monate)

6 Werkschutz

von Holleuffer-Kypke

Mit Eingang der Genehmigung zur Deregulierung der kerntechnischen Sicherungsmaßnahmen, auf ein den reduzierten Verhältnissen angepaßtes Niveau konnte ab dem 06.03.1998 nicht nur am Außenzaun der Stacheldraht entfernt, sondern auch im Werkschutz und in der Objektsicherung der kerntechnischen Anlagen die Personalstärke den neuen Randbedingungen angeglichen werden. Gleichfalls wurde der im Rahmen der Objektsicherung kerntechnischer Anlagen mit einem Bewachungsunternehmen bestehende Vertrag gekündigt, da die verbleibenden Aufgaben im Rahmen des Werkschutzes liegen und das Personal der Abteilung die Durchführung übernahm. Zum Routinebetrieb kam am Samstag, den 19. September 1998, wieder ein Tag der offenen Tür dazu, den das Forschungszentrum durchführte. Die gesamte Abteilung war dabei nicht nur am Ereignistage selbst, an dem fast 30 000 Personen das Zentrum besuchten, sondern sowohl im Vorfeld bei der Planung als auch im Nachspann beim Abbau mit allen verfügbaren Kräften im Einsatz.

6.1 Anmeldung und Zugang

Im Jahr 1998 wurden 3 401 neue Ausweise ausgestellt und 3 868 Ausweise eingezogen. Die Gesamtzahl der im Umlauf befindlichen Ausweise belief sich 1998 auf 9 728, dabei setzt sich die Gesamtzahl wie folgt zusammen:

Organisation	Personenstatus	
	aktiv	Ruhestand
Forschungszentrum	3713	1700
BFE	97	26
FIZ	278	36
ITU	246	74
KBG	34	125
KHG	24	0
Universität	313	0
WAK	288	97
Gäste	55	0
Fremdfirmen	2622	0

Tab. 6-1: Werksausweise

Da nur Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH und die ihnen gleichgestellten Personen der anderen wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Ge-

lände rund-um-die-Uhr Zutritt haben, wurden von den Organisationseinheiten 4 105 Anträge für Zutritt/Arbeiten außerhalb der Regelarbeitszeit für Fremdfirmenangehörige bearbeitet.

Im Berichtszeitraum erstellte das Personal der Anmeldung 34 878 Besucherausweise (1997: 32 505) für den Zutritt zum Gelände, dazu kommen 112 Sonderzutritte (1997: 80) für Kinder unter 16 Jahren, die von den zuständigen Verantwortlichen der besuchten Organisationseinheit erteilt wurden. Für kurzfristig im Forschungszentrum eingesetzte Fremdfirmenangehörige wurden 1 862 befristete Besucherausweise (1997: 1 890) ausgestellt. Über Kurse in des Fortbildungszentrums für Umwelt und Technik kamen 2 125 Gäste (1997: 2 152) ins Gelände. Durch die Stabsabteilung Öffentlichkeitsarbeit und andere Organisationseinheiten wurden 447 Besuchergruppen (1997: 407) angemeldet und betreut. Am Tag der offenen Tür, dem 19. September 1998, kamen fast 30 000 Besucher und Besucherinnen zur Besichtigung des Forschungszentrums. An der Zentralen Lieferzufahrt wurden im Berichtszeitraum für Fremdfirmen und Anlieferer 19 883 Warendurchlasspassierscheine ausgestellt sowie 2 301 Anlieferungen/Abholungen von Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen bearbeitet. Die im Forschungszentrum tätigen Fremdfirmen hielten sich weitgehend an die Ordnungs- und Kontrollbestimmungen.

Gemäß den atomrechtlichen Auflagen wurden die Anträge zu Personensicherheitsüberprüfungen für Zutritt zum äußeren oder inneren Sicherheitsbereich in kerntechnischen Anlagen, bei der Aufsichtsbehörde eingereicht. Die zuständige Behörde hat bis auf wenige Einzelfälle dem Zutrittsersuchen stattgegeben. Bei der Anmeldung wurden im Berichtsjahr 13 Fundgegenstände abgegeben. Davon konnten drei 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 die Forschungszentrum Karlsruhe GmbH einen Werkschutz. Der Werkschutz kontrolliert den Zugang an den Toren und bestreift die Gebäude und die nicht zu kerntechnischen Inseln gehörenden Lagerbereiche und Freigelände sowie die KHG. In der Streifentätigkeit beobachtet der Werkschutz die Einhaltung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes, des vorbeugenden Brand-schutzes und des Umweltschutzes. Zusätzlich kontrolliert der Werkschutz in regelmäßigen Abständen angemeldete wissenschaftlich-technische Experimente, wobei gemäß Vorgabe die zuständigen Versuchsleiter im Falle von Störungen oder Ausfall der Anlage benachrichtigt werden. Im Berichtsjahr sind in der Alarmzentrale 1 988 Alarm- und Störmeldungen eingegangen und bearbeitet worden. Im Einzelnen waren es folgende Meldungen, getrennt nach Auslösungsursache:

allgemeine Meldungen	1 211	technische Überwachungen	445
Brandmelder	154	Objektsicherung	154
Strahlenschutz	16	Alarm-Übungen	8

Dabei kam es zu insgesamt 2 508 Einsätzen, die durch die Alarmzentrale zu dokumentieren waren. Im Einzelnen waren es folgende Einsatzgruppen, die gerufen wurden:

Wartungsdienste	767	Betriebsverantwortliche	577
Feuerwehr	257	Einsatzleiter vom Dienst	242
Einsatztrupps	251	Rufbereitschaften	218
Sankra-Deko	138	Strahlenschutz	58

Alle in der Alarmzentrale eingesetzten Mitarbeiter wurden weiterhin praxisbezogen weitergebildet, so daß in diesem Bereich ein fachkundiger Umgang mit den hochentwickelten technischen Systemen gewährleistet ist. Das Ausbildungsprogramm bezog auch die Vertreter der Alarmtelefonisten mit ein, um sie ebenfalls auf dem aktuellen technischen und administrativen Stand zu halten. 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.

Der Objektsicherungsdienst, der den Zugang zum Forschungszentrum kontrollierte und Streifen am Außenzaun und im Freigelände der Bereiche kerntechnischer Anlagen (HDB, ITU, WAK) durchführte sowie den Alarmverstärkungstrupp stellte, konnte zum 6. März 1998 eingestellt werden. Der Vertrag mit dem beauftragten Bewachungsunternehmen wurde beendet und die im Rahmen eines klassischen Werkschutzes notwendigen Aufgaben übernahm der Werkschutz des Forschungszentrums.

6.3 Werkfeuerwehr

6.3.1 Werkfeuerwehrsichten

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, werden der Feuerwehrtrupp oder die Rufbereitschaft der Werkfeuerwehr nachalarmiert. Bis zum Ende des ersten Halbjahres kam das Personal für den Feuerwehrtrupp aus verschiedenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums. Seit der zweiten Jahreshälfte wird der Feuerwehrtrupp durch Personal der Gruppe Werkschutzbereiche gebildet, wodurch eine Verfügbarkeit rund-um-die-Uhr möglich wird.

6.3.2 Einsätze und dienstbegleitende Aufgaben

Im Berichtszeitraum kam es zu 374 feuerwehrtechnischen Einsätzen. Der Anteil der Einsätze an einem Brand war dabei nur 2,4 %. Im Einzelnen waren es folgende Einsätze:

Technische Hilfeleistung	156	Brandmeldealarme	132
Personenbefreiung aus Aufzügen	58	Einsätze zur Tierrettung	15
Brandeinsätze	9	Hilfeleistung bei Verkehrsunfällen	4

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

Handfeuerlöscher	2 104	Überflurhydranten	347
Wandhydranten	232	Personen- u. Lastenaufzüge	192

Im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes wurden 93 Orts- und Arbeitsschutzbegehungen durchgeführt. In der Atemschutzzentrale der Werkfeuerwehr wurden die Atemschutz-Geräte 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	22 959
Preßluftatmer gewartet und geprüft	1 312
Lungenautomaten gewartet und geprüft	300
Druckluftflaschen (Volumen < 50 l) gefüllt	3 500
Druckluftflaschen zur wiederkehrenden Prüfung vorgeführt und gefüllt	415

Zu den oben beschriebenen Aufgaben kamen noch Überwachungen und Kontrollen von 392 Erlaubnisscheinen für Schweiß-, Schneid-, Löt- und Auftauarbeiten innerhalb des Geländes in feuergefährdeten Bereichen.

Für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an über tausend Dienstfahrrädern des Forschungszentrums wurden von der Werkfeuerwehr 639 Stunden aufgebracht. Auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes, hier ist die Werkfeuerwehr für das Vorhalten des notwendigen Materials zuständig, wurden 205 Beschaffungsaufträge und 501 Materialentnahmescheine bearbeitet.

6.3.3 Ausbildung

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, sowie der feuerwehrspezifischen Ausbildung in unserer Atemschutzübungsanlage. Dabei wurden folgende Übungen und Kurse durchgeführt:

Alarmübungen	8
Feuerwehrübungen mit dem Feuerwehrtrupp	20
Ausbildung zur Brandverhütung und Brandbekämpfung mittels Handfeuerlöscher (mit insgesamt 257 Teilnehmern)	23
Atemschutzkurse (mit insgesamt 299 Teilnehmern)	26
Ausbildung in der Atemschutzübungsanlage	930

Im Rahmen der 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	16	Motorsägenlehrgang	8
Prüfung zum Feuerwehrmann	4	Maschinenlehrgang	2
Sprechfunklehrgang	2	Atenschutzgerätwart/Gerätewart	2
Atenschutzgeräteträger	2	Umweltschutz I	1

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 204 Beanstandungen im Jahr 1997 auf 189 im Jahr 1998 läßt die Einsicht und das Verantwortungsbewußtsein der Fahrzeugführer erkennen. Mit 62 Verkehrsunfällen verringerte sich die Zahl der aufgenommenen und bearbeiteten Verkehrsunfälle gegenüber dem Vorjahr um 28 Fälle. Bei 24 Unfällen entstand nur leichter Sachschaden, während bei 38 Unfällen der geschätzte Schaden über 1 000 DM lag. Darüber hinaus waren zwei Unfälle mit Verletzungen von Personen zu bearbeiten. Bei drei Verkehrsunfällen haben sich die Unfallverursacher durch unerlaubtes Entfernen von der Unfallstelle der Unfallaufnahme entzogen. Die Verursacher konnten nur in einem Fall ausfindig gemacht werden, so daß in den anderen Fällen der Schaden von den Geschädigten selbst getragen werden mußte.

Monat	Anzahl der Verkehrsunfälle			Sachschaden < 1 000 DM 1998	Sachschaden > 1 000 DM 1998	Personenschäden 1998
	1996	1997	1998			
Januar	9	5	3	2	1	0
Februar	6	14	0	0	0	0
März	6	9	11	7	4	0
April	12	9	4	1	3	0
Mai	8	3	2	1	1	1
Juni	4	6	8	1	7	0
Juli	4	9	6	1	5	0
August	8	4	3	0	3	1
September	6	7	5	4	1	0
Oktober	10	5	6	1	5	0
November	7	14	9	3	6	0
Dezember	4	5	5	3	2	0

Tab. 6-2: Verkehrsunfälle

6.5 Schadensaufnahme

In Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachabteilungen wurden im Berichtsjahr 180 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. 29 300 DM beläuft. Da die Anzeigen viel zu spät bei der Schadensaufnahme eingingen, konnte kein Delikt aufgeklärt werden.

Die Zahl der gemeldeten Sachschäden liegt im Berichtszeitraum mit 67 Fällen (1997: 69) im Niveau des Vorjahres. Die deutlich höhere Schadensumme mit 529 TDM (1997: 144 TDM) ergibt sich aus einem Brandschaden im Bereich HIK, einem wirtschaftlichen Totalschaden eines Dienst-Kfz mit Anhänger und aus einem Transportschaden mit 60 TDM. Die Schadensgruppe Fahrbahnverunreinigungen durch Öl- und Kraftstoffspuren ist 1998 erstmals statistisch erfaßt.

beschädigte Gegenstände	Jahr	bekannt gewordene Fälle	aufgeklärte Fälle	geschätzter Schaden in TDM
Kabelschäden	1996	10	10	18
	1997	4	4	4
	1998	1	1	2
Lichtmasten	1996	3	1	5
	1997	2	2	10
	1998	1	1	5
Tore, Einzäunungen, Schranken	1996	6	6	5
	1997	3	3	27
	1998	3	3	14
Gebäude, Sachschäden	1996	15	13	574
	1997	12	9	36
	1998	21	16	337
Dienst-Kfz	1996	41	39	55
	1997	34	31	40
	1998	21	21	85
Verschiedenes (Fenster, Türen, Bedachungen, Transport- und Sturmschäden)	1996	10	10	11
	1997	14	14	27
	1998	13	13	76
Fahrbahnverunreinigung durch Öl- u. Kraftstoffspuren	1998	19	7	10
Summe	1996	85	79	668
	1997	69	63	144
	1998	79	62	529

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 27 845 Schließzylindern und 97 635 Einzelschlüsseln. Nach der Neukonzeption von Schließanlagen, die sich wegen der Errichtung von Neubauten oder durch Änderun-

gen in Arbeitsabläufen ergaben, mußten 363 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

Im Zuge der erteilten Genehmigung zum Rückbau der Außenzaunsicherung wurde auch die Zugangsregelung für den Forschungsbereich neu festgelegt. Der Forschungsbereich ist das eingezäunte Gelände des Forschungszentrums mit Ausnahme der innerhalb dieses Bereiches liegenden Sicherungsbereiche in einigen kerntechnischen Einrichtungen. Durch die neue Zugangsregelung wurde im wesentlichen die Ausstellung von Besucherausweisen und von Warendurchlasspassierscheinen für Anlieferer und Abholer von Materialien vereinfacht. Deshalb sollte das bestehende EDV-System mit Zentralrechner und einzelnen Arbeitsstationen zur Erstellung und Verwaltung der bisherigen Passierscheine durch ein einfaches Dateneingabe- und Drucksystem ersetzt werden. Die durchgeführten Marktanalysen ergaben, daß bestehende Systeme mit sehr aufwendigen Programmen ausgestattet sind. Als Alternative wurden auf unsere Belange zu programmierende Spezialdrucker angeboten. Es wurde deshalb entschieden, handelsübliche PC und Drucker zu verwenden. Nachdem ein Drucker-Typ ermittelt wurde, der die beiden sehr unterschiedlichen Formate des Besucherausweises und des Warendurchlasspassierscheines verarbeiten konnte, wurde das Layout für beide Ausweistypen entwickelt. Die auszudruckenden Daten werden per Tastatur und Bildschirm erfaßt und nach dem Ausdruck (2-fach) sofort automatisch wieder gelöscht. Für die Datenerfassung wurde innerhalb der Abteilung Werkschutz eine spezielle Bildschirmmaske und Datenverarbeitungsfolge programmiert, so daß mit wenigen einfachen Bedienschritten ein Ausdruck erstellt werden kann. Die Inbetriebnahme der sechs Arbeitsstationen mit Ausgabe der neuen Besucherausweise und Warendurchlasspassierscheine erfolgte am 20. Juli 1998.

Für den Zutritt von Fremdfirmenangehörigen außerhalb der regulären Arbeitszeit wurde ebenfalls als Eigenentwicklung ein neues Dateiverwaltungssystem eingerichtet. Alle notwendigen Daten werden in eine spezielle Bildschirmmaske eingetragen und im Server des abteilungseigenen LAN gespeichert. Dieses System ersetzt ab Dezember 1998 die Ausweisleser an den Toren zum Gelände sowie die Schreiben mit den Zusatzinformationen, z. B. über Beschließung, die in der Hauptwache aufbewahrt werden. Vom Personal in der Hauptwache können somit unverzüglich die Berechtigung der zutrittsbegehrenden Person einschließlich der besonderen Zusatzinformationen abgerufen werden.

In der Alarmzentrale wurde die zentrale Einrichtung der Gefahrenmeldeanlage durch Integration in das Anzeige- und Informationssystem (ASYS) auf den aktuellen technischen Stand gebracht. Die Bedienfelder der Gefahrenmeldeanlage mit ihren Bedien- und Anzeigefunktionen wurden mit Softwareupdates durch die Funktionstastatur des ASYS ersetzt. Die Bedienung wurde hierdurch vereinfacht und die Auflistungen auf dem 17“-Farbgrafik-Monitor übersichtlicher dargestellt. Auf einer Bildschirmseite können maximal zwölf Meldungen mit jeweils einer Zeilenlänge angezeigt werden. Je Zeile werden nach dem Quittieren Zusatzinformationen dargestellt. Die Meldungen werden nach ihrer Priorität angezeigt. Eine niederwertige Meldung wird bei Auftreten eines höherwertigen Zustandes überschrieben und in der Reihenfolge nach hinten plazierte. Meldungen gleicher Priorität werden in ihrer zeitlichen Reihenfolge angezeigt.

7 Veröffentlichungen

7.1 Veröffentlichungen, die gedruckt vorliegen

BAUMGÄRTEL, G.; HOEPPENER-KRAMAR, U.; RITTMAYER, C.; Freigabe von Abrißmaterialien. Atomwirtschaft-Atomtechnik, 43 (1998) Nr. 1, S. 20-23

BURGGHARDT, B.; VOLK, S.; Fingerringdosimeter der Karlsruher Meßstelle zur Messung der Oberflächen-Personendosis $H_p(0,07)$ durch Photonen- und Beta-Strahlung. Betadosimetrie mit Teilkörperdosimetersonden. Sitzungsbericht über Ergebnisse der ersten probeweisen Vergleichsmessungen 1996. PTB-Dos-29 (April 29) S. 20-26

HIGGY, R. H.; KHATER, A. E.; EL-TAHAWY, M. S., PIMPL, M.; Determination of plutonium in bottom sediments in some Egyptian lakes. Winter, M. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998 Bd. II S. 639-44; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

HOEPPENER-KRAMAR, U.; WILHELM, C.; KERL, D.; Das Freimeßlabor im Forschungszentrum Karlsruhe. Winter, M. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998, Bd. II S. 1008-13; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

HUBER, E.; Meßsystem zur Bestimmung der individuellen Exposition des Menschen durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder (Personendosimeter). Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6091 (Juli 98); Dissertation, Universität Karlsruhe 1998

JANAS, R. G.; AMEND, S.; SCHMIDT, B. F.; BURGGHARDT, B.; UGI, S.; Überwachung der Personendosis mit dem Flachgasdosimeter - eine Alternative zum Filmdosimeter. Voigtmann, L. [Hrsg.]; Medizinische Physik 1998: 29. Wissenschaftliche Tagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik e. V., Dresden, 14.-17. Oktober 1998; Dresden: Universitätsklinikum, 1998, S. 285-86

KOELZER, W. [Hrsg.]; Jahresbericht 1997 der Hauptabteilung Sicherheit. Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6130 (Juni 98)

MANDL, B.; PINTER, J.; Chemikalienrechtliche Aspekte bei der Entsorgung von Abfällen. Sander, H. P. [Hrsg.]; Praxishandbuch Abfall/Altlasten, T.3; Kap. 4.6.1, S. 1-14; Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst (Loseblattsammlung)

MANDL, B.; PINTER, J.; Chemikalienrecht begünstigt Beseitigung. Der Umweltbeauftragte, 6 (1998) Nr. 8, S. 14-15

MANDL, B.; PINTER, J.; BMU-LAGA Kompromiß fehlt die Trennschärfe. Der Umweltbeauftragte, 6 (1998) Nr. 6, S. 11-12

MANDL, B.; PINTER, J.; Entsorgung und Chemikalienrecht. Der Umweltbeauftragte, 6 (1998) Nr. 7, S. 3-4

MANDL, B.; PINTER, J.; Folgen falscher Verwertung. (Entsorgung und Umweltrecht Teil 4). Der Umweltbeauftragte (1998) Nr. 10, S. 2-3

MANDL, B.; PINTER, J.; Gefahrgut - sicher auf der Straße. Gefahrgut-Lotse. Hamburg: Storck-Verl., 1998

MANDL, B.; PINTER, J.; Gefahrgut - sicher auf der Straße. Bd. 1: Grundlagen, Pflichten und Haftung. Hamburg : Storck-Verl., 1998

MANDL, B.; PINTER, J.; Gefahrgut - sicher auf der Straße. Bd. 2: Organisation und Transportabwicklung. Hamburg: Storck-Verl., 1998

MASIN, W.; HUBER, E.; URBAN, M.; Metrologische Analyse eines Meßverfahrens zur Bestimmung der Exposition eines Menschen in niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern. Wissenschaftliche Berichte, FZKA-6090 (Juli 98)

POLIG, E.; The ICRP systemic intake model for actinides: possible revisions. Ukrains'kij Radiologijnij Zhurnal, 5 (1997) Nr. 4, S. 440-41

POLIG, E.; BRUENGER, F. W.; LLOYD, R. D.; MILLER, S. C.; Microdistribution of ²³⁹Pu in the beagle skeleton. Health Physics, 75 (1998) S. 251-58

SCHMITZ, J.; Radon an Arbeitsplätzen. Praxisorientierte Erfassung und Bewertung. Radon-Statusgespräch 1998, Neuherberg, 18./19.Mai 1998 : Festveranstaltung zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. W. Jacobi; Stuttgart [u. a.]: Fischer, 1998 S. 189-91 (Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; 17

SCHMITZ, J.; NICKELS, R. M.; Exposition durch Radon/Radon-Folgeprodukte in Wasserwerken. Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998 Bd. I S. 532-37; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

VILGIS, M.; WICKE, A.; THOMAS, M.; WINKELMANN, I.; HAUSKE, H.; In-Situ-Gammaspektrometrie in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe – Ergebnisse von Hubschrauber- und Bodenmessungen. Winter, M. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998 Bd. II S. 657-62; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

VILGIS, M.; WICKE, A.; WINTER, M.; Die Überwachung der Umweltradioaktivität am Forschungszentrum Karlsruhe Winter, M. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998 Bd. II S. 645-50; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

WICKE, A.; WINTER, M.; Die Fortluftüberwachung des Forschungszentrums Karlsruhe in Vergangenheit und Gegenwart. Winter, M. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998 Bd. II S. 564-69; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

WILHELM, Chr.; Erfahrungen aus der Umsetzung von Vorgaben des kerntechnischen Regelwerks zur Qualitätssicherung in einem Routinelabor. Winter, M. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt: 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998 Bd. II S. 671-76; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

WINTER, M.; HENRICHS, K.; DOERFEL, H. [Hrsg.]; Radioaktivität in Mensch und Umwelt. 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Lindau, 28. September - 2. Oktober 1998; Köln: TÜV-Verlag, 1998, FS-98-98-T

7.2 Veröffentlichungen, die nicht in gedruckter Form vorliegen

IOVTCHEV, M.; PIMPL, M.; GRIGOROV, T.; YORDANOVA, I.; Natural radioactive elements in water catchment basin: radium in the water from the Rila Mountain, Bulgaria. Internat. Symp. on Observation of the Mountain Environment in Europe, Bosowetz, BG, October 15-17, 1997

REICHERT, A.; Praktische Erfahrungen bei der Durchführung von Freigabemessungen mit der Freimeßanlage H 13630. Votr.: 1. Symp. TÜV-Nord Akademie 'Freigabe radioaktiver Stoffe aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes', Hamburg, 16. Juni 1998

WILHELM, Chr.; Advantages of the use of procount in a network demonstrated for the measuring laboratory of the central safety department at the Karlsruhe Research Center. Canberra Users' Group Meeting, Williamsburg, Va., June 3-5, 1998