

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

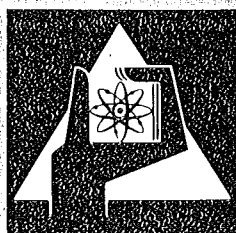
Mai 1975

KFK 2155

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

Jahresbericht 1974

Redaktion: H. Kiefer, W. Koelzer



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 2155

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

JAHRESBERICHT 1974

Redaktion: H. Kiefer, W. Koelzer

An der Erarbeitung dieses Berichts waren
alle Mitarbeiter der ASS beteiligt.

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe

Zusammenfassung

Die Durchführung und Gewährleistung des Strahlenschutzes und der technischen Sicherheit auf konventionellem und nuklearem Gebiet im Kernforschungszentrum Karlsruhe obliegt der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit.

Der vorliegende Bericht informiert über die einzelnen Aufgabengebiete, gibt die Ergebnisse der Routinemessungen im Jahre 1974 wieder und berichtet über neue Untersuchungsergebnisse und Entwicklungen der verschiedenen Arbeitsgruppen der Abteilung.

Abstract

Performing and safeguarding radiation protection and technical safety in the conventional and nuclear fields at the Karlsruhe Nuclear Research Center are duties of the Radiation Protection and Safety Department.

This report informs about the different duties, lists the results of routine measurements of 1974, and covers recent results of investigations and developments in the Working Groups of the Department.

Résumé

L'exécution et la garantie de la radioprotection et de la sécurité technique classique et nucléaire du Centre d'Etudes Nucléaires de Karlsruhe rentrent dans la compétence du Service "Radioprotection et Sécurité".

Ce rapport décrit les différents secteurs d'activité, résume les résultats des mesures routinières faites en 1974 et donne des renseignements relatifs aux nouveaux résultats d'études et aux réalisations des différents groupes de travail du Service.

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Aufgabengebiete und Organisation der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit	1
2. Administrative Aufgaben	4
2.1 Sicherheitsingenieur - Strahlenschutz	4
2.1.1 Strahlenschutzsicherheit	4
2.1.2 Personenkosiskartei	6
2.2 Sicherheitsingenieur - konventionelle Bereiche	7
2.2.1 Neue GfK-Sicherheitsvorschriften	7
2.2.2 Arbeitsschutzausschuß	9
2.2.3 Betriebsüberwachung	9
2.2.4 Arbeitsplatzüberwachung	11
2.3 Sicherheitsbeirat	12
2.4 Meldestelle für Kernbrennstoffe	13
2.4.1 Meldungen	13
2.4.2 Inspektionen	14
2.4.3 Plutonium-Transporte und Überwachung	14
2.5 Einsatzplanung und Organisation	14
2.5.1 Brandbekämpfungspläne	14
2.5.2 Ausbildung der Einsatzleiter vom Dienst	15
2.5.3 Kommunikationsmittel, Sicherheitseinrichtungen	16
2.5.4 Administration	16
3. Strahlenschutzüberwachung	17
3.1 Arbeitsplatzüberwachung	17
3.2 Dichtigkeitsprüfungen	21
3.3 Überwachung der Ableitungen	22
3.3.1 Abluftüberwachung	22
3.3.2 Abwasserüberwachung	24
3.4 Umgebungsüberwachung	32
3.4.1 Das Überwachungsprogramm	32
3.4.2 Meßergebnisse des Routineprogrammes	36
3.4.3 Besondere Überwachungsmaßnahmen	44
3.4.4 Nullpegelmessungen in der Umgebung von Kernkraftwerken	48
3.5 Personenüberwachung	51
3.5.1 Externe Dosis	51
3.5.2 Inkorporationsmessungen	52

	Seite	
3.6	Radiochemische Überwachungsarbeiten	54
3.7	Strahlenschutzmedizinische Grundsatz- und Organisationsfragen	55
4.	Strahlenschutzmeßmethoden	57
4.1	Dosisleistungsmessung	57
4.1.1	Optimale Background-Gammadiskriminierung der Zählrate bei Neutronenmessungen	57
4.1.2	Messung von Neutronenquellen mit geringer Emissionsrate	59
4.1.3	Strahlenbelastung durch implantierte ^{238}Pu -Nuklidbatterien	60
4.1.4	Erhebungsmessungen in Wohnhäusern und im Freien	62
4.2	β/γ -Dosimetrie	62
4.2.1	Energieabhängigkeit von selbstablesbaren Stabdosimetern	62
4.2.2	β -Empfindlichkeit von Thermolumineszenzdosimetern und selbstablesbaren Stabdosimetern	64
4.2.3	Kalibriermessung in β -Strahlenfeldern	65
4.2.4	Supralineares Verhalten von LiF-Dosimetern	66
4.2.5	Mehrfachauswertung von LiF-Dosimetern	67
4.3	Neutronendosimetrie	69
4.3.1	Neutronen-Tiefendosisverteilung im Phantom für eine ^{252}Cf -Quelle	69
4.3.2	Albedo-Neutronendosimeter	73
4.3.3	Albedodosimeter-Vergleichsmessungen	75
4.3.4	Latentbild-Fading in Neutronen-Kernspurdetektoren	76
4.3.5	Verwendung des NTA-Kernspurfilms als Kernspurätzdetektor	79
4.4	Messung von Einzelnucliden	80
4.4.1	Optimierung und Kalibrierung eines Sandwich-Detektors für Lungeninkorporationsmessungen und ein Vergleich mit Eigenbau-Argon-Methan-Proportionalzählern	80
4.4.2	Abschätzung der Strahlenbelastung im Uranbergwerk Menzenschwand	81
4.4.3	Die Entwicklung analytischer Methoden zur Bestimmung von ^{129}J in verschiedenen Probematerialien	82
4.4.4	Spezielle Messungen	84
5.	Strahlenschutzmeßgeräte	86
5.1	Wartung und Reparatur von Strahlenschutzmeßgeräten	86
5.2	Elektronische Entwicklungen	88
6.	Meteorologie	91
6.1	Statistische Auswertungen	91
6.1.1	Schemata zur Bestimmung der Ausbreitungskategorie	91
6.1.2	Streuung der Horizontalfluktuationen	93
6.1.3	Strahlungsbilanz	93
6.1.4	Richtungsbeständigkeit	95

	Seite	
6.1.5	Feuchte	96
6.1.6	Niederschlag	99
6.1.7	Ausbreitungsklimatologischer Standortvergleich	100
6.1.8	Bereitstellung meteorologischer Daten	100
6.2	Instrumentierung	101
6.3	Datenerfassungsanlage	102
6.3.1	Betrieb	102
6.3.2	Datenerfassungs- und -berechnungs-Programm MEDEB	103
6.3.3	CALAS-Benutzerprogramme	103
6.4	Auswerteprogramme	104
7.	Umweltschutz	106
7.1	Strahlenbelastung der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe	106
7.1.1	Strahlenbelastung im Jahre 1974	106
7.1.2	Vorausgeschätzte Strahlenbelastung im Jahre 1975	108
7.2	Meteorologisches Informationssystem für Kernkraftwerke	113
7.3	Dosiswerte in der Umgebung einer Wiederaufarbeitungsanlage bei intermittierender gasförmiger Aktivitätsfreisetzung	116
7.4	Auswirkungen von Kühltürmen großer Kernkraftwerke auf ihre Umgebung	118
7.5	Berechnung der Langzeit- γ -Dosis aus der Abluftwolke	122
7.6	Ausbreitungsversuche	122
7.6.1	Versuchsdurchführung	122
7.6.2	Weiterentwicklung der Probenahmetechnik	123
7.7	Langzeitmessungen der natürlichen Strahlungsdosis	126
7.8	Forschungsprogramm zur Bestimmung der Tritiumkontamination der Umwelt	127
7.9	Untersuchung des Radioaktivitätsgehaltes von Schlamm- und Bodenproben	132
8.	Bibliographie, Beratertätigkeit	140
8.1	Veröffentlichungen 1974	140
8.2	ASS-Berichte 1974, unveröffentlicht	145
8.3	Beratertätigkeit	147

Verzeichnis der benutzten Abkürzungen

ADB	Abteilung Dekontaminationsbetriebe
ADI	Abteilung Datenverarbeitung und Instrumentierung
ASS	Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit
ASS/Ch	Abt. Strahlenschutz und Sicherheit/Chemie
ASS/GM	Abt. Strahlenschutz und Sicherheit/Geräte und Methoden
ASS/TM	Abt. Strahlenschutz und Sicherheit/Theorie und Meteorologie
ASS/TSB	Abt. Strahlenschutz und Sicherheit/Technisches Sicherheitsbüro
ASS/O	Abt. Strahlenschutz und Sicherheit/Überwachung
AVW	Abteilung Versorgungsbetriebe und Werkstätten
BAW	Bundesamt für gewerbliche Wirtschaft
BGA	Bundesgesundheitsamt
BMI	Bundesministerium des Innern
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BSV	Bereichsstrahlenschutzverantwortlicher
CALAS	Computer Aided Laboratory Automatic System
DWD	Deutscher Wetterdienst
EKM	Einkauf und Materialwesen
EvD	Einsatzleiter vom Dienst
FERAB	Anlage zur Einengung fester radioaktiver Abfälle
FR 2	Forschungsreaktor 2
GAA	Gewerbeaufsichtsamt
GfK	Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe
GWK	Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH, Leopoldshafen
HDR	Heißdampfreaktor
HFK	Hand-Fuß-Kleider-Monitor
HPRR	Health Physics Research Reactor
HTR	Hochtemperaturreaktor
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAK	Institut für Angewandte Kernphysik
IASR	Institut für Angewandte Systemtechnik und Reaktorphysik
IEKP	Institut für Experimentelle Kernphysik
IHCh	Institut für Heiße Chemie
IKVt	Institut für Kernverfahrenstechnik
IMF	Institut für Material- und Festkörperforschung
IMF/LB	Institut für Material- und Festkörperforschung/Labor für Brennstabentwicklung
INR	Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
IRCh	Institut für Radiochemie
IRE	Institut für Reaktorentwicklung

IStL	Institut für Strahlentechnologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung
KBG	Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH
KFZK	Kernforschungszentrum Karlsruhe
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KTH	Kerntechnischer Hilfszug
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim
LAK	Landesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Immissions- und Strahlenschutz, Karlsruhe
MAGS	Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg, Stuttgart
Med	Medizinische Abteilung
LEM	Labor für Elektronik und Meßtechnik
LFT	Labor für Filterttechnik
LIT	Labor für Isotopentechnik
MAW	Medium Activity Waste (Mittelaktiver Abfall)
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor
MZK	Maximal zulässige Konzentration
ORNL	Oak Ridge National Laboratory
PACT	Projekt Actiniden
PNS	Projekt Nukleare Sicherheit
RBT	Abteilung Reaktorbetrieb und Technik
RBT/Z	Abt. Reaktorbetrieb/Heiße Zellen
r.F.	relative Feuchte
RPL	Radiophotolumineszenz
RVO	Reichsversicherungsordnung
SNEAK	Schnelle Null-Energie Anordnung Karlsruhe
SNR	Schneller Natriumgekühlter Reaktor
STARK	Schnell-Thermischer Argonaut-Reaktor Karlsruhe
SSV	Strahlenschutzverantwortlicher
SSVO	Strahlenschutzverordnung
SUA	Siemens-Unterrichts-Anordnung
SUAK	Schnelle Unterkritische Anordnung Karlsruhe
SUR	Siemens-Unterrichts-Reaktor
SWR	Siedewasserreaktor
TLD	Thermolumineszenzdosimeter
THTR	Thorium-Hochtemperatur-Reaktor
Tr.	Trockensubstanz
TU	Europäisches Insitut für Transurane
USAEC	United States Atomic Energy Commission
UVV	Unfallverhütungsvorschriften
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl

VDEW	Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke
VERA	Versuchsanlage für die Verfestigung radioaktiver Abfalllösungen
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
ZAED	Zentralstelle für Atomkernenergie-Dokumentation
Zykl.	Zyklotron

1. Aufgabengebiete und Organisation der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

H. Kiefer, W. Koelzer

Der Sicherheitsbeauftragte der Gesellschaft für Kernforschung ist für die Gewährleistung des Strahlenschutzes und der technischen Sicherheit auf konventionellem und nuklearem Gebiet innerhalb der Gesellschaft zuständig. Zur Durchführung dieser Aufgaben bedient er sich der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit. Die Aufgabenstellung umfaßt sowohl routinemäßige Strahlenschutz- und Sicherheitsaufgaben für die Institute und Abteilungen der Gesellschaft für Kernforschung und die Umgebungsüberwachung für das gesamte Kernforschungszentrum als auch eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die zu einem erheblichen Teil im Rahmen des Projektes Nukleare Sicherheit durchgeführt werden. Schwerpunkte dieser Arbeiten sind: Strahlenschutzmeßtechnik, besonders Personendosimetrie, theoretische und experimentelle Untersuchungen über das Ausbreitungsverhalten von Gasen und Aerosolen in der Atmosphäre, Größe und Auswirkung radioaktiver und thermischer Emissionen kerntechnischer Großanlagen.

Der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit gehörten am 31.12.1974 144 Mitarbeiter - 19 Akademiker, 23 Ingenieure, 85 Techniker und administrative Mitarbeiter und 17 Strahlenschutzassistenten/innen in Ausbildung an. Davon waren 24 Mitarbeiter mit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beschäftigt. Außerdem waren 4 Gastwissenschaftler und 3 Doktoranden und Diplomanden in der Abteilung tätig.

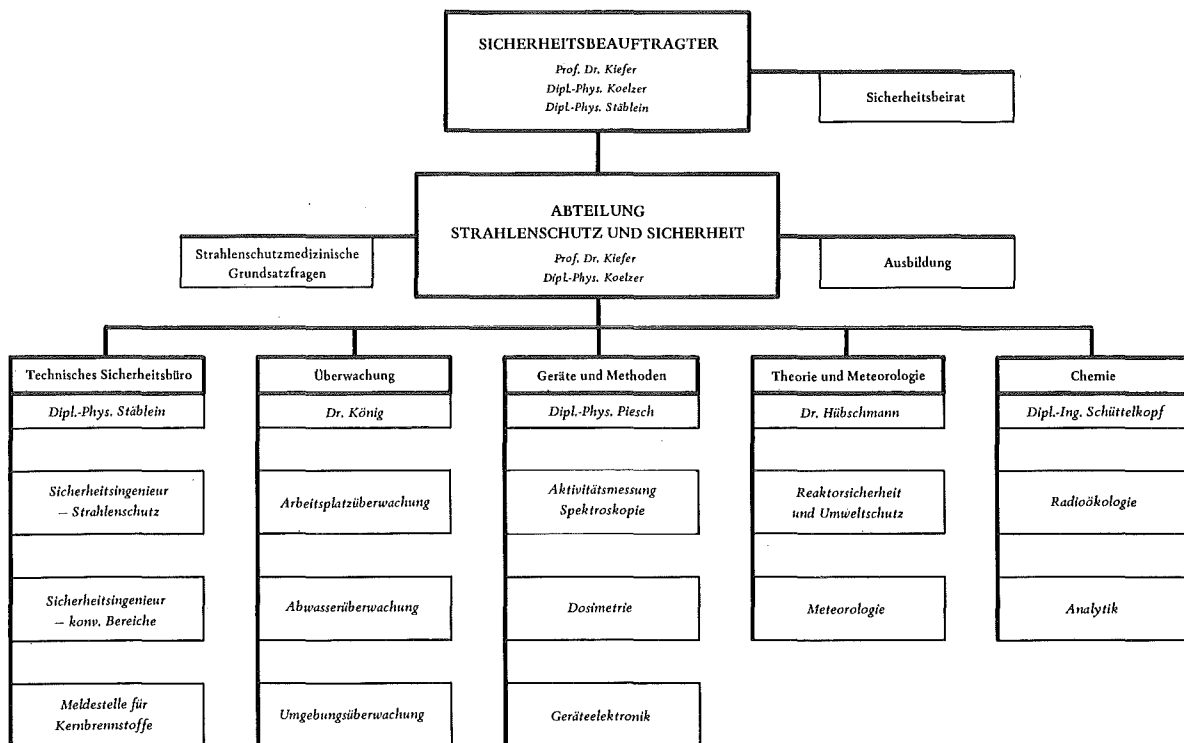


Abb. 1/1: Organisationsplan der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

Bereich "Technisches Sicherheitsbüro"

Das "Technische Sicherheitsbüro" führt alle administrativen Maßnahmen zur Wahrung der konventionellen und nuklearen Sicherheit durch. Dazu gehören die Prüfung von Erfordernis und Umfang von Genehmigungen sowie die Überwachung der Einhaltung aller die technische Sicherheit betreffenden Gesetze, Verordnungen, Auflagen und Regeln der Technik. Zu diesem Zweck werden u.a. Karteien über die Personendosis der Beschäftigten, die radioaktiven Stoffe und Kernbrennstoffe geführt. Außerdem werden die Geschäfte des Sicherheitsbeirates und Arbeitsschutzausschusses des Kernforschungszentrums wahrgenommen.

Bereich "Überwachung"

Dem Bereich "Überwachung" obliegt der Routinestrahenschutz in den Instituten und Anlagen der Gesellschaft für Kernforschung und die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe in die Luft für das gesamte Kernforschungszentrum. Hinzu kommt die Umgebungsüberwachung. Mit zum Teil vollautomatischen Anlagen werden Messungen der Radioaktivität in Luft, Wasser, Boden und biologischem Material in einem Umkreis von 10 km durchgeführt. Eine weitere wesentliche Aufgabe ist die laufende Kontrolle aller anfallenden Abwässer auf Radioaktivität.

Bereich "Geräte und Methoden"

Eine Hauptaufgabe des Bereiches "Geräte und Methoden" ist die Entwicklung, Erprobung und der Test von Strahlenschutzmeßverfahren und -geräten. Kalibrierung und Wartung aller Strahlenschutzmeßgeräte des Kernforschungszentrums, Dichtigkeitsprüfungen umschlossener radioaktiver Stoffe, der Betrieb eines Hochdosiszählstandes und eines Ganzkörperzählers zur Inkorporationskontrolle sind weitere Aufgaben. Von der Gruppe Dosimetrie werden Routine- und Unfalldosimeter zur Personen- und Ortsdosisüberwachung weiterentwickelt und alle Mitarbeiter der Gesellschaft für Kernforschung mit derartigen Dosimetern routinemäßig überwacht.

Bereich "Theorie und Meteorologie"

Im Bereich "Theorie und Meteorologie" werden Strahlenschutz- und Sicherheitsfragen theoretisch untersucht. Von besonderer Bedeutung sind die Berechnungen der Ausbreitung radioaktiver Aerosole und Gase und der dadurch hervorgerufenen Strahlenbelastung im Normalfall und bei Unfällen. Zur Ermittlung der erforderlichen zahlreichen meteorologischen Daten und Parameter betreibt die meteorologische Gruppe dieses Bereiches einen 200 m hohen Meßmast. Die anfallenden Daten der über 50 Meßgeräte werden in einem Prozeßrechner verarbeitet. Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse liefern einen Beitrag zum allgemeinen Problem der Luftreinhaltung und des Umweltschutzes.

Bereich "Chemie"

Die Prüfung, Erprobung und Anwendung radiochemischer Verfahren - insbesondere der Schnellverfahren-für Strahlenschutz Zwecke und die Durchführung radiochemischer Arbeiten innerhalb der Gesamtabteilung ist eine wesentliche Aufgabe dieses Bereichs. Auf dem Gebiet der Radioökologie werden zur Zeit besonders intensiv die Arbeiten zu Jod-129 durchgeführt. Die Gruppe "Filtertechnik", die sich der Entwicklung, Erprobung und Untersuchung speziell von Spalt-

jod - Adsorbermaterialien und - Filtern widmete, wurde zum 1. 7.1974 ausgegliedert und bildet jetzt das neugeschaffene Labor für Filtertechnik.

Referate "Strahlenschutzmedizinische Grundsatzfragen" und "Kernenergie und Öffentlichkeit"

Die Hauptaufgabe des Referats für "Strahlenschutzmedizinische Grundsatzfragen" liegt in der Planung und Organisation der strahlenschutzmedizinischen Überwachung in der gesamten Kerntechnik. Es wurden vorwiegend Fragen im Zusammenhang mit der Novellierung der Euratomgrundnormen und der Strahlenschutzverordnung bearbeitet, sowie Länderbehörden bei der Errichtung neuer Kernkraftwerke beraten. Hinzu kam eine Unterstützung des Referates "Kernenergie und Öffentlichkeit" auf strahlenschutzmedizinischem Gebiet.

Die in zunehmendem Maß steigende Notwendigkeit der Information der Öffentlichkeit über die Kernenergie, speziell über die mit Strahlenschutz, Sicherheit und Umweltbeeinflussung zusammenhängenden Fragen, wurde vom Referat "Kernenergie und Öffentlichkeit" wahrgenommen. Argumente und Gegenargumente für die Anwendung der Kerntechnik wurden gesammelt und gesichtet mit dem Ziel, die Meinungsbildung der Bevölkerung zu versachlichen, die bisher häufig von verschiedenen Seiten zu emotionell "aufgeklärt" wurde. Im Zuge der Änderung der Zuständigkeiten wurde diese Referat zum 1.9.1974 der Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit angegliedert.

2. Administrative Aufgaben

Das Technische Sicherheitsbüro führt alle zentralen administrativen Maßnahmen zur Wahrung der konventionellen und nuklearen Sicherheit durch.

Technisches Sicherheitsbüro	<ul style="list-style-type: none"> - Leitung und Koordinierung - Behördenkontakte - Sicherheitsbeirat - Stellvertreter des Sicherheitsbeauftragten
Sicherheitsingenieur - Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> - Genehmigungen, Auflagen - Bestellung zum SSV - Betriebsbegehung - Personendosiskartei
Sicherheitsingenieur - konventionelle Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsschutzausschuß - Pflichtenübertragung nach RVO - Betriebsüberwachung - Unfallanalyse
Meldestelle	<ul style="list-style-type: none"> - Erfassung von Kernbrennstoffen und radioaktiven Stoffen - Bestandsmeldungen - Transportaufsicht - Begleitung behördlicher Inspektionen
Einsatzplanung	<ul style="list-style-type: none"> - Information und Ausbildung der Einsatzdienste - sicherheitstechnische Unterlagen - Kommunikationsmittel

2.1 Sicherheitsingenieur - Strahlenschutz

H. Roock

2.1.1 Strahlenschutzsicherheit

- Sicherheitsüberwachung:

Zur Überprüfung von Strahlenschutzmaßnahmen in Instituten und Abteilungen, in denen mit radioaktiven Stoffen oberhalb der allgemeinen Freigrenzen nach Anlage I der 1. SSVO umgegangen wird, wurden im Berichtsjahr insgesamt 72 Betriebsbegehungen durchgeführt. 11 der 14 Routinebegehungen erfolgten im Beisein eines Betriebsratsmitgliedes, 19 weitere Begehungen zusammen mit einem Vertreter der Aufsichtsbehörden.

- Unterstützung der Strahlenschutzverantwortlichen:

Der SSV-Ordner - es handelt sich hierbei um eine Sammlung von Unterlagen, die allen Strahlenschutzverantwortung tragenden GfK-Mitarbeitern zur Verfügung gestellt wird - wurde laufend ergänzt. U.a. durch die Erstellung eines Merkblattes "Fremdfirmenangehörige", durch "Richtlinien für Arbeiten unter erhöhtem Strahlenrisiko" sowie durch

"Richtlinien für Interventionsarbeiten in Kontrollbereichen."

Für den Umgang mit radioaktiven Stoffen wurden zwei neue Umgangsgenehmigungen und eine Beförderungsgenehmigung von den zuständigen Aufsichtsbehörden erlangt.

Zu den laufenden Aufgaben gehörte die Beratung bei der Erfüllung von Behördenauflagen, der Einrichtung und Abgrenzung von Kontrollbereichen sowie die Teilnahme und Mitarbeit an den ADB-Sicherheitsausschußsitzungen.

Ein bei der GfK entwickelter Transportbehälter wurde als Typ A-Verpackung geprüft und zugelassen.

- Bestellung von Strahlenschutzverantwortlichen:

Ende 1974 waren in den Institutionen der Gesellschaft für Kernforschung gemäß § 20 (2) der 1. SSV0 bestellt:

29 Strahlenschutzverantwortliche (SSV)
51 Stellvertreter der SSV
62 Bereichs-Strahlenschutzverantwortliche (BSV)

43 Mitarbeiter wurden im Berichtsjahr neu mit der Strahlenschutzverantwortung betraut, oder ihr Zuständigkeitsbereich infolge von Umorganisationen geändert.

- Zwischenfallerfassung:

Neben der Ursachenermittlung bei einem Teil der Zwischenfälle, wurden alle im Jahr 1974 gemeldeten Zwischenfälle im Strahlenschutzbereich erfaßt. Unterste Grenze für eine Registrierung sind Personenkontaminationen, bei denen die Dekontamination durch die Medizinische Abteilung erfolgte. Eine Aufgliederung der insgesamt 95 Zwischenfälle nach dem jeweils überwiegenden Merkmal, zeigt nachstehende Tabelle. (Bei der häufig mit einer Kopfkontamination verbundenen Handkontamination wurde z.B. die Handkontamination in der Statistik nicht mehr berücksichtigt. Bei einer Sachkontamination und gleichzeitiger Luftkontamination wurde jedoch beides getrennt erfaßt.)

Zwischenfallursache	
Technische Mängel	15 %
Organisatorische Mängel	4 %
Verhaltensmängel	50 %
Höhere Gewalt	8 %
Unbekannt	23 %
Betroffenes Objekt	
Personen	61 %
Gegenstände	26 %
Luft	13 %
Bei Personen betroffen	
Kopf	54 %
Hände	37 %
Ganzkörper	9 %

Tab. 2/1 Zwischenfälle im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen

2.1.2 Personendosiskartei

- Routineaufgaben

Die Aufgaben der Personendosiskartei haben sich gegenüber dem vergangenen Jahr nicht verändert, so daß die im Jahresbericht 1973 gemachten Angaben über Arbeitsbereich und-Umfang weiterhin zutreffen.

- Personendosimetrie

Im Berichtsjahr wurden 3993 Personen (Stand Dez. 1974) einschließlich der Fremdfirmen-angehörigen erfaßt und überwacht. Die Überwachungsart und die prozentuale Einteilung in die jeweilige Dosimetergruppe ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Dosimeterart	Meßstelle	Dosimetergruppe				
		Ia	Ib	II	III	IV
Filmdosimeter γ	LAK	X	X			
Filmdosimeter n	LAK		X			
Glasdosimeter, amt1.	LAK			X		
Glasdosimeter, intern	GfK (ASS/GM)	X	X		X	X
Stabdosimeter	GfK (ASS/U)	X	X	X	X	
Kritikalitätsdosimeter	GfK (ASS/GM)	X	X	X	X	
Einstufung	(%)	25,0	10,1	10,0	11,4	43,5

Tab. 2/2 Dosimetergruppen

Eine Übersicht über die Höhe der Strahlenbelastungen zeigt die prozentuale Häufigkeit der ermittelten Personendosen im jeweiligen Dosisbereich.

	Prozentuale Anzahl der Personendosismeßwerte (mrem)			
	<100	100-499	500-999	≥ 1000
I. Quartal	77,3 %	21,3 %	0,7 %	0,7 %
II. Quartal	84,0 %	15,0 %	1,0 %	-
III. Quartal	84,7 %	13,4 %	1,7 %	0,2 %
IV. Quartal	72,1 %	27,2 %	0,7 %	-

Tab. 2/3 Amtliche Glasdosimetrie; Dosimetergruppe II (vierteljährliche Auswertung)

	Prozentuale Anzahl der Personendosiswerte (mrem)					
	<100	100-499	500-999	1000-1499	1500-4999	>5000
Jan.	83,8	12,8	2,2	0,6	0,6	-
Febr.	87,5	10,7	1,5	0,2	0,1	-
März	91,1	8,0	0,7	0,1	0,1	-
April	91,0	8,6	0,3	0,1	-	-
Mai	91,0	8,7	0,3	-	-	-
Juni	92,2	7,7	0,1	-	-	-
Juli	90,6	8,0	1,3	0,1	-	-
Aug.	92,4	6,6	0,7	0,2	0,1	-
Sept.	90,5	8,0	1,2	0,2	0,1	-
Okt.	90,5	8,6	0,7	0,1	0,1	-
Nov.	91,3	7,8	0,8	0,1	-	-
Dez.	92,4	5,7	1,3	0,4	0,2	-

Tab. 2/4 Amtliche Filmdosimetrie (monatliche Auswertung); Dosimetergruppe I

2.2 Sicherheitsingenieur - konventionelle Bereiche

E.Windbühl

2.2.1 Neue GfK-Sicherheitsvorschriften

- Arbeitsanweisung für die Verarbeitung von Polyurethanschaum

Beim Beschäumen von Großbehältern mit Polyurethanschaum entstand in der Verdampfungsanlage ein Brand. Die Untersuchung des Brandfalles ergab, daß hohe Reaktionstemperaturen beim Abbinden der Verschäumungsmasse zunächst örtlich zu einem Schwelbrand und später zu einem offenen Brand führten.

Der Zwischenfall zeigte die Notwendigkeit auf, eine Arbeitsanweisung für die Verarbeitung von Polyurethanschaum zu erstellen.

Die jetzt in Kraft gesetzte Anweisung enthält im allgemeinen Teil Sicherheitsvorschriften, in denen Regelungen hinsichtlich der Arbeitsfreigabe, der Verantwortung, der erforderlichen Fachkunde sowie notwendige Belehrungen über spezielle Brandrisiken und Löschmaßnahmen enthalten sind.

Im betrieblichen Teil sind Vorschriften über Rohstofflagerung, Dosierung, Verarbeitung und Temperaturkontrollen aufgeführt. Unter Brandschutzmaßnahmen und sonstigen Vorschriften werden die Löschtechnik bei Polyurethanschaumbränden sowie die Durchführung von Feuerarbeiten in der Nähe von Polyurethanschaum-Verarbeitungsstätten behandelt.

- Freigabeschein für Feuerarbeiten

Bei der Durchführung von Bau- und Unterhaltungsarbeiten an bereits fertiggestellten baulichen Objekten kam es immer wieder durch Nachlässigkeiten zu Schweißbränden. Außerdem wurden häufig Fehlalarme über Ionisationsfeuermeldersysteme infolge Rauchentwicklung bei Schweiß- und Schneidarbeiten ausgelöst. Damit solche Vorkommnisse in Zukunft möglichst vermieden werden, bedürfen Feuerarbeiten und Arbeiten, bei denen explosive Dampf-Luft-Gemische entstehen können, jetzt einer Erlaubnis durch einen für den jeweiligen Bereich zuständigen Instituts- oder Abteilungsverantwortlichen.

Von dieser Maßnahme werden Fremdfirmen und zentrale GfK-Dienste betroffen.

Unter Arbeiten, die einer Arbeitserlaubnis bedürfen, sind insbesondere folgende zu verstehen:

- Schweiß-, Brenn- und Lötarbeiten,
- Arbeiten mit offener Flamme,
- das Betreiben von Teerkochern,
- Schleifen und Farbspritzen außerhalb von hierfür geeigneten Werkstätten,
- Benutzen nicht exgeschützter Apparate und Geräte sowie funkenerzeugender Werkzeuge in Ex-Bereichen,
- Aufbringen von brennbaren Isolier- und Farbanstrichen,
- Durchführung von Fußbodenklebearbeiten,
- Reinigungsarbeiten mit brennbaren Lösemitteln.

Eine Durchführung vorgenannter Arbeiten in hierfür geeigneten Werkstätten unterliegt keiner Freigabe. Für die Ausstellung einer Arbeitserlaubnis wurde ein Freigabeschein erstellt.

Mit der Einführung des Freigabescheines soll erreicht werden, daß:

- Institute und Abteilungen vom Beginn einer Baumaßnahme unterrichtet werden,
- Brandschutzmaßnahmen getroffen werden,
- die Sicherheitsdienste informiert werden,
- Gefahrenbereiche auch außerhalb der Dienstzeit überwacht werden.

- Bewegen von Lasten mit Hebezeugen

Hebezeuge und Tragmittel dürfen gemäß den Unfallverhütungsvorschriften für das Bewegen von Lasten wegen der damit verbundenen Gefahren nur von hierfür geeigneten und ausdrücklich beauftragten Personen benutzt werden. Dieser Personenkreis muß über ausreichende Kenntnisse der technischen Einrichtungen und der einzuhaltenden Unfallverhütungsvorschriften verfügen, damit ein sicherer Kranbetrieb gewährleistet wird.

Außerdem sind die persönlichen konstitutionellen Voraussetzungen, insbesondere das Seh- und Hörvermögen zu prüfen.

Zur Gewährleistung eines unfallsicheren Betriebes beim Bewegen von Lasten wurden deshalb u.a. folgende Richtlinien erlassen:

- a) Die Bedienung von Krananlagen ist nur ausdrücklich beauftragten Personen (Kranführer) gestattet. Voraussetzung für eine Beauftragung sind der Nachweis der körperlichen Tauglichkeit auf Grund einer medizinischen Untersuchung und ausreichende Kenntnisse

über die zu bedienenden Krananlagen und die einzuhaltenden Unfallverhütungsvorschriften.

- b) Personen, die als Anbinder tätig werden dürfen, sind ausdrücklich zu benennen und einzuweisen.

Anbinder bzw. Personen, die Aufgaben eines Anbinders wahrnehmen, tragen neben dem Kranführer ein hohes Maß an Verantwortung, da durch unsachgemäßes Anschlagen der Last schwerste Unfälle entstehen können. Die Aufgaben des Anbinders bestehen darin, bei Transportarbeiten den Kranführer zu unterstützen, die zu transportierende Last sicher anzubinden und dem Kranführer durch Zeichen anzugeben, welche Arbeitsbewegungen auszuführen sind.

Für diese Arbeiten muß der Anbinder Kenntnisse haben über die Unfallverhütungsvorschriften und über die Richtlinien für Lastenaufnahmemittel im Hebezeugbetrieb. Er muß aber auch in der Anwendung und Behandlung der Anschlagmöglichkeiten, über die Verständigung mit dem Kranführer und über die Eigenart der verschiedenen Krantypen und Lastenaufnahmemittel unterrichtet sein.

2.2.2 Arbeitsschutzausschuß

Das am 1. Dezember 1974 in Kraft getretene Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit verpflichtet den Arbeitgeber, einen Arbeitsschutzausschuß zu bilden.

Die konstituierende Sitzung dieses Ausschusses für den Gesamtbereich der Gesellschaft für Kernforschung fand am 12. Dezember 1974 statt.

Dem Ausschuß gehören als Mitglieder an:

- der Beauftragte des Arbeitgebers,
- der leitende Betriebsarzt,
- je ein Sicherheitsbeauftragter nach § 719 der RVO aus den Bereichen Physik, Chemie und den Werkstätten,
- ein Bereichsleiter des Strahlenschutzes,
- der Sicherheitsingenieur für den Strahlenschutz,
- der Sicherheitsingenieur für die konventionelle Arbeitssicherheit - gleichzeitig zuständig für das Ausschußsekretariat.

Den Vorsitz führt der Sicherheitsbeauftragte der Gesellschaft für Kernforschung.

Der Arbeitsschutzausschuß hat im Sinne des Arbeitssicherheitsgesetzes Anliegen des Arbeitsschutzes zu beraten. Die Ergebnisse werden in Form von Empfehlungen dem Vorstand und gegebenenfalls betroffenen Instituten und Abteilungen zugeleitet. Hinweise auf Arbeitsschutzfragen, die im Ausschuß behandelt werden sollten, können von allen Mitarbeitern an die Mitglieder des Ausschusses oder direkt an das Ausschußsekretariat herangetragen werden.

2.2.3 Betriebsüberwachung

Im Berichtszeitraum wurden im Rahmen der allgemeinen Überwachung 85 Begehungen in den Instituten und Abteilungen durchgeführt. Es wurden 75 Empfehlungen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit ausgesprochen.

Der Betriebsrat hat an 29 Begehungen teilgenommen.

Entwicklung des Unfallgeschehens von 1960 - 1974

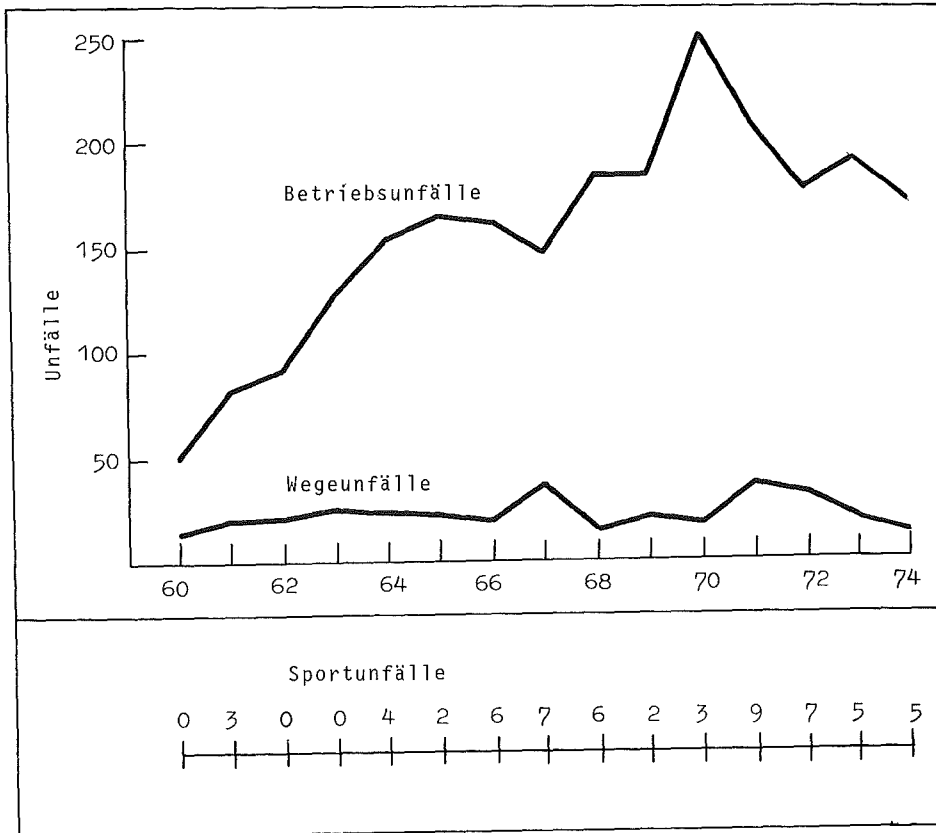


Abb. 2/1

Unfallarten	1973	1974	Rückgang
Betriebsunfälle	191	168	- 12 %
Wegeunfälle	20	14	- 30 %
Sportunfälle	5	5	± 0 %
insgesamt	216	187	- 13 %

Tab. 2/5

2.2.4 Arbeitsplatzüberwachung

E.Banschbach, W.Reuble

Im Rahmen der Arbeitsplatzüberwachung hinsichtlich von Lärm- und Schadstoffeinflüssen am Arbeitsplatz wurden im Berichtsjahr an insgesamt 60 Arbeitsplätzen Kontrollen und Messungen durchgeführt.

Datum	Meßort	Untersuchung hinsichtlich	Ergebnis
Januar	IKVT-Versuchshalle	Lärm	91 dBA Dämmschutz empfohlen
	IEKP Bau 416 Büroräume	Lärm	30 - 38 dBA Meßergebnis
Februar	IKVT-Laborraum	Lärm	74 - 75 dBA Technischer Schallschutz empfohlen
März	IEKP Bau 406 Experimentierhalle	Lärm	66 - 71 dBA Technischer Schallschutz empfohlen
	IKVT-Versuchshalle	Lärm	82 dBA Nachmessung. Gute Schalldämmung durch technischen Schallschutz
	Med./Toxikol.Labor	Schadstoffe	bis 10 ppm Benzol Handhabung künftig nur noch unter Laborabzug
April	RBT/FR 2	Lärm	83 - 97,5 dBA Persönlicher Gehörschutz und Vorsorgeuntersuchung empfohlen
Mai	KNK	Lärm	bis 96 dBA Persönlicher Gehörschutz empfohlen
	IKVT-Laborraum	Lärm	65 dBA Nachmessung. Gute Schalldämmung durch technischen Schallschutz
	IEKP Halle 406 Epoxyd-Harz-Labor	Schadstoffe	Installation einer besseren Entlüftung
Juni	Med.	Schadstoffe	Geruchsbelästigung
Juli	Med.	Schadstoffe	Geruchsbelästigung
August	IRB/LFT	Lärm	max. 59 dBA Technischer Schallschutz empfohlen
Sept/Okt.	IEKP Bau 401 Werkstatträume	Schadstoffe	Räumliche Trennung der Arbeitsabläufe empfohlen
	IEKP Bau 401 Werkstatträume	Lärm	77,0 - 112,0 dBA Räumliche Trennung der Arbeitsabläufe und persönlicher Schallschutz empfohlen
Oktober	IRCH	Schadstoffe	Nachmessung. Verbesserung der Arbeitsplatzbedingungen durch Änderung der Entlüftungsanlage
Dezember	INR' Halle für Versuchsstände	Lärm	47,0 - 81,5 dBA Nachmessung. Gute Schalldämmung Schallschutzkabine
	Zyklotron	Lärm	68,0 - 73,5 dBA Anlage wird technisch geändert
	Reprografie	Schadstoffe	Nicht meßbar

Tab. 2/6 Messungen am Arbeitsplatz

Alle Prüfungen ergaben keine akuten Gefährdungen der Mitarbeiter, dennoch konnten in nahezu allen Fällen Verbesserungen der Arbeitsplatzbedingungen geschaffen werden.

Beispiele:

Im Bereich der Medizinischen Abteilung treten feststellbare Geruchsbelästigungen durch Abgase der Notstromaggregate in Gebäude Nr. 122 und in 124 nur bei ungünstiger Wetterlage auf und können durch Verlagerung der Auspuffleitung vermieden werden.

In Gebäude Nr. 406 konnte im Epoxyd-Harz-Labor die Geruchsbelästigung durch Installation einer besseren Entlüftung behoben werden.

Im toxikologischen Labor (Bau 122) konnte durch Änderung des Arbeitsplatzes für gelegentliche Benzolabfüllungen die Verbreitung von Benzoldämpfen in den Arbeitsraum unter die Nachweisgrenze gebracht werden.

In Gebäude Nr. 142 konnten Hinweise auf ungenügende Entlüftung bzw. Klimatisierung in der Buchbinderei und in der Druckplattenfertigung durch Messungen nicht nachgewiesen werden.

2.3 Sicherheitsbeirat

G.Stäblein

Der Sicherheitsbeirat für das Kernforschungszentrum Karlsruhe - Ladung, Vorbereitung und Protokollführung sind Aufgaben des Leiters ASS/TSB - trat in der jeweiligen Besetzung im Jahre 1974 wie folgt zusammen:

Datum	Gremium	Thema
11. 1.	ADB	Wiederinbetriebnahme Deko flüssig, Erweiterungsbauten
25. 1.	WAK	Neuer Pu-Verdampfer, Interventionsarbeiten
30. 4.	ADB	Zwischenfall Bituminierung, Erweiterung MAW-Verdampfer
8. 5.	SNEAK	Verwendung von ZEBRA-Pu in der SNEAK
3. 7.	IHCH	Plutonium-Uran-Mehrzweckanlage
3. 7.	RBT/HZ	Freigabe eines Vorhabens zur Zerlegung von Versuchsbündeln MOL 7B
4. 7.	ADB	Wiederinbetriebnahme Bituminieranlage
3. 9.	ADB	Betriebserfahrungen, Abgaswäscher
4. 9.	WAK	Einbau von Pulskolonnen, Aufarbeitung von HDR-Brennelementen
30.10.	ADB	FERAB: Abgasreinigung
15.11.	OBERBETR. FRAGEN	Abluftplan für 1975
27.11.	RBT/HZ	Freigabe eines Vorhabens zur Zerlegung von KNK I -Brennelementen

Tab. 2/ 7 Sicherheitsbeirat-Sitzungen

2.4 Meldestelle für Kernbrennstoffe

W.Stock

Die Meldestelle im Technischen Sicherheitsbüro ist für die Erfassung, Überwachung, Kontrolle und Meldung von radioaktiven Stoffen und Kernbrennstoffen sowie Schwerwasser zuständig.

2.4.1 Meldungen

Entsprechend den Auflagen der Verordnung Nr. 8 der Euratom-Kommission, der 1. Strahlenschutzverordnung sowie den Verordnungen und Anordnungen der Behörden wurden 1974 nachfolgende Berichte/Meldungen erstellt.

Behörde	Art der Meldung	Anzahl
EURATOM (Luxemburg)	Bilanzen über Kernbrennstoffe	572
	Bilanzen über Schwerwasser	28
EURATOM (Brüssel)	Berichte über die Ein- und Ausfuhr von Kernbrennstoffen der Gemeinschaft im Verkehr mit Drittländern	12
BMFT (Bonn)	Berichte über den Bestand, Erzeugung, Verbrauch und Verlust von Kernbrennstoffen kanadischen Ursprungs	4
BAW (Frankfurt)	Bilanzen über Kernbrennstoffe	560
MAGS (Stuttgart)	Berichte über die im zurückliegenden Halbjahr erzeugten radioaktiven Stoffen	2
	Meldungen über den Anfall an radioaktiven Abfall	2
	Meldung über den Bestand an radioaktiven Abfällen im Abfallager der GfK	1
	Bericht über den Bestand an radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen	1
	Bilanzen über Kernbrennstoffe	560
LAK (Karlsruhe)	Meldungen über umschlossene Strahler - über der Freigrenze und einer Halbwertszeit von mehr als 100 Tagen	2
GAA (Karlsruhe)	Meldungen über die GfK-externe Ein- und Ausfuhr von Kernbrennstoffen	12
	Meldungen über die Ein- und Ausfuhr sonstiger radioaktiver Stoffe	12
	Berichte über die Erzeugung radioaktiver Stoffe	12
		<u>1 780</u> =====

Tab. 2/8 Bestandsmeldungen

2.4.2 Inspektionen

Auf Grund der Artikel 81 und 82 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft sowie dem bilateralen Abkommen Canada/BRD wurden folgende Anlagen der GfK einer Kontrolle unterzogen.

Jede Inspektion umfaßt die Buchprüfung der zwischenzeitlichen Bewegungen anhand der Brennstoffkartei im Technischen Sicherheitsbüro und die tatsächliche Bestandsprüfung zum Prüfungstichtag. Bei den physikalischen Kontrollen in den genannten Anlagen haben die Inspektoren

Ausgangsstoffe und schwach angereichertes Uran - stichprobenweise -
hochangereichertes Uran und Plutonium vollzählig
aufgenommen.

Von den in der Anlage SNEAK lagernden Plutoniumelementen wurden ca. 10 % zusätzlich mit einem Neutronenkoinzidenzzähler gemessen.

Die Kontrollen führten zu keiner Beanstandung.

Inspektion durch	Datum 74	in Anlage	geprüfter Bestand in kg	
			Uran	Plutonium
Atomic Energy Control Board Ottawa (Kanada)	7.u.8.Jan.	MZFR, SNEAK, STARK, INR, SKT/SUA	14 000	33
Euratom-Kommission Luxemburg	18.-22.März	SNEAK, RBT/FR 2, KNK	9 500	360
	9.u.10.Mai	Laboratorien: IHCH, IMF, RBT/Z, IRCH	27	8
	18.-21.Juni	INR, STARK, SNEAK	7 050	342
	16.-17.Juli	KNK, MZFR	40 600	2
	18.-21.Nov.	SKT/SUR 100, SNEAK	2.000	90

Tab. 2/9 Inspektionen von Kernbrennstoffen

2.4.3 Plutonium-Transporte und Überwachung

1974 wurden durch die Meldestelle

73 GfK-externe Transporte überwacht und
147 GfK-interne Transporte durchgeführt.

2.5 Einsatzplanung und Organisation

W.Reuble

2.5.1 Brandbekämpfungspläne

Die Erstellung und laufende Oberarbeitung von Brandbekämpfungsplänen gibt den Einsatzkräften Informationen über die Möglichkeit der Hilfeleistung bei Stör- und Schadensfällen.

Im Berichtsjahr 1974 wurden folgende Brandbekämpfungspläne neu erstellt und verteilt:

Gebäude Nr.	Bereich
103, 123, B 131	Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit
122	Med./Toxikologisches Labor
142	AV 2/Repro
229, 231, 232	EKM/Hauptlager
243, 248	AVW/Hauptwerkstatt
245	AVW/Hilfswerkstatt
272, 274, 413, 420	Institut für Reaktorbauelemente
321 mit 321 a	Institut für Radiochemie
341	IRCH/Analytisches Labor
322	RBT/STARK
403, 404, 407	Laboratorium für Isotopentechnik
421, 422, 423, 428	Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
572, 573, 574	IMF/III Labor für Brennstabentwicklung
601 bis 615	Abteilung Reaktobetrieb und Technik/FR 2
686	AVW/Elektrozentrale Nord
B 544	Bürobaracke

Tab. 2/10 Brandbekämpfungspläne

2.5.2 Ausbildung der Einsatzleiter vom Dienst

Im Rahmen der Ausbildung und Information der Einsatzleiter vom Dienst (EVD) werden Orts-einweisungen in den Gebäuden und Anlagen durchgeführt, die neu erstellt sind, die bauliche oder strukturelle Änderungen erfahren haben oder deren Begehung längere Zeit zurückliegt. Hierbei lernen die EVD vor Ort die Aufgabenstellung und Tätigkeit der jeweiligen Anlage oder Institution kennen und orientieren sich persönlich durch Diskussion über spezifische Gefahrenquellen, Hilfs- und Einsatzmöglichkeiten.

Bedingt durch den Schichtdienst der EVD ist es erforderlich, je Bereich drei Führungen an-zusetzen, um den 13 Einsatzleitern die Teilnahme zu ermöglichen.

Neben den Ortseinweisungen ist auch die Durchführung von Planspielen vorgesehen und im Berichtsjahr an 3 Tagen durchgeführt worden. Diesen Planspielen sind Situationen zugrunde gelegt, die hier im Kernforschungszentrum anzunehmenden, aber auch bereits schon eingetre-tenen Störfällen entsprechen. Damit wird angestrebt, die EVD, aber auch Einsatzdienste, Institutionen und Anlagen mit wirklichkeitsnahen Einsätzen bekannt zu machen und zielbe-wußtes Handeln unter Zeitdruck zu üben.

Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) Kompakte Natrium-gekühlte Kernenergieanlage (KNK) Schnelle Null-Energie Anordnung Karlsruhe (SNEAK) Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik (INR) Institut für Radiochemie (IRCH)
--

Tab. 2/11 EVD-Ortseinweisungen

2.5.3 Kommunikationsmittel, Sicherheitseinrichtungen

ASS/TSB übt eine Überwachungs- und Aufsichtsfunktion aus bei

- der Durchführung von Funktionsprüfungen der Kommunikationsmittel im Sicherheitsdienst,
- der Prüfung der Einsatzbereitschaft von Sicherheitseinrichtungen und Maßnahmen (Einsatztrupps, Feuermelder, Nottore, Markierung der Räumungswege etc.),
- Alarm- und Einsatzübungen, die auflagentgemäß durchzuführen sind.

Kommunikationsmittel im Sicherheitsdienst der GfK und die von ASS/TSB durchgeführten Maßnahmen:

- Lautsprecheranlage
Anpassung der Gruppenrufe an die derzeitigen Erfordernisse und Ausfertigung neuer Aufstellungen.
- Notrufvermittlung ("Rote Telefone")
Festlegung einer neuen Gruppenschaltung unter Berücksichtigung des erweiterten Vorstandsbereiches der GfK. Erstellung einer neuen "Beschreibung der Notrufanlage".
- Personenrufanlage (UKW-Rufempfänger)
Erweiterung um 15 weitere Taschen-Rufempfänger auf einen Gesamtbestand von 59. Ausfertigung und Verteilung neuer Teilnehmerverzeichnisse und einer neuen "Richtlinie zur Benutzung der UKW-Personenrufanlage".
- Sprechfunk
Veranlassung der Beschaffung von Ersatz- und Austauschgeräten mit verbesserter Leistung.
- Weckerlinie der Feuerwehr
Die Ausgabe der Funk-Alarmempfänger konnte wegen der mangelhaften Zulieferung nicht durchgeführt werden. Durchgeführte Funktionstests verliefen zufriedenstellend.
- Richtfunk
Die Einkanal-Richtfunkverbindung vom KFZK zum Regierungspräsidium Karlsruhe ist seit November 1974 betriebsbereit.

2.5.4 Administration

ASS/TSB ist Verbindungsstelle aller in der Sicherheitsorganisation der GfK zu erfassenden Einrichtungen und hat deren Belange auch nach außen zentral zu vertreten.

Die Bearbeitung der genannten Aufgaben wird ergänzt durch die Bearbeitung unterschiedlicher Anfragen und Probleme wie: Meldung von Überfliegungen des KFZK, Aufstellung eines Abwicklungsplanes bei Alarm- und Schadensfällen, Festlegung der Ausweiskennzeichnung, Planung der Einzäunung abzugrenzender Betriebsbereiche, Erfassung und Verteilung von Informationen und Unterlagen für die Einsatzkräfte.

3. Strahlenschutzüberwachung

3.1 Arbeitsplatzüberwachung

L.A. König, H.-U. Berger, W. Neumann, J. Amann, D. Beier

Die Arbeitsplatzüberwachung erfolgt durch Routinemessungen und kurzfristig angeforderte zusätzliche Messungen. Art und Umfang der Routinemessungen sind langfristig mit den Strahlenschutzverantwortlichen vereinbart. Die kurzfristig angeforderten Messungen ergänzen das Routineprogramm unter besonderer Berücksichtigung von Betriebsablauf und Betriebszustand in den überwachten Anlagen und Instituten.

In Tab. 3/1 sind einige im Zusammenhang mit der Arbeitsplatzüberwachung interessante Zahlen zusammengefaßt und den entsprechenden Zahlen des Vorjahres gegenübergestellt. Der Arbeitsaufwand für Direktmessungen von Äquivalentdosisleistung und Oberflächenkontamination ist aus dieser Tabelle nicht ersichtlich. Aufgrund der Bemühungen, wo immer möglich, Direktmessungen der Oberflächenkontamination durchzuführen, hat die Anzahl der durchgeführten Wischtests wiederum etwas abgenommen. Die Anzahl der registrierten Kontaminationen, ausgenommen ausschließliche Fußbodenkontaminationen, hat deutlich zugenommen. Dieser Anstieg ist einesteils darauf zurückzuführen, daß im Falle erhöhter Kontaminationsgefahr die Überwachung gezielt intensiviert wird, was natürlich auch zu einem erhöhten Anfall kontaminierter Proben führt. Zum Teil ist der Anstieg der Anzahl der Kontaminationen aber auch auf die Sanierungsarbeiten im Bereich der Abwasserdekontamination zurückzuführen.

Jahr		1973	1974
Wischtests	insgesamt	445 100	440 200
	> 2 Nulleffekt	80 700	83 500
Luftstaubmessungen		18 300	19 000
Kontaminationen	Räume (einschl. Gegenstände)	218	310
	Fußboden (ausschließlich)	1 338	1 142
	Sachen	2 177	2 426
	Personen	261	424
	Raumluft*	690	1 371
	Luft aus dem Atemeinzugsbereich**	-	51***

*Bis zum Jahresbericht 1973 als "Atemluftproben" bezeichnet.

**Die Überwachung der Raumluft im Atemeinzugsbereich durch personengebundene Kleinstprobensammler wurde 1974 erstmals an besonders gefährdeten Arbeitsplätzen durchgeführt, daher keine Vergleichswerte aus 1973.

***ab Juni 1974

Tab. 3/1 Übersicht über die Ergebnisse der Arbeitsplatzüberwachung

			1973	1974
			Prozentualer Anteil	
Wischtests	> 2 Nulleffekt		18	19
	auf Anforderung		41	43
	Routine		59	57
Kontaminationen	Raum (einschl. Gegenstände)	α	11	10
		β	35	27
		$\alpha+\beta$	54	63
	Fußboden (ausschließlich)	α	14	7
		β	51	37
		$\alpha+\beta$	35	56
Sachen	α	11	15	
	β	63	59	
	$\alpha+\beta$	26	26	
Raumlufte	α	17	11	
	β	35	26	
	$\alpha+\beta$	48	63	
Raumlufte aus Ateameinzugsbereich		α		47***
		β		4***
		$\alpha+\beta$		49***
Personen	α	14	12	
	β	79	78	
	$\alpha+\beta$	7	10	

***ab Juni 1974

Tab. 3/2 Aufschlüsselung der Kontaminationsmessungen nach Strahlerart und Anlaß der Messungen

Institut/Abteilung		ADB	FR 2	RBT/Z	IHCh	IRCh	Sonst.	
Kontaminationen	Raum (einschl. Gegenstände)	α	0	84	3	3	10	0
		β	51	21	5	2	7	14
		$\alpha+\beta$	89	0	8	1	2	0
	Fußboden (ausschl.)	α	12	1	1	45	41	0
		β	27	8	27	4	14	20
		$\alpha+\beta$	87	0	7	4	2	0
	Sachen	α	2	45	2	18	29	4
		β	21	31	30	3	4	11
		$\alpha+\beta$	38	2	46	9	4	1

Tab. 3/3 Prozentuale Verteilung der Ergebnisse auf verschiedene Bereiche

In den Tabellen 3/2 und 3/3 werden die Angaben von Tabelle 3/1 nach Strahlerart und Arbeitsplatz sowie nach dem Grund der Probenahme aufgegliedert. Bemerkenswert ist das Anwachsen der Anzahl der auf Anforderung genommenen Wischtests, das den steigenden Arbeitsanfall im Bereich der Arbeitsplatzüberwachung verdeutlicht. Dieser ist nicht nur durch die Überwachung von Baustellen innerhalb von Kontrollbereichen im Bereich der Abteilung Dekontaminationsbetriebe bedingt, sondern auch durch den wachsenden Umgang mit radioaktiven Stoffen in vielen Bereichen des Kernforschungszentrums. Die erhöhten Anforderungen sind auch aus dem Anwachsen des prozentualen Anteils der Summe von α + β - und α -Kontaminationen an der Gesamtzahl der Kontaminationen gekennzeichnet, was den für den Strahlenschutz besonders aufwendigen wachsenden Umgang mit α -Strahlern zeigt. Auch die im Berichtszeitraum eingetretene Erhöhung der Anforderungen an die strahlenschutzmäßige Kontrolle der Material- und Abfallausfuhren aus dem Zentrum führte zu einer zusätzlichen Belastung des Strahlenschutzpersonals. Dieser erhöhte Arbeitsanfall, der insbesondere im Bereich der Abwasserdekontamination auftrat, konnte durch zentral gesteuerten Einsatz des Personals an den jeweiligen Schwerpunkten nicht mehr bewältigt werden. Daher mußte während des gesamten Jahres 1974 Strahlenschutzhilfspersonal einer Fremdfirma eingesetzt werden. Die im letzten Drittel 1974 eingestellten neuen Strahlenschutzmitarbeiter werden infolge der erforderlichen Ausbildung erst im Laufe des ersten Drittels 1975 einsatzfähig sein.

1974 wurden im Strahlenschutzmeßlabor der Arbeitsplatzüberwachung 240 Proben qualitativ γ -spektroskopisch untersucht. Dabei handelte es sich um 130 Luftstaubfilter (meist Glasfaserfilter), 59 Wischtests, 29 Kohlefilter und 22 kontaminierte bzw. aktivierte Gegenstände. Die Herkunft der Proben ist aus Tabelle 3/4 zu entnehmen. Eine Übersicht über die identifizierten Radionuklide wird in Tabelle 3/5 gegeben. Die beiden häufigsten Nuklidpaare waren ^{137}Cs - $^{137\text{m}}\text{Ba}$ und ^{106}Ru - ^{106}Rh . Zusätzlich wurde an ca. 100 Aktivkohlefiltern eine quantitative γ -Spektroskopie zur Abluft- bzw. Raumluftüberwachung auf Radiojod durchgeführt.

Abteilung/Institut	ADB	FR 2	IRCh	RBT/Z	Inst. II	Inst. I + SNEAK	IHCh
Zahl der Proben	108	82	18	12	8	7	5

Tab. 3/4 Herkunft der qualitativ γ -spektroskopierten Proben

Einer α -spektroskopischen Untersuchung wurden im Jahre 1974 37 Proben unterzogen. Es handelte sich dabei um 23 Luftstaubfilter, 13 Wischtests und einen kontaminierten Gegenstand. Die Herkunft der Proben ist der Tabelle 3/6 zu entnehmen. Die dabei identifizierten Radionuklide sind in Tab. 3/7 zusammengestellt. Die beiden häufigsten dabei identifizierten Nuklide waren ^{239}Pu und ^{241}Am .

Die Zunahme des Anteils der Nuklidgemische an der Gesamtzahl der Proben sowie der Anzahl der Nuklide in den Nuklidgemischen erforderte bei der Auswertung der Spektroskopieergebnisse zusätzlichen Zeitaufwand.

1974 wurden 25 000 Messungen an Raum- und Abluftfiltern sowie an 100 Aktivkohlefiltern auf α - β -Pseudokoinzidenzanlagen durchgeführt. Dabei wurde auf ca. 1 200 Filtern eine α -Aktivität von mehr als 0,1 nCi und auf ca. 1 400 Filtern eine β -Aktivität von mehr als 0,5 nCi festgestellt. Außerdem wurden 1974 im Strahlenschutzmeßlabor ca. 600 Filter von Personen-Luftstaubsammlern ausgemessen. Die β -Aktivitätsmessung erfolgte in einer α - β -Pseudokoinzidenzanlage, die α -Aktivitätsmessung mit einer Szintillationsmeßanlage. Infolge des kleinen Luftdurchsatzes erfordert insbesondere die α -Aktivitätsbestimmung einen erhöhten Arbeitsaufwand.

Nuklide	Anzahl der Fälle	Nuklide	Anzahl der Fälle
^{137}Cs - $^{137\text{m}}\text{Ba}$	124	^{135}Xe	3
^{106}Ru - ^{106}Rh	102	Thoron-Folgeprodukte	3
^{134}Cs	74	^{64}Cu	2
^{144}Ce - ^{144}Pr	53	^{75}Se	2
^{95}Zr - ^{95}Nb	36	^{103}Ru - $^{103\text{m}}\text{Rh}$	2
^{131}J	36	^{126}J	2
^{60}Co	30	^{138}Cs	2
^{124}Sb	13	natürliches Uran	2
^{125}Sb	12	^{46}Sc	1
^{82}Br	11	^{56}Co	1
^{133}J	9	^{57}Co	1
^{51}Cr	8	^{58}Co	1
^{113}Sn - $^{113\text{m}}\text{In}$	8	^{76}As	1
^{24}Na	6	^{139}Ba	1
^{65}Zn	5	^{140}La	1
^{132}I	5	^{152}Eu	1
^{54}Mn	4	^{155}Eu	1
^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$	4	^{210}Pb	1
^{56}Mn	3	Radon-Folgeprodukte	1
^{59}Fe	3	^{232}Th -Folgeprodukte	1
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	3	^{235}U	1
^{135}J	3		

Tab. 3/5 γ -spektroskopisch im Strahlenschutzmeßlabor identifizierte Radionuklide

Abteilung/Institut	ADB	RBT/Z	FR 2	Inst. II	IRCh	IHCh	Inst. I + SNEAK
Zahl der Proben	20	5	5	3	2	1	1

Tab. 3/6 Herkunft der α -spektroskopierten Proben

Nuklid	Zahl der Fälle	Nuklid	Zahl der Fälle
^{239}Pu	26	^{235}U	2
^{241}Am	24	^{238}U	2
^{252}Cf	11	^{210}Po	2
^{244}Cm	5	^{232}Th +Folgeprodukte	1
^{238}Pu	4	natürliches Uran	1
^{234}U	3	Thoron-Folgeprodukte	1

Tab. 3/7 α -spektroskopisch im Meßlabor identifizierte Radionuklide

Dosen TIK [mrem]	ADB				FR 2	RBT/Z	Zykl.	IHCh	IRCh	Sonst.
	ADB- Personal	AVW- Personal	Fremdf.- Personal	ASS- Personal						
400 - 600	77	4	73	8	9	-	1	-	4	2
600 - 800	54	2	45	-	4	-	-	-	-	-
800 - 1000	14	1	27	-	3	-	-	-	-	-
> 1000	7	3	58	-	1	-	-	-	-	-

Tab. 3/8 Aufschlüsselung der mit Taschenionisationskammern (TIK) gemessenen Monatsdosen oberhalb 400 mrem nach Größe und Einsatzort

Tab. 3/8 enthält eine Aufschlüsselung der mit Taschenionisationskammern gemessenen Monatsdosen oberhalb 400 mrem nach Größe und Einsatzort. Sie zeigt deutlich, daß auch im Jahre 1974 der Schwerpunkt des Strahlenschutzeinsatzes bei der Abteilung Dekontaminationsbetriebe liegt. In sechs Fällen mußte 1974 Mitarbeitern der Dekontaminationsbetriebe bzw. der dort beschäftigten Fremdfirmen der Zutritt zu Kontrollbereichen wegen Erreichens der höchstzulässigen 13 Wochen-Dosis von 3 rem zeitweise gesperrt werden.

Die Überwachung des inaktiven Mülls in Mülltonnen und sonstigen Behältnissen wurde fortgesetzt. In neun Fällen wurden radioaktive Stoffe gefunden und sichergestellt. In zwei Fällen mußte der vor der Ausfahrt aus dem Kernforschungszentrum kontrollierte gesellschaftseigene Müllwagen zur Sicherstellung radioaktiver Stoffe entleert werden. Die Abnahme der Häufigkeit des Auftretens radioaktiver Stoffe im Inaktivmüll auf weniger als die Hälfte des Vorjahreswertes dürfte eine Folge der Abschaffung von Müllgefäßen zur Aufnahme von inaktivem Müll in Kontrollbereichen darstellen.

3.2 Dichtigkeitsprüfungen

H. Fessler, H. Junker

Die nach der 1. Strahlenschutzverordnung vorgeschriebenen Dichtigkeitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen werden für alle im Kernforschungszentrum vorhandenen Quellen aufgrund einer Ermächtigung der Aufsichtsbehörde von unabhängigen Sachverständigen für Dichtigkeitsprüfungen in Eigenüberwachung durchgeführt (Wiederholungsprüfungen im Sinne des § 44 der 1. Strahlenschutzverordnung).

Im Jahre 1974 wurden 272 Dichtigkeitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen durchgeführt. Bei diesen Prüfungen wurde 1 undichte Quelle festgestellt.

Weitere Aufgaben sind Herstellerprüfungen an im Kernforschungszentrum produzierten ^{124}Sb , ^{192}Ir , ^{238}Pu , ^{252}Cf -Quellen. Da manche dieser Quellen nach Herstellung und erster Dekontamination sich noch als kontaminiert erweisen, also nach den Kriterien der PTB als undicht anzusehen wären, waren pro gefertigte Quelle im Einzelfall bis zu sechs Wiederholungen der Dichtigkeitsprüfung notwendig. Daher mußten insgesamt 34 Dichtigkeitsprüfungen an 21 Quellen durchgeführt werden.

Außerdem waren zur Freigabe von 14 Radiumnadeln einer Klinik bei Stuttgart, die bei ADB dekontaminiert wurden, weitere 23 Prüfungen notwendig.

3.3 Überwachung der Ableitungen

3.3.1 Abluftüberwachung

L.A. König, J. Amann

Die Ableitung radioaktiver Stoffe aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe in die Atmosphäre wird gemäß Grundsätzen, die mit den Aufsichtsbehörden vereinbart sind, in einem für ein Jahr gültigen "Abluftplan" vorgeplant. Dieser Abluftplan enthält für die einzelnen Emittenten des Kernforschungszentrums die höchstzulässigen Jahres-, Monats- und Tageswerte, aufgeschlüsselt nach Radionukliden bzw. Radionuklidgruppen. Im allgemeinen ist die pro Monat zulässige Ableitung auf 1/10 des Jahreswertes und die tägliche Ableitung auf 1/10 des Monatswertes begrenzt. Bei sehr geringen Emissionen, die neben den Hauptemissionen nicht ins Gewicht fallen bzw. nicht nachweisbar sind, wird von dieser Abstufung abgewichen.

Die Ableitungen werden für die von der Gesellschaft für Kernforschung betriebenen Anlagen teils von den Mitarbeitern der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit/Überwachung, teils in Zusammenarbeit mit den überwachten Institutionen ermittelt. Die Meßwerte aus den Anlagen des Kernforschungszentrums, die nicht von der Gesellschaft für Kernforschung betrieben werden, werden von den zuständigen Betriebsgesellschaften festgestellt.

Tab. 3/9 enthält die dem Abluftplan 1974 letztmalig zugrundeliegende Definition der Nuklidgruppen. Mit dem Abluftplan 1975, der 1974 in der 2. Jahreshälfte vorbereitet wurde, wurden die Jod-Isotope 129 und 131 aus der Nuklidgruppe B herausgenommen. Dies war notwendig geworden, nachdem mit Wirkung vom 1.1.1975 die auf Kernkraftwerke anzuwendenden Grenzwerte von

30 mrem/a für die Ganzkörperdosis durch radioaktive Abluft und
90 mrem/a für die Schilddrüse von Kleinkindern durch Radiojod
über den Belastungspfad Weide-Kuh-Milch

jeweils auf den ungünstigsten Ort zu beziehen sind, unabhängig davon, ob an diesem Ort die Möglichkeit des ständigen Aufenthalts von Menschen bzw. des Betriebes von Weidewirtschaft gegeben ist.

Tab. 3/10 gibt eine Übersicht über die im Jahr 1974 von den einzelnen Anlagen des Kernforschungszentrums Karlsruhe abgeleitete Aktivität. In die Zusammenstellung wurden nur Anlagen und Radionuklide aufgenommen, bei denen mindestens einmal im Jahr 1 % des nach dem Abluftplan zulässigen Monatswertes überschritten wurde. Überschreitungen zulässiger Werte sind durch Einrahmen der Zahlenwerte kenntlichgemacht. Zum Vergleich werden die Vorjahreswerte wiederholt. Wie in den vorausgegangenen Jahren stellen die ^{41}Ar -Ableitungen des FR 2 die vorherrschenden Ableitungen dar, zumal aus betrieblichen Gründen die Ableitung der WAK relativ geringfügig war. Die Schwankungen der übrigen Ableitungen aus dem Kernforschungszentrum fallen gegenüber den FR 2-Ableitungen nicht ins Gewicht.

Gruppe	Nuklide
A	Beliebige Mischung von α -, β - und γ -Strahlern Beliebige Mischung von β - und γ -Strahlern, wenn die α -Strahler sowie Pb-210, Ac-227, Ra-228, Pu-241, Am-242m und Cf-254 unberücksichtigt bleiben können*. Die Ableitung von J-129 und J-131 wird auf 1/10 der in Tab. 3/7 angegebenen Werte beschränkt.
B	
C	

* "Unberücksichtigt bleiben" können diese Radionuklide nur dann, wenn die Konzentration in der Luft nur einen geringfügigen Teil der in Tabelle A des Anhangs 3 der Euratom-Strahlenschutznormen angegebenen höchstzulässigen Konzentration darstellt.

Tab. 3/9 Erläuterung der Nuklidgruppen zur Tabelle 3/10

Tab. 3/10 Ableitung radioaktiver Stoffe im Jahre 1974 aus dem Kernforschungszentrum Karlsruhe in die Atmosphäre (Aktivitätsangaben in Ci)

Anlage	FR 2			MZFR		WAK			ADB, FERAB			ADB Geb. 545 (Deko-flüssig)				Geb. 548	IHCh	IRCh	RBT/Z	INR	Zyklotron
	⁴¹ Ar	³ H	B	³ H	C	A	B	Spaltedelgas ⁸⁵ Kr	A	B	C	A	B	C	B						
nach Abluftplan zuläss. Monatswert	16 000	120	0,15 1,5·10 ⁻² *	500	300	1,10 ⁻³	0,5	35 000	1,10 ⁻⁴	5,10 ⁻²	50	4,10 ⁻⁶	2,10 ⁻³	15	2,10 ⁻³	100	1,10 ⁻³ (1,10 ⁻⁴ *)	1,10 ⁻⁴	10	50	
Januar	7 829	61,2	3,10 ⁻³ *	85	185	3,5,10 ⁻⁶	5,10 ⁻⁵	-	1,2,10 ⁻⁵	3,10 ⁻²	0,4	-	1,8,10 ⁻⁶	0,02	-	-	7,10 ⁻⁶ *	-	-	47,8	
Februar	10 556	14,6	-	70	145	3,7,10 ⁻⁶	8,1,10 ⁻⁵	-	1,6,10 ⁻⁵	4,4,10 ⁻²	-	-	-	2,75	-	-	-	1,2,10 ⁻⁴	2,0	64,2	
März	7 803	39,2	-	129	155	6,3,10 ⁻⁶	2,4,10 ⁻⁴	-	1,1,10 ⁻⁵	3,4,10 ⁻²	9,9	-	9,1,10 ⁻⁵	0,62	-	-	-	2,6,10 ⁻⁵	0,5	16	
April	11 310	12,9	-	87	95	1,4,10 ⁻⁵	1,9,10 ⁻⁴	-	3,9,10 ⁻⁵	5,7,10 ⁻²	46,1	-	1,4,10 ⁻⁴	0,02	-	-	-	-	-	37,5	
Mai	7 902	44,8	5,10 ⁻²	110,3	51,8	1,10 ⁻⁵	4,10 ⁻⁵	-	8,10 ⁻⁶	1,9,10 ⁻²	3,8	-	3,8,10 ⁻⁵	0,08	-	19,8	-	-	-	19	
Juni	10 060	16,7	4,3,10 ⁻²	154	35	1,5,10 ⁻⁶	1,2,10 ⁻⁴	-	7,10 ⁻⁵	2,2,10 ⁻²	9,36	-	8,7,10 ⁻⁶	0,08	-	-	-	-	-	19	
Juli	5 441	10,4	2,2,10 ⁻²	61,3	-	7,10 ⁻⁷	6,10 ⁻⁵	-	3,10 ⁻⁵	1,5,10 ⁻²	56	-	6,9,10 ⁻⁵	0,65	-	-	-	-	-	31,9	
August	3 476	26,8	-	104,2	1,3	1,8,10 ⁻⁶	2,1,10 ⁻³	-	9,3,10 ⁻⁷	2,6,10 ⁻⁶	0,12	1,3,10 ⁻⁶	1,3,10 ⁻⁴	1,22	-	-	-	-	-	35,7	
September	11 286	11,6	-	183	55,3	1,5,10 ⁻⁵	3,7,10 ⁻³	-	3,1,10 ⁻⁶	4,6,10 ⁻³	4,3	1,9,10 ⁻⁷	4,2,10 ⁻⁵	0,19	4,3,10 ⁻⁶	-	-	-	-	40,5	
Oktober	7 528	37,2	-	38	87	4,3,10 ⁻⁵	3,2,10 ⁻³	-	3,8,10 ⁻⁶	6,9,10 ⁻⁴	0,66	8,9,10 ⁻⁷	7,4,10 ⁻⁵	0,22	5,5,10 ⁻⁶	-	-	-	-	40	
November	11 269	11	6,5,10 ⁻³ *	42	77	3,5,10 ⁻⁵	3,4,10 ⁻³	-	1,4,10 ⁻⁶	7,4,10 ⁻⁴	29	1,7,10 ⁻⁶	1,7,10 ⁻⁴	0,38	2,4,10 ⁻⁵	-	-	-	-	12	
Dezember	7 718	30,8	-	35,5	61,2	1,1,10 ⁻⁵	3,3,10 ⁻⁴	< 850	1,1,10 ⁻⁵	7,9,10 ⁻³	19,7	1,4,10 ⁻⁷	5,10 ⁻⁵	0,23	1,10 ⁻⁶	-	-	-	-	44,7	
S u m m e	102 178	317,2	0,13	1 099,3	948,6	1,5,10 ⁻⁴	1,4,10 ⁻²	< 850	2,1,10 ⁻⁴	0,23	179,3	4,2,10 ⁻⁶	8,1,10 ⁻⁴	6,5	3,5,10 ⁻⁵	19,8	7,10 ⁻⁶	1,5,10 ⁻⁴	2,5	408,3	
nach Abluftplan zuläss. Jahreswert	160 000	1 000	1,5	4 000	3 000	1,10 ⁻²	4,0	250 000	1,10 ⁻³	0,4	500	3,10 ⁻⁵	1,5,10 ⁻²	100	7,10 ⁻³	800	1,10 ⁻²	8,10 ⁻⁴	10	500	
Vorjahreswert	106 500	483,2	-	1 091	< 218	2,1,10 ⁻³	0,31	24 500	2,76,10 ⁻⁴	0,10	ca. 159	-	1,1,10 ⁻³	25,6	-	6	ca. 0,42	-	13,8	14,7	

* = $\frac{1}{10}$ von B (¹²⁶J, ¹²⁹J, ¹³¹J)

Zusätzlich wurden 30 Ci ³H bei Ausbreitungsversuchen freigesetzt (Meßwerte < 1 % vom zulässigen Monatswert nicht erfaßt)

3.3.2 Abwasserüberwachung

M. Winter, H. Schüler

Am Kernforschungszentrum Karlsruhe fielen 1974 insgesamt $4,3 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ Abwasser an. Diese Abwassermenge setzt sich zusammen aus den sogenannten Regenerierabwässern der Reaktoren (FR 2, MZFR, KNK), aus den sogenannten Chemieabwässern der verschiedenen Institute und Reaktoren und der Wiederaufarbeitungsanlage und aus den häuslichen Abwässern. Regenerier- und Fäkalabwässer sind als "aktivitätsfrei" anzusehen und werden deshalb der Kläranlage ohne vorangehende Aktivitätskontrollmessung zugeführt. Abb. 3/1 zeigt ein vereinfachtes Flußschema der Abwässer des Kernforschungszentrums.

Die im Kernforschungszentrum anfallenden Chemieabwässer - Sammelbegriff für mehr oder weniger radioaktive Labor- und Prozeßabwässer - lassen sich hinsichtlich ihrer Aktivitätskonzentration in 2 Klassen einteilen: in "schwachaktive" Abwässer mit Konzentrationen bis zu maximal 10^{-1} Ci/m^3 und "mittelaktive" Abwässer mit Konzentrationen bis zu 10^3 Ci/m^3 (sogenannte "hochaktive" Abwässer mit Aktivitätskonzentrationen $> 10^3 \text{ Ci/m}^3$ treten im Kernforschungszentrum Karlsruhe nicht auf). Diese grobe Einteilung der Abwässer nach Konzentrationsbereichen ist zwar willkürlich, doch für die Praxis unentbehrlich. Mittelaktive Abwässer werden aufgrund dieser Einstufung sofort, d.h. ohne vorherige Kontrollmessung, in die Dekontaminationsanlage für flüssige radioaktive Abfälle überführt. Die schwachaktiven oder als schwachaktiv eingeschätzten Chemieabwässer werden zunächst in 40 Abwasserstationen mit insgesamt rund 190 Abwassertanks gesammelt (s. Abb. 3/1). Erst die vom Abwasserlabor der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit durchgeführten Kontrollmessungen entscheiden über die Freigabe dieser Abwässer im Sinne der 1. Strahlenschutzverordnung (SSVO) in Verbindung mit der geltenden wasserrechtlichen Genehmigung. "Unfreie" Abwässer werden mit abgeschirmten Tankfahrzeugen zu den Verdampfern der Dekontaminationsanlage gebracht. "Freie" Abwässer und die "freien" Destillate dieser Anlage sowie alle Regenerierabwässer gelangen

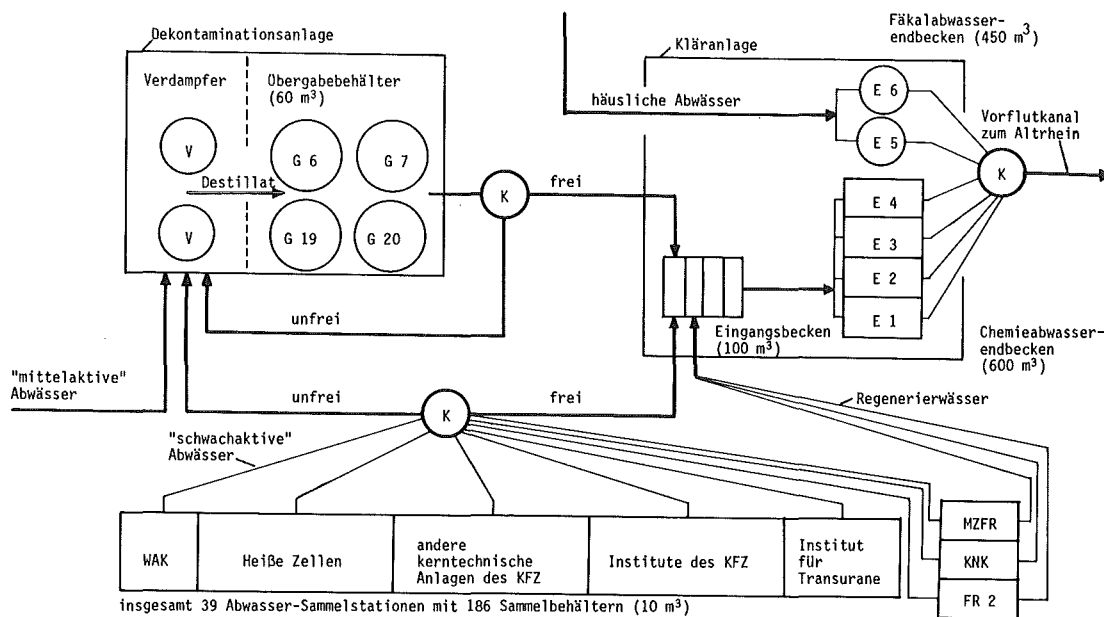


Abb. 3/1 Vereinfachtes Flußschema der Abwässer des Kernforschungszentrums Karlsruhe
 (K) Kontrollmessung der Radioaktivitätskonzentration durch das Abwasserlabor

über das Kanalisationsnetz von den Abwassersammelstationen direkt in die Eingangsbecken (s. Abb. 3/1) der Kläranlage und schließlich in die 4 Endpufferbecken für Chemieabwässer mit je 600 m^3 Fassungsvermögen. Die häuslichen Abwässer werden in die 2 sogenannten Endpufferbecken für Fäkalabwässer mit je 450 m^3 Inhalt eingeleitet. Vor der Ableitung aller Abwässer in den Vorfluter erfolgt eine Endkontrollmessung. Die Überwachung der mit dem Abwasser abgeleiteten Radioaktivität wird durch Maßnahmen der Umgebungsüberwachung ergänzt. (s. Kap. 3.4, Abb. 3/9).

Zur Überwachung der Chemieabwässer waren 1974 insgesamt 13 875 Proben zu untersuchen, um im Sinne der geltenden wasserrechtlichen Bestimmungen über ihre Freigabe zu entscheiden. Rund 5 % dieser Proben erwiesen sich als "unfrei".

Entsprechend der Zahl der 1974 insgesamt abgeleiteten Endbeckenfüllungen waren zusätzlich 744 Endkontrollmessungen durchzuführen. Die Gesamtzahl der ausgemessenen Abwasserproben ist damit gegenüber dem Vorjahr um 12,5 % auf 14 619 gestiegen. Abb. 3/2 zeigt die Entwicklung der jährlich untersuchten Abwasserprobenzahl seit 1964.

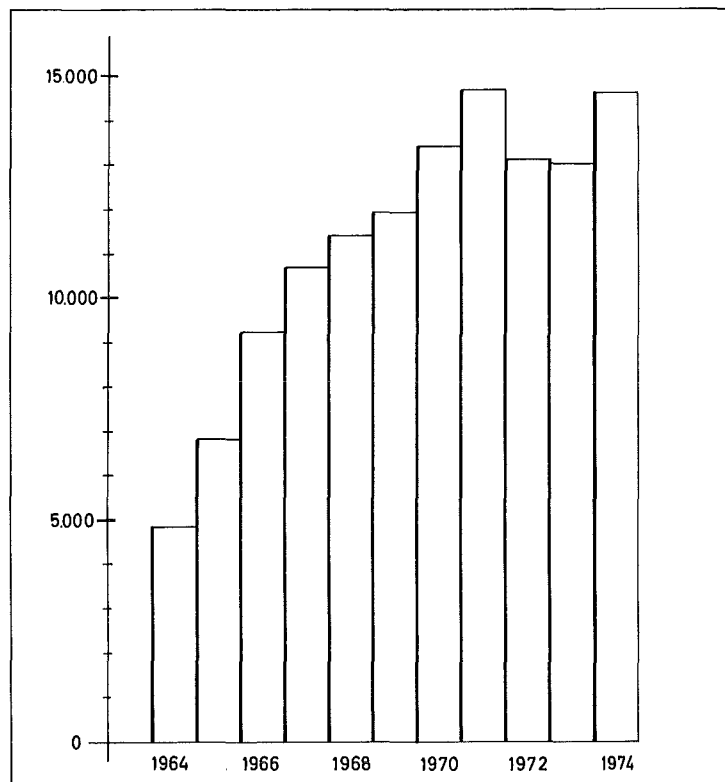


Abb. 3/2 Jährliche Anzahl der Abwasserproben

Der Umfang der Anwendung von Methoden zur Nuklididentifizierung wird durch die Zeit begrenzt, in der die Messungen im Abwasserlabor ausgeführt werden müssen, da nur Abwasserproben von bereits vollen Sammelbehältern eingeliefert werden. Die Entscheidung über die Freigabe einer Abwassercharge muß binnen 1 bis 2 Stunden nach Einlieferung der Probe erfolgen.

Eine Übersicht über die 1974 im Abwasserlabor durchgeführten Einzelmessungen und über die Herkunft der Proben gibt Tab. 3/11. Der Jahressumme von 20 845 Proben stehen rund 47 500 Einzelmessungen (8 % mehr als 1973) gegenüber, die entweder zur Freigabeentscheid oder zum Erhalt der gewünschten Informationen erforderlich waren. Im Mittel waren 1974 im Abwasserlabor arbeitstäglich 84 Proben auszumessen bzw. 191 Einzelmessungen auszuführen.

Art der Proben	Zahl der Proben 1974	Zahl der durchgeführten Messungen						Summe der Einzelmessungen
		α	β	^3H	α -Spektr.	γ -Spektr.	β -Energiebestimmung	
Abwasser	14 619	14 619	14 619	5 061	165	2 651	788	37 903
Schlamm aus Zyklorator und Abwasserstationen	308	308	308	-	-	-	-	616
Wasserproben FR 2 (Kühlkreislauf und Absetzbecken)	466	466	466	466	-	466	-	1 864
Luftfeuchteproben zur Abluftüberwachung (FR 2 und "Deko-flüssig")	2 171	150	150	2 169	-	146	149	2 764
Sonderproben (Auftragsmessungen, Zwischenfälle)	741	467	408	252	48	588	7	1 770
Luftfeuchteproben für Ausbreitungsexperimente (PNS 4131)	2 369	-	-	2 369	-	-	-	2 369
Jahressumme	20 845	16 010	15 951	10 488	213	3 851	944	47 457

Tab. 3/11 Art und Zahl der Proben und der 1974 durchgeführten Einzelmessungen

30 % aller Proben waren keine Abwasserproben. Auch 1974 machten Institute und Abteilungen des KFZK von der Möglichkeit Gebrauch, Wasser- und Feststoffproben verschiedenster Art und Herkunft im Abwasserlabor untersuchen zu lassen (Auftragsmessungen). Hier sind insbesondere zu nennen die Kontrollmessungen von Wasserproben aus Kühlkreislauf, Absetzbecken und Naßlager des FR 2, die Luftfeuchteproben zur Tritiumüberwachung der Luft in verschiedenen Betriebsräumen des FR 2 und zur Überwachung der Tritiumemissionen mit der Abluft von FR 2 und ADB. Schließlich wurden auch alle Tritiummessungen im Rahmen der Umgebungsüberwachung und des Projekts Nukleare Sicherheit im Abwasserlabor durchgeführt. Außerdem war 1974 ein erheblicher Teil der in Tab. 3/11 aufgeführten Sonderproben durch besondere Überwachungsmaßnahmen bei Zwischenfällen bedingt (s. Kap. 3.4, Tab. 3/25).

Da die α - und β -Aktivitätskonzentration ausnahmslos bei allen Abwasserproben gemessen wird und deren Anteil an der Gesamtzahl der im Abwasserlabor untersuchten Proben bei 70 % liegt, erschienen Rationalisierungsmaßnahmen bei der Durchführung dieser Messungen am notwendigsten.

Deshalb wurden im letzten Jahr 2 der 8 zur Verfügung stehenden Meßplätze mit modernen Zählgeräten ausgerüstet, deren Meßzyklussteuerung automatisch die für das Spülen und Messen notwendigen unterschiedlichen Arbeitsspannungen wählt. Die Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen aus den gemessenen Impulsraten erfolgt durch einen on line-betriebenen, druckenden Kleinrechner (s. Abb. 3/3).

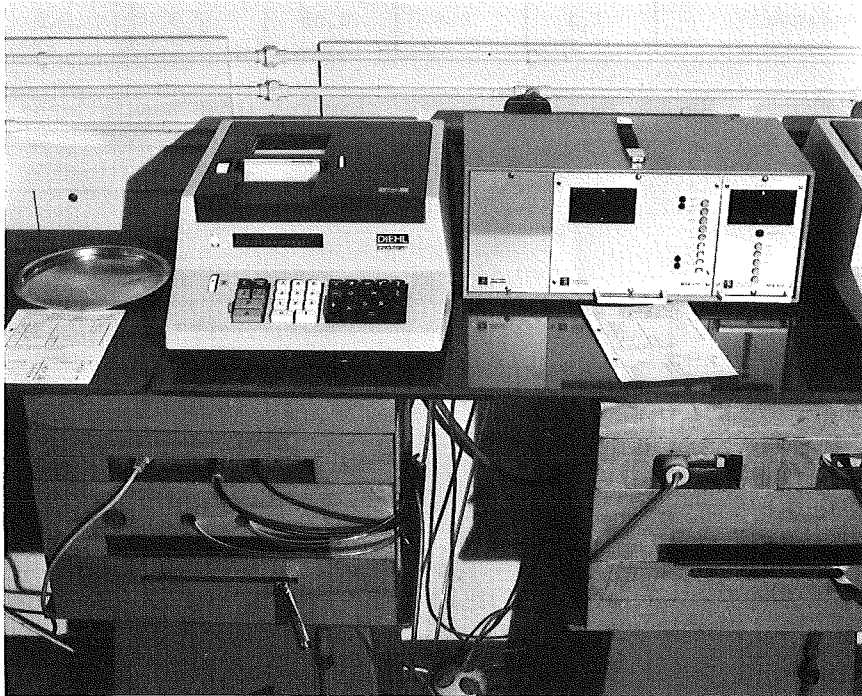


Abb. 3/3 Halbautomatischer Meßplatz mit druckendem Kleinrechner zur Bestimmung der α - und β -Aktivitätskonzentration von Abwasserproben

Die in den knapp 40 Abwassersammelstationen des KFZK 1974 angefallene Gesamtmenge an sog. Chemieabwasser lag mit rund 139 000 m³ (s. Tab. 3/12) um 14 % über dem Wert für 1973.

Die insgesamt 1974 in den schwachaktiven Chemieabwässern angefallene Radioaktivität hat gegenüber dem Vorjahr drastisch abgenommen (s. Tab. 3/12). Die Ursache dafür ist die Betriebspause der WAK von Januar bis Ende Oktober 1974. Die mit den schwachaktiven Abwässern von der WAK abgegebene β -Aktivität ging auf 4 % des Vorjahreswertes zurück. Die β -Aktivität aller nicht von der WAK stammenden Abwässer hat demgegenüber um rund 14 % zugenommen.

Die Verteilung der angefallenen Abwasseraktivität auf die verschiedenen Anlagen und Institute des KFZK zeigen die Tabellen 3/13 und 3/14. Von der WAK stammen trotz Betriebspause bei nur 4,5 % Anteil an der Gesamtabwassermenge 87 % der gesamten α - und 63 % der β -Aktivität. Um die Struktur der Herkunft der restlichen Abwasseraktivität nicht durch den beherrschenden Anteil der WAK zu verdecken, wurden die Aktivitätsanteile aller anderen Anlagen des KFZK, geordnet nach abnehmender β -Aktivität, in Tabelle 3/14 getrennt aufgeführt und ihre Summe wieder gleich 100 % gesetzt. Die Summe dieser α -Aktivität lag 1974 bei rund 4,6 Ci, die Summe der β -Aktivität bei 80 mCi. 91,3 % der gesamten β -Aktivität und 99,2 % der gesamten α -Aktivität fielen in nur 9 der 37 Abwassersammelstationen an. Den Hauptbeitrag zur Aktivität der schwachaktiven Abwässer lieferte zum ersten Mal der KNK-Reaktor.

Abwasser- sammelstationen	f_{α}			f_{β}		
	$\frac{1972}{1971}$	$\frac{1973}{1972}$	$\frac{1974}{1973}$	$\frac{1972}{1971}$	$\frac{1973}{1972}$	$\frac{1974}{1973}$
KFZK insgesamt	8,2	1,0	0,15	1,5	1,5	0,06
WAK	9,7	1,0	0,13	1,7	1,5	0,04
alle anderen Anlagen	1,3	0,8	0,88	0,4	0,6	1,14

Tab. 3/12 Steigerungsquoten der im schwachaktiven Chemieabwasser angefallenen Aktivität seit 1971

$$f = \frac{\text{Abwasseraktivität des Jahres } n}{\text{Abwasseraktivität des Jahres } (n-1)}$$

Chemieabwasser und Abwasseraktivität	α -Aktivität		β -Aktivität		Abwassermenge	
	Ci	%	Ci	%	m ³	%
KFZK insgesamt	0,61	100	12,3	100	138 824	100
WAK	0,53	86,9	7,7	62,6	6 282	4,5
alle anderen Anlagen	0,08	13,1	4,6	37,4	132 542	95,4

Tab. 3/13 1974 im Kernforschungszentrum angefallene Chemieabwassermenge und Abwasseraktivität

Abwassersammelstationen des KFZK <u>außer</u> WAK	α -Aktivität		β -Aktivität		Abwassermenge	
	mCi	%	mCi	%	m ³	%
KNK	9,2	11,5	2866,0	62,6	399	0,3
RBT/Heiße Zellen	30,1	37,6	1034,9	22,6	1 045	0,8
MZFR	0,5	0,6	398,4	8,7	1 213	0,9
FERAB	4,7	5,9	99,8	2,2	360	0,3
IHCh	25,2	31,5	66,7	1,5	1 073	0,8
Wäscherei	3,1	3,9	38,3	0,8	8 840	6,7
FR 2 (3 Stationen)	0,2	0,3	37,5	0,8	2 300	1,7
alle restlichen Abwasser- stationen	7,0	8,7	38,1	0,8	117 312	88,5
	80,0	100	4579,7	100	132 542	100

Tab. 3/14 Herkunft und Aktivitätsanteil des 1974 im Kernforschungszentrum angefallenen Chemieabwassers, ausgenommen WAK

Von besonderer Bedeutung ist die Überwachung der Endpufferbecken, weil sie den Endpunkt des Überwachungssystems vor der Ableitung der Abwässer in öffentliche Gewässer markiert. Überwachungsziel ist auch hier, die Einhaltung wasserrechtlicher Bestimmungen und Freigrenzen sicherzustellen und nachzuweisen. Darüberhinaus geht es um die quantitative Erfassung der mit dem Abwasser insgesamt aus dem Kernforschungszentrum abgeleiteten Radioaktivität (s. Tab. 3/15).

Bei der Aktivitätsüberwachung der Abwassermischungen in den Endpufferbecken werden nun auch jene Abwässer mit überwacht, die a priori als "frei" anzusehen und deshalb vor ihrer Einleitung in die Kläranlage noch keiner Aktivitätskontrollmessung unterworfen worden sind. Es sind dies die sog. Regenerierabwässer der Reaktoren und die häuslichen Abwässer (s. Abb. 3/1).

aus dem KFZK abgeleitete Abwassermenge		427 350 m ³		
Anzahl der abgeleiteten Endbeckenfüllungen		744		
Aus dem KFZK abgeleitete Abwasseraktivität	Art der Aktivität		Nachgewiesene Aktivität in mCi in %	
	durch Integration der Einzelableitungen ermittelte Aktivität	α	0*	-
		β	237,4	100
		³ H	770,2·10 ³	-
	aus mengenproportionalen monatlichen Mischproben ermittelte nuklidspezifische Aktivität	¹³⁷ Cs	147,0	61,9
		¹³⁴ Cs	33,9	14,3
		⁹⁰ Sr+ ⁸⁹ Sr	11,4	4,8
		¹⁰⁶ Ru/Rh	10,1	4,3
		¹⁴⁴ Ce	6,7	0,03
⁶⁰ Co		2,1	0,01	
²³⁹ Pu		0,29	-	
²³⁸ Pu	0,14	-		

* Bei allen 744 Einzelproben lag die spez. α-Gesamtaktivität unter der Nachweisgrenze von $0,5 \cdot 10^{-7}$ Ci/m³.

Tab.3/15 1974 aus dem KFZK in den Altrhein bei Leopoldshafen abgeleitete Abwassermenge und Abwasseraktivität

Die Freigabe der geklärten Abwässer des Kernforschungszentrums zur Ableitung aus den Endpufferbecken über den Vorflutkanal in den Altrhein kann erfolgen, wenn ihre Aktivitätskonzentrationen die MZK-Werte der 1. SSV0 im Monatsdurchschnitt nicht überschreiten.

Die gesamte 1974 aus dem KFZK abgeleitete Abwassermenge hat gegenüber dem Vorjahr um rund 12,5 % zugenommen.

Der seit jeher nahezu bedeutungslose Betrag der nachgewiesenen jährlichen α-Bruttoaktivitätsableitung sank 1974 auf den Wert 0. Die Konzentrationswerte aller abgeleiteten Endbeckenfüllungen lagen unter der Nachweisgrenze. Die abgeleitete Tritiumaktivität erreichte 1974 nur die Hälfte des Vorjahreswertes. Die Ursache hierfür liegt in den Betriebspausen der beiden Hauptemittenten für Tritium, MZFR und WAK. Bei einer 3-monatigen Betriebspause des MZFR betrug die in den Abwässern angefallene Tritiumaktivität, bezogen auf 1973, nur noch 68 %. Durch die 10-monatige Betriebspause der WAK sank dort die angefallene Tritium-

aktivität sogar auf 3 % des Vorjahreswertes.

1974 wurden erstmals zur Ermittlung der Nuklidzusammensetzung der abgeleiteten Abwässer mengenproportionale Monatsmischproben hergestellt. Die 1974 insgesamt in diesen Monatsmischproben nachgewiesenen nuklidspezifischen Aktivitäten und ihre prozentualen Anteile an der abgeleiteten β -Gesamtaktivität zeigt ebenfalls Tab. 3/15. Den Hauptanteil stellen die Nuklide ^{137}Cs und ^{134}Cs mit rund 62 % und 14 %. Der Strontiumanteil lag 1974 bei rund 5 %.

Die Zunahme der abgeleiteten β -Gesamtaktivität steht nicht im Widerspruch zur Abnahme der in den schwachaktiven Abwässern angefallenen β -Aktivität (s. Tab. 3/12). Die sogenannten mittelaktiven Abwässer (s. Abb. 3/1) werden vor ihrer Überführung in die Verdampfer der Dekontaminationsanlage keiner Aktivitätskontrollmessung unterworfen, da ihre Aktivitätskonzentrationen a priori als "unfrei" anzusehen sind. Die nach der Dekontamination mit den Verdampferdestillaten in die Kläranlage überführte Restaktivität, die aber hauptsächlich vom Aktivitätsgehalt dieser mittelaktiven Abwässer abhängt, entscheidet jedoch über die Höhe der aus dem KFZK abgeleiteten Aktivität.

Abwasser-Ein- und Ableitungen der Kläranlage des KFZK	Abwasservolumen V in m ³	mittlere Aktivitätskonzentration \bar{C}_β in 10 ⁻⁷ Ci/m ³ β	β -Aktivität A_β	
			in mCi	in %
Verdampfer-Destillate der "Deko flüssig"	9.860	385	379,5	84,7
"freie" Chemieabwässer der kerntechnischen Anlagen des KFZK	131.000	3	39	8,7
Regenerierabwässer der Reaktoren	187.190	0,5	9,5	2,1
FERAB-Rauchgas-Waschwasser	5.300	38	20	4,5
Gesamteinleitungen von schwachaktiven Chemieabwässern	333.350	-	Σ_1 : 448	100
Feststoffabscheidungen im Zyklator*	10 ⁵ kg Feststoff	ca. 2 nCi/g Fst.	213,5	47,7
Ableitungen aus den Chemieabwasser-Endbecken	330.350	7	(A): 234,5	52,3
Gesamtableitungen von Chemieabwässern und ihrer Aktivität	333.350	-	Σ_2 : 448	100
Ein- und Ableitungen von sogenannten häuslichen Abwässern	94.000	0,3	(B): 2,9	-
Gesamtabwasserableitungen	427.350	5,6	(A+B): 237,4	-

* ca. 1000 m³ Naßschlamm mit einem Feststoffgehalt von knapp 10 Gew. %

Tab. 3/16 Bilanz der ein- und abgeleiteten Abwassermengen und Abwasseraktivitäten für die Kläranlage des Kernforschungszentrums 1974.

Für den Bereich der Kläranlage ist deshalb eine echte Bilanzierung der ein- und abgeleiteten Abwassermengen und Abwasseraktivitäten möglich. Die Ergebnisse der für 1974 vorgenommenen Bilanzierung der in der Kläranlage "umgeschlagenen" β -Aktivität wurden in Tab. 3/16 dargestellt.

Die Jahressumme Σ_1 der mit den sogenannten Chemieabwässern (rund $3,3 \cdot 10^5 \text{ m}^3$) in die Kläranlage eingeleiteten β -Aktivität (s. Tab. 3/16) betrug 1974 rund 450 mCi ($\cong 100 \%$). Der Aktivitätsanteil der Verdampferdestillate der Dekontaminationsanlage ist dominant.

Die aufgrund von Aktivitätskontrollmessungen freigegebenen Chemieabwässer aus den Abwasser-sammelstationen des KFZK und die Regenerierabwässer der Reaktoren ergaben zusammen rund 95 % der Chemieabwassermenge mit einem β -Aktivitätsanteil von 11 %. Einen Aktivitätsanteil von 4,5 % lieferte das Rauchgas-Waschwasser der Veraschungsanlage der ADB (FERAB).

Die Ableitung der Aktivität aus der Kläranlage erfolgt auf zwei Wegen: 1. mit den geklärten Chemieabwässern über den Vorflutkanal in den Altrhein und 2. mit den im sogenannten Zyklator abgeschiedenen Feststoffen auf die Trockenbeete innerhalb des KFZK. Aus den 4 Endpufferbecken für Chemieabwässer (s. Abb. 3/1) wurde 1974 eine β -Aktivität von insgesamt 234,5 mCi abgeleitet (s. Tab. 3/16, Betrag (A)). Dies entspricht 52,3 % der Bilanzsumme Σ_2 . Durch Differenzbildung ergibt sich hieraus ein Betrag von 213,5 mCi für die an Feststoffe gebundene Aktivität. Dieser aus der Abwasserbilanz ermittelte Wert stimmt sehr gut mit den davon unabhängig gewonnenen Aktivitätsmeßwerten der Naßschlämme aus dem Zyklator überein.

Damit läßt sich zum ersten Mal im Rahmen der Aktivitätsbilanz für die Kläranlage der Dekontaminationsfaktor DF_Z des Zyklators bestimmen. Aus den Daten in Tab. 3/16 erhält man

$$DF_{Zykl} = \frac{\Sigma_1}{(A)} = 1,9 .$$

Dies bedeutet, daß nur die Hälfte der insgesamt in die Kläranlage eingeleiteten β -Aktivität mit den geklärten Chemieabwässern in den Vorfluter gelangt. Die andere Hälfte wird, an Feststoffe gebunden, mit den Klärschlämmen aus dem Zyklator auf die Trockenbeete überführt.

3.4 Umgebungsüberwachung

M. Winter, W. Tachlinski

3.4.1 Das Überwachungsprogramm

Der Routineteil der Umgebungsüberwachung des Kernforschungszentrums Karlsruhe wurde im wesentlichen auch 1974 nach dem im Februar 1969 vom Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg gebilligten Programm durchgeführt.

Das Programm besteht aus zwei Teilen: I. Direktmessung der Strahlung und II. Aktivitätsmessungen. Während Teil I der Erfassung möglicher Gefahren für den Menschen durch direkte Strahleneinwirkung von außen dient und Dosisgrößen ermittelt, dient Teil II der Erfassung einer möglichen Inkorporationsgefahr für den Menschen, indem der Radioaktivitätsgehalt in verschiedenen Medien bestimmt wird, die vom Menschen direkt oder indirekt aufgenommen werden.

- I. Direktmessung der Strahlung
 - I.1 Zählrohraußenstationen
 - I.2 Zählrohr-Monitor-Anlage zur Überwachung des Betriebsgeländes
 - I.3 Festkörper-Dosimeter
- II. Aktivitätsmessungen
 - II.1 Aerosolgehalt der Luft
 - II.2 Niederschlag
 - II.3 Wasser
 - II.4 Biologisches Material

Eine vollständige und detaillierte Beschreibung des seither unveränderten Überwachungsprogrammes wurde in tabellarischer Form im Jahresbericht 1972 (KFK-1818, S. 29-31) gegeben. Im Folgenden wird deshalb das Überwachungsprogramm nur in groben Zügen skizziert.

Die an den 8 Zählrohrstationen (s. Abb. 3/4) - eine Station im Kernforschungszentrum und 7 Außenstationen in den benachbarten Ortschaften - registrierten Meßwerte des (β + γ)-Strahlungspegels können telefonisch abgefragt werden. Eine Information über den Strahlungspegel in einem Umkreis von 2 bis 8 km stünde damit auch in einer Unfallsituation innerhalb weniger Minuten zur Verfügung.

Auf dem Betriebsgelände des Kernforschungszentrums befinden sich außer den beiden Meßhütten mit Sammeleinrichtungen für Niederschläge und Luftstaub die insgesamt 31 Meßstellen der Zählrohr-Monitor-Anlage (s. Abb. 3/5). 13 dieser Meßstellen gestatten im Hinblick auf Unfallsituationen mit starken Strahlungsfeldern eine Registrierung der γ -Dosisleistung bis zu 10^3 R/h. 14 Meßstellen erfassen den unteren Meßbereich vom Nullpegel bis zu 10 mR/h. Lediglich 4 Detektoren an der Grenze des Betriebsgeländes der WAK sind im Gegensatz zu allen anderen Meßstellen der Zählrohr-Monitor-Anlage nicht mit Energiekompensationsfiltern ausgerüstet, um die β -Empfindlichkeit dieser Zählrohre im Hinblick auf eine Erfassung der ^{85}Kr -Emissionen der WAK zu erhalten.

Unabhängig von der mehreren Forschungsprogrammen dienenden Instrumentierung des 200 m hohen meteorologischen Meßmastes sorgen je eine Windfahne und ein Anemometer in 40 m und 80 m Höhe für eine meteorologische Mindestinformation für die Umgebungsüberwachung auch außerhalb der Dienstzeit.

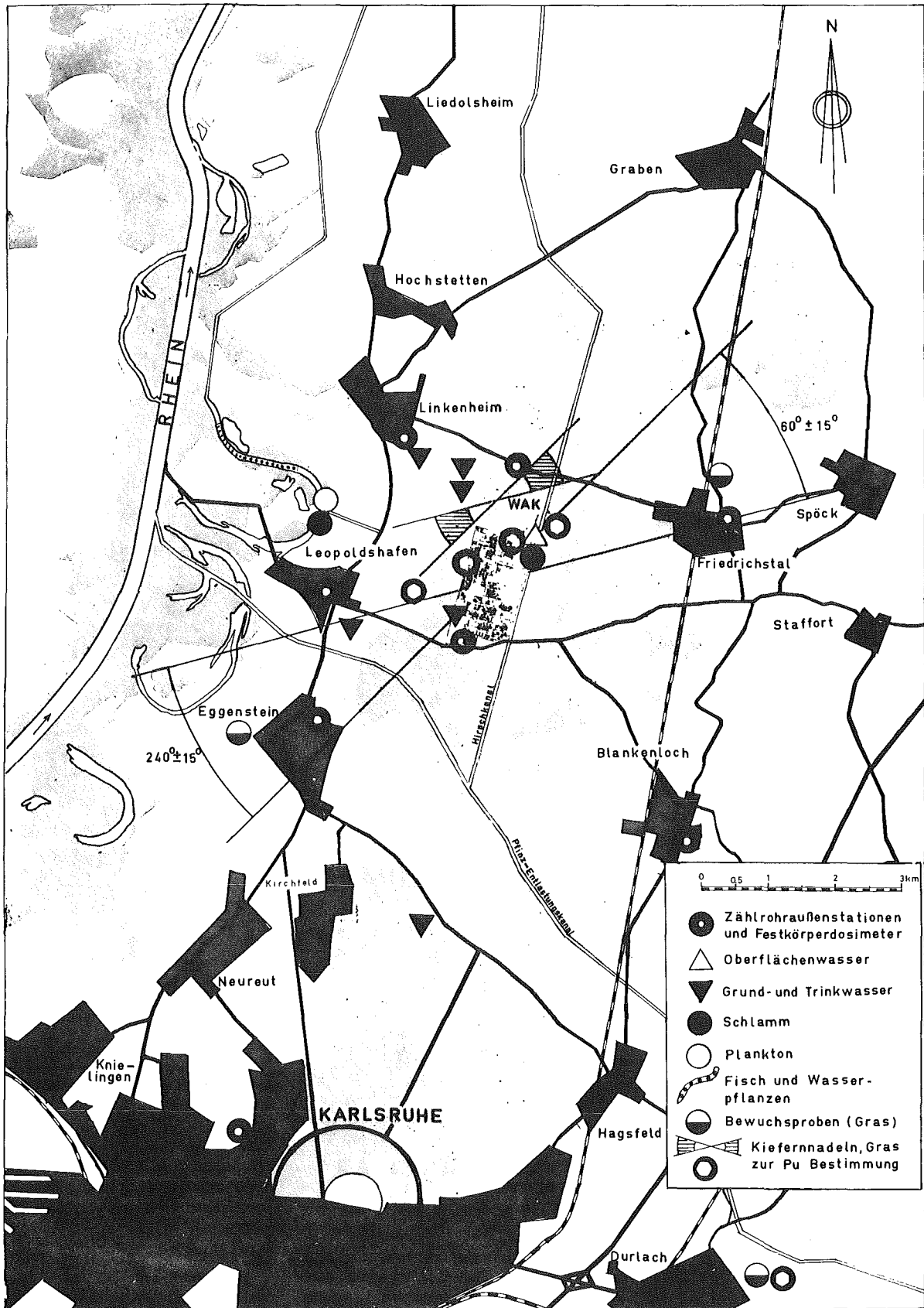


Abb. 3/4 Lageplan der Meß- und Probenahmestellen zur Umgebungsüberwachung

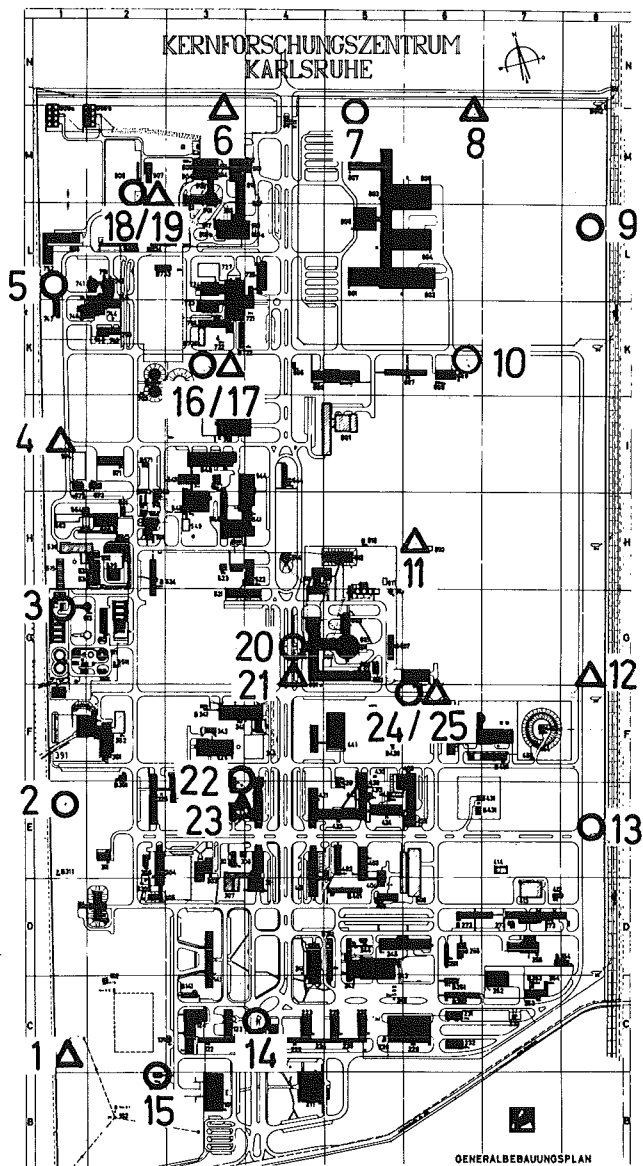
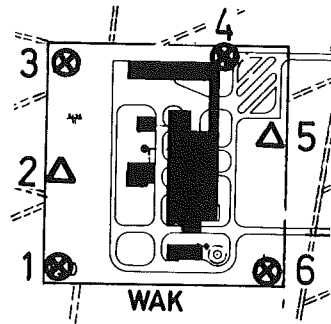


Abb.3/5 Meßstellenplan
der Zählrohr-Monitor-
Anlage

- 10^{-2} - 10 mR/h
- △ 10^{-2} - 10^3 R/h
- ⊗ $2 \cdot 10^2$ - $2 \cdot 10^5$ ipm

Die Anzeige- und Registriergeräte aller hier genannten Meßstellen befinden sich in der Umgebungsüberwachungszentrale im Gebäude der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit. Die Meßwertübertragung von den Meßstellen erfolgt über Meßkabel von insgesamt mehr als 30 km Länge.

Das auch 1974 fortgesetzte Programm zur Erprobung von Festkörper-Dosimetern zur Messung der akkumulierten Strahlungsdosis im Betriebsgelände und in der Umgebung des KFZK geht weit über den Rahmen der behördlichen Auflage hinaus. Einschließlich der 64 von der Aufsichtsbehörde geforderten Meßstellen bestanden 1974 insgesamt 264 Meßstellen mit Festkörper-Dosimetern, davon 46 innerhalb des Betriebsgeländes, 102 entlang der Geländegrenzen des KFZK und der WAK und 116 in der Umgebung. Alle Meßstellen sind mit je 2 Phosphatglas-Dosimetern bestückt, davon 210 Meßstellen außerdem mit je 2 LiF-Dosimetern. Alle Dosimeter werden jeweils im Mai und im November zur Ausmessung eingeholt.

Der zweite Teil des Umgebungsüberwachungsprogramms betrifft die Aktivitätsmessungen. Die Lage der Probenahmestellen des Routineprogramms zeigt Abb. 3/4.

Der Umfang der im Rahmen des Routineprogramms und für besondere Überwachungsmaßnahmen erforderlichen Probenahmen und auszuführenden Aktivitätsmessungen hat gegenüber 1973 um 25 % zugenommen! Trotz der im Sommer 1973 endenden Beteiligung am PNS-Programm 4312 stieg die Gesamtzahl der untersuchten Proben gegenüber dem Vorjahr noch um 8 % an. Tab. 3/17 bietet eine Übersicht über Art und Anzahl der 1974 genommenen und ausgemessenen Proben.

Art der Proben	Zahl der Proben 1974
Luftstaub auf feststehenden Einzelfiltern	208
Niederschlag	203
Grund- und Trinkwasser	223
Oberflächenwasser und Schlamm aus dem Hirschkanal sowie Feststoffe aus den 6 Sandfängen der Regen- und Kühlwasserkanalisation des KFZK	395
Biologische Proben aus dem Altrheingebiet unterhalb und oberhalb der Abwassereinleitung des KFZK (Schlamm, Seston, Fisch und Wasserpflanzen)	70
Bewuchs- und Bodenproben	356
Luftfeuchte- und Grasproben im Rahmen der Ausbreitungsexperimente (PNS 4312)	234
Niederschlag, Trink- und Oberflächenwasser im Rahmen des Programms zur Bestimmung der Tritiumkontamination der Umwelt (PNS 4131)	2 455
Sonstige Proben	30
S u m m e	4 174

Tab. 3/17 Art und Anzahl der zur Bestimmung der Umweltradioaktivität genommenen Proben

Für die Betreuung des ausgedehnten Meßstellennetzes der Umgebungsüberwachung (Kontrollen, Wartungsarbeiten, Kalibrierungen) und für die Probenahmen stehen zwei mit Funk ausgerüstete Fahrzeuge, ein VW-Bus und ein Land-Rover, zur Verfügung, die 1974 insgesamt 25 203 km zurücklegten.

3.4.2 Meßergebnisse des Routineprogrammes

Die Vermittlung einer Übersicht über die Fülle von Einzelmeßergebnissen des Überwachungsprogramms ist, soweit dadurch interessante Details nicht verdeckt werden, nur durch Bildung von Mittelwerten oder Angabe von Schwankungsbereichen möglich. Die folgende zusammenfassende Darstellung der Meßergebnisse folgt der Gliederung des Überwachungsprogramms und benutzt dabei die einzelnen Programmpunkte als Zwischenüberschriften.

I. Direktmessung der Strahlung

I.1 Zählrohraußenstationen

Tab. 3/18 zeigt die Jahresmittelwerte der $(\beta+\gamma)$ -Impulsrate und die Schwankungsbereiche der telefonischen Abfrageergebnisse.

Meßstellenstandorte	$(\beta+\gamma)$ -Strahlungspegel in Ipm		
	Jahresmittel	minimaler Abfragewert	maximaler Abfragewert
KFZK	510	289	1496
Leopoldshafen	474	318	1904
Linkenheim	483	334	1394
Forsthaus, nördl. KFZK	415	268	1083
Friedrichstal	477	344	1699
Blankenloch	476	319	1459
Karlsruhe	401	284	1306
Eggenstein	473	337	1414

Tab. 3/18 Meßergebnisse der Zählrohraußenstationen 1974

Die Monatsmittelwerte der 7 Außenstationen streuen insgesamt zwischen rund 380 Ipm und 530 Ipm. Die Jahresmittelwerte liegen hingegen sehr viel enger beieinander, so daß es gerechtfertigt erscheint, für diese Stationen einen Gesamtmittelwert für 1974 zu bilden. Er ergibt sich zu 457 Ipm.

Der Jahresmittelwert für die KFZK-Station liegt mit 510 Ipm um 11,6 % höher. Ursache hierfür waren Bestrahlungen von Dosimetern, die mit unterschiedlicher Stärke und Dauer insbesondere während der Monate Januar, Mai, Juli und November 1974 in der nur 140 m entfernten Eichhalle durchgeführt wurden.

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

I.2.1 Überwachung der γ -Dosisleistung innerhalb des KFZK (s. Abb. 3/5)

Der Nullpegel der γ -Dosisleistung im KFZK lag wie im Vorjahr an der unteren Meßbereichsgrenze von 10 $\mu\text{R/h}$. Geringfügig höhere Mittelwerte wurden nur an 4 der insgesamt 25 Meßstellen der Zählrohr-Monitor-Anlagen registriert. Sie betreffen die Meßstellen Nr. 5 (Bereich KNK) und Nr. 16 (Bereich "Heiße Zellen" und "Institut für Heiße Chemie") mit ca. 20 $\mu\text{R/h}$, die Meßstelle Nr. 20 (FR 2) mit ca. 30 $\mu\text{R/h}$ und die Meßstelle Nr. 3 am Westzaun des Betriebsgeländes in der Nähe des Abfallagers mit ca. 40 $\mu\text{R/h}$. Während 1973 an Meßstelle Nr. 3 noch 46 Warnschwellenüberschreitungen registriert worden waren, waren es 1974 nur noch 4! Der höchste registrierte Meßwert betrug hier 4 mR/h.

I.2.2 Überwachung an der Betriebsgeländegrenze der WAK (s. Abb. 3/5)

Der Streubereich des an 4 Stellen kontinuierlich gemessenen ($\beta+\gamma$)-Strahlungspegels lag auch 1974 zwischen 400 und 600 Ipm. An zwei dieser vier Meßstellen ereigneten sich 1974 wegen der Durchführung von Röntgenbestrahlungen auf dem Betriebsgelände der WAK 2 Warnschwellenüberschreitungen von 15 min und 3 Stunden Dauer. Der maximale Meßwert betrug $3 \cdot 10^4$ Ipm (Warnschwelle = $4 \cdot 10^3$ Ipm). Warnschwellenüberschreitungen als Folge von ^{85}Kr -Emissionen bei Brennelementauflösungen wurden keine registriert, da die Anlage bis Ende Oktober nicht im Betrieb war und anschließend nur Brennelemente des HDR mit relativ niedrigem Abbrand verarbeitet wurden.

I.3 Festkörperdosimeter zur Überwachung der akkumulierten Strahlungsdosis

Das Betriebsgelände wird mit 32 Meßstellen auf zwei "inneren" Kreisen mit Radien von 100 m und 250 m um den FR 2-Kamin und mit 96 Meßstellen entlang der rund 5 km langen Geländegrenze überwacht. 6 weitere Meßstellen befinden sich an der Betriebsgeländegrenze der WAK. Die Überwachung in der Umgebung erfolgt durch 3 konzentrische "äußere" Meßstellenkreise mit Durchmessern von 2, 4 und 6 km mit insgesamt 108 Meßstellen. Die Fläche des KFZK ist dem kleinsten dieser 3 Meßstellenkreise eingeschrieben. Die Außenüberwachung wird ergänzt durch 7 Dosimeter-Meßstellen in den benachbarten Ortschaften (Lageplan aller Meßstellen s. Abb. 3/6, S. 32 in KFK 1973).

Dieses Meßstellennetz ist so dicht, daß von einer praktisch lückenlosen Überwachung der Dosisbelastung der Umgebung gesprochen werden kann.

Die für die Jahre 1973 und 1974 für die verschiedenen Teile des Meßstellennetzes mit Thermolumineszenz-Dosimetern (LiF-Dosimeter mit 7 mg/cm^2) bestimmten Jahresdosis-Mittelwerte wurden in Tab. 3/19 zusammengestellt.

Lage der Meßstellen	Betriebsgeländegrenze		Äußerer Meßstellenkreis 6 km Durchmesser	Standorte der Zählrohr-Außenstationen (s. Abb. 3/4)	
	KFZK (ohne Meßstellen Nr. 20 - 32)	WAK		KFZK	Nachbarorte
Zahl der Meßstellen	97	6	54	1	7
Nov. 72 - Nov. 73	85	79	72	90	80
Nov. 73 - Nov. 74	86	80	79	114	99

Tab. 3/19 Jahresdosis-Mittelwerte in mR, gemessen mit Thermolumineszenz-Dosimetern

Die entlang der Betriebsgeländegrenzen von KFZK und WAK gemessenen Jahresdosiswerte liegen mit Ausnahme einer Strecke von rund 600 m in der Nähe des Abfallagers nicht höher als die in den umliegenden Ortschaften gemessenen Werte. Die etwas höhere Dosisleistung in der Nähe des Abfallagers verursachte an den 12 Dosimeter-Meßstellen Nr. 20 - 32 erhöhte Jahresdosiswerte, weshalb diese Meßstellen auch nicht zur Mittelwertbildung herangezogen wurden. Das mit Glasdosimetern aufgenommene Dosisprofil dieses Teils der Betriebsgeländegrenze zeigt für den Zeitraum Nov. 1973 bis Nov. 1974 Abb. 3/6. Die getrennte graphische Darstellung der beiden jüngsten Halbjahresdosiswerte veranschaulicht, daß die Dosisbelastung am Westzaun weiterhin rückläufig ist. Um die Wirksamkeit der seit Mitte 1973 am Abfallager laufend verbesserten Abschirmungen noch deutlicher zu machen, wurden außerdem in Tab. 3/20 die letzten vier aneinander anschließenden Halbjahresdosiswerte für die Meßstellen Nr. 23 bis 28 zusammengestellt. Die jüngsten Halbjahresdosiswerte betragen dort nur noch 10 % bis 20 % der Werte im Expositionsintervall November 1972 bis Mai 1973!

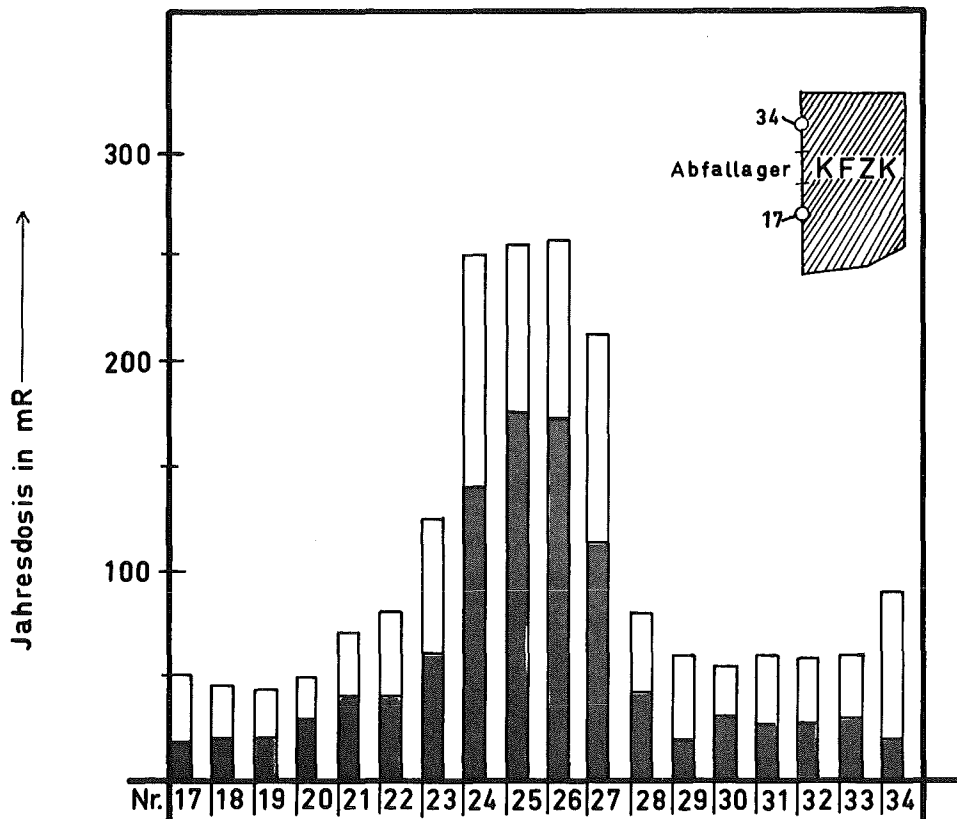


Abb. 3/6 Jahresdosisprofil entlang der Betriebsgeländegrenze des KFZK in der Nähe des Abfallagers (Abstand benachbarter Meßstellen: 50 m).

Halbjahresdosiswerte (182 Tage): November 73 bis Mai 74
 Mai 74 bis November 74

Expositionszeitraum Meßstellen Nr.	November 72 bis Mai 73	Mai 73 bis November 73	November 73 bis Mai 74	Mai 74 bis November 74
	23	335	135	60
24	735	310	141	110
25	1060	355	176	124
26	855	330	174	110
27	725	225	113	75
28	505	108	43	50

Tab. 3/20 Halbjahresdosiswerte in mR am Westzaun des KFZ in der Nähe des Abfallagers (Nr. 23 bis 28 $\hat{=}$ 250 m), gemessen mit Phosphatglas-Dosimetern

II. Aktivitätsmessungen

II.1 Aerosolgehalt der Luft

Die Luftstaubsammlung erfolgt auf feststehenden Einzelfiltern von 20 cm \varnothing (Filterwechsel 2 x wöchentlich) an den beiden Meßhütten (s. Abb. 3/7 und 3/10). Die Einzelmeßwerte der spezifischen α -Aktivität des Aerosolgehaltes der Luft lagen 1974 zwischen $<0,001$ pCi/m³ und 0,004 pCi/m³. Der Jahresmittelwert der spezifischen β -Aktivität der Luft ergab für die beiden Meßhütten Werte von 0,13 pCi/m³ (West) und 0,14 pCi/m³ (Nord-Ost). Der Jahresmittelwert der β -Aktivitätskonzentration der Luft liegt damit rund 2,6 mal so hoch wie im Vorjahr (siehe hierzu auch II.2)!

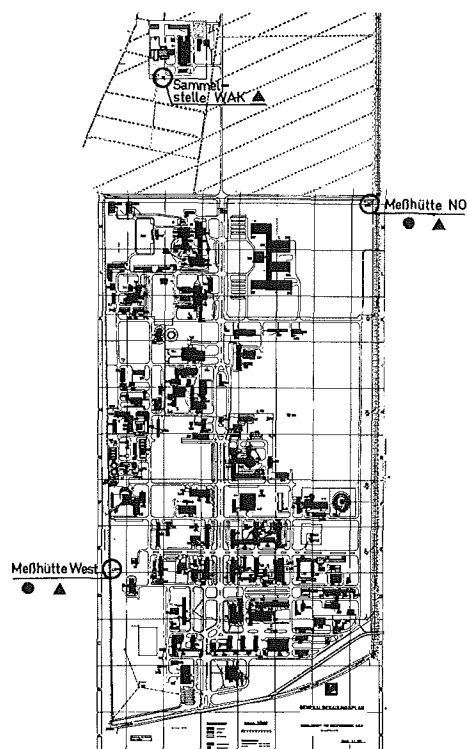


Abb. 3/7 Lageplan der Luftstaub- (Symbol \blacktriangle) und der Niederschlagssammelstellen (Symbol \bullet) und Ansicht der Meßhütte "West"

II.2 Überwachung des Niederschlags

Die spezifische Aktivität des Niederschlags wird an drei Stellen (Meßhütte West, Meßhütte NO und WAK) überwacht (s. Abb. 3/7 und 3/10).

Eine Übersicht über die 1974 mit dem Niederschlag der Flächeneinheit des Bodens zugeführte Radioaktivität gibt Tab. 3/21.

Sammelort	Niederschlags- menge l/m^2	Jahres-Flächenbelastung 1974 in nCi/m^2				
		α	$(^{239}Pu+^{240}Pu)^*$	$^{238}Pu^*$	β	3H
Meßhütte West	566	<2,1	0,025	0,003	24,5	630
Meßhütte Nordost	718	<2,2	0,013	0,002	18,3	861
WAK	771	<2,2	0,011	0,005	23,9	718

*ohne Dezember 1974

Tab. 3/21 Radioaktivität im Niederschlag 1974

Die Einzelmeßwerte der α -Aktivitätskonzentration lagen häufig unter der Nachweisgrenze (deshalb auch das Zeichen "<" vor den Flächenbelastungen in Tab. 3/21). So kann nur ausgesagt werden, daß für alle 3 Sammelstellen die Jahresmittelwerte der α -Aktivitätskonzentration unter 4 pCi/l und die α -Flächenbelastungen unter 2,2 nCi/m^2 lagen. Die Jahresmittelwerte der ^{239}Pu -Konzentration lagen zwischen 14 fCi/l und 44 fCi/l . Die α -Aktivität des Niederschlags hat sich damit gegenüber 1973 praktisch nicht verändert.

Ungewöhnliche Austauschvorgänge zwischen Stratosphäre und Troposphäre sind offenbar die Ursache für den kräftigen Anstieg der Jahresflächenbelastung durch die β -Bruttoaktivität im Niederschlag gegenüber dem Vorjahr. Für die 3 Niederschlagssammelstellen hat die β -Aktivitäts-Flächenbelastung gegenüber 1973 im Mittel um das 2,9-fache zugenommen (siehe Tab. 3/21). Bei nahezu unveränderter Jahresniederschlagsmenge haben die Jahresmittelwerte der β -Aktivitätskonzentration um das 2,8-fache zugenommen. Die gleiche Zunahme der β -Aktivität des Niederschlags gegenüber dem Vorjahr zeigen auch die Messungen des Deutschen Wetterdienstes im Raum Stuttgart. Die hier beschriebenen Zusammenhänge werden durch Tab. 3/22 verdeutlicht.

Sammelort	Jahresmittelwert der β -Aktivitäts- konzentration \bar{a} in pCi/l	β -Aktivitäts- flächenbelastung $A_F(74)$ in nCi/m^2	$\frac{\bar{a}(74)}{\bar{a}(73)}$ f^{**}	$\frac{A_F(74)}{A_F(73)}$ p	Verhältnis der Niederschlags- mengen $\frac{M(74)}{M(73)}$ q
Hütte West	43,3	24,5	3,13	2,69	0,86
Hütte Nordost	25,5	18,3	2,53	2,86	1,13
WAK	31,0	23,9	2,86	3,23	1,13
Stuttgart*	19,7	13,8	2,62	3,07	1,16

*Meßwerte des DWD; ** $f = \frac{p}{q}$

Tab. 3/22 Vergleich der β -Aktivität des Niederschlags 1974/1973

Im Falle der Tritiumflächenbelastung (s. Tab. 3/21) wird der atmosphärische Tritiumanteil von Tritiumimmissionen überlagert, deren Ursache in den Tritiumableitungen der beiden schwerwassermoderierten Reaktoren MZFR und FR 2 liegt. Die unterschiedlichen Tritium-Flächenbelastungen an den 3 Sammelstellen resultieren aus den im Einzelnen nicht bekannten Korrelationen von Windrichtung, Niederschlagsmenge, Emissionsort, -zeitpunkt und Quellstärke. Die Jahresmittelwerte der Tritiumkonzentration des Niederschlags lagen zwischen 0,8 nCi/l und 1,2 nCi/l (s. auch Kap. 7/8).

II.3 Überwachung des Wassers (s. Abb. 3/4)

II.3.1 Oberflächenwasser

Die α - und β -Bruttoaktivität und die Tritiumaktivität des Hirschkanals werden durch kontinuierliche Probenahme von Oberflächenwasser unterhalb der NO-Ecke des KFZK überwacht. Die Probenahmestelle liegt unterhalb der Einleitungen der 6 Sandfänge des KFZK, über die Regen- und Kühlwässer in den Hirschkanal eingeleitet werden. Die Aktivität wird wöchentlich in kontinuierlich entnommenen Mischproben bestimmt. Die Meßergebnisse 1974 wurden in Tab. 3/23 zusammengefaßt.

langlebige Aktivität	Schwankungsbereich der 53 Wochenmittelwerte	Jahresmittelwert
α	<1,7 bis 2,7 pCi/l	<1,8 pCi/l
β (abz. ^{40}K)	<1,0 bis 3,3 pCi/l	<1,7 pCi/l
^3H	0,3 bis 11,6 nCi/l	1,5 nCi/l

Tab. 3/23 Radioaktivität des Hirschkanals

83 % der Wochenmittelwerte der α -Aktivitätskonzentration und 34 % der Wochenmittelwerte der β -Aktivitätskonzentration lagen unter der jeweiligen Nachweisgrenze! Im 4. Quartal 74 stieg die Tritiumkonzentration leicht an, was auf einen schwachen Tritiumgehalt der Kühlwässer des MZFR zurückzuführen ist, die über den Sandfang Nr. VI kurz oberhalb der Probenahmestelle in den Hirschkanal eingeleitet werden.(s. Abb. 3/10).

II.3.2 Grund- und Trinkwasser

Überwacht werden das Wasserwerk Süd des KFZK, die Wasserwerke Leopoldshafen, Linkenheim-Hochstetten und Karlsruhe-Hardtswald sowie die beiden Schluckbrunnen der WAK. Einen Überblick über die Ergebnisse der Überwachung vermittelt Tab. 3/24.

72 %, 77 % bzw. 53 % der insgesamt 71 untersuchten Grundwasserstichproben lieferten Meßwerte unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze für die α -, β - bzw. Tritiumaktivität. Alle gebildeten Jahresmittelwerte waren deshalb mit dem Zeichen "<" zu versehen.

Abb. 3/8 zeigt die Grundwasserprobeentnahme aus einem der beiden Schluckbrunnen der WAK.

langlebige Aktivität	Schwankungsbereich der Einzelmeßwerte (Stichproben von 6 Stellen)	Jahresmittelwert
α	< 1,7 bis 4,7 pCi/l	< 1,8 pCi/l
β (abz. ^{40}K)	< 1,0 bis 4,4 pCi/l	< 1,3 pCi/l
^3H	< 0,13 bis 0,4 nCi/l	< 0,22 nCi/l

Tab. 3/24 Radioaktivität in Grund- und Trinkwasser



Abb. 3/8 Grundwasserentnahme

II.4 Überwachung von biologischem Material (s. Abb. 3/4)

II.4.1 Schlamm

Die Überwachung der Radioaktivität des Schlammes im Hirschkanal erfolgt anhand von monatlichen Stichproben. Der Schwankungsbereich der monatlichen Einzelmeßwerte der spezifischen α -Aktivität lag 1974 zwischen 2 pCi/g Tr. und 9 pCi/g Tr., für die spezifische β -Aktivität zwischen 18 pCi/g Tr. und 36 pCi/g Tr. Es ergaben sich entsprechende Jahresmittelwerte von rund 5 pCi/g Tr. bzw. 26 pCi/g Tr.

Zur Überwachung des Altrheins (= Vorfluter für die Abwässer des KFZK) wurden ca. 80 m unterhalb der Abwassereinleitung 14-tägig Schlammproben genommen. Das arithmetische Mittel aus den 26 Einzelmeßwerten beträgt für die spezifische α -Aktivität 8 pCi/g Tr. und für die spezifische β -Aktivität 35 pCi/g Tr. Die spezifische Plutoniumaktivität lag bei allen Quartalsproben unter 1 pCi/g Tr.

II.4.2 Seston

Die Aktivitätsmessungen in den ebenfalls im Altrhein genommenen vierteljährlichen Seston-Stichproben lieferten für 1974 Mittelwerte von 13 pCi/g Tr. für die spezifische α -Aktivität und von 91 pCi/g Tr. für die spezifische β -Aktivität.

Der zeitliche Verlauf der Höhe der mit den Abwässern des Kernforschungszentrums abgeleiteten β -Aktivität spiegelt sich deutlich in den Konzentrationswerten der Schlamm- und Sestonproben aus dem Altrhein wider. Der Zusammenhang zwischen dem β -Aktivitätsangebot der Abwässer und der Aktivitätskonzentration von Schlamm und Seston im Vorfluter wird durch die synoptische Darstellung in Abb. 3/9 verdeutlicht.

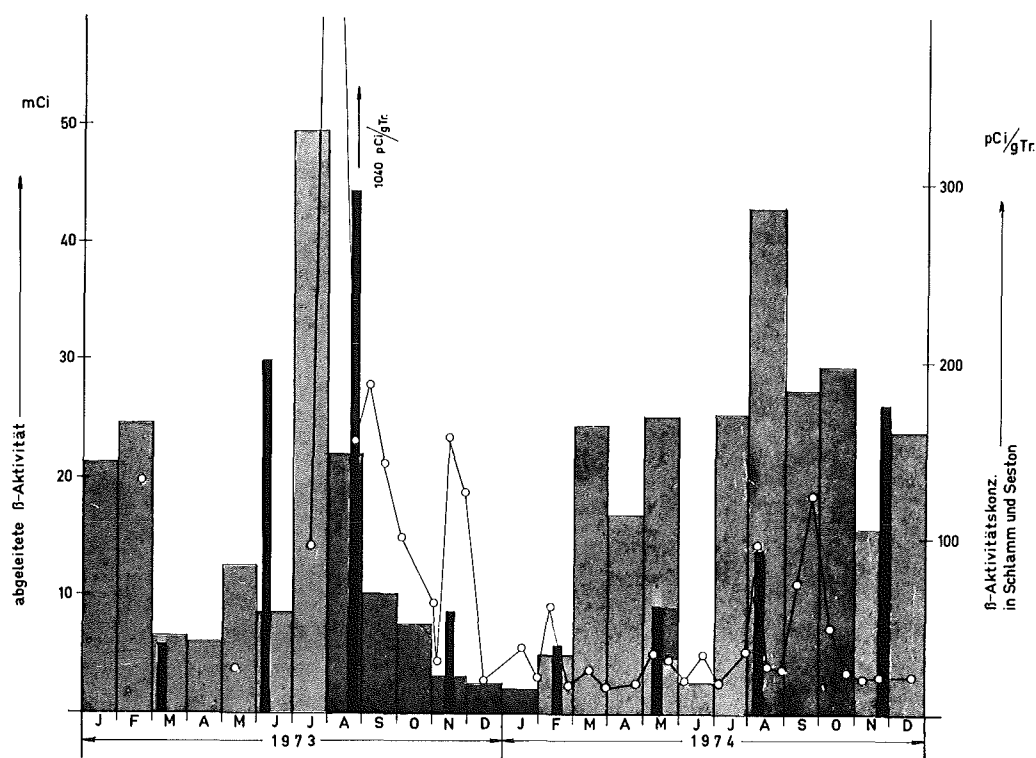


Abb. 3/9 1973 und 1974 aus dem KFZK mit dem Abwasser abgeleitete β -Aktivität und β -Aktivitätskonzentration im Schlamm und Seston des Altrheins

II.4.3 Fisch

II.4.4 Wasserpflanzen

Der Überwachung des Vorfluters dienen auch die halbjährlichen Probenahmen von Fisch und Wasserpflanzen. Der Schwankungsbereich der spezifischen β -Aktivität (abzügl. ^{40}K) entsprach 1974 mit 1,7 bis 2,8 pCi/g Naßgewicht für Fisch und 8 bis 28 pCi/g Trockengewicht für Wasserpflanzen den Vorjahreswerten.

II.4.5 Bewuchs

Die halbjährlichen Bewuchsproben aus den beiden Hauptwindrichtungssektoren in jeweils rund 4 km Entfernung vom KFZK (bei Eggenstein und Friedrichstal) wiesen mit Werten zwischen 13 und 21 pCi/g Tr. praktisch keine höhere spezifische β -Aktivität (abzügl. ^{40}K) auf als die Proben von der Referenzstellen in Grötzingen mit 12 und 19 pCi/g Tr.

Die spezifische Plutoniumaktivität ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) der Gras- bzw. Kiefernadelproben von den insgesamt 6 Stellen in den Hauptwindrichtungssektoren bezüglich KFZK und WAK bewegte sich 1974 zwischen 2 fCi/g Tr. und 41 fCi/g Tr. Die Meßwerte der Vergleichsproben aus dem Raum Durlach erreichten 14 fCi/g Tr.

Für ^{238}Pu ergaben sich Werte zwischen < 1 und 24 fCi/g Tr. bei einem maximalen Referenzwert von < 13 fCi/g Tr.

3.4.3 Besondere Überwachungsmaßnahmen

Es versteht sich von selbst, daß für eine wirksame Umgebungsüberwachung, die insbesondere das Betriebsgelände selbst mit einschließt, das Routineprogramm allein nicht ausreicht. Vielmehr muß es je nach Anlaß und oft schon bei Hinweisen auf geringste Unregelmäßigkeiten in den Betriebszuständen kerntechnischer Anlagen durch gezielte Überwachungsmaßnahmen ergänzt werden. Tab. 3/25 vermittelt eine Übersicht über die wichtigsten Überwachungsmaßnahmen, die 1974 aufgrund besonderer Anlässe notwendig erschienen. Die Ergebnisse zeigen, daß keiner der Anlässe zu unzulässigen oder nicht beherrschbaren Kontaminationen geführt hat.

Die erhöhte γ -Dosisleistung in unmittelbarer Umgebung des Gebäudekomplexes der ADB und des Abfallagers wird u.a. durch die 2 Meßstellenkreise um den FR 2-Kamin überwacht. Die an diesen Meßstellen ermittelten Jahresdosiswerte wurden in Abb. 3/11 dargestellt.

Die Jahresdosiswerte haben bei annähernd gleichgebliebenem Profil gegenüber dem Vorjahr sehr deutlich abgenommen. Hierin spiegelt sich der Erfolg der Abschirmungsverbesserungen am Abfallager und der Sanierungsarbeiten in den Gebäudeteilen der "Deko flüssig" der ADB wider.

Da Kühl- und Regenwässer aus dem KFZK kontinuierlich in den Hirschkanal abgeleitet werden, werden zusätzlich zu der behördlich geforderten Überwachung des Wassers (siehe Tab. 3/23) die in den 6 Sandfängen (siehe Abb. 3/10) abgelagerten Feststoffe überwacht (siehe Tab. 3/25).

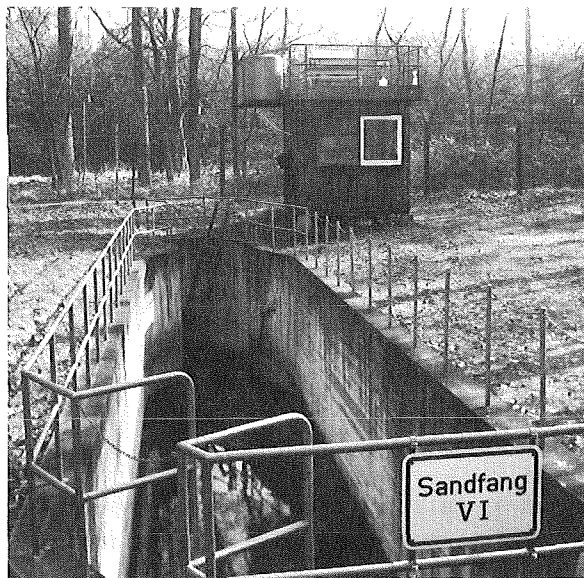


Abb. 3/10 Ansicht eines der 6 Sandfänge der Regen- und Kühlwasserkanalisation mit der Meßhütte "Nord-Ost" im Hintergrund

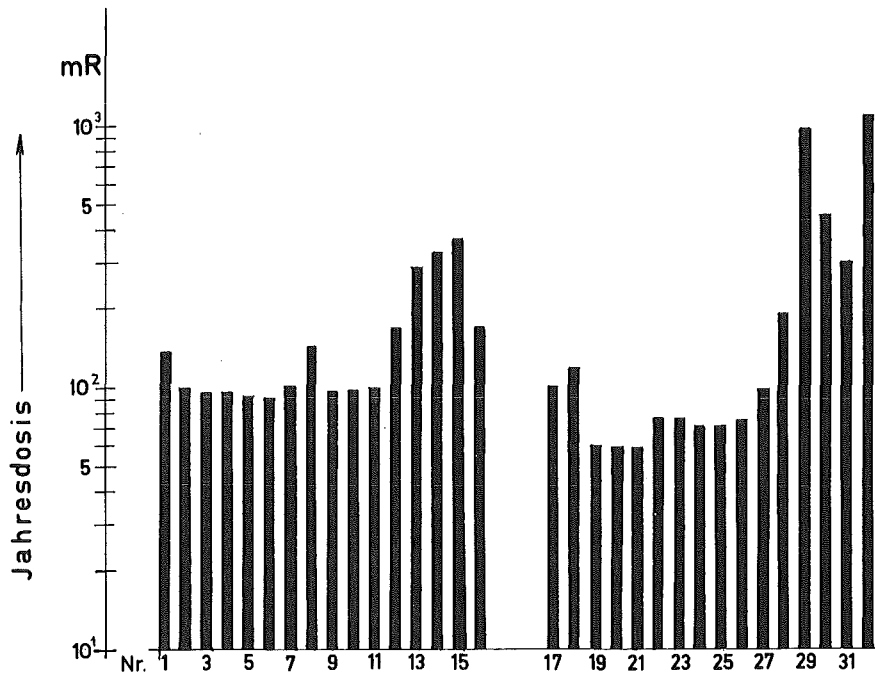
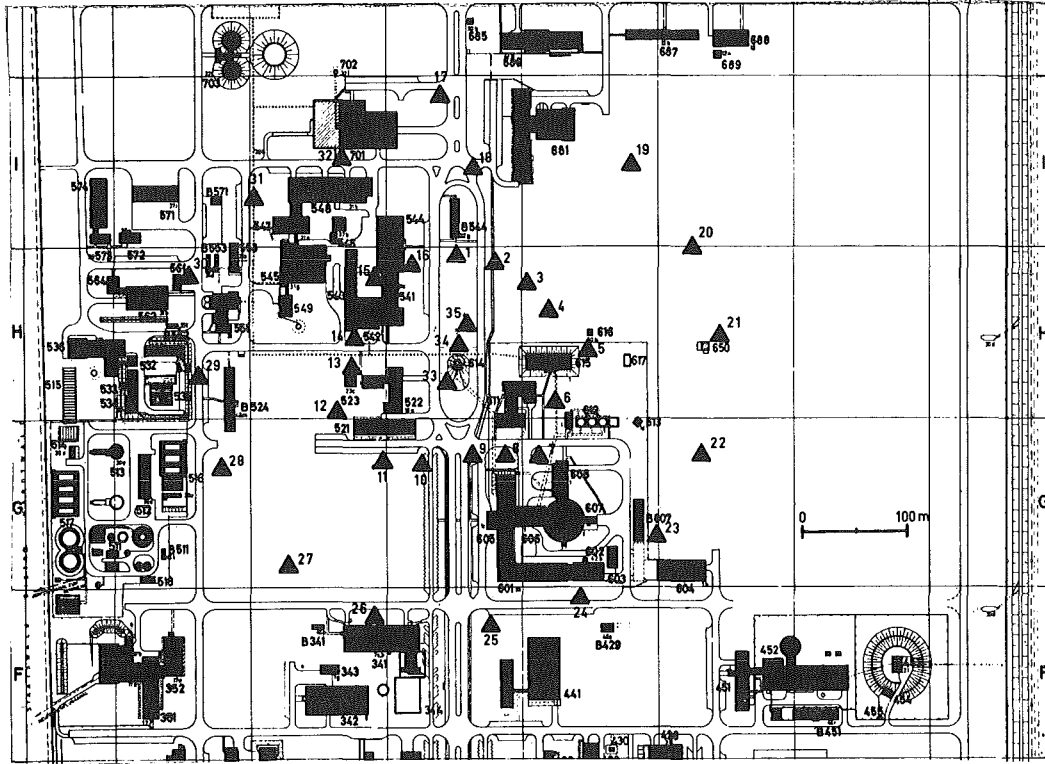


Abb. 3/11 Lageplan der Meßstellenkreise (Radien 100 m und 250 m) um den FR 2-Kamin und Jahresdosiswerte November 73 bis November 74, gemessen mit Glasdosimetern

Oberwachungszeitraum 1974	Anlaß	Oberwachungsmaßnahmen	Art und Zahl der untersuchten Proben	Meßergebnisse
30.3.	Verpuffung in der Bituminieranlage der ADB (Geb. 545).	Luftstaubprobenahme vor dem Gebäude und in Verbindungsgängen im Gebäude, Bewuchsprobenahme im Immissionsgebiet und an 2 Referenzstellen.	9 Luftstaubproben 8 Bewuchsproben	Luftstaub: α : NE - $5 \cdot 10^{-11}$ Ci/m ³ β : NE - $2 \cdot 10^{-8}$ Ci/m ³ γ -Spektroskopie: ¹⁰⁶ Ru, ¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs Bewuchs: α : 1,3-14,4 pCi/g Tr. β : 25,8-40,4 pCi/g Tr. γ -Spektroskopie: ¹⁰⁶ Ru, ¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs, ⁹⁵ Nb, NE = Nulleffekt
4.4.-31.12.	Chemieschlammablagerung auf der alten Mülldeponie der Gemeinde Leopoldshafen	Direktmessungen, Entnahme von Boden-, Bewuchs- und Grundwasserproben.	8 Bodenproben 2 Bewuchsproben (Hufblattich) 16 Grundwasserproben	Bodenproben: α : 8- 94 pCi/g Tr. β : 21-1005 pCi/g Tr. γ -Spektroskopie: ¹⁴⁴ Ce, ¹⁰⁶ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ⁶⁰ Co Bewuchs: α : <0,3-2,5 pCi/g Tr. Rest- β : 29-152 pCi/g Tr. Grundwasser: α : <1,7-3,2 pCi/l β : <1,0 - 4 pCi/l ³ H: 0,4-18,5 nCi/l
29.4.-10.5.	Kontamination an der Nordseite von Geb. 321a bei Dekoarbeiten	Entnahme von Boden-, Gras- und Niederschlagsproben im vermuteten Immissionsgebiet und an Referenzstellen zur Bestimmung des Ausmaßes und der Größe der Kontamination sowie Beton- und Bodenprobenahmen während und nach den Dekontaminationsarbeiten zur Entscheidung über die Freigabe.	19 Bodenproben 19 Betonproben 4 Wasserproben aus Pfützen 2 Grasproben 2 Wischtests	Bodenproben: α : <0,1 - 502 pCi/g Tr. β : 9-2,3.10 ⁴ pCi/g Tr. Betonproben: α : <1 - 328 pCi/g Tr. β : 25-1,6.10 ⁴ pCi/g Tr. Wasser: α : <0,1-2,4 nCi/l β : 0,8- 90 nCi/l Exemplarische γ -spektrometrische Untersuchung mit GeLi-Detektor an einer Bodenprobe: ¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh=480, ¹⁴⁴ Ce=1780, ¹⁴⁴ Pr=978, ¹³⁷ Cs=77, ¹³⁴ Cs=56, ⁹⁵ Nb=57, ⁹⁵ Zr=47, ¹²⁵ Sb=48, ¹⁵⁴ Eu=129 (Angaben in pCi/g Naßgewicht)
15.5.	Im Transportfahrzeug für Hausmüll wurde Radioaktivität festgestellt. Um das kontaminierte Material zu finden, wurde das Müllfahrzeug vor dem Müllverdichter der GfK schrittweise entladen.	Probenahmen in Windrichtung bis zu 20 m Entfernung.	4 Bodenproben	α : 1-4 pCi/g Tr. β : 8-14 pCi/g Tr. Referenzprobe: α : 5 pCi/g Tr. β : 9 pCi/g Tr.
28.5.	Bei Deko-Arbeiten in der Heißen Zelle des IRCh wurden über den Kamin Stickoxide abgegeben.	Probenahmen im Ausbreitungssektor und an 1 Referenzstelle	5 Bewuchsproben	Die Ausmessung der großvolumigen Proben im Body Counter ergab keinen Hinweis auf eine Kontamination.
7.6.-14.6.	Beim Aushub einer Baugrube an der Ostwand von Geb. 545 wurde eine spezifische Aktivität des Bodens oberhalb des Nullpegels festgestellt.	Probenahmen in der Baugrube und aus zwei im Bereich der Bauarbeiten niedergebrachten Bohrungen.	27 Sand- bzw. Kiesproben 4 Schlammproben 1 Wasserprobe	Sand- bzw. Kiesprobe: α : <1 - 55 pCi/g Tr. β : <30-2,2.10 ³ pCi/g Tr. Schlamm: α : 3 - 150 pCi/g Tr. β : 17-2,7.10 ³ pCi/g Tr. Wasser: α : 0,5.10 ⁻⁷ Ci/m ³ β : 1,2.10 ⁻⁷ Ci/m ³

Tab. 3/25 Übersicht über besondere Überwachungsmaßnahmen 1974

Oberwachungszeitraum 1974	Anlaß	Oberwachungsmaßnahmen	Art und Zahl der untersuchten Proben	Meßergebnisse
25.7.- 5.8.	Es gelangten ca. 2 m ³ ADB-Betriebswasser aus einem Behälter des Kerosinwäschers in den Hof vor der Lkw-Schleuse an der Ostseite von Geb. 545.	Sicherstellung verschiedener Wasserproben, Entnahme von Proben aus dem Kiesbett, Niederbringung einer Grundwasserbohrung sowie Direktmessungen des kontaminierten Straßenbelages.	8 Wasserproben 6 Kies- und Bodenproben 1 Grundwasserprobe	Wasser: α: <0,5·10 ⁻⁷ - 12,10 ⁻⁷ Ci/m ³ β: 2,2·10 ⁻⁷ - 490,10 ⁻⁷ Ci/m ³ ³ H: < 0,8·10 ⁻⁵ Ci/m ³ γ-Spektroskopie: ¹⁴⁴ Ce, ¹⁰⁶ Ru/Rh, ¹²⁵ Sb, ⁹⁵ Nb/Zr Kies: α: 2 pCi/g Tr. β: 14 pCi/g Tr. γ-Spektroskopie: ¹⁰⁶ Ru/Rh: 3 - 17 pCi/g ⁹⁵ Nb/Zr: 0,4-0,7 pCi/g Grundwasser: α: <0,02,10 ⁻⁷ Ci/m ³ Rest-β: <0,01,10 ⁻⁷ Ci/m ³
23.8.+24.8.	Bei einem Filterdurchbruch im Abluftsystem des Geb. 545 (ADB) gelangten in einen Umkreis von 50 m Teile des zerstörten Abluftfilters.	Sicherstellung von Proben des kontaminierten Materials und benachbarter unzerstörter Filter sowie Entnahme einer Grasprobe in unmittelbarer Nähe des Geb. 545 in Windrichtung.	1 Grasprobe	Grasprobe: α: 0,3 pCi/g Tr. β: 32 pCi/g Tr.
6.8.-9.9.	Überwachung der Demontage-, Reinigungs- und Montagearbeiten an der Rohrleitung zum Abluftkamin der Verbrennungsanlage für feste radioaktive Abfälle.	Bodenprobenahmen vor Beginn und nach Abschluß der Bauarbeiten im Bereich einer dadurch möglicherweise ausgelösten Kontamination.	28 Bodenproben 2 Proben kontaminierten Staubes	Bodenproben: α: < 1-2,6 pCi/g Tr. β: <26- 72 pCi/g Tr. γ-Spektroskopie: ¹⁰⁶ Ru/Rh, ¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs, ⁶⁰ Co Staub: α: 2,5·10 ⁻¹⁰ Ci/g Tr. bis 6,6·10 ⁻¹⁰ Ci/g Tr. β: 1,0·10 ⁻⁷ Ci/g Tr. bis 1,5·10 ⁻⁷ Ci/g Tr.
20.8.- 9.9.	Erhöhte Aktivitätskonzentrationen des Schlammes im Sandfang IV der Regenwasserkanalisation. Beginn umfassender Untersuchungen zur Aufklärung der Kontaminationsursachen. Sanierung der Kanalisation im Regenwasser-einzugsbereich von Geb. 548 (sog. 'Deko "fest" der ADB).	Direktmessungen der asphaltierten Flächen und Entnahme von Bodenproben im Einzugsbereich der Regenwasserkanalisation vor Geb. 548, Schlammprobenahme aus Gullys und Kontrollschächten, aus Sandfang IV und aus dem Hirschkanal, Untersuchung von Betonproben der kontaminierten Kanalschächte.	22 Schlammproben 11 Sandproben 5 Betonproben	Schlamm in Kanalisation: α: 0,01-5,2 nCi/g Tr. β: 0,2-5,8 nCi/g Tr. Schlamm im Hirschkanal: α: 1,2-4,7 pCi/g Tr. β: 23-130 pCi/g Tr. Sand: α: 3,6- 33 pCi/g Tr. β: 32-170 pCi/g Tr. Beton: α: 0,01- 40 nCi/g Tr. β: 0,02- 20 nCi/g Tr. identifizierte Nuklide: ²⁴¹ Am, ²³⁹ Pu, ²³⁸ Pu, ¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs, ¹⁰⁶ Ru/Rh, ⁶⁰ Co
28.10.-31.12.	Austritt von schwach radioaktivem Chemieabwasser aus einem Kontrollschacht aufgrund einer Leckage am Rohrkörper einer der Kunststoffleitungen zur Kläranlage. Oberflächenkontamination von ca. 20 m ² Rasenfläche und Aktivitätsaustritt an den Rohrdurchführungen in ca. 1,40 m Tiefe ins Erdreich.	Sicherstellung einer Probe des versickernden Abwassers; Bodenprobenahmen - die Dekontaminationsarbeiten begleitend - zur Bestimmung der Ausdehnung der Kontamination im Erdreich und nach Niederbringen von 3 Bohrungen seitdem regelmäßige Beobachtung der Grundwasseraktivität.	198 Bodenproben 96 Grundwasserproben	Bodenproben: α: 1 pCi/g Tr.-91 pCi/g Tr. β: 13 pCi/g Tr.- 9 nCi/g Tr. γ-Spektrometrie: Anteile identifizierter Nuklide: ¹³⁷ Cs=61 %, ¹⁰⁶ Ru/Rh=20 %, ¹³⁴ Cs=7 %, ¹²⁵ Sb=5 %, ¹⁴⁴ Ce=4 %, ⁹⁰ Sr= 1 %, ²³⁹ Pu=0,2 % Wasserproben: α: <1,7-2,2 pCi/l β: <1,0-328 pCi/l ³ H: 0,4-145 nCi/l γ-Spektroskopie: ¹⁰⁶ Ru/Rh
ganzjährig	Geplante Tief Lagerung tritiumhaltiger Abwässer in stillgelegten Erdölbohrungen.	Monatliche Probenahmen aus den Beobachtungsbrunnen Nr. 16 und Nr. 20	24 Grundwasserproben	Die Tritiumkonzentration lag 1974 im Mittel bei 0,3 nCi/l.
permanent	Erhöhte γ-Dosisleistung in der unmittelbaren Umgebung des Gebäudekomplexes der Dekontaminationsbetriebe.	Ständige Unterhaltung von 43 Sondermeßstellen mit Festkörperdosimetern (Betriebsgelände ADB und 2 Meßstellenkreise um FR 2-Kamin)		In wenigen Metern Abstand von den Gebäuden der ADB (vorwiegend in abgesperrten Bereichen) ergaben sich Jahresdosiswerte zwischen 0,5 und 4 R. Ergebnisse von den 2 Meßstellenkreisen siehe Abb. 3/11.
ganzjährig	Fortsetzung der Überwachung der Regenwasserkanalisation.	Wöchentliche Schlammprobenahmen aus den 6 Sandfängen der Regen- und Kühlwasserkanalisation (s. Abb. 3/10)	312 Schlammproben	Sandfänge I, II, III, V, VI: α: 1- 65 pCi/g Tr. β: 6-458 pCi/g Tr. Sandfang IV: α: 0,01-5,1 nCi/g Tr. β: 0,1-5,8 nCi/g Tr. γ-Spektroskopie: ¹⁰⁶ Ru/Rh, ¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs, ⁶⁰ Co, ¹⁴⁴ Ce

Tab. 3/25 Übersicht über besondere Überwachungsmaßnahmen 1974 (Fortsetzung)

3.4.4 Nullpegelmessungen in der Umgebung von Kernkraftwerken

Im Auftrag der Kernkraftwerk Philippsburg GmbH (KKP) und des Gemeinschaftskernkraftwerkes Neckar GmbH Esslingen (GKN) wurden 1974 Messungen zur Bestimmung des Nullpegels der Umweltradioaktivität der Standorte Philippsburg und Neckarwestheim durchgeführt. 1974 wurden insgesamt 412 Proben untersucht.

a) Kernkraftwerk Philippsburg (Lageplan der Meß- und Probenahmestellen siehe Abb. 3/12)

Die Schwankungsbereiche der Einzelmeßwerte und die Jahresmittelwerte der langlebigen α - und β -Bruttoaktivität der Proben wurden in Tab. 3/26 zusammengestellt.

Art der Proben	Zahl der Proben 1974	langlebige α -Aktivität		langlebige β -Aktivität		Einheit der spezifischen Aktivität
		Schwankungsbereich der Einzelmeßwerte	Mittelwert	Schwankungsbereich der Einzelmeßwerte	Mittelwert	
Luftstaub	210	< 0,001 - 0,007	<0,002	0,03 - 0,6	0,15	pCi/m ³
Niederschlag*	50	< 1,4 - 6,7	<1,8	2,9 - 130	14,8	pCi/l
Oberflächenwasser*	33	< 1,7 - 2,1	<1,8	< 1,0 - 4,7	<1,9	pCi/l
Grund- und Trinkwasser*	16	< 1,7 - 3,8	<2,1	< 1,0 - 4,5	<1,9	pCi/l
Schlamm	12	3 - 13	6	13 - 23	17	pCi/g Tr.
Seston	4	4 - 20	11	16 - 95	52	pCi/g Tr.
Fisch*	5	< 0,04 - 0,2	<0,08	0,7 - 1,8	1,3	pCi/g Naß.
Boden	24	5 - 19	12	19 - 33	26	pCi/g Tr.
Bewuchs*	5	0,2 - 1,5	0,7	11 - 39	24	pCi/g Tr.

* β -Aktivität abzügl. ⁴⁰K

Tab. 3/26 Schwankungsbereiche und Mittelwerte der langlebigen α - und β -Aktivität in der Umgebung des Kernkraftwerks Philippsburg

In Proben aus der Umgebung des KKP wurde in Boden, Bewuchs und Milch außerdem der Gehalt an ⁹⁰Sr und ¹³⁷Cs bestimmt. Für 1974 ergaben sich mittlere ⁹⁰Sr-Konzentrationen von 0,1 pCi/g Tr. für Bodenproben und 0,2 pCi/g Tr. für Bewuchsproben. Die entsprechenden Mittelwerte der ¹³⁷Cs-Konzentrationen lagen bei 0,01 pCi/g Tr. und 0,07 pCi/g Tr.

Die ⁹⁰Sr-Konzentration der Milch betrug im Mittel 2,2 pCi/l, die mittlere ¹³⁷Cs-Konzentration 2,1 pCi/l. Die ¹³¹I-Konzentration der Milch lag stets unter der Nachweisgrenze.

Grund-, Trink- und Oberflächenwasserproben und Niederschlagsproben wurden auf Tritium ausgemessen. Es ergaben sich Jahresmittelwerte von 0,2 nCi/l für Grund- und Trinkwasser und 0,6 nCi/l für Oberflächenwasser. Für die Niederschläge ergab sich, gewichtet mit den Regenmengen, ein Tritiumkonzentrationsmittelwert von ebenfalls 0,6 nCi/l.

Der Strahlungsnullpegel in der Umgebung des Kernkraftwerks Philippsburg wird an insgesamt 39 Stellen mit LiF-TL-Dosimetern gemessen. Für den Expositionszeitraum vom August 1973 bis September 1974 ergaben sich, gemittelt über n Meßstellen, folgende Jahresdosismittelwerte $\bar{D}(n)$:

Meßstellenkreis um das Kernkraftwerk Philippsburg (Radius ca. 1 km)	$\bar{D}(24) = 72$ mR
Benachbarte Ortschaften (Entfernungen zwischen 2 und 8 km)	$\bar{D}(15) = 64$ mR

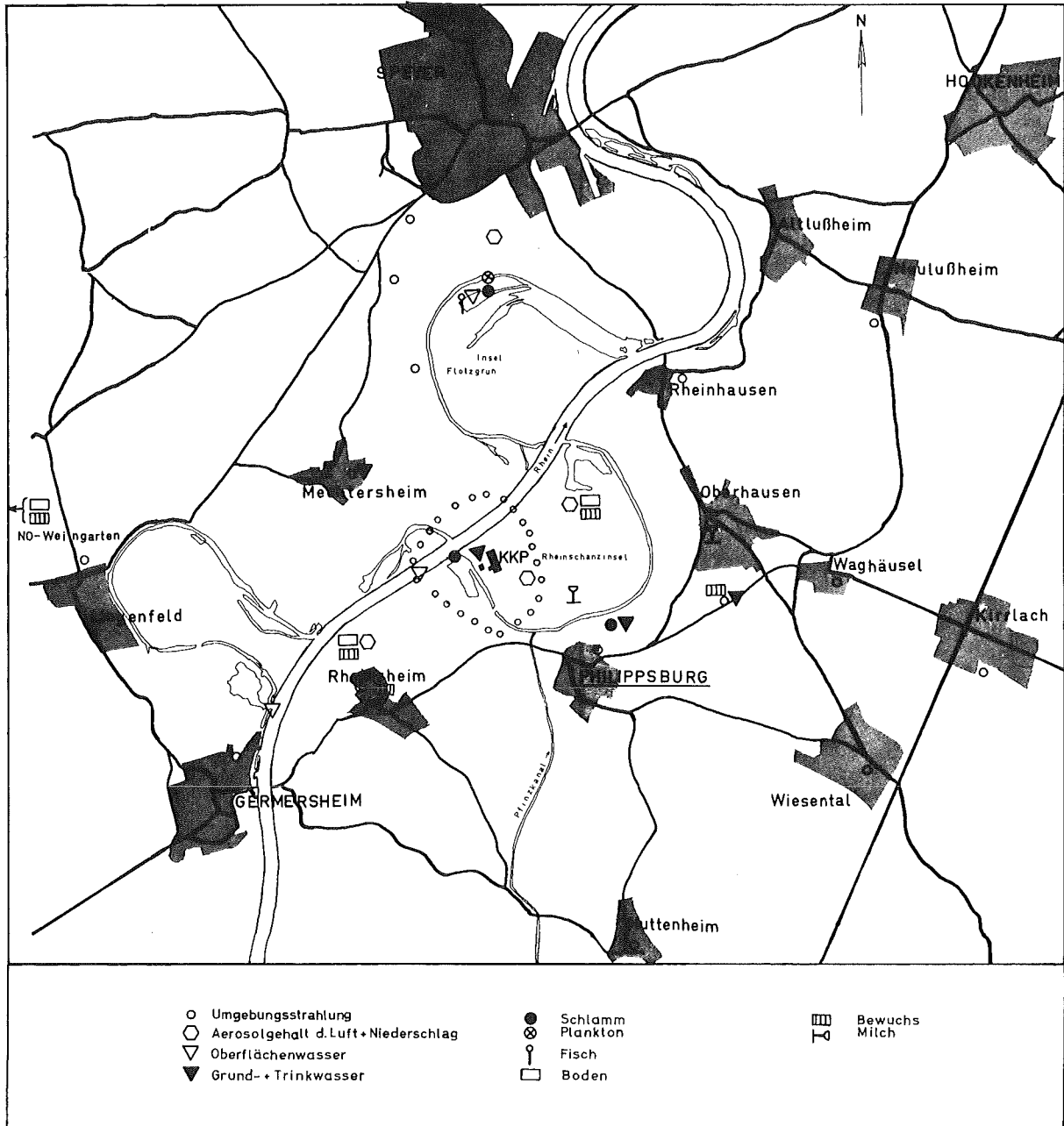


Abb. 3/12 Lageplan der Meß- und Probenahmestellen in der Umgebung des Kernkraftwerkes Philippsburg

b) Kernkraftwerk Neckarwestheim

Tab. 3/27 enthält die α - und β -Aktivitätsmeßwerte der Proben aus der Umgebung des GKN.

Art der Proben	Zahl der Proben 1974	langlebige α -Aktivität		langlebige β -Aktivität		Einheit der spezifischen Aktivität
		Schwankungsbereich der Einzelmeßwerte	Mittelwert	Schwankungsbereich der Einzelmeßwerte	Mittelwert	
Oberflächenwasser*	8	< 1,7 - 2,1	< 1,8	< 1,0 - 3,7	< 2,1	pCi/l
Grundwasser*	9	< 1,7	< 1,7	< 1,0 - 1,3	< 1,2	pCi/l
Schlamm	8	8 - 17	11,7	15 - 41	27,0	pCi/g Tr.
Fisch*	1	-	0,04	-	0,5	pCi/g Naß.
Boden	4	9,5 - 13,5	11,3	35 - 39	36,0	pCi/g Tr.
Bewuchs	4	0,3 - 1,6	0,8	23 - 32	26,2	pCi/g Tr.
Seston	1	-	4,0	-	56	pCi/g Tr.
Wasserpflanzen (Schilf)	1	-	0,4	-	10	pCi/g Tr.

* β -Aktivität abzügl. ^{40}K

Tab. 3/27 Schwankungsbereiche und Mittelwerte der langlebigen α - und β -Aktivität in der Umgebung des Gemeinschaftskernkraftwerkes Neckarwestheim

Die Tritiumkonzentrationen des Grundwassers lagen im Mittel bei 0,33 nCi/l, die des Oberflächenwassers zwischen < 0,21 nCi/l und 0,47 nCi/l.

Als mittlere ^{90}Sr -Konzentration in Boden und Bewuchs wurde jeweils 0,3 pCi/g Tr. ermittelt. In Milch betrug die durchschnittliche spezifische Aktivität von ^{90}Sr 2,8 pCi/l und von Tritium 0,47 nCi/l. Die Werte für ^{131}J lagen stets unter der Nachweisgrenze. Bei der γ -spektroskopischen Untersuchung (NaJ(Tl)-Kristall, 3,5" x 4,5") der Milch-, Bewuchs-, Boden- und Schlammproben war keine künstliche Radioaktivität nachweisbar.

Der Strahlungsnullpegel wird an 15 Stellen in den Ortschaften der Umgebung mit LiF-TL-Dosimetern gemessen. Die aus den Meßergebnissen des Expositionszeitraumes April 1974 bis Januar 1975 durch Extrapolation bestimmte mittlere Jahresdosis ergab sich zu 90 mR.

Die in Kapitel 3.4 erwähnten Kalium-, Jod-, Strontium-, Caesium- und Plutoniumanalysen wurden im analytischen Labor des Bereiches "Chemie" der Abteilung ausgeführt, die Ausmessungen der Festkörperdosimeter erfolgten durch Mitarbeiter der Gruppe "Dosimetrie".

3.5 Personenüberwachung

3.5.1 Externe Dosis

E. Plesch, B. Burgkhardt

Die Auswertestelle für Personendosimeter führt die Eigenüberwachung aller Mitarbeiter des Kernforschungszentrums Karlsruhe sowie weitere Überwachungen im Auftrag auswärtiger Stellen durch. Zur Personen- und Ortsdosimetrie werden vor allem Phosphatglasdosimeter und Thermolumineszenzdosimeter eingesetzt. Für bestimmte Überwachungsaufgaben stehen heute verschiedene Dosimeterkombinationen zur Verfügung, die neben dosimeterspezifischen Vorteilen eine erhöhte Sicherheit bei der Überwachung des Arbeitsplatzes und eine größere Genauigkeit bei der Messung des natürlichen Strahlenpegels bieten.

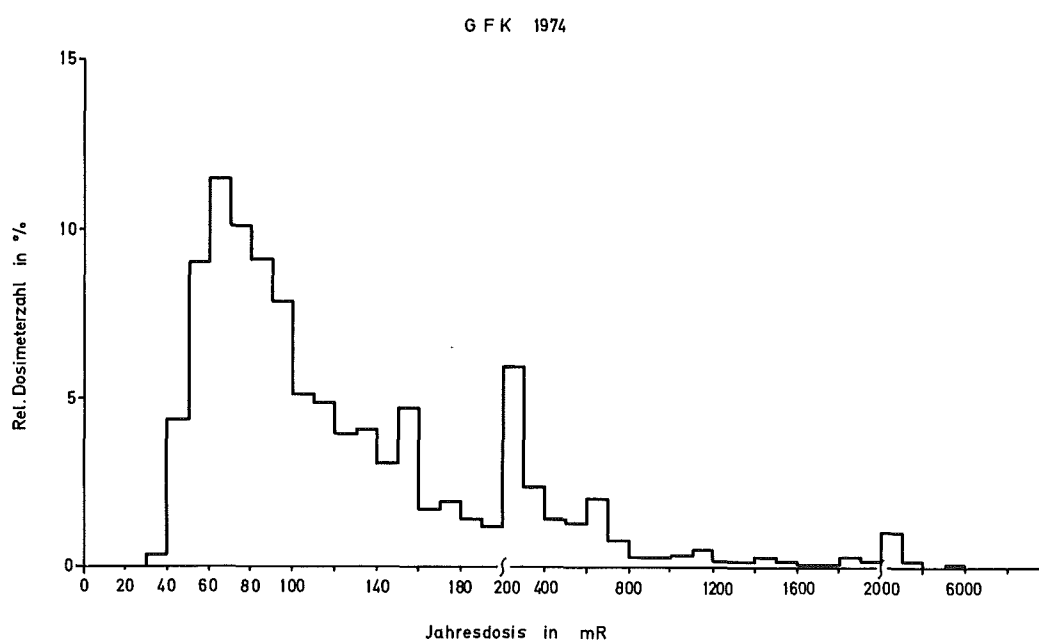


Abb. 3/13: Externe Strahlenbelastung der Mitarbeiter - einschließlich natürlicher Strahlung - im Jahre 1974

Die Personen- bzw. Arbeitsplatzüberwachung sämtlicher Mitarbeiter des Kernforschungszentrums mit Phosphatglasdosimetern dient zur Erfassung der genetisch signifikanten Jahresdosis einschließlich der natürlichen Strahlenbelastung am Arbeitsplatz. Eine solche Langzeitüberwachung bietet den Vorteil, die mittlere berufliche Strahlenbelastung für einen bestimmten Personenkreis zu ermitteln und die Dosis am Arbeitsplatz nach einem evtl. Unfall zu erfassen. Die Häufigkeitsverteilung der bei den Mitarbeitern im Jahre 1974 gemessenen Jahresdosis ist in Abb. 3/13 wiedergegeben.

Im Kernforschungszentrum wurden im Jahre 1974 etwa 3000 Personen mit Phosphatglasdosimetern überwacht. Die Auswertung dieser Dosimeter erfolgt bei Bedarf sofort, bei einem Personenkreis von ca. 800 Personen monatlich, sonst halbjährlich. Im Berichtsjahr wurden insgesamt 18 578 Glasdosimeterauswertungen durchgeführt. Die gemessene mittlere Jahresdosis pro Person lag in den einzelnen Instituten und Abteilungen des KFZK zwischen 82 und 1 064 mrem. Die für die einzelnen Bereiche gefundenen mittleren Jahresdosiswerte pro Person einschließlich der natürlichen Strahlung sind in Tab. 3/28 wiedergegeben.

Anlage	Mittlere Personen- zahl 1974	Dosis/a/Person 1974
Beschleuniger	53	380
Biol. u. med. Institute	58	82
Chem. Institute	277	230
Dekontamination	139	1064
Physikal. Institute	479	100
Reaktorbetrieb	265	317
Strahlenschutz (Kontrollbereich)	60	486
Versorgungsbetriebe	393	155
Sonstige	1117	98

Tab. 3/28: Glasdosimetrie: Mittlere Inst.-Dosis/a

Thermolumineszenzdosimeter werden innerhalb der Personenüberwachung zum Nachweis von β -Strahlung und zur Teilkörperdosimetrie eingesetzt. In der Thermolumineszenzdosimetrie wurden im Berichtsjahr 14078 Auswertungen durchgeführt, davon entfielen 8 733 Auswertungen auf eine Routineüberwachung und 5 345 Auswertungen auf Versuche. Dies entspricht einer fast zweieinhalbfachen Anzahl von Routineauswertungen im Vergleich zum Vorjahr.

Phosphatglasdosimeter und LiF-Dosimeter werden auch im Auftrag auswärtiger Stellen ausgegeben und ausgewertet. Vergleichsmessungen mit verschiedenen Festkörperdosimetern werden insbesondere in Mischstrahlungsfeldern innerhalb der routinemäßigen Personenüberwachung durchgeführt. Zur Ermittlung der natürlichen Strahlenbelastung sowie des Einflusses kerntechnischer Anlagen auf die Umgebung werden im Freien exponierte Festkörperdosimeter ausgewertet. Im Berichtsjahr wurde die Teilnahme an internationalen Vergleichsmessungen (USAEC, Euratom, Oak Ridge) zur Kalibrierung und zum Test von Dosimetern zur Messung der natürlichen Strahlungsdosis sowie einer Neutronendosis genutzt.

3.5.2 Inkorporationsmessungen

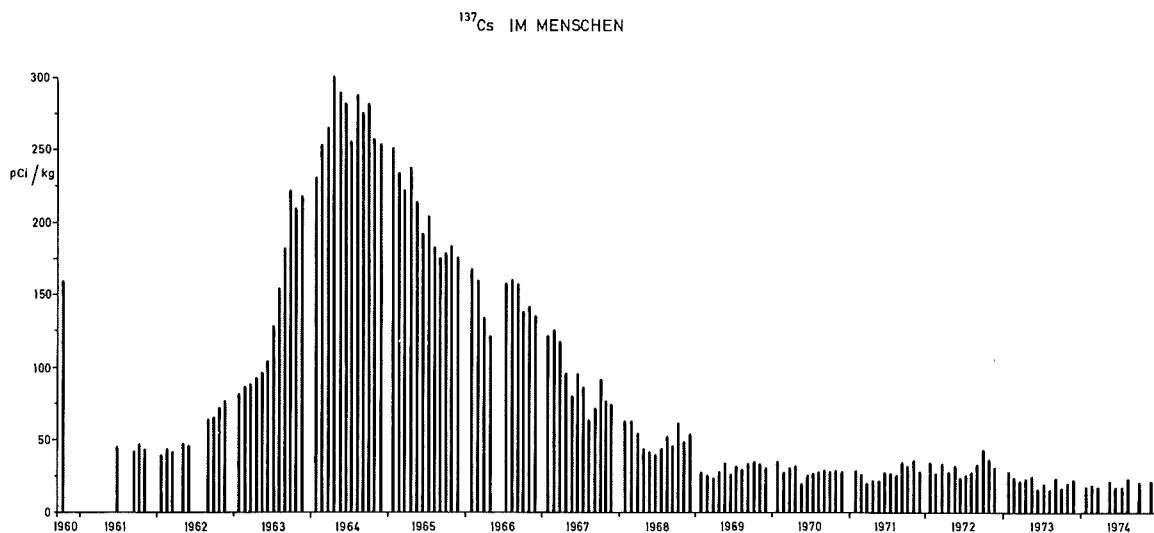
H. Fessler

Der Karlsruhe Human Body Counter dient zur routinemäßigen Inkorporationsmessung von Mitarbeitern des Kernforschungszentrums Karlsruhe, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen sowie zur Untersuchung nach Zwischenfällen und zur Ausmessung von Pflanzen- und Bodenproben. Die Meßanlage ist gemeinsames Eigentum des Landes Baden-Württemberg und der Gesellschaft für Kernforschung, so daß auch Messungen in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz, Institut für Immissions-, Arbeits- und Strahlenschutz durchgeführt werden.

Bei einer Referenzgruppe von rund 20 männlichen und weiblichen Mitarbeitern wird seit 1961 der Gehalt von Fallout-Radionukliden mit dem Human Body Counter ermittelt. Die Meßergebnisse werden vom Bundesgesundheitsamt in Berlin statistisch ausgewertet. γ -spektroskopisch konnten außer ^{137}Cs keine anderen Fallout-Radionuklide nachgewiesen werden. Im Jahre 1974 wurden für den mittleren Cäsium-Gehalt der Vergleichsgruppe 19,7 pCi/kg gemessen (Höchstwert 304 pCi/kg im Jahre 1964) (siehe Abb. 3/14)

Institution	Messungen gesamt	Inkorpor- tionen	Inkorporierte Nuklide
Reaktorbetrieb	358	18	$^{95}\text{Nb}/^{95}\text{Zr}$; ^{232}Th ; ^{137}Cs ; ^{60}Co ; ^{58}Co ; ^{124}Sb ; ^{131}J ; ^{133}J ; $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$
Zyklotron	106	5	^{65}Zn ; ^{54}Mn ; ^{133}J
Dekontamination	721	114	^{54}Mn ; ^{137}Cs ; $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$; $^{95}\text{Nb}/^{95}\text{Zr}$; ^{58}Co ; ^{60}Co ; ^{124}Sb ; ^{144}Ce ; ^{59}Fe
Strahlenschutz	99	6	^{137}Cs ; $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$; ^{124}Sb
Chemische Institute	438	5	^{137}Cs ; ^{131}J ; ^{65}Zn ; ^{54}Mn
Physikalische Institute	248	3	^{24}Na
Biol. und medizi- nische Institute	21	-	-
Sonstige Personen der GfK	205	-	-
Sonstige Personen, MZFR-KNK, GWK, usw.	760	24	^{131}J ; $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$; ^{58}Co ; ^{60}Co ; ^{137}Cs ;

Tab. 3/29: Inkorporationsmessungen im Body Counter (ohne Messungen der LAK)

Abb. 3/14: ^{137}Cs im Menschen

1974 wurden im Human Body Counter insgesamt 2956 Personen ausgemessen. Hinzu kamen 22 Sondermessungen mit dem Lungenzähler. Die Tabelle 3/29 zeigt für die verschiedenen Personengruppen im Kernforschungszentrum die Zahl der durchgeführten Messungen sowie Zahl und Art der gefundenen Inkorporationen. Von den insgesamt 175 Inkorporationen waren in 82 Fällen ein Nuklid, in 65 Fällen zwei Nuklide, in 27 Fällen drei Nuklide und in einem Fall 4 Nuklide beteiligt. Festgestellte Inkorporationen in Prozent der zulässigen Körperbelastung sind in Tab. 3/30 wiedergegeben.

Radionuklide	<0,01-0,1 %	0,1-1 %	1-10 %	10-100 %	> 100 %
^{60}Co	50	43	-	-	-
^{137}Cs	90	11	-	-	-
$^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$	41	9	-	-	-
^{58}Co	13	1	-	-	-
^{131}J	1	5	3	-	-
$^{95}\text{Nb}/^{95}\text{Zr}$	2	-	-	-	-
^{133}J	6	-	-	-	-
^{65}Zn	2	1	-	-	-
^{134}Cs	3	-	-	-	-
^{144}Ce	-	1	-	-	-
^{59}Fe	-	1	-	-	-
^{124}Sb	3	1	-	-	-
^{54}Mn	6	-	-	-	-
^{24}Na	1	1	-	-	-
^{232}Th	-	-	-	-	1*
^{239}Pu	-	-	-	1	-
^{241}Am	-	-	-	-	1

einschl. Inkorporationen bedingt durch nukleardiagnostische Tests

*) bez. auf Knochen

Tab. 3/30 : Inkorporierte Aktivität in Prozent der zulässigen Körperbelastung

3.6 Radiochemische Überwachungsarbeiten

H. Schüttelkopf

- Umgebungsüberwachung KFZK: Wegen der potentiellen Emittenten von Plutonium in der GfK (FERAB, MILLI) und wegen der WAK stehen unter den radiochemischen Arbeiten zur Umgebungsüberwachung des Kernforschungszentrums Karlsruhe die Pu-Bestimmungen an der Spitze. Bestimmt wird Pu in Schlamm- und Planktonproben aus dem Altrhein und in Pflanzenproben aus der Umgebung des KFZK. Außerdem werden monatlich je drei Niederschlagsproben auf Pu analysiert. Die niedrigen spezifischen Pu-Aktivitäten machen eine sorgfältige chemische Abtrennung des Pu notwendig. Die erreichte Nachweisgrenze beträgt 0,03 pCi/Probe sowohl für ^{239}Pu , ^{240}Pu als auch ^{238}Pu . Außerdem werden Luftfilter auf Pu analysiert.

- Abluft und Abwasser: Neben den low level-Proben der Umgebungsüberwachung werden aktive Proben verarbeitet. Monatlich wird in einer Abwassermischprobe ^{90}Sr und Pu bestimmt. Außerdem wurden Wischtests und Abluftfiltern der FERAB und der WAK auf ^{90}Sr und Pu, Abwässer auf ^{90}Sr und ^{131}I und Bodenproben auf ^{90}Sr und Pu analysiert. An mehreren nationalen und internationalen Vergleichsmessungen für ^{90}Sr , ^{89}Sr und ^{137}Cs wurde mit gutem Ergebnis teilgenommen.
- Überwachungsarbeiten für andere kerntechnische Anlagen: ^{90}Sr wird in Pflanzen-, Boden- und Milchproben für das Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (GKN) bestimmt. Für das Kernkraftwerk Philippsburg (KKP) wird ^{90}Sr und ^{137}Cs in den gleichen Probematerialien bestimmt. ^{131}I in Milch wird für KKP, GKN und das Kernkraftwerk Obrigheim analysiert und gemessen. Außerdem wird für GKN, KKP und die Kernkraftwerke Niederaichbach und Gundremmingen Kalium in Wasserproben und nach chemischer Aufarbeitung in verschiedenen anderen Probematerialien bestimmt.

Insgesamt wurden 1974 folgende Analysen durchgeführt: 166 Pu-Bestimmungen, 90 ^{90}Sr -Bestimmungen, 24 ^{137}Cs -Bestimmungen, 31 ^{131}I Analysen und 269 K-Messungen in Wasserproben und 75 K-Bestimmungen in Pflanzen-, Fisch-, Boden- und Schlammproben. Außerdem wurden neue Analysenverfahren geprüft und die angewandten Verfahren verbessert.

- Zur Radioökologie von ^{129}I : Durch die geplante Verlängerung der Kühlzeit von Kernbrennstoffen bis zur Wiederaufarbeitung tritt ^{131}I in seiner Bedeutung hinter ^{129}I zurück. Die Halbwertszeit von $1,7 \cdot 10^7\text{a}$ macht eine sorgfältige Prüfung seines Verhaltens in der Biosphäre notwendig. 1974 wurden 300 - 350 Analysen zur Prüfung bekannter Methoden zur Bestimmung von Jod und zur Entwicklung neuer Methoden durchgeführt. Zur Zeit liegen Analysenmethoden für alle Probematerialien der Emissions- und Immissionsüberwachung vor. Die erreichte Nachweisgrenze beträgt $3 \cdot 10^{-4}\text{pCi/g}$ Probe. Diese Arbeiten werden mit ASS/GM gemeinsam durchgeführt.
- Ausbreitungsexperimente: Für die 1974 durchgeführten Ausbreitungsexperimente, welche in enger Zusammenarbeit mit ASS/TM durchgeführt werden, wurden 800 - 1 000 Luftproben gaschromatographisch analysiert. Die Automatisierung von Auswertung und Probenahme wurde vorbereitet.

3.7 Strahlenschutzmedizinische Grundsatz- und Organisationsfragen

G. Möhrle

Wie schon im vergangenen Jahr war das Referat auch 1974 in mehreren Beratungsgremien des Bundesministeriums des Innern an den Diskussionen um die Novellierungen der Euratom-Grundnormen und der 1. Strahlenschutzverordnung, insbesondere in Bezug auf die ärztliche Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen, beteiligt.

In Zusammenarbeit mit dem Erste-Hilfe-Ausschuß des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurde das Gesamtkonzept der Ersten Hilfe sowie der Behandlung und Versorgung von Arbeitsunfällen infolge erhöhter Einwirkung ionisierender Strahlen weiterverfolgt. Ein weiterer Arbeitskreis mit Vertretern der Berufsgenossenschaften und Sachverständigen von Kernkraftwerken verabschiedete die berufsgenossenschaftlichen "Sicherheitsregeln für die Strahlenschutzüberwachung von Fremdfirmenpersonal".

Zu strahlenbiologischen bzw. strahlenschutzmedizinischen Umweltproblemen im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb von Kernkraftwerken wurde als Sachverständiger bei Erörterungsterminen sowie bei öffentlichen Informations- und Diskussionsveranstaltungen mehrerer Städte und Gemeinden im Hinblick auf den Standortvorsorgeplan für Kernkraftwerke des Landes Baden-Württemberg Stellung genommen.

Über Themen und Teilgebiete der Strahlenschutzmedizin wurde bei wissenschaftlichen Tagungen und Veranstaltungen referiert [31, 32, 33, 34] ebenso auf Kursen zum Erwerb der Fachkunde im Strahlenschutz gemäß der Röntgenverordnung [35]. Außerdem wurde die 15. Jahrestagung der Vereinigung Deutscher Strahlenschutzärzte über das Thema "Der ermächtigte Arzt im Sinne der Strahlenschutzgesetzgebung" im Kernforschungszentrum Karlsruhe mit mehr als 200 Teilnehmern organisiert und durchgeführt. Insgesamt war das Referat im Berichtsjahr 1974 in sieben verschiedenen Fach- bzw. ad-hoc-Ausschüssen, Arbeitskreisen und -gruppen tätig.

Abb. 4/2:

Zählratenverhältnis
Gamma/Neutronen eines
Proportionalzählers für
 ^{252}Cf -Quellen in Ab-
hängigkeit von der Hoch-
spannung

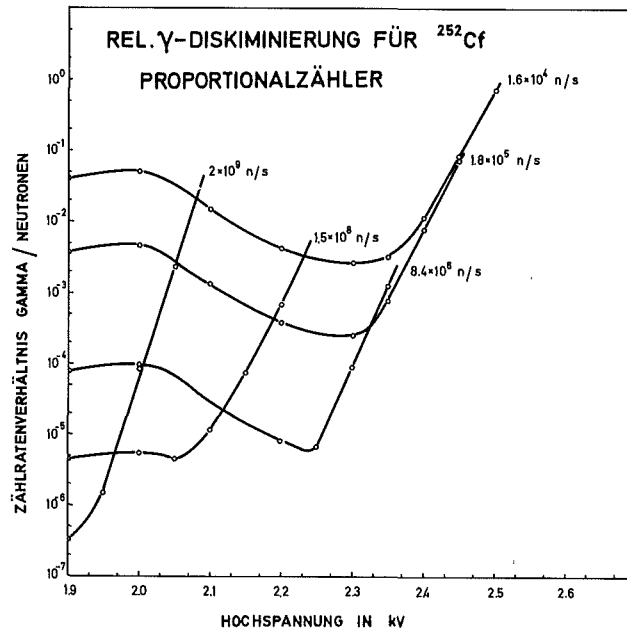
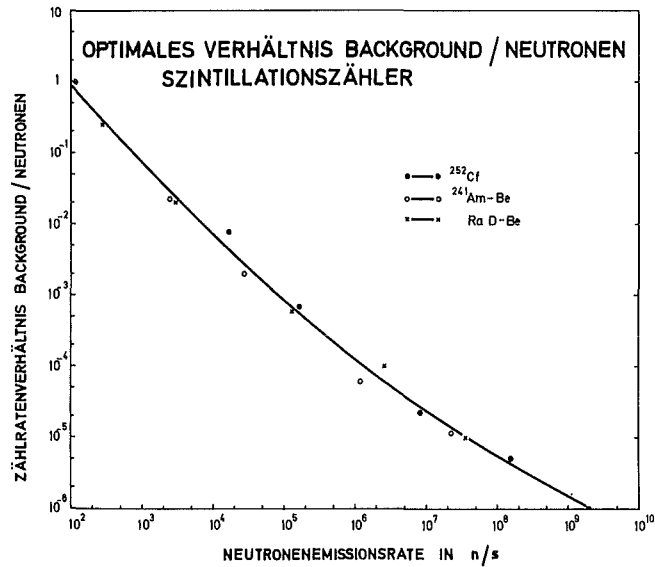


Abb. 4/3:

Optimales Zählratenverhältnis
Background/Neutronen
eines Szintillationszählers
in Abhängigkeit vom
Neutronenquellfluß



Bei optimaler Wahl der Detektorhochspannung erhält man für den Proportionalzähler ein Zählratenverhältnis Gamma/Neutronen, das in Abb. 4/2 in Abhängigkeit von der Neutronenemissionsrate wiedergegeben ist. Hierbei ist der Gamma-Strahlungsanteil der Neutronenquelle komplett diskriminiert, so daß die Meßgenauigkeit für die Messung von kleinen Neutronenemissionsraten im wesentlichen durch die Meßzeit, den Background und die Neutronenempfindlichkeit des Detektors bestimmt wird.

4.1.2 Messung von Neutronenquellen mit geringer Emissionsrate

E. Piesch, B. Burghardt

Zur Messung der Neutronenemissionsrate, der Neutronenflußdichte sowie der Energiedosis von Neutronenquellen mit Emissionsraten von etwa 500 n/s wurden die Detektoreigenschaften eines Großflächenproportionalzählers, eines Plastiksintillationszählers und eines Rem-Counters mit BF_3 -Zählrohr nach Anderson-Brown untersucht. Zur Erzielung einer hohen Nachweiswahrscheinlichkeit erfolgte die Bestimmung der Emissionsrate einer Punktquelle in 1 cm Abstand von der Detektoroberfläche.

Ein Vergleich der Neutronenempfindlichkeit bei optimaler Wahl der Detektorhochspannung ist für die drei Detektoren in den Abb. 4/4 und 4/5 für ^{252}Cf -Spaltneutronen und Am-Be-Neutronen wiedergegeben. Die relative Zählrate in Impulse pro Minute, bezogen auf 10^3 n/s , wurde hierbei als Funktion des Abstandes zwischen Detektoroberfläche und dem Quellenmittelpunkt aufgetragen. Der Proportionalzähler besitzt demnach verglichen mit dem Rem-Counter eine um den Faktor 2 bis 4 höhere Empfindlichkeit. Im Vergleich dazu ist der Szintillationszähler in größeren Abständen bis zu einem Faktor 4 unempfindlicher.

Die Zählrate des Proportionalzählers in 1 cm Abstand von einer ^{252}Cf -Quelle der Quellstärke 10^3 n/s beträgt 40 Impulse pro Minute bei einer gleichzeitigen Backgroundrate von 1,9 Impulse pro Minute. Die entsprechende Neutronenzählrate des Rem-Counters ist 11,6 Impulse pro Minute mit einer geringen Backgroundrate von 0,07 Impulse pro Minute. Auch der Szintillationszähler zeigt noch eine Empfindlichkeit von 4,6 Impulse pro Minute mit einer Background-Zählrate von 0,55 Impulse pro Minute. Wegen der relativ großen Detektoroberfläche verringert sich die Zählrate nicht mit dem quadratischen Abstandsgesetz, so daß Meßfehler, die aus einer ungenauen Abstandsbestimmung herrühren, im Vergleich zum Gesamtmeßfehler vernachlässigbar sind.

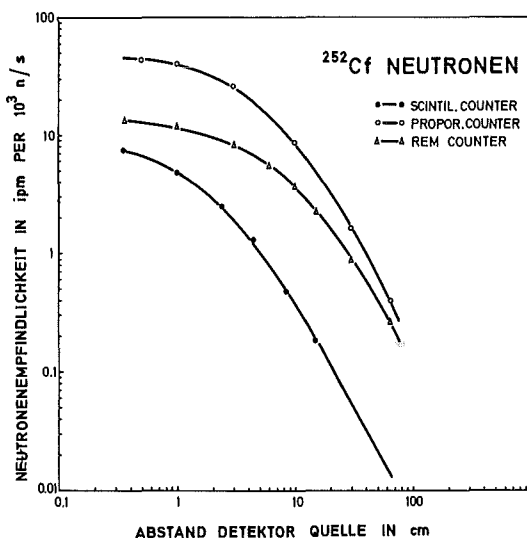


Abb. 4/4: Neutronenempfindlichkeit verschiedener Detektoren in Abhängigkeit vom Abstand einer ^{252}Cf -Punktquelle

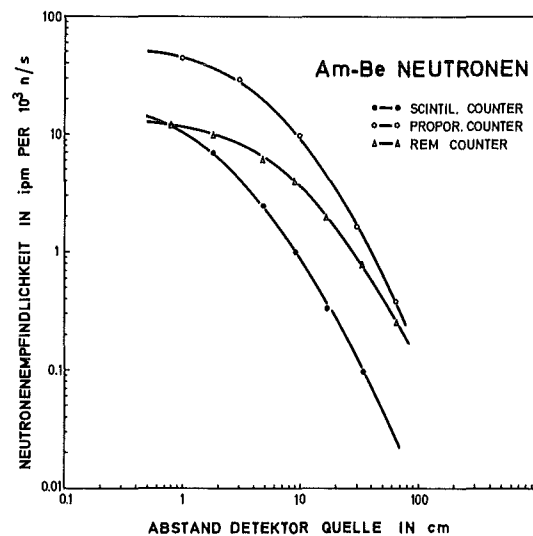


Abb. 4/5: Neutronenempfindlichkeit verschiedener Detektoren in Abhängigkeit vom Abstand einer Am-Be-Punktquelle

Tab. 4/1 zeigt die Detektoreigenschaften, die bei der Messung einer kleinen Emissionsrate von ^{252}Cf -Neutronenquellen erhalten werden. Als untere Nachweisempfindlichkeit wurde hierbei eine Neutronenemissionsrate angesehen, die zu einer Verdoppelung der Backgroundrate führt. Die besten Detektoreigenschaften zeigt der Rem-Counter wegen seiner kleinen Backgroundrate. Der Proportionalzähler hat hingegen die höchste Empfindlichkeit und damit die kürzeste Meßzeit: 10^3n/s können hier nach 25 min Meßzeit mit einer Standardabweichung von 3 % nachgewiesen werden.

Die Detektoren wurden auch zur in-vivo Messung an Patienten mit implantierten Herzschrittmachern eingesetzt. Für diese Neutronenmessungen müssen entsprechende Kalibrierungen zugrundegelegt werden [45].

DETEKTOR	BACKGROUND ipm	^{252}Cf -NEUTRONEN			
		$\frac{\text{ipm}}{\text{n/s}}$ ¹⁾	UNTERE NACHWEIS- GRENZE ²⁾ n/s	ZÄHLZEIT FÜR 10^3Imp. 10^3n/s	γ -DISKRIMINIERUNG bis zu n/s
Szintillations- zähler	0,55	$4,63 \times 10^{-3}$	119	216 min	$< 1,5 \times 10^4$
Proportional- zähler	1,9	$40,6 \times 10^{-3}$	47	25 min	$< 1,5 \times 10^3$
Rem-Counter	0,07	$11,6 \times 10^{-3}$	6	86 min	$< 2 \times 10^8$

¹⁾ Neutronenquelle in 1 cm Abstand von der Detektoroberfläche

²⁾ Neutronenzählrate, die der Backgroundzählrate entspricht

Tab. 4/1: Detektoreigenschaften für die Messung kleiner Neutronenquellstärken

4.1.3 Strahlenbelastung durch implantierte ^{238}Pu -Nuklidbatterien

E. Plesch

Die Strahlenbelastung eines Patienten mit implantiertem ^{238}Pu -Herzschrittmacher erreicht vor allem an der Oberfläche des Herzschrittmachers hohe Werte. Es war daher von besonderem Interesse, die Tiefendosisverteilung im menschlichen Körper, insbesondere in Gewebeschichten unmittelbar an der Quelle, zu messen und die Strahlenbelastung des Patienten durch eine Direktmessung am Patienten zu ermitteln. Hierbei interessiert vor allem

- die maximale Belastung an der Schrittmacheroberfläche in ca. 2,5 cm Gewebetiefe,
- die Belastung der Organe, insbesondere der Gonaden in Gewebetiefen von 10 - 20 cm
- die Umgebungsbelastung Freiluft in 50 cm Entfernung
- die Patientenbelastung für eine zehnjährige Tragdauer.

Für die Messung der Neutronenäquivalentdosis am Patienten wurde ein direktanzeigender Großflächenproportionalzähler eingesetzt, welcher mit einer ^{238}Pu -Neutronenquelle für verschiedene Gewebetiefen kalibriert wurde [45]. Die Fluenzverteilung im Gewebe in unmittelbarer Umgebung der Neutronenquelle wurde mit 0,3 mm dicken Kernspur-Ätzdetektoren in einem Phantom ermittelt [48]. Entsprechende γ -Dosismessungen wurden mit LiF-Dosimetern durchgeführt [40]. Die im Gewebe auftretende Strahlenbelastung ist in Abb. 4/6 unter Berücksichtigung von Build-up und der Schwächung im Gewebe in Abhängigkeit vom Quellenabstand für einen ^{238}Pu -Herzschrittmacher mit einer Neutronenemissionsrate von 940 n/s wiedergegeben. In 10 cm Gewebetiefe erhält man beispielsweise 32 $\mu\text{rem/h}$ für Neutronen und 37 $\mu\text{rem/h}$ für Gammastrahlung.

Die für einen Zeitraum von 1 Jahr zu erwartende Äquivalentdosis durch einen implantierten ^{238}Pu -Herzschrittmacher ist in Abb. 4/7 im Vergleich zu entsprechenden maximal zulässigen Jahresdosen beruflich strahlenexponierter Personen wiedergegeben. Die zu erwartende Patientendosis entspricht im ungünstigsten Fall der maximal zulässigen Strahlenbelastung bei beruflich strahlenexponierten Personen. Die direkte Strahlenbelastung der Umwelt kann vernachlässigt werden.

Bei einer zehnjährigen Tragdauer wird am "heißesten" Punkt der Schrittmacheroberfläche eine Teilkörperdosis von etwa 800 rem erwartet, wobei nur eine relativ dünne Gewebeschicht in unmittelbarer Umgebung des Herzschrittmachers erfaßt wird. Das Risiko für das Auftreten somatisch-stochastischer Spätschäden ist hierbei vergleichbar mit dem Risiko einer therapeutischen Bestrahlung. Im Vergleich dazu ist das Risiko für das Auftreten einer genetischen Strahlenschädigung gering und vom Abstand des Herzschrittmachers zu den Gonaden abhängig. In 10 cm Abstand ist es kleiner als das Risiko bei beruflich strahlenexponierten Personen, in 17 cm Abstand vergleichbar mit der Wirkung der natürlichen Strahlung.

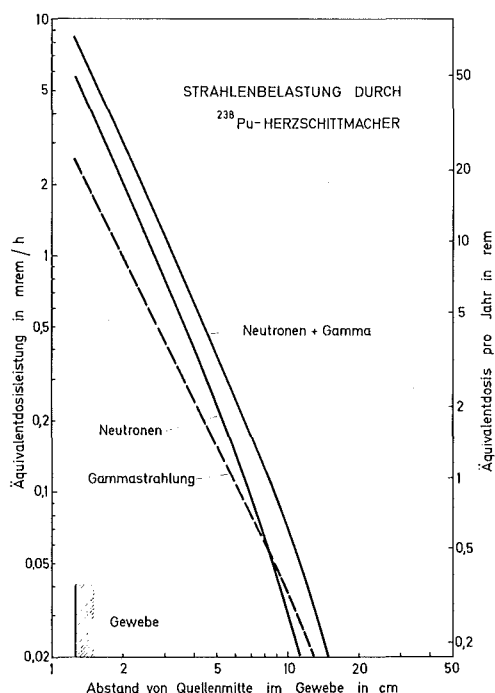


Abb. 4/6: Äquivalentdosisleistung für einen ^{238}Pu -Herzschrittmacher in Abhängigkeit vom Abstand im Gewebe

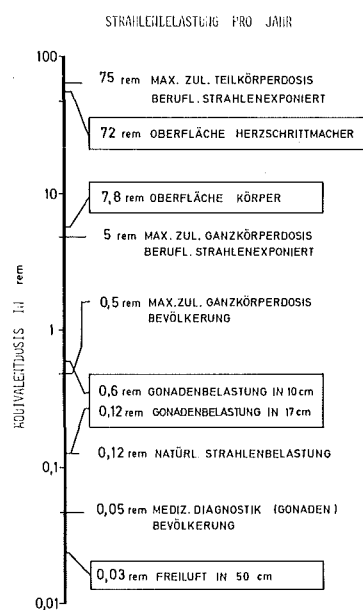


Abb. 4/7: Zusammenstellung der jährlichen Strahlenbelastung verschiedener Personengruppen

4.1.4 Erhebungsmessungen in Wohnhäusern und im Freien

E. Piesch, I. Hofmann

Im Auftrag des Bundesministerium des Innern wurden in Baden-Württemberg und in Bayern Erhebungsmessungen durchgeführt, die Aufschluß über die lokale und individuelle Strahlenbelastung der Bevölkerung in Wohn- und Aufenthaltsräumen geben sollen. Zur Direktmessung der Gammadosisleistung wird hierbei ein höchstempfindlicher, annähernd energieunabhängiger Szintillations-Dosisleistungsmesser Typ H7201 verwendet. Über die bisher vorliegenden Meßergebnisse dieser Erhebungsmessungen, die unter Mitarbeit von 7 weiteren Meßstellen in der gesamten Bundesrepublik durchgeführt wurden, wurde bei der Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Helgoland, berichtet (Weghold: Die Strahlenexposition der Bevölkerung in Wohnhäusern). Von der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit wurden hierbei etwa 4000 Wohnhäuser ausgemessen.

Im Jahre 1974 wurden mit dem Szintillations-Dosisleistungsmesser Vergleichsmessungen über dem Meeresspiegel durchgeführt, um diejenige Geräteanzeige zu erhalten, die ausschließlich von der kosmischen Strahlungskomponente herrührt. Die entsprechende Anzeige in Meereshöhe betrug $1,8 \mu\text{R/h}$, die auf dem Leopoldshafener Baggersee $1,8 - 2,2 \mu\text{R/h}$. Ein weiterer Kalibriervergleich erfolgte bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig. Das Gerät zeigte nach 1 Jahr Einsatz eine Geräteanzeige, die nur um 3 % von der Erstkalibrierung abwich. Die Gesamtmeßunsicherheit des Gerätes beträgt für die Messung des natürlichen Strahlenpegels etwa $\pm 10 \%$.

4.2 β/γ -Dosimetrie

4.2.1 Energieabhängigkeit von selbstablesbaren Stabdosisimetern

B. Burgkhardt, E. Piesch

Nach den Forderungen der Strahlenschutzverordnungen ist eine tägliche Kontrolle und Aufzeichnung der Personendosis erforderlich. Hierzu werden vorwiegend selbstablesbare Taschenionisationskammern eingesetzt. Nach Inkrafttreten der Röntgenverordnung muß auch energiearme Röntgenstrahlung unterhalb 10 keV nachgewiesen werden. Nach den Angaben der Hersteller kann mit speziellen Weichstrahlionisationskammern energiearme Röntgenstrahlung bis 10 keV erfaßt werden. Da ein Vergleich der Angaben verschiedener Hersteller nur bedingt möglich ist, wurde in Ergänzung zu älteren Kalibrierungen die Energieabhängigkeit der Dosimeteranzeige bei 9 direktablesbaren Stabdosisimetertypen ermittelt [1]. Zur Verfügung standen Stabdosisimeter der Fa. Atomic Prod. Corp., Fa. Don L. Collins, Fa. Berthold-Frieseke, Fa. La Physiotechnie und der Fa. Stephen und Co. Bei dem Dosimeter PHY-SEQ 7 der Fa. La Physiotechnie handelt es sich um ein Stabdosisimeter mit verschließbarer Fensterkammer.

Zur Kalibrierung der Stabdosisimeter im Energiebereich 10 keV bis 1,2 MeV wurde hartgefilterte Röntgenbremsstrahlung sowie Gammastrahlung der Radionuklide ^{137}Cs und ^{60}Co herangezogen. Die Dosimeteranzeige des Stabdosisimeters wurde mit der eines bei der PTB kalibrierten Philips Universaldosimeters verglichen und auf die Standard-Gleichgewichtsionendosis als Meßgröße bezogen. Die in Abb. 4/8 wiedergegebene relative Energieabhängigkeit der Dosimeteranzeige wurde auf die Dosimeterempfindlichkeit bei 660 keV bezogen.

Ein Vergleich der Ergebnisse bei Weichstrahlkammern für die Anwendung im Röntgenstrahlungsbereich zeigt, daß die Ionendosis bei 13 keV für die gleichartigen Modelle A und B mit 75 % am günstigsten angezeigt wird gegenüber den Dosimetertypen C, D und E mit einer

Anzeige von 50 %, 46 % und 38 %. Eine Anzeige von 78 % ergibt sich für das Dosimeter PHY-SEQ 7 mit einem 7 mg/cm² dicken Fenster, das bei Bedarf mit 300 mg/cm² abgedeckt werden kann. Stabdosimeter für Normalanwendung haben bei 23 keV eine relative Anzeige der Ionendosis von 68 % für Dosimeter G, von 44 % für Dosimeter I und von 39 % für Dosimeter H.

Die Untersuchungen ergaben eine Energieabhängigkeit von etwa $\pm 15\%$ für die Weichstrahlkammern im Energiebereich 20 keV bis 1,2 MeV und für die Stabdosimeter normaler Bauweise im Energiebereich 30 keV bis 1,2 MeV. An Röntgenanlagen, die mit Röhrenspannungen kleiner als 30 kV betrieben werden, sollen zweckmäßigerweise Vergleichsmessungen mit kalibrierten Dosimetern durchgeführt werden, um entsprechende, vom Arbeitsplatz abhängige Korrekturfaktoren zu ermitteln.

Die an 6 Stabdosimetern einer Fertigungsserie untersuchte Energieabhängigkeit ergab für die Meßwertabweichung der Dosimeteranzeige vom Mittelwert eine relative Standardabweichung von $\sigma=2,5\%$. Dieser Betrag ist hauptsächlich auf Ableseungenauigkeiten und nicht auf fertigungsbedingte Einflüsse zurückzuführen.

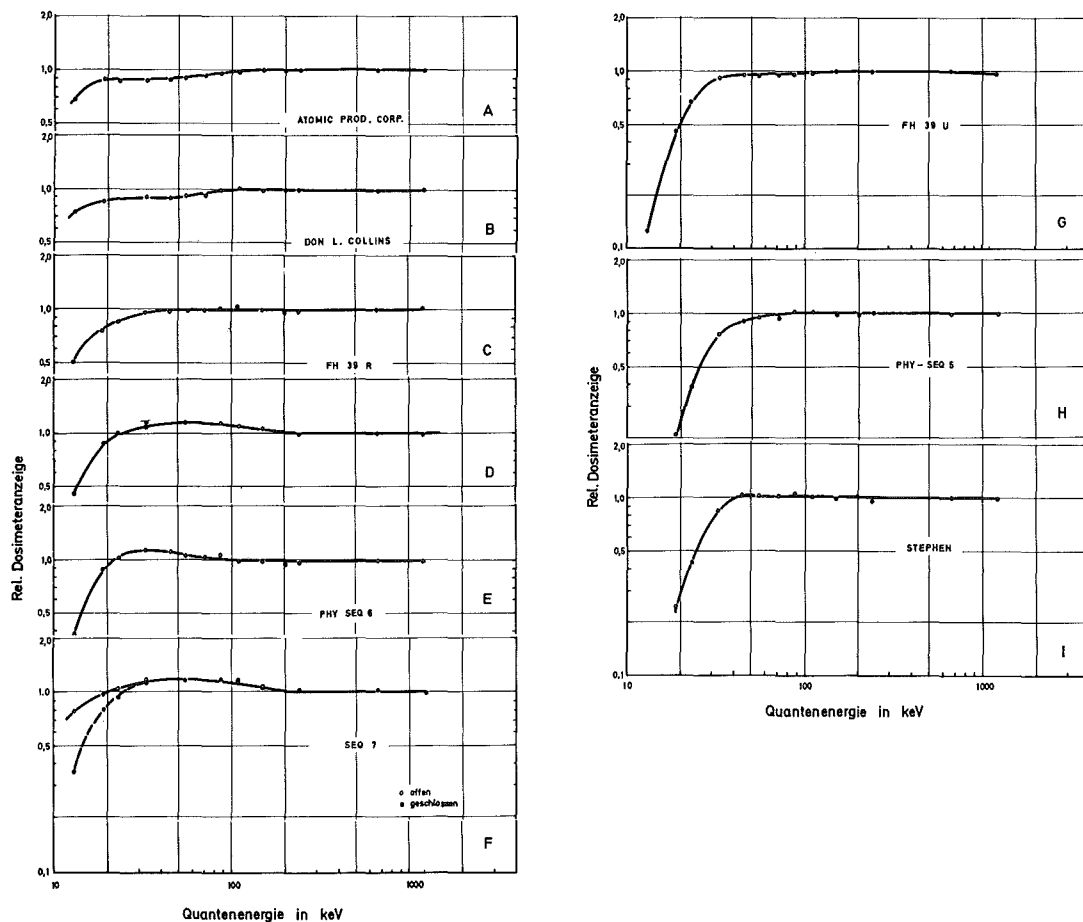


Abb. 4/8: Energieabhängigkeit der Stabdosimeteranzeige

4.2.2 β -Empfindlichkeit von Thermolumineszenzdosimetern und selbstablesbaren Stabdosisimetern

B. Burgkhardt, E. Piesch

Obwohl Stabdosisimeter ausschließlich zum Nachweis von Quantenstrahlung vorgesehen sind, wird im gemischten β/γ -Strahlungsfeld auch energiereiche β -Strahlung nachgewiesen. Der Nachweis von β -Strahlung mit Stabdosisimetern ist, im Gegensatz zu den dünnen LiF-Dosisimetern, von der Konstruktion der Kammer und deren Wandstärke von ca. 200-300 mg/cm² abhängig.

Ein Vergleich der Dosimeteranzeige von Stabdosisimetern verschiedener Bauweise ist in Tab. 4/2 für die β -Strahlung von ¹⁰⁶Ru/¹⁰⁶Rh mit $E_{\max} = 3,6$ MeV und ⁹⁰Sr/⁹⁰Y mit $E_{\max} = 0,55$ MeV wiedergegeben [1]. Die im β -Strahlungsfeld erhaltene γ -äquivalente Dosimeteranzeige des 0,02 mm dünnen LiF-Teflon-Dosimeters wurde hierbei 100 % gesetzt und mit der γ -äquivalenten Anzeige der Stabdosisimeter verglichen. Bei $E_{\max} = 3,6$ MeV erhält man bei Dosimeter F mit geöffnetem Kammerfenster eine relative Dosimeteranzeige von 54 % bei konventionellen Stabdosisimetern je nach Bauart einen Wert von 50 % bis 29 %. Die Verwendung von Stabdosisimetern in gemischten β/γ -Strahlungsfeldern läßt nur für energiereiche β -Strahlung eine ausreichend empfindliche Dosimeteranzeige erwarten (s. Tab. 4/3).

D O S I M E T E R	REL. β -DOSISANZEIGE IN %		KAMMER WAND* mg/cm ²
	¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	
Li-Dosisimeter, 0,02 mm dick	100	100	--
Atom. Prod. Corp.			
A 06-002	50	39	
Berthold-Frieseke			
C FH 39 R	43	28	200
G FH 39 U	36	21	300
La Physiotecnie			
F PHY-SEQ 7 offen	54	45	7
geschlossen	31	13	300
D PHY-SEQ 6 R	48	23	
E PHY-SEQ 6	33	16	330
H PHY-SEQ 5	29	15	330
I Stephen	32	16	

*) Herstellerangaben

Tab. 4/2: Relative β -Dosisanzeige von Stabdosisimetern

RELATIVE β -DOSISANZEIGE IN %					
NUKLID	E_{\max} MeV	ABSORBER ¹ mg/cm ²	LiF-DOSIMETER		SEQ 7 ² (offen)
			0,02mm	0,2mm	
¹⁰⁶ Rn/ ¹⁰⁶ Rh	3,6	74,5	100	78	54
⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	2,26	64	100	73	45
⁹⁰ Sr	0,55				
²⁰⁴ Tl	0,764	37	100	65,5	29
¹⁴⁷ Pm	0,224	30	100	7,7	--

¹) Absorber zwischen Quelle und Dosimeter

²) γ -äquivalente Stabdosimeteranzeige

Tab. 4/3: Relative β -Dosisanzeige des Stabdosimeters SEQ 7 bezogen auf die Anzeige von LiF-Dosimetern

4.2.3 Kalibriermessung in β -Strahlenfeldern

E. Piesch, E. Schwarz

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde damit begonnen, die Strahlenfelder einiger β -Quellen verschiedener Maximalenergien auszumessen. Ziel ist die Verfügbarkeit von Standard- β -Quellen zur Kalibrierung β -empfindlicher Detektoren.

Die Messungen wurden im ungestörten 2π - und ausgeblendeten Strahlenfeld einer ¹⁰⁶Ru/¹⁰⁶Rh-Quelle und ⁹⁰Sr/⁹⁰Y-Quelle mit 0,02 mm dicken LiF-Teflon-Dosimetern, einer Weichstrahlkammer, einer Extrapolationskammer und einer "wandlosen" Ionisationskammer durchgeführt.

Eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse besteht zwischen TLD und Extrapolationskammer in unmittelbarer Quellnähe. Abb. 4/9 zeigt die an einer ⁹⁰Sr/⁹⁰Y Quelle gefundene Dosisleistung multipliziert mit dem Quadrat des Abstandes. Die vorhandenen Ergebnisse der Flächenquelle wurden auf "Punktquelle" umgerechnet. Die TLD- und Extrapolationsergebnisse zeigen oberhalb 3 cm Unterschiede bis zu 19 %. Gute Übereinstimmung zwischen TLD-Werten und der "wandlosen" Ionisationskammer ergaben Messungen im Abstand 10 cm bis 1 m von der Quelle.

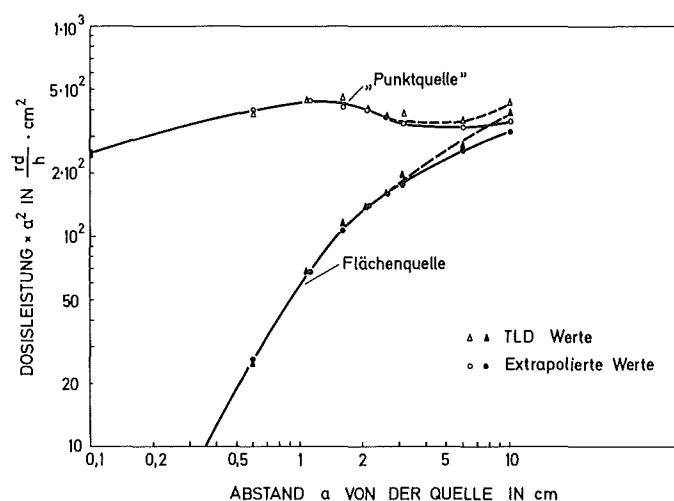


Abb. 4/9: Vergleich der Oberflächendosismessung mit der Extrapolationskammer und dem Thermolumineszenzdosimeter: mit dem Quadrat des Abstandes multiplizierte Dosisleistung in Abhängigkeit vom Abstand von der Quelle

4.2.4 Supralineares Verhalten von LiF-Dosimetern

E. Piesch, B. Burgkhardt, A.M. Sayed

Das supralineare Verhalten von LiF-Thermolumineszenzdosimetern bei einer Neutronen- und Gamma-Bestrahlung wurde mit LiF-Presslingen für Dosisanzeigen von 10 R bis 10^7 R bei einer Auswertung auf 240°C untersucht [46].

In Abb. 4/10 ist die relative Empfindlichkeit von TLD-600 und TLD 700 bezogen auf die Empfindlichkeit bei 10 R in Abhängigkeit von der Gamma-Ionendosis wiedergegeben. Die Dosimeteranzeige von TLD 600 ist oberhalb 100 R supralinear und erreicht bei $3 \cdot 10^4$ R ein Maximum (Überempfindlichkeit Faktor 4,3). Strahleninduzierte Defekte im Festkörper reduzieren die Dosimeterempfindlichkeit oberhalb einer Dosis von $5 \cdot 10^4$ R. TLD 700 zeigt eine etwas andere Empfindlichkeit im supralinearen Bereich. Die Änderung der relativen Empfindlichkeit von TLD 600 bei Neutronenbestrahlung ist in Abb. 4/11 als Funktion der Neutronenfluenz wiedergegeben. Für einen Vergleich der relativen Empfindlichkeit im Hochdosisbereich bei Gamma- bzw. Neutronenbestrahlung gibt die obere Skala der Abszisse die thermische Neutronenfluenz als gamma-äquivalente Dosimeteranzeige eines TLD 600 wieder (konstanter Umrechnungsfaktor über den gesamten Dosisbereich 1800 R für 10^{10} n/cm²). Die gefundene Dosisempfindlichkeit von 1800 R per 10^{10} n/cm² ändert sich im Bereich von 10^5 R um etwa +15 %. Neutronen- und Gammastrahlung zeigen den gleichen Abfall der Empfindlichkeit oberhalb 10^5 R.

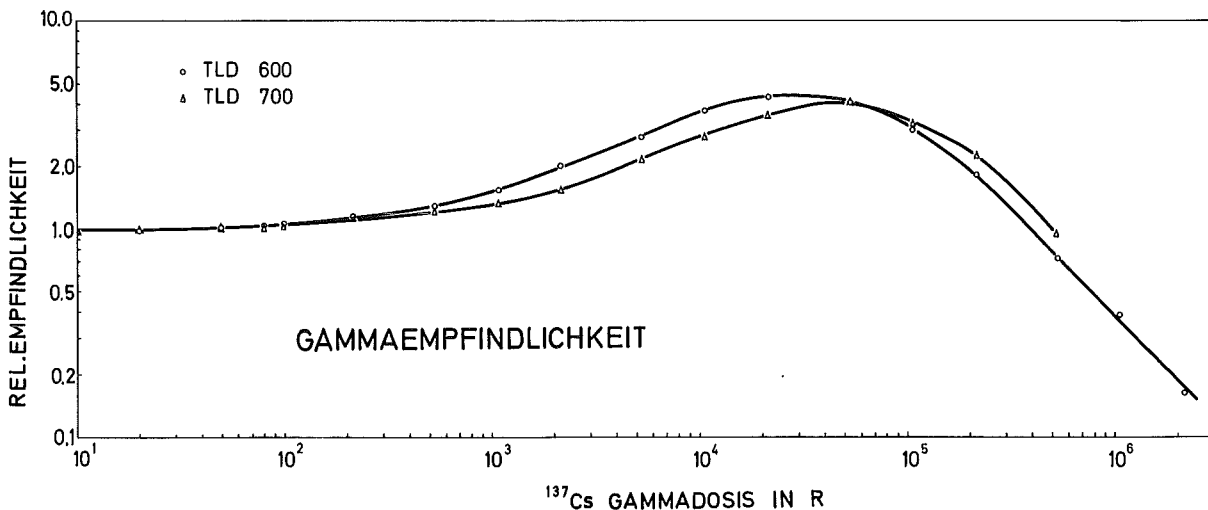


Abb. 4/10: Relative Empfindlichkeit von TLD 600 und TLD 700 bei einer Gamma-Hochdosisbestrahlung

Im gemischten Strahlungsfeld zeigt TLD 600 bei einer vorausgegangenen oder nachfolgenden Bestrahlung mit Neutronen- bzw. Gammastrahlung ein additives Verhalten. Da die Neutronendosisanzeige bis 10^5 R proportional zur Neutronendosis ist, bestimmt der Gammastrahlungsanteil das supralineare Verhalten der Dosimeteranzeige. Bei Neutronenmessungen im gemischten Strahlungsfeld wird eine Korrektur der Supralinearität daher nur bei einem relativ hohen Gammadosisanteil in der Unfalldosimetrie erforderlich sein.

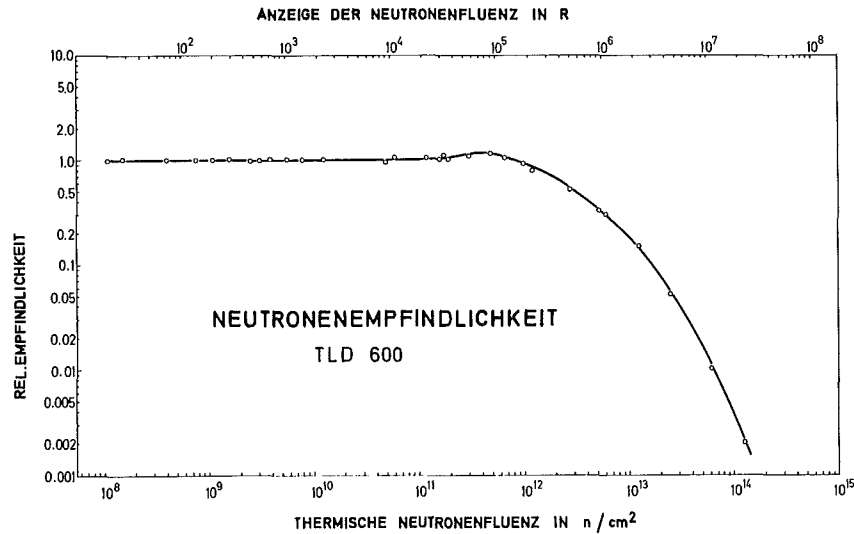


Abb. 4/11: Relative Empfindlichkeit von TLD 600 bei einer Hochdosisbestrahlung mit thermischen Neutronen

4.2.5 Mehrfachauswertung von LiF-Dosimetern

E. Piesch, B. Burgkhardt, A.M. Sayed

Es wurde die Möglichkeit einer wiederholten Auswertung von LiF-Dosimetern im Dosisbereich 10 R bis 10^7 R untersucht [46]. Zu diesem Zweck wurde dasselbe Dosimeter mehrere Male mit einer maximalen Ausheiztemperatur von 240°C ausgewertet (siehe Abb. 4/12 und 4/13). Die relative Dosimeterempfindlichkeit zeigt im Vergleich zur Erstauswertung bei der zweiten, dritten und vierten Auswertung ein ausgeprägteres supralineares Verhalten, was vor allem bei Neutronenbestrahlung deutlich zu erkennen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei einer vorausgegangenen Auswertung bei 240°C der mit steigender Dosis relativ stärker besetzte Glow Peak 2 nicht vollständig abgefragt wird, so daß eine nachfolgende Auswertung zu einer höheren Supralinearität führt. Der langsamere Abfall der Dosimeterempfindlichkeit im Hochdosisbereich läßt sich durch die gelbliche bis bräunliche Verfärbung des Dosimeters unmittelbar nach der Bestrahlung erklären, wodurch ein Teil des strahleninduzierten Lumineszenzlichtes während der ersten Auswertung absorbiert wird. Die damit verbundene Entfärbung des Dosimeters führt bei einer nachfolgenden Auswertung zu einer relativ höheren Dosimeteranzeige.

Nach einer Hochdosisbestrahlung von LiF-Dosimetern ändert sich die Dosimeterempfindlichkeit im Dosisbereich oberhalb 10^3 R. Die Änderung der Dosimeterempfindlichkeit nach einer Gammavorbestrahlung ist in Abb. 4/14 in Abhängigkeit von der Gammavorbestrahlung wiedergegeben. Eine langfristig durchgeführte Regenerierung bei 400°C im Anschluß an die Vorbestrahlung führt zu einer teilweisen Ausheilung der strahleninduzierten Defekte im Festkörper.

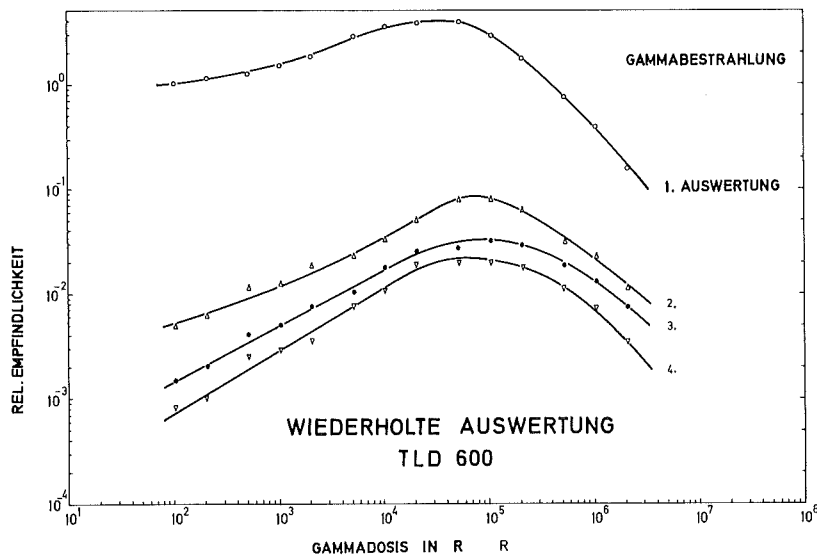


Abb. 4/12: Wiederholte Auswertung von TLD 600 nach einer Hochdosisbestrahlung mit thermischen Neutronen

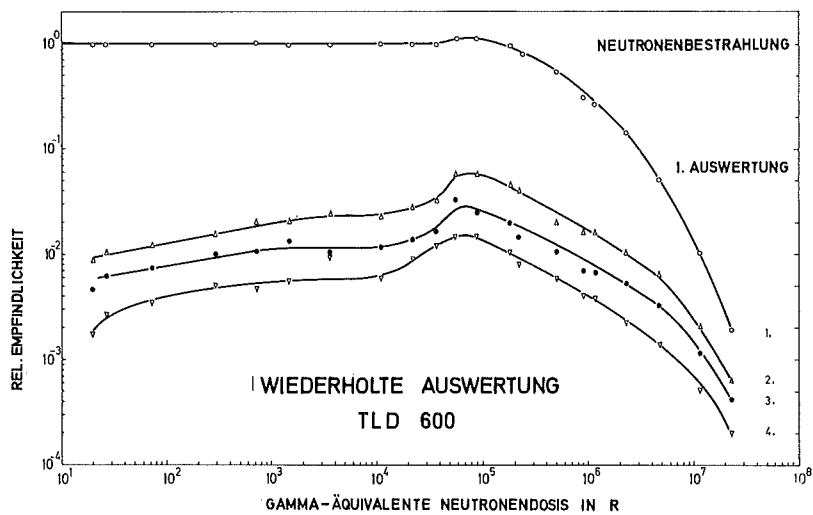


Abb. 4/13: Wiederholte Auswertung von TLD 600 nach einer Gamma-Hochdosisbestrahlung

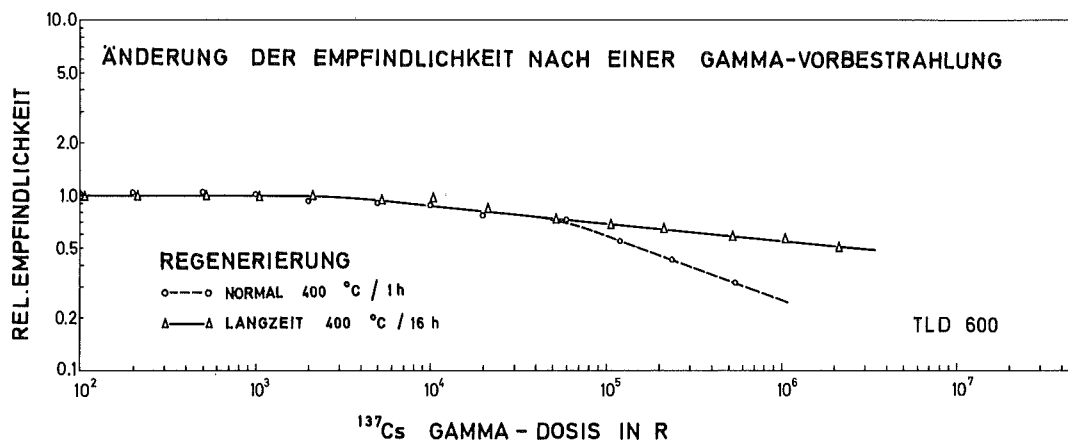


Abb. 4/14: Änderung der Empfindlichkeit nach einer Gamma-Vorbestrahlung

4.3 Neutronendosimetrie

4.3.1 Neutronen-Tiefendosisverteilung im Phantom für eine ^{252}Cf -Quelle

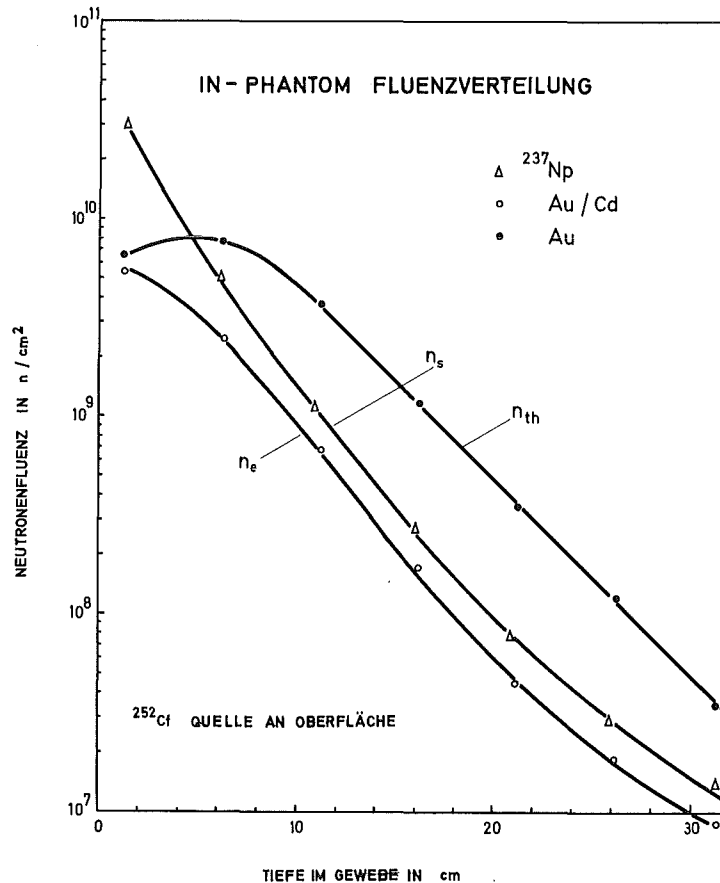
E. Piesch, A.M. Sayed

Zur Ermittlung der Neutronendosis in unmittelbarer Umgebung einer ^{252}Cf -Quelle sowie zur Bestimmung der Tiefendosis als Funktion der Gewebetiefe wurden Kernspur-Ätzdetektoren von 0,3 mm Dicke eingesetzt [48]. Im Vergleich zu bisher verwendeten Ionisationskammern bzw. Dioden sind Polycarbonatdetektoren dünn und annähernd gewebeäquivalent, sodaß erstmalig Messungen in unmittelbarer Nähe der Quelle möglich sind.

Die verwendeten Detektoren waren ^{237}Np und ^{232}Th als Spaltfragmentdetektoren und ein Makrofolrückstoßkern-Detektor mit Schwellwertenergien von 0,7 MeV, 1,2 MeV und 1 MeV. In dem Wasserphantom der Größe $40 \times 50 \times 60 \text{ cm}^3$ wurden 3 verschiedene Bestrahlungsgeometrien gewählt, nämlich die ^{252}Cf -Quelle im Zentrum des Phantoms, die Quelle an der Oberfläche des Phantoms bzw. die Quelle in 15 cm Abstand vom Phantom. Die Untersuchungen wurden mit einer 1 mg ^{252}Cf -Nadelquelle durchgeführt.

Die gefundene Fluenzverteilung von thermischen, mittelschnellen und schnellen Neutronen, die mit Gold-Aktivierungsdetektoren und ^{237}Np -Kernspurdetektoren gemessen wurden, sind in Abb. 4/15 wiedergegeben. Wegen des kleinen Fluenz-Kerma-Konversionsfaktors kann bei der Neutronendosisbestimmung der Anteil von thermischen und mittelschnellen Neutronen vernachlässigt werden. Die Neutronendosis ergibt sich aus der Neutronenfluenz unter Berücksichtigung des Fluenz-Kerma-Konversionsfaktors für Spaltneutronen von $3,0 \cdot 10^{-9} \text{ rd cm}^2$, was eine Dosisleistung von $2,0 \text{ rd} \cdot \text{cm}^2 \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ in 1 cm Abstand von der Punktquelle ergibt.

Abb. 4/15:
Fluenz thermischer, epithermischer und schneller Neutronen in Abhängigkeit von der Gewebetiefe für eine ^{252}Cf -Nadelquelle



In Abb. 4/16 wurde die mit dem Quadrat des Abstandes multiplizierte Neutronenenergiedosisleistung bezogen auf eine $1 \mu\text{g } ^{252}\text{Cf}$ -Nadelquelle von 2 cm Länge in Phantommitte in Abhängigkeit vom Abstand zur Quelle aufgetragen und mit theoretischen Berechnungen verglichen. Ein Vergleich der gemessenen Werte in größerem Quellabstand mit entsprechenden Meßergebnissen anderer Autoren ist in Abb. 4/17 wiedergegeben. Die Übereinstimmung mit den theoretischen Berechnungen zeigt, daß eine Veränderung des Neutronenspektrums mit zunehmender Gewebetiefe offensichtlich zu keinen wesentlich anderen Energiedosiswerten führt, wie sie aus der Fluenzverteilung unter Annahme eines konstanten Fluenz-Kerma-Konversionsfaktors erhalten wird. Die entsprechende Tiefendosisverteilung für eine ^{252}Cf -Punktquelle ist in Abb. 4/18 wiedergegeben. Sie wird durch die in einem unendlich ausgedehnten Gewebeelement beim Paralleleinfall berechnete Energiedosis gut angenähert, zeigt jedoch in den ersten Zentimetern einen Build-up-Verlauf.

Für die ^{252}Cf -Nadelquelle an der Phantomoberfläche und in 15 cm Abstand vom Phantom wurde experimentell der in Abb. 4/19 wiedergegebene Verlauf der Energiedosisverteilung mit zunehmender Gewebetiefe gefunden. Ein Vergleich mit Berechnungen nach Jones und Auxier zeigt eine gute Übereinstimmung der gemessenen Werte in Gewebetiefen von 4 - 15 cm.

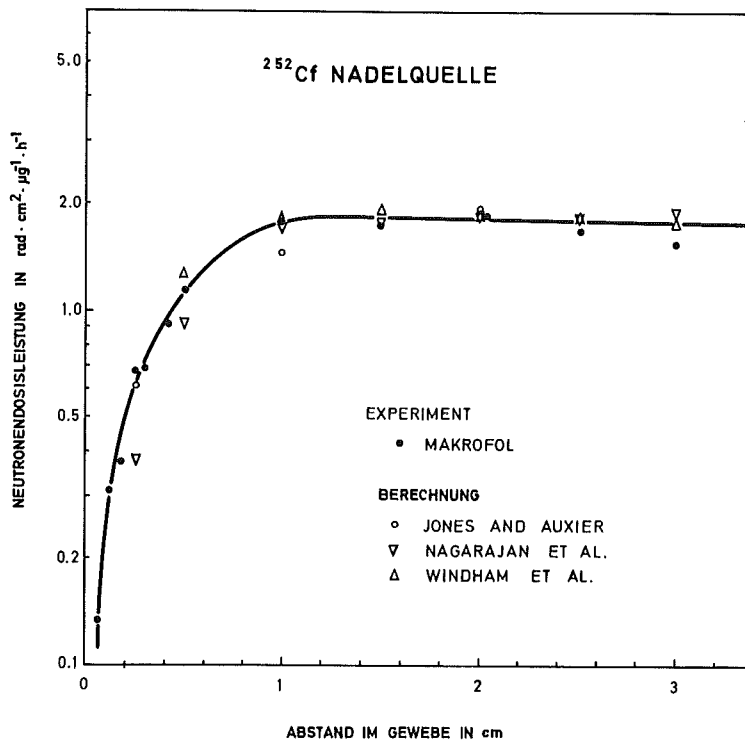


Abb. 4/16: Neutronendosisleistung in unmittelbarer Nähe einer ^{252}Cf -Nadelquelle in Phantommitte

Abb. 4/17:
Neutronendosisleistung in
Abhängigkeit vom Abstand
einer ^{252}Cf -Nadelquelle
in Phantommitte

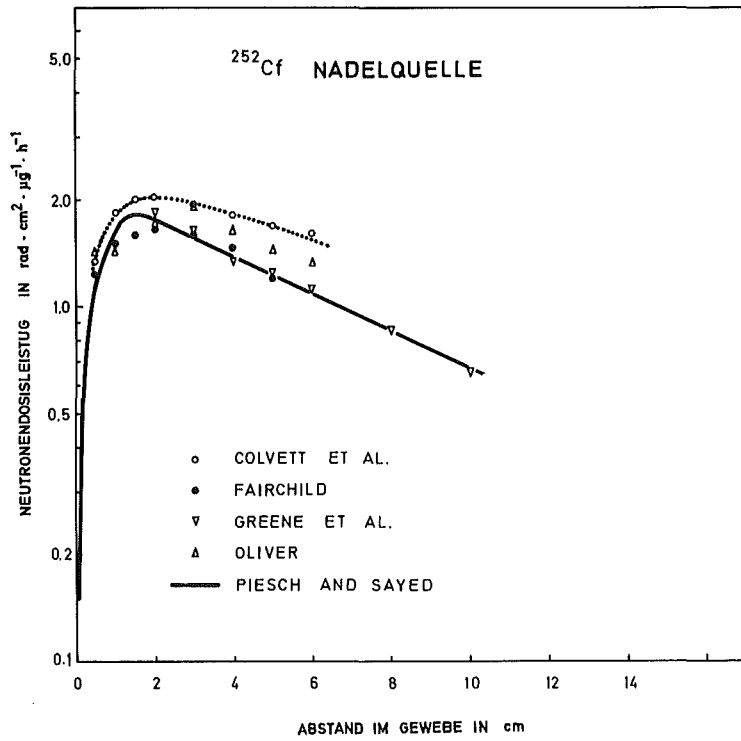
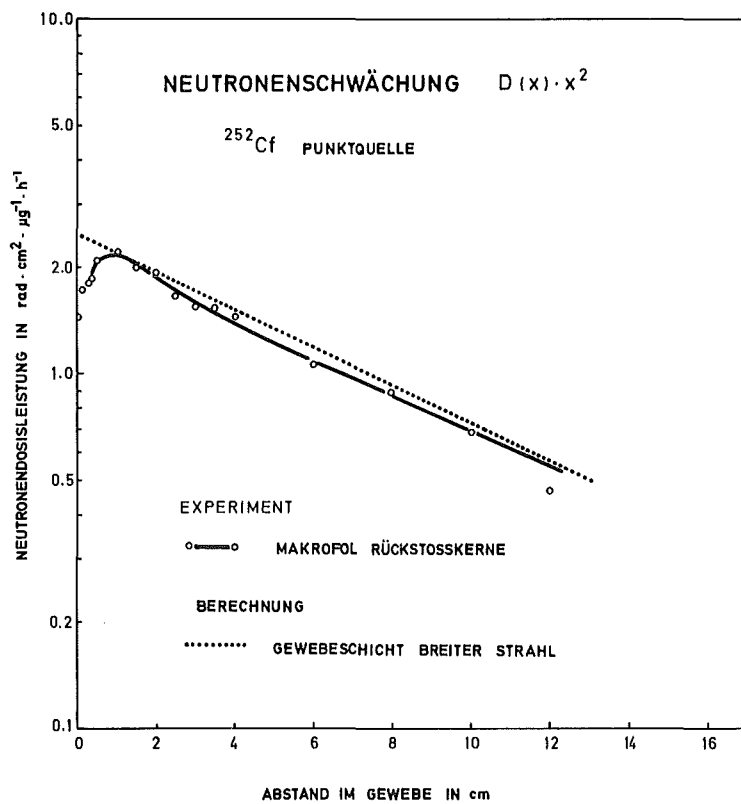


Abb. 4/18:
Neutronendosisleistung in
Abhängigkeit vom Abstand
einer ^{252}Cf -Punktquelle
in Phantommitte



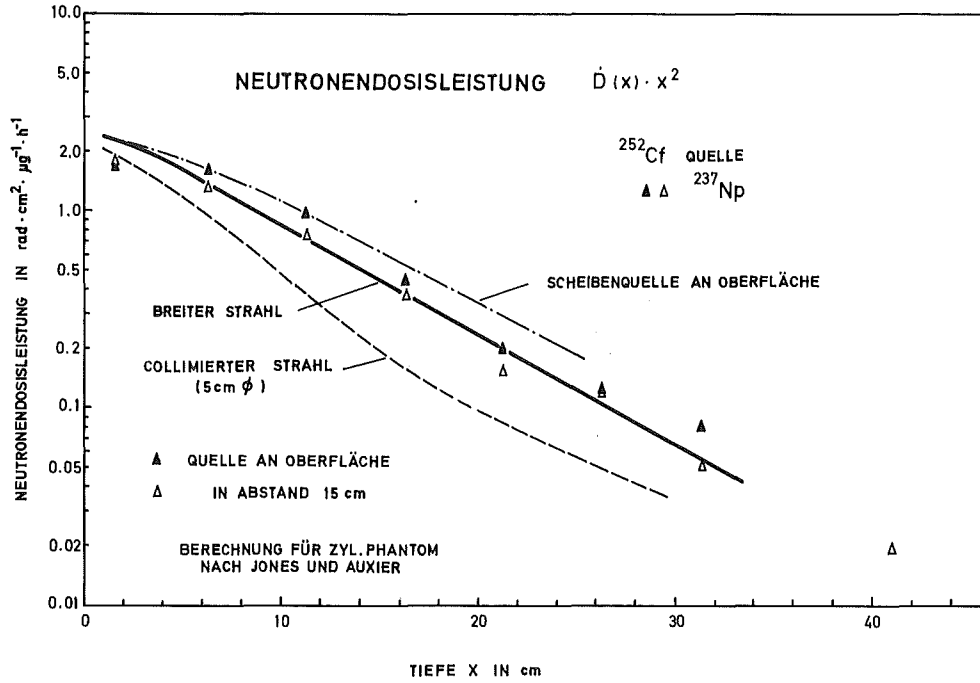
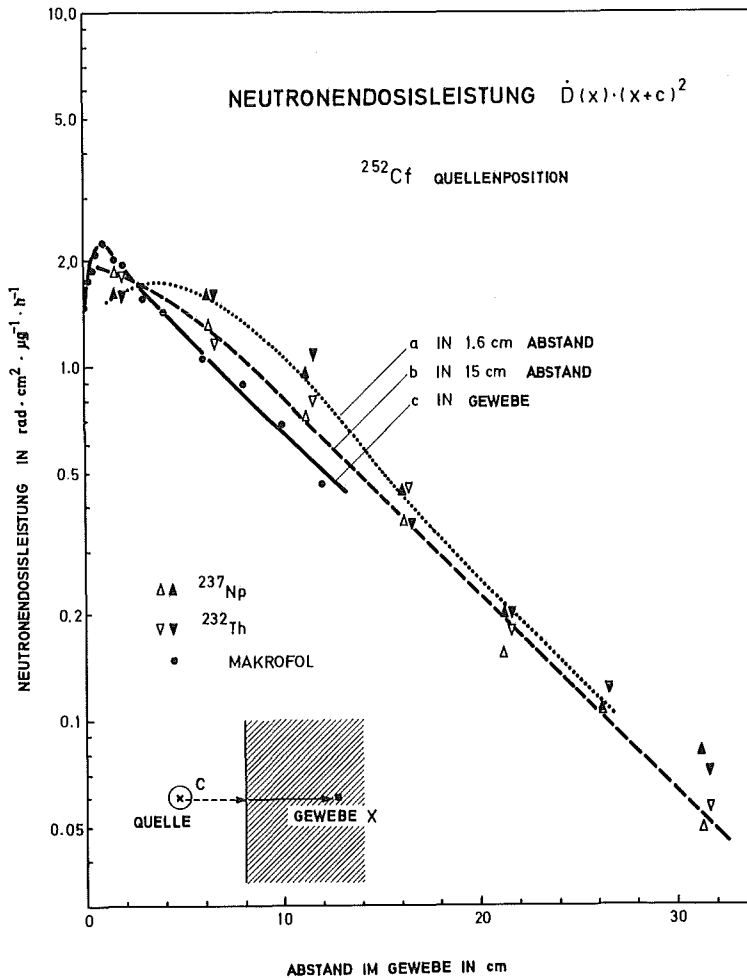


Abb. 4/19: Vergleich der berechneten und gemessenen Neutronendosisleistung in Abhängigkeit von der Gewebetiefe für eine ^{252}Cf -Punktquelle in 1,6 cm und 15 cm Abstand von der Phantomboberfläche

Abb. 4/20: Neutronendosisleistung in Abhängigkeit von der Gewebetiefe für verschiedene Positionen einer ^{252}Cf -Punktquelle



Die Meßergebnisse, die für die 3 verschiedenen Bestrahlungsgeometrien erhalten wurden, sind in Abb. 4/20 wiedergegeben. Es werden vor allem in Gewebetiefen von 5 - 10 cm Abweichungen der Tiefendosis bis zu 60 % gefunden. Im Vergleich zu parallel einfallenden Neutronen lassen sich folgende Unterschiede feststellen:

- für die ^{252}Cf -Quelle in Phantommitte wird ein höheres Build-up in unmittelbarer Nähe der Quelle bis zu 2 cm Gewebetiefe gefunden, jedoch ein kleinerer Wert für größere Gewebetiefen,
- für die ^{252}Cf -Quelle an der Phantomboberfläche wird in Gewebetiefen 10 - 15 cm ein höheres Build-up festgestellt,
- alle Quellengeometrien ergeben in Gewebetiefen größer 15 cm annähernd dieselbe Tiefendosisverteilung.

Die Untersuchungen zeigten erstmals, daß auch Kernspurätzdetektoren für mikrodosimetrische Messungen in Neutronenfeldern eingesetzt werden können. Im Gegensatz zu Ionisationskammern können hier bis zu 10 μm dicke Detektoren eingesetzt werden, die keine γ -Empfindlichkeit aufweisen.

4.3.2 Albedo-Neutronendosimeter

E. Piesch, B. Burgkhardt

Zur Verbesserung der Nachweisempfindlichkeit des Karlsruher Albedo-Neutronendosimeters wurden in der verwendeten Borkapsel 3 TLD 600/700 Dosimeterpaare angeordnet und zwar Dosimeterpaar (a) außerhalb der Borkapsel, Dosimeterpaar (m) allseitig mit Bor abgedeckt und Dosimeterpaar (i) innerhalb der Borkapselung. Um die Überempfindlichkeit des Albedodosimeters gegenüber epithermischen Neutronen herabzusetzen, wird bei der Auswertung des Dosimeters die Meßwertdifferenz (i - 1,4 m) und (a-m) herangezogen. Zur Korrektur von aus der Umgebung rückgestreuten thermischen Neutronen wird das Verhältnis i:a bzw. (i - 1,4 m) : (a-m) benutzt. Eine ausführliche Beschreibung des Karlsruher Albedodosimeters sowie dessen Kalibrierung und Auswertung für eine Routineanwendung in gemischten Neutronen-Gammastrahlungsfeldern wurde in [42] gegeben.

Die Kalibrierung des Albedodosimeters erfolgte mit verschiedenen Neutronenspektren am HPRR in Oak Ridge, am unabgeschirmten schwerwassermoderierten Reaktor in Vinča, sowie am Forschungsreaktor FR 2 in Karlsruhe bzw. im Kernkraftwerk Obrigheim. Die Auswertung des Dosimeters (i) brachte für die untersuchten Spektren eine Energieabhängigkeit bis zu einem Faktor 15 (siehe Abb. 4/21). Die Korrektur des epithermischen Meßwertanteiles reduziert die Energieabhängigkeit für die Meßwertanzeige (i-1,4 m) auf einen Faktor 4 (Abb. 4/22) bei einer gleichzeitigen Oberbewertung der Äquivalentdosisanzeige für eine Strahleneinfallrichtung unter 90° .

Zur Herabsetzung der Dosimeterüberempfindlichkeit, die durch rückgestreute Neutronen aus der Umgebung herrührt, wurde für ein vorgegebenes Primärspektrum ein lokaler Korrekturfaktor $k_n = k_n \left(E_n, \frac{i-1,4 m}{a-m} \right)$ eingeführt. Unter Berücksichtigung eines experimentell gefundenen Korrekturfaktors k_1 für schnelle Neutronen, k_2 für den HPRR und den FR 2 und k_3 für die Reaktoren in Vinča und Obrigheim kann die Energieabhängigkeit der Äquivalentdosisanzeige des Albedodosimeters für die untersuchten Spektren in ausreichendem Maße reduziert werden. Die hierbei ermittelte Äquivalentdosisanzeige ist in Abb. 4/23 für die Strahleneinfallrichtung unter 0° , 90° und 180° wiedergegeben. Die Anzeige des Albedodosimeters ist demnach für die untersuchten Neutronenspektren ausreichend energie- und richtungsunabhängig. Wegen des großen Meßbereiches von 10 mrem bis oberhalb 10^4 rem ist das LiF-Albedodosimeter sowohl Routine- als auch Unfalldosimeter einsetzbar.

Abb. 4/21:
Relative Albedo-
Dosimeteranzeige
"i" für ver-
schiedene Neu-
tronenspektren und
Strahleneinfall-
richtungen

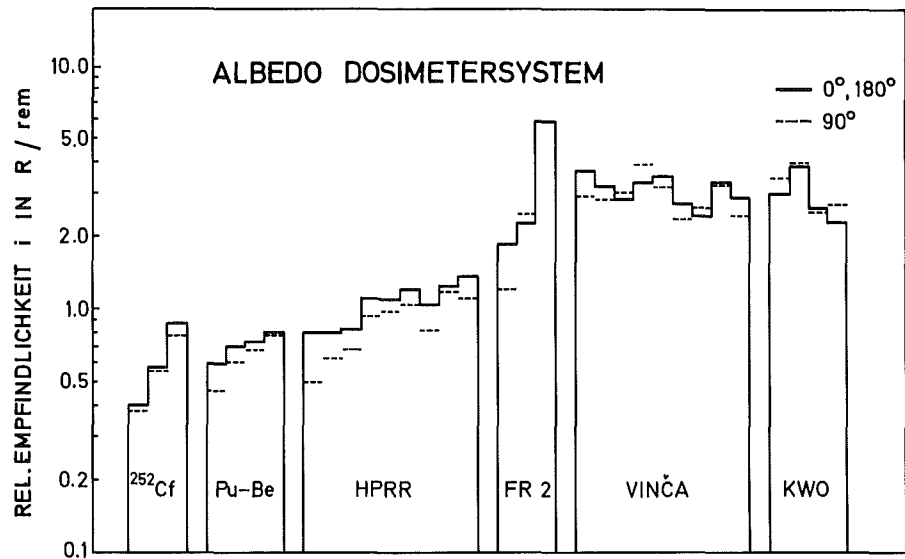


Abb. 4/22:
Relative Meßwertan-
zeige ($i-1,4\text{m}$)
des Albedo-Dosi-
meters für ver-
schiedene Neu-
tronenspektren
und Strahlenein-
fallsrichtungen

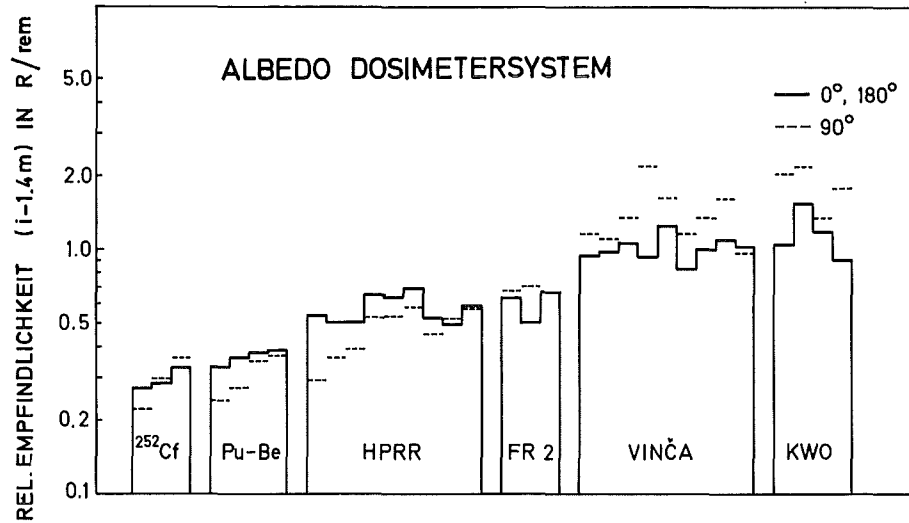
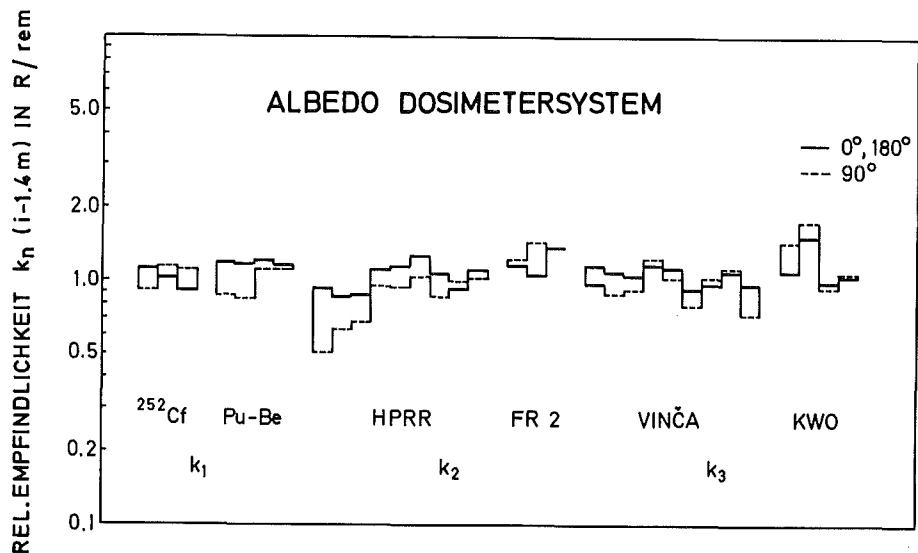


Abb. 4/23:
Äquivalentdosisan-
zeige des Karls-
ruher Albedo-
Dosimetersystems
bei Verwendung
eines vom Meßort
und Primärspektrum
abhängigen Korrek-
turfaktors k_n



Im Hinblick auf eine Routineanwendung des Albedodosimeters ist es vorteilhaft, daß nur vom jeweiligen Primärspektrum abhängige Korrekturfaktoren benutzt werden müssen. Eine Korrektur für das am jeweiligen Arbeitsplatz vorhandenen Neutronenspektrum ist nicht erforderlich bzw. wird aus der Dosimeteranzeige gewonnen. Bei einer Routineüberwachung soll zunächst Dosimeterpaar (i) ausgewertet werden. Erst bei höherer Dosis bzw. nach einer Langzeitakkumulierung können bei Bedarf die Dosimeterpaare (m) und (a) zusätzlich ausgewertet werden. Das beschriebene Albedodosimeter soll im Jahre 1975 anstelle des Kernspurfilmes als Routedosimeter in die Personenüberwachung eingeführt werden.

4.3.3 Albedodosimeter-Vergleichsmessungen

E. Piesch

Das Oak Ridge National Laboratory führte im Mai 1974 eine Vergleichsmessung von Neutronen/Gamma-Personendosimetern durch, an der 10 verschiedene Meßstellen teilnahmen. Die Dosimeter wurden am Health Physics Research Reactor (HPRR) sowie mit 14 MeV Neutronen bestrahlt. Die Meßergebnisse, die mit dem Karlsruher Albedodosimeter gefunden wurden, werden in Tab. 4/4 den Meßergebnissen gegenübergestellt, die sich als Mittelwert bei den anderen Teilnehmern ergaben bzw. die mit anderen Meßmethoden ermittelt wurden. Die Übereinstimmung der Meßergebnisse ist zufriedenstellend, insbesondere im Hinblick auf die unterschiedlichen Dosimetertypen, Kalibriermethoden und Fluenz-Dosis-Konversionsfaktoren, die von den verschiedenen Teilnehmern benutzt wurden.

	Energiedosis (mrad)			Äquivalentdosis (mrem)		
	D_o^*	GfK	$\frac{GfK}{D_o}$	\bar{D}^{**}	GfK	$\frac{GfK}{D}$
HPRR						
unabgeschirmt	36	37	1,03	385 ± 98	383	0,995
Stahlabschirmung	42	40	0,95	444 ± 162	402	0,91
Plexiglasabschirmung	35	38	1,09	405 ± 64	418	1,03
14 MeV	--	46		311 ± 107	341	1,10
				325***	341	1,05

*) ORNL-Referenzwert, aus der Schwefel-Aktivierung für das Neutronenspektrum ermittelt

***) vorläufiger Mittelwert aus den Meßergebnissen aller Teilnehmer

***) ORNL-Messung mit gewebeäquivalentem Proportionalzähler

Tab. 4/4: Neutronenmeßergebnisse des Karlsruher Albedodosimeters bei der Vergleichsmessung 1974 am HPRR in Oak Ridge

4.3.4 Latentbild-Fading in Neutronen-Kernspurdetektoren

E. Piesch, A.M. Sayed

Innerhalb einer umfangreichen Studie wurde das latente Fading von Kernspurdetektoren für eine Lagerungszeit bis zu 28 Tagen nach Bestrahlung im Temperaturbereich 0 - 50°C und einer relativen Luftfeuchte von 0 - 97 % untersucht [50]. Die Untersuchung beschränkte sich hierbei auf den Nachweis von Spaltfragmenten in Makrofol E, von neutroneninduzierten Rückstoßkernen und α -Teilchen in Makrofol E und Zelluloseazetat sowie von Rückstoßprotonen in der Kodak NTA-Emulsion.

Die Ergebnisse für die Spaltfragmentdetektoren zeigen, daß auch bei Lagerungszeiten bis zu 28 Tagen bei Zimmertemperatur und sogar 97 % relativer Luftfeuchte praktisch kein Fading vorhanden ist (siehe Abb. 4/24). Erst bei 50°C erhält man 8 % bzw. 18 % Fading für relative Luftfeuchten von 53 % bzw. 97 %. Ähnliche Ergebnisse erhält man für neutroneninduzierte Rückstoßkerne in Makrofol (siehe Abb. 4/25). Das Fading tritt vor allem bei Temperaturen oberhalb 50°C sowie bei relativen Luftfeuchten von mehr als 50 % auf. Unter Laborbedingungen wurde in Makrofol E für neutroneninduzierte Rückstoßkerne nach 2,5 Jahren ein Fading von 7 % gefunden. Demgegenüber zeigen neutroneninduzierte Rückstoßkerne in Zelluloseazetat (Kodak Spezial No. 106/01-A) ein ausgeprägtes, von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte abhängiges Fading (siehe Abb. 4/26). Die Zahl der Kernspuren verringert sich mit zunehmender Temperatur und Luftfeuchte oberhalb 25°C und 35 % r.F. und verschwindet vollständig nach einer Lagerungszeit von 10 Tagen.

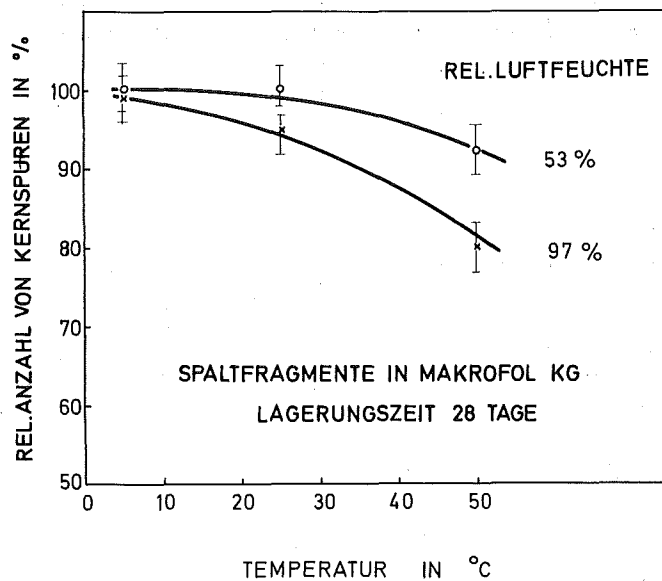


Abb. 4/24: Fading der Spaltfragmentspuren in Makrofol KG

Abb. 4/25:
Fading der Spuren neutronen-
induzierter Rückstoßkerne
in Makrofol E

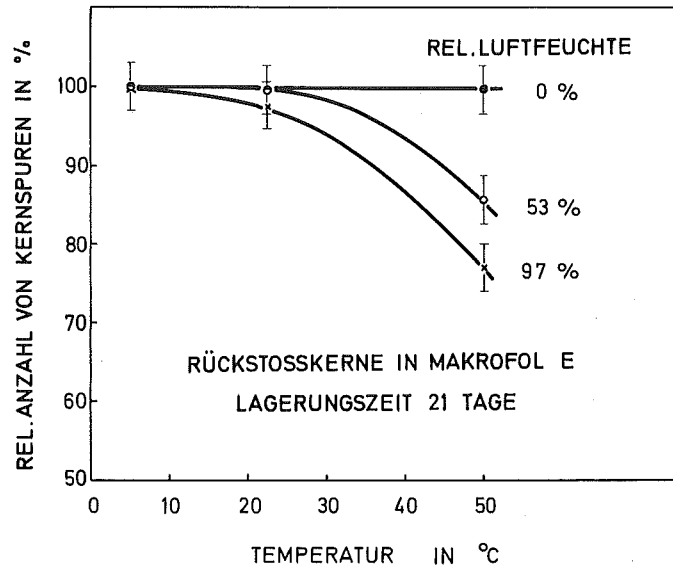
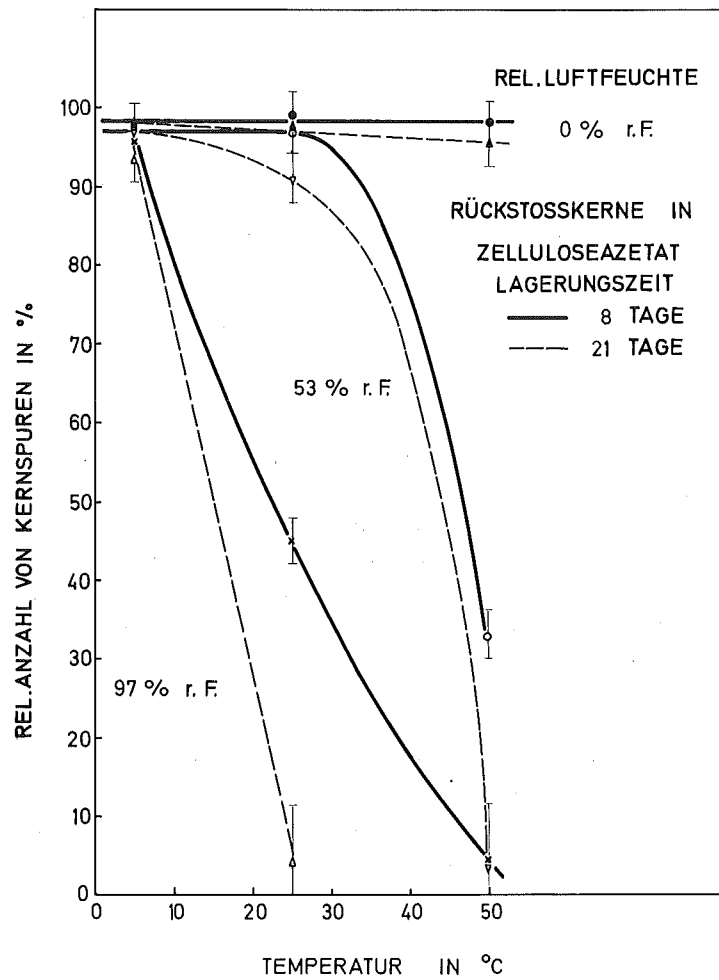
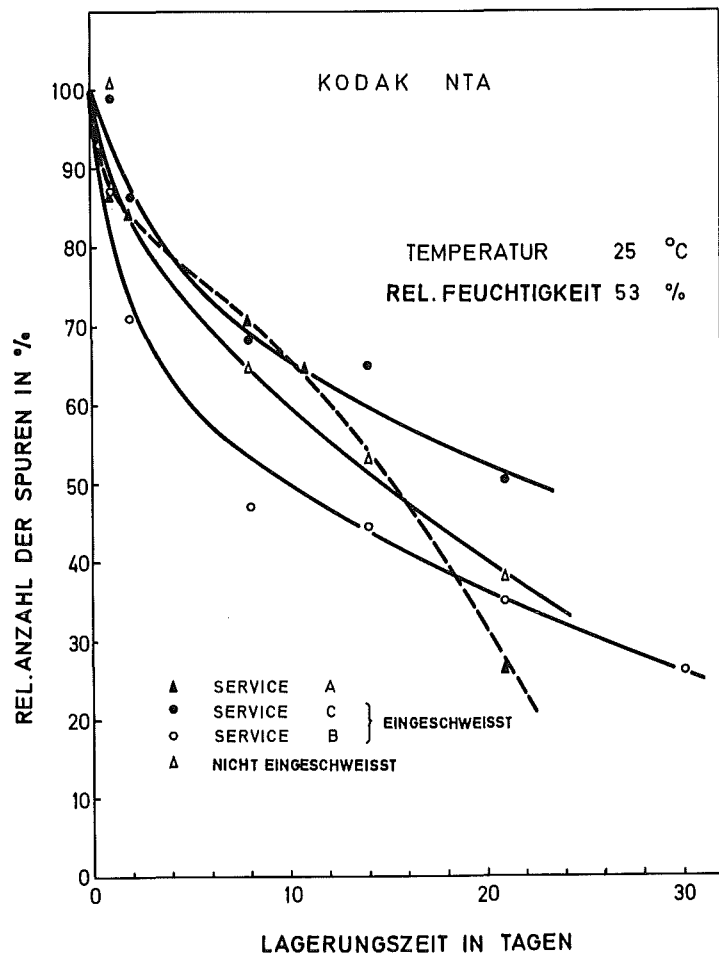


Abb. 4/26:
Fading der Spuren neutronen-
induzierter Rückstoßkerne
in Zelluloseazetat





Tab. 4/27:
Vergleich des Kernspurfadings in Kodak NTA-Filmen verschiedener Auswertestellen

Der Kodak NTA-Film wird zur Herabsetzung des Fadings bei der Auswertestelle in eine Aluminium-Kunststoffolie eingeschweißt. Die Fadinguntersuchungen wurden daher an Filmen verschiedener Auswertestellen untersucht. Ein Vergleich der Fadingergebnisse nach Bestrahlung mit ^{252}Cf -Neutronen und einer Lagerung unter Laborbedingungen ist in Abb. 4/27 wiedergegeben. Filme der Auswertestelle A wurden unter Klimagleichgewichtsbedingungen im Labor eingeschweißt. Bei Filmen der Auswertestelle B erfolgte das Einschweißen mit der "normalen Technik", bei der Auswertestelle C jedoch nach vorhergehender Lagerung der Filme unter Gleichgewichtsbedingungen im Exsikkator. Der größte Abfall der Spurenzahl für Filme der Auswertestelle B im Vergleich zur Auswertestelle A bzw. zum unverschweißten Film ist wahrscheinlich auf ein Einschweißen unter höherer Luftfeuchte zurückzuführen. Unter Laborbedingungen werden demnach je nach Einschweißtechnik nach 3 Wochen nur noch zwischen 25 % und 50 % der Spuren gefunden.

4.3.5 Verwendung des NTA-Kernspurfilms als Kernspurätzdetektor

J. Jasiak, E. Piesch

Zur Personenüberwachung wird auch heute noch der Kodak NTA-Kernspurfilm in größerem Umfange eingesetzt. Der Nachweis von schnellen Neutronen über Rückstoßprotonen zeigt jedoch ungünstige Eigenschaften, vor allem hinsichtlich des Latentbildfadings, einer Untergrundschwärzung durch Gammastrahlung und des relativ kleinen Dosisbereiches von 30 mrem bis 10 rem. Für eine Anwendung in der Unfalldosimetrie ist es möglich, den Emulsionsträger aus Zellulosetriazetat als Kernspurätzdetektor zum Nachweis neutroneninduzierter Rückstoßkerne einzusetzen. Die durchgeführten Untersuchungen bezogen sich auf das Ablösen der Emulsion vom Plastikfilm, auf verschiedene Ätzmethode und Detektor-kombinationen, sowie auf die Neutronenempfindlichkeit und Backgroundrate.

Die Schwankung des Backgrounds sowie eine unterschiedliche Neutronenempfindlichkeit innerhalb der Filmfläche führen zu einer Verdoppelung der bei Kernspurätzdetektoren vorhandenen Meßunsicherheit. Eine Verbesserung der Meßgenauigkeit kann dadurch erzielt werden, daß nach bekannter Überexposition des Filmes die eine Hälfte des Filmes zur Kalibrierung zusätzlich bestrahlt wird und der Background mit unbestrahlten Filmen derselben Charge ermittelt wird. Die Anwendung der Kernspurätzmethode erweitert den Dosismeßbereich der Kernspuremulsion. Die kleinste nachweisbare Dosis ist hierbei 10 rem für ^{252}Cf -Neutronen, dies entspricht der höchsten Dosis, die mit der Filmemulsion ermittelt werden kann. Die Nachweisempfindlichkeit für ^{252}Cf -Neutronen beträgt $0,37 \times 10^{-5}$ Spuren/Neutron im Vergleich zu $0,88 \times 10^{-5}$ Spuren/Neutron beim Makrofol-Rückstoßdetektor.

Tab. 4/5 zeigt die Eigenschaften des NTA Filmes für eine Anwendung in der Routine- und Unfalldosimetrie. Der Dosisbereich in der Unfalldosimetrie beträgt 0,9 bis 300 rd. Beide Nachweismethoden haben eine vergleichbare Energieschwelle bei 0,7 bzw. 1 MeV. Der Kernspurätzdetektor hat im Gegensatz zur Filmemulsion keine Empfindlichkeit gegenüber Gammastrahlung. Wegen der sofortigen Auswertung des Filmes nach einem Unfall muß das latente Fading nicht berücksichtigt werden. Die ungünstige Reproduzierbarkeit von $\pm 20\%$ ist vor allem auf die ungleichmäßige Nachweisempfindlichkeit des Filmträgers zurückzuführen.

	Kodak NTA Film	
	Filmemulsion	Kernspurätzdetektor
Dosisbereich	0,03...10 rem	0,9...300 rd
Energieschwelle	> 0,7 MeV	> 1 MeV
Reproduzierbarkeit	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
Background	300 Spuren $\cdot\text{cm}^{-2}$ $\sim 7,5 \times 10^5 \text{n}\cdot\text{cm}^{-2}$ $\sim 0,03$ rem $\sim 0,003$ rd	800 Spuren $\cdot\text{cm}^{-2}$ $\sim 2,3 \times 10^8 \text{n}\cdot\text{cm}^{-2}$ ~ 8 rem $\sim 0,9$ rd
Empfindlichkeit gegenüber Spaltneutronen	40×10^{-5} Spuren/n	$0,37 \times 10^{-5}$ Spuren/n
Fading	groß abhängig von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Lagerungszeit	gering abhängig vom Verfahren der Emulsionsablösung
Gamma-Diskriminierung	nicht möglich bei $D_Y > 300$ mR	kein Einfluß bei $D_Y < 10^5$ R

Tab. 4/5: Dosimetrische Eigenschaften des NTA-Filmes in der Routine- und Unfalldosimetrie

4.4 Messung von Einzelnucliden

4.4.1 Optimierung und Kalibrierung eines Sandwich-Detektors für Lungeninkorporationsmessungen und ein Vergleich mit Eigenbau-Argon-Methan-Proportionalzählern

J. Bogen, H. Fessler, J. Pawelzik, T. Petkov

Im Jahre 1973 war ein NaJ(Tl)/CsJ(Tl) Doppelkristallszintillationsdetektor zum Nachweis von inkorporierten Transurangemischen angeschafft worden. Im vergangenen Jahr wurde dieser Detektor in ein Lungenzählergestell eingebaut. Unter Benutzung eines behelfsmäßigen Lungenphantoms wurden Meßreihen zur Optimierung der Elektronik und zur Kalibrierung für Lungeninkorporationsmessungen von Transuranen durchgeführt. Dieses Phantom (H. Schieferdecker: Interner Arbeitsbericht, Med/Tox 6/70) aus entsprechend geformten Plexiglasscheiben ist mit 1,45 μCi fast reinem ^{239}Pu in Gestalt von 1384 gleichmäßig verteilten Punktquellen ausgestattet. Zur Nachbildung des Brustkastens wurden in Zusammenarbeit mit dem Toxikologischen Labor der Medizinischen Abteilung sowohl ein Rippenphantom aus 3 mm dickem Al, sowie ein Brustkastengewebephantom aus etwa 2 cm dickem Paraffin angefertigt.

Mit diesen Hilfsmitteln wurden u.a. die in folgender Tabelle aufgeführten Werte ermittelt:

E	BG ₀	BG _S	η	MDA	FWHM
13,8-24,0 keV	65 Ipm	75 Ipm	0,38 Ipm/nCi ^{239}Pu	6,5 nCi ^{239}Pu	51 %
39-80 keV	62 Ipm	125 Ipm	30 Ipm/nCi ^{241}Am	0,12 nCi ^{241}Am	28 %

Dabei bedeuten:

- E Ausgewerteter Energiebereich
- BG₀ Nulleffekt innerhalb der Body Counter Abschirmung ohne Person
- BG_S Nulleffekt innerhalb der Body Counter Abschirmung mit Person
- η Wirkungsgrad für Phantom mit Brustkorbnachbildung
Position des Detektors: seitlich über Brustkorb
- MDA Untere Nachweisgrenze für eine Meßzeit von 50 min
- FWHM Halbwertsbreite

Gleichzeitig zum Aufbau eines Lungenzählermeßplatzes mit Doppelkristallszintillationsdetektor wurden mehrere Proportionalzähler für denselben Zweck gebaut. Vorversuche hatten ergeben, daß Proportionalzähler mit den Abmessungen 20 x 20 x 10 cm³ mit Hilfselektroden zur Kompensation von Randeffekten recht günstige Eigenschaften hatten (ASS-Bericht Nr. 89, Juli 1971). Im Prinzip besteht nun jeder der neuen Lungenzähler aus zweien dieser Prototypzählern, die nebeneinander in einem Gehäuse angeordnet sind. Es ergibt sich somit eine effektive Zählerfläche (unter Berücksichtigung der Randeffekte) von 17 x 20 cm² bei einer Fensterfläche von 20 x 20 cm². Durch gute Randeffektkompensation wurde bei Messungen mit einem Lungenphantom des Toxikologischen Labors eine Halbwertsbreite von ca. 2,1 keV für die 17,2 keV Linie des ^{239}Pu erreicht. Aus Abb. 4/28 ist im Vergleich zum oben erwähnten Doppelkristalldetektor die sehr gute Energieauflösung deutlich zu sehen, gleichzeitig aber auch der große Nachteil von mit Argon-Methan betriebenen Lungenzählern, der relativ geringe Wirkungsgrad dieser Detektoren. Zur Verbesserung der unteren Nachweisgrenze werden daher Versuche unternommen, den Nulleffekt zu reduzieren.

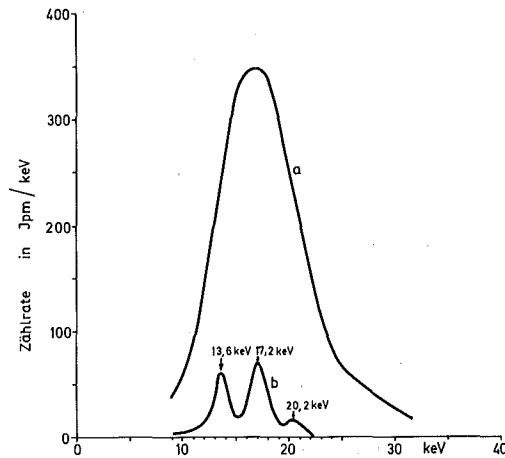


Abb.:4/28 Vergleich der mit einem behelfsmäßigen Lungenphantom (ohne Brustkorbnachbildung) erhaltenen Nettospektren eines NaJ(Tl)/CsJ(Tl) Doppelkristall-Scintillationsdetektors (a) und eines mit Ar/CH₄ betriebenen Eigenbau-Proportionalzählers (b)

4.4.2 Abschätzung der Strahlenbelastung im Uranbergwerk Menzenschwand

J. Bogen, H. Fessler, I. Hofmann, H. Kreiselmaier

Bergarbeiter in einem Uranbergwerk sind unter Tage einer sehr hohen Konzentration von ^{222}Rn und dessen Folgeprodukten ausgesetzt. Diese Stoffe werden zusammen mit der Luft eingeatmet und führen in den Atmungsorganen zu einer hohen Belastung durch α -Strahlung. ^{222}Rn selbst leistet nur einen vernachlässigbaren Beitrag zur Lungendosis, da die Aufenthaltsdauer von ^{222}Rn in der Lunge klein ist. Anders ist dies bei den ^{222}Rn -Folgeprodukten. Sie sind eigentlich die hauptsächliche Ursache der Lungendosis in Uranbergwerken. Ihre Aufenthaltsdauer ist ein Vielfaches der Halbwertszeiten von ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi und ^{214}Po , so daß einmal inkorporierte Rn-Folgeprodukte ihre gesamte Zerfallsenergie in das Bronchial- und Lungengewebe abgeben.

Man kann in der Luft in Bergwerken nicht mit einem radioaktiven Gleichgewicht zwischen ^{222}Rn und seinen Folgeprodukten rechnen. Dieser Sachverhalt wird verursacht durch die Bewetterung des Bergwerkes und die Abscheidung von Aerosolen an den Wänden der Grubengänge. Es ist daher notwendig, den Grad der Abreicherung der Folgeprodukte zu bestimmen. Dazu muß man einerseits die ^{222}Rn -Konzentration der Grubenluft, andererseits am gleichen Ort und zur gleichen Zeit die Konzentration der Folgeprodukte bestimmen. Aus beiden auf den Entnahmezeitpunkt korrigierten Konzentrationen kann man die "potentielle α -Energiekonzentration pro Volumeneinheit" ermitteln, die auch bei gestörtem radioaktivem Gleichgewicht eine zur Abschätzung der zu erwartenden Lungendosis brauchbare Größe darstellt. Als Einheit gebräuchlich ist das "Working Level". Ein Working Level (WL) entspricht einer Konzentration von 100 pCi $^{222}\text{Rn}/\text{l}$ im Gleichgewicht mit allen Folgeprodukten oder $1,3 \cdot 10^5$ MeV (α)/l Luft. Bei einmonatiger Tätigkeit (normale Arbeitszeit) unter solchen Bedingungen ist 1 WL äquivalent einer α -Lungendosis von 5 rem.

Zur Untersuchung der Bedingungen im Bergwerk Menzenschwand wurden im Jahre 1974 insgesamt 8 Meßfahrten durchgeführt. Dabei wurden insgesamt 32 Luftstaubproben und 55 Luftproben von je 4 l Volumen genommen sowie 20 Ortsdosismessungen und 59 Personendosismessungen über einen Zeitraum von je 1-2 Monaten durchgeführt. Es ergaben sich u.a. die in Tab. 4/6 dargestellten Strahlenbelastungen für die am stärksten belasteten Personen (Hauer und Schlepper).

Datum	β-Dosis (TLD-Differenz)* mrem/Monat	γ-Dosis (Glas) mrem/Monat	Lungendosis ²²² Rn-Folgeprodukte** mrem/Monat	Abreicherungs- faktor für ²¹⁰ Po
19.2.1974	83	210	225	0,3
21.3.1974	140 - 790	330 - 550	2000	0,3
24.4.1974	20 - 690	30 - 370	1700	0,3
19./20.6.1974	20 - 60	30 - 40	900	0,3
7.8.1974	5 - 10	20 - 30	105	0,3
10./11.9.1974	75 - 330	130 - 480	330	0,35 (rel.taubes Gest., Druckbelüftung)
7.10.1974	30 - 520	40 - 170	1500	0,26
3.-5.12.1974			310	0,3 (Saubewetterung durch Hochbruch)
14.1.1975				

*) LiF Dosimeter mit 50 bzw. 500 mg/cm²

***) gemessener Tageswert umgerechnet auf einmonatige Tätigkeit

Tab. 4/6: Strahlenbelastungen für Hauer und Schlepper

4.4.3 Die Entwicklung analytischer Methoden zur Bestimmung von ¹²⁹J in verschiedenen Probematerialien

H. Schüttelkopf

Die spezifische ¹²⁹J-Aktivität lag vor den ersten Kernwaffenexperimenten zwischen $2 \cdot 10^{-15} \text{ g } ^{129}\text{J/g } ^{127}\text{J}$ (AgJ-Erz) und $2,5 \cdot 10^{-9} \text{ g } ^{129}\text{J/g } ^{127}\text{J}$ (Schilddrüsen). Durch die Kernwaffenexperimente wurde das natürliche ¹²⁹J-Inventar der Biosphäre von 32 Ci auf 44 Ci erhöht. In den USA wurden zwischen 1945 und 1959 Schilddrüsenkonzentrationen bis zu $10^{-6} \text{ g } ^{129}\text{J/g } ^{127}\text{J}$ gemessen. Man nahm an, daß die militärischen Wiederaufarbeitungsanlagen in Savannah River, South Carolina und in Richland, Washington, die Ursache dieses Anstieges waren. In der Kerntechnik ist die aus Leistungsreaktoren abgegebene ¹²⁹J-Aktivität zu vernachlässigen, bei der Wiederaufarbeitung des abgebrannten Brennstoffes aber zu beachten. Nach J.L. Russell und P.B. Hahn sollte in der menschlichen Schilddrüse ein Verhältnis von $8,6 \cdot 10^{-3} \text{ g } ^{129}\text{J/g } ^{127}\text{J}$ nicht überschritten werden; nach L.A. König soll der Wert $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ g } ^{129}\text{J/g } ^{127}\text{J}$ eingehalten werden. Daraus resultiert einerseits die Notwendigkeit, Abluft und Abwasser von ¹²⁹J zu reinigen und andererseits die Notwendigkeit der Überwachung der Umgebung einer Wiederaufarbeitungsanlage auf ¹²⁹J.

Grundsätzlich sind eine Kontamination entlang des Abluftweges, (Abluft - Umgebungsluft - Pflanzen - Boden - Fleisch - Schilddrüsen - Milch) und eine entlang des Abwasserweges (Abwasser - Oberflächenwasser - Wasserpflanzen - Fische) zu unterscheiden.

Die für die Analyse verschiedener Abwasserproben notwendigen chemischen Methoden konnten aus der Literatur entnommen werden. Bei diesen Probematerialien ist eine Zugabe von inaktivem Trägerjod möglich, da nur der ¹²⁹J-Gehalt interessiert und daher ergeben sich bei

der Abtrennung des Jodes keine Schwierigkeiten. Als Modellösungen wurden $0,1 \text{ M NaNO}_3$ (10 ml Probevolumen von mittelaktivem Abwasser, 100 ml von niedrigaktivem Abwasser) und eine $1 \text{ M UO}_2(\text{NO}_3)_2/2,5 \text{ M HNO}_3$ gewählt (1 ml Probemenge, hochaktive Abfälle). Keine Probleme gab es auch bei der Bestimmung von ^{129}J in geeigneten Abluftfiltermaterialien (Aktivkohle, AgNO_3 auf Katalysatorträgern).

In allen anderen Probematerialien läßt nur die Messung des Verhältnisses von $^{129}\text{J}/^{127}\text{J}$ sinnvolle Aussagen über Ausmaß und Veränderungen der ^{129}J -Kontamination zu. Daher muß in diesen Probematerialien auch der ^{127}J -Gehalt bestimmt werden und deshalb darf kein Trägerjod zugesetzt werden.

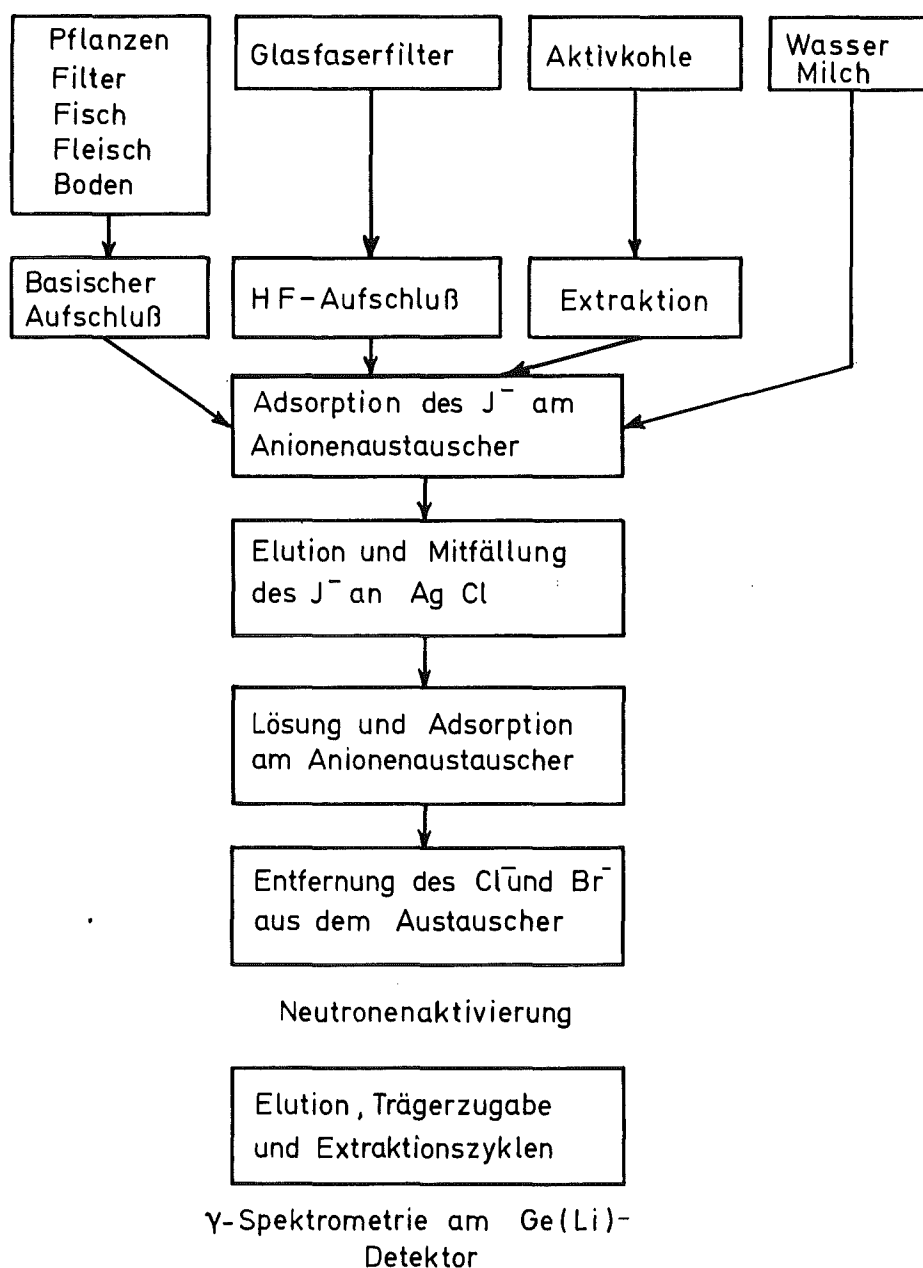


Abb.4/29 Schema der Analysenmethoden für Jod in verschiedenen Probematerialien

Wegen der dadurch notwendig gewordenen Abtrennung von Jodspuren einerseits und der Verwendung großer Probenmengen, um die Nachweisgrenze für ^{129}J so niedrig wie möglich zu halten, andererseits wurden die meisten in der Literatur beschriebenen Analysemethoden unbrauchbar. Übliche Fällungen von AgJ oder PdJ_2 und Mitfällungen mit AgCl , AgCN , AgSCN , CnSCN und anderen Salzen konnten nur mit beachtlichen Verlusten an Jod durchgeführt werden. Extraktionszyklen und Destillationen führten zu teilweise quantitativem Verlust des Jodes. Obwohl der Anionenaustausch quantitativ erfolgte, waren die Jodspuren nicht mehr vollständig aus dem Austauscher zu eluieren. Verluste beim Veraschen und Adsorption an den Glasgefäßen und Adsorption an Niederschlägen in Probelösungen erschwerten die Entwicklung geeigneter Analysemethoden.

Das Schema der erarbeiteten Analysemethoden für die oben angegebenen Probematerialien wird in Abb. 4/29 wiedergegeben.

Nach der Neutronenaktivierung der Jodfraktion einer Reihe von Blindproben wurden zwei Störungen beobachtet. Erstens war die Abtrennung von Cl , Br , Ag und Na nicht ausreichend. Die Störung durch die Nuklide ^{38}Cl , ^{82}Br , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ und ^{24}Na wurde durch Nachschalten eines Extraktionszyklus und durch weitgehende Beseitigung der Na -haltigen Chemikalien durch Kauf und Herstellung entsprechender NH_4^+ -Salze erreicht. Die zweite Beobachtung zeigte, daß alle Chemikalien ^{127}J -Spuren enthalten. Die Reinigung der Chemikalien und der verwendeten Anionenaustauscher wurde durchgeführt und ist praktisch abgeschlossen.

Die bisher erreichten Nachweisgrenzen für ^{129}J beträgt $3 \cdot 10^{-16}$ Ci $^{129}\text{J}/\text{g}$ fester Probe und 10^{-15} Ci $^{129}\text{J}/\text{l}$ flüssiger Probe. Der Zeitaufwand pro Analyse erlaubt 2 - 3 Proben während einer Woche aufzuarbeiten. Die chemischen Ausbeuten liegen für die verschiedenen Probematerialien zwischen 60 und 100 %.

Die für die Deposition von Jod auf Gras wichtige chemische Zusammensetzung der Jodverbindungen der Umgebungsluft soll nach Lieferung eines Gaschromatographen in Angriff genommen werden.

4.4.4 Spezielle Messungen

H. Fessler

Im Jahre 1974 wurden eine Vielzahl von Sondermessungen durchgeführt, die in Tabelle 4/7 aufgeführt sind. Für die Kernkraftwerke Obrigheim, Gundremmingen und Niederaichbach sind dies vor allem low-level-Messungen von Proben aus der Umgebung. Außerdem wurden Gasproben aus verschiedenen Reaktorkreisläufen γ -spektroskopisch auf radioaktive Edelgase und mit β -Messung auf rein gasförmige Radionuklide sowie auf in Wasserdampf vorhandenes Tritium ausgemessen.

Im Jahre 1974 wurden 12 Krypton-85 Messungen durchgeführt. Die Meßwerte der Luftproben aus der näheren Umgebung des Zentrums lagen zwischen 20 und 30 pCi/m^3 ^{85}Kr . Eine zusätzliche Vergleichsprobe aus Neureut erbrachte 18 ± 4 pCi/m^3 ^{85}Kr .

Meßgut	Aufbereitung	Meßmethode	Anzahl der Proben
Wasserproben	Mitfällung und Adsorption; Eindampfen	α - und β -Bruttoaktivität	296
		Flüssigszintillation	109
Bodenproben		β -Bruttoaktivitätsmessung	26
Biologisches Material	Teilweise Trocknung und Veraschung	γ -Spektroskopie	70
Luftfilter		γ -Spektroskopie	200
Gasproben	Trennung Gas-Wasserdampf	γ -Spektroskopie β -Messung	19

Tab. 4/7 : Art und Anzahl der Sondermessungen

5. Strahlenschutzmeßgeräte

A. Schmitt

Der Bestand an elektronischen Geräten, der von der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit betreut wird, setzt sich aus einer großen Anzahl von tragbaren Dosisleistungs- und Kontaminationsmonitoren, aus Meßplätzen zur Aktivitätsbestimmung, den ortsfesten Luftüberwachungsanlagen und wenigen, aber teureren und komplizierten Anlagen zur Spektroskopie zusammen. Daraus ergibt sich zwangsläufig eine gewisse Unterteilung im Service, der soweit als möglich selbst durchgeführt wird. Die Arbeitsgruppe "Geräteelektronik" erfüllt hierbei folgende Aufgaben:

- regelmäßige elektronische Wartung und Kalibrierung der tragbaren Dosisleistungsmeßgeräte der GfK und von fünf Fremdfirmen;
- Reparatur und Kalibrierung aller HFK- und Kontaminationsmonitoren der GfK;
- Reparatur und Kalibrierung der Luftüberwachungsanlagen in verschiedenen Instituten und Abteilungen des Kernforschungszentrums;
- Reparatur aller sonstigen elektronischen Geräte aus den Bereichen der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit;
- Eingangskontrolle der von der Abteilung beschafften Geräte; Untersuchung neuer Geräte und Bestimmung der elektronischen Eigenschaften von Detektoren;
- Entwicklung von kommerziell nicht erhältlichen Geräten für den Bedarf der Abteilung;
- Beratung von Instituten und Abteilungen bei der Beschaffung von Strahlenmeßgeräten.

5.1 Wartung und Reparatur von Strahlenschutzmeßgeräten

Gemäß einer Auflage der Aufsichtsbehörde werden sämtliche Dosisleistungsmeßgeräte, die im Kernforschungszentrum Karlsruhe eingesetzt sind, von der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft. Sie werden nach einem Wartungsplan halbjährlich auf mechanische und elektronische Fehler und Alterungerscheinungen untersucht und dann am Hochdosis Eichstand kalibriert. Auch neu beschaffte Geräte und solche instandgesetzten Dosisleistungsmesser, bei denen die Reparatur die Eichung beeinflußt, werden vor dem Einsatz kalibriert. Im Berichtsjahr wurden u.a. 1.020 Dosisleistungsmeßgeräte kalibriert.

Die Typen der gewarteten Geräte und der Umfang der Arbeiten sind aus der Tabelle 5/1 ersichtlich. Die Zunahme um 25 % gegenüber dem Vorjahr rührt hauptsächlich von der Eingangskontrolle und Kalibrierung einer größeren Lieferung von Stabdosisimetern her. Der Anteil der Kalibrierungen von Geräten für Fremdfirmen ist von 173 Stück auf 97 zurückgegangen.

Die Tabelle 5/2 zeigt den Umfang der Wartungs- und Reparaturarbeiten an tragbaren Strahlenschutzmeßgeräten, HFK-Monitoren und Aktivitätsmeßplätzen, der gegenüber dem Vorjahr um rd. 50 % zugenommen hat. Während früher defekte Fensterfolien, verschmutzte Durchflußzähler und Kabeldefekte an Handsonden die häufigsten Fehlerursachen waren, überwiegen nun, mit zunehmender Überalterung des Geräteparks, die mechanischen und elektrophysikalischen Defekte.

Die Überalterung machte sich auch ganz auffällig bei der Wartung der vorhandenen 42 Anlagen mit über 100 Meßstellen zur Pegel- und Luftüberwachung bemerkbar, die von der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit betreut werden. Hier ist im Berichtsjahr die Zahl der notwendigen Reparatur-Einsätze von 110 auf 356 angestiegen und es mußten umfangreiche Vorarbeiten zum Umbau von Luftüberwachungsanlagen in vier Gebäuden geleistet werden.

Erwähnt sei noch die Zählrohr-Monitoranlage zur Umgebungsüberwachung im Kernforschungszentrum mit 30 Meßstellen, sowie die telefonisch abfragbaren Zählrohrstationen mit 8 Meßstellen und 6 weitere Zählrohrmeßstellen auf dem Dach des Strahlenschutzgebäudes und am meteorologischen Mast, die ständig betriebsbereit gehalten wurden.

Die Betreuung von Strahlenschutzmeßgeräten und Anlagen durch die Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit beginnt schon vor der Beschaffung mit der Beratung über das jeweils zweckmäßigste Meßverfahren und die Geräteauswahl. So wurde z.B. im Jahre 1974 die umfangreiche Neu- bzw. Ersatzbeschaffung für die Luftüberwachungsanlagen von fünf Gebäuden von der Planung bis zur Inbetriebnahme übernommen. Es wurden auch Vorschläge gemacht zur Prozeßüberwachung und zur Pu-Überwachung an der im Bau befindlichen Verdampferanlage, zur Überwachung von Kühlwasser auf Uran und zur Ortsdosisüberwachung an heißen Zellen. Weiterhin wurden vergleichende Untersuchungen von HFK-Monitoren und von Kontaminationsmonitoren verschiedener Hersteller durchgeführt wie auch die Brauchbarkeit von Hochdosis-Zählrohren geprüft. Schließlich sei an dieser Stelle erwähnt, daß ein Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit als Sachbearbeiter im Normierungsausschuß für elektronische Bauelemente tätig ist und die Abteilung Einkauf wie auch die Anwender berät.

Gerätetyp	Routineprüfung	Reparatur und Kalibrierung	neue Geräte: Eingangskontrolle und Kalibrierung
Jordankammer	160	13	3
Graetz X-10	12	1	--
" X-50	127	11	10
" X-500	18	--	--
" X-1000	6	2	--
Total 6150	52	7	5
" 6112	43	6	4
Babyline	3	6	4
Taschenwarngeräte	88	--	24
Neutronenmeßgeräte	8	4	2
Stabdosisimeter	--	--	346
Sonstige	27	20	8
Insgesamt	544	70	406

Tab.: 5/1 Wartungsarbeiten an Dosisleistungsmeßgeräten im Jahre 1974

Kontaminationsmonitoren	253
HFK-Monitoren	84
Fußbodenmonitoren	17
Wäschemonitor	15
Aktivitätsmeßplätze Probenwechsler etc.	67
Dosisleistungsmeßgeräte	125
Taschenwarngeräte	37
Neutronenmonitoren	12
Sonstige Geräte	52
Insgesamt	662

Tab.: 5/2 Wartungs- und Reparaturarbeiten an Strahlenschutzmeßgeräten

5.2 Elektronische Entwicklungen

H. Michel, H.-G. Röber, A. Schmitt

Die Arbeitsgruppe "Geräteelektronik" entwickelt für den Bedarf der Abteilung solche Dinge, die entweder kommerziell nicht erhältlich sind oder nur umständlich und teuer zu beschaffen wären. Der Umfang dieser Entwicklungsarbeiten kann sehr unterschiedlich sein und reicht von kleinen Anpassungen und Verbesserungen gelegentlich bis zum Bau ganzer Anlagen. Daß dieser Eigenbau sinnvoll ist, sollen die folgenden Beispiele von Entwicklungsarbeiten zeigen, die im Jahre 1974 größtenteils abgeschlossen wurden.

Umbau einer Kritikalitätswarnanlage

Bei der Kritikalitätswarnanlage des Institutes für Heiße Chemie häuften sich Störungen, da eine bestimmte Transistortype ungenügende Langzeitstabilität hatte. Es wurden 18 Detektoren umgebaut und in den dazugehörigen Logikeinschüben die 6 Zeitbasisgeneratoren durch eine selbstentwickelte Schaltung ersetzt. Anstelle schwer zu beschaffender Meldeleuchten wurden Leuchtdioden eingebaut. Die ausführenden Elektroniker brachten es fertig, den ganzen Umbau ohne Unterbrechung der Betriebsbereitschaft durchzuführen. Schließlich wurde noch ein kleiner Kontrollzähler gebaut, mit dem das Strahlenschutzpersonal vor Ort selbst die Funktionstüchtigkeit der Anlage überprüfen kann.

Umbau von störanfälligen Vorverstärkern

In Luftüberwachungsanlagen war eine bestimmte Type von Vorverstärkern besonders empfindlich auf die Einkopplung von Störimpulsen, und als in der Nähe solcher Anlagen störende Schweißgeräte und Maschinen in Betrieb genommen wurden, mußte Abhilfe geschaffen werden. Da die von der Herstellerfirma vorgeschlagene Verwendung eines anderen Verstärkers einen teureren und langwierigen Umbau der Anlagen erfordert hätte, wurden fünf dieser Verstärker selbst umgebaut.

Alarmmeldung für eine Luftüberwachungsanlage

In einem Institut muß die überalterte Röhrenelektronik von 12 Gasmeßstellen ersetzt werden. Hierbei war es wünschenswert, daß man das vorhandene Leitungsnetz weiter verwenden kann und wie bisher die Alarmmeldungen nicht nur im Strahlenschutzlabor, sondern auch in dem jeweils betroffenen Raum erhält. Schließlich muß noch eine Sammelmeldung zur Alarmzentrale gegeben werden.

Da das Angebot einer Herstellerfirma nicht befriedigte, wurden für die Meßelektronik gängige log-Ratemeter bestellt, dazu aber selbst ein passender Alarmeinschub für das Strahlenschutzlabor und kleine Wandkästchen für die individuelle akustische und optische Alarm- und Störmeldung gebaut.

Elektronik für fahrbare Aerosolmonitoren

Im Kernforschungszentrum Karlsruhe sind seit Jahren einige kontinuierlich messende, fahrbare Aerosolmonitoren in Betrieb, die eine gute Abschirmung und eine robuste Mechanik besitzen, deren Röhrenelektronik aber erneuerungsbedürftig ist. Daher war schon früher in der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit eine geeignete Transistorelektronik entwickelt worden. Im Berichtsjahr wurden nun nach diesem Muster zwei weitere Elektronik-einschübe nachgebaut.

Steuerung einer Schrittfilteranlage von der Normalzeit

Bei einer Schrittfilteranlage zur Umgebungsüberwachung war es wünschenswert, daß die Zeitpunkte des Filtertransportes auch über lange Zeiten hinweg exakt synchron zur Uhrzeit erfolgen, da nur so eine einfache Auswertung und Darstellung der Meßergebnisse möglich ist. Mit der vom Hersteller gelieferten Schaltung konnte dies vom Prinzip her nicht eingestellt werden. Die Anlage wurde nun so umgebaut, daß der Filtervorschub und die Meßzeit von der Normalzeitanlage des Kernforschungszentrums gesteuert werden.

Verbesserte Höranzeige eines Handgerätes

Neuere Geräte des "Scintillation Survey Meters THYAC III" haben eine viel zu leise Höranzeige, ein Mangel, der durch die verwendete Schaltung bedingt ist. Daher wurde eine Zusatzschaltung entwickelt, bei der besonders auf geringen Stromverbrauch geachtet wurde. Sie ist auf einer kleinen Platine aufgebaut und kann leicht eingelötet werden. Bis jetzt wurden damit 10 Geräte umgerüstet.

Umschaltlogik zur Meßwertregistrierung

Die Messung der Tritiumkonzentration in der Abluft des MZFR soll möglichst genau, aber auch ohne Bedienung über einen großen Meßbereich erfolgen. Die entsprechende Tritiumüberwachungsanlage enthält daher zwei lineare Ratemeter mit automatischer Bereichsumschaltung, so daß über vier Dekaden gemessen werden kann. Für eine Parallelregistrierung in der Umgebungsüberwachungszentrale war es wünschenswert, den Meßwert auf einem einzigen Schreiberstreifen aufzuzeichnen und den Meßbereich durch eine geeignete Markierung zu kennzeichnen. Die Lösung dieses Problems sieht nun folgendermaßen aus: Übertragen werden die Meßwerte beider Ratemeter und die zwei Markierungspegel ihrer Bereichsumschaltungen. Dazu wurde eine Umschalt- und Verknüpfungslogik entwickelt, die die jeweils günstigste Meßwertanzeige auf den einen Kanal eines vorhandenen Zweilinienschreibers aufschaltet und aus der Kombination der Markierungspegel eine Treppenkurve zur Anzeige des eingeschalteten Meßbereiches erzeugt, die vom zweiten Kanal registriert wird.

Kompakter Melde-Einschub für eine Luftüberwachungsanlage

Nachdem im Laufe der Jahre die Raum- und Abluftüberwachungsanlagen in einem Institut mehrmals erweitert wurden, war die Anordnung der Anzeige- und Registriergeräte, wie auch der Bereichsanzeigen und der Grenzwerteinsteller unübersichtlich geworden. Eine Umordnung der Bausteine innerhalb der Meßschränke ist nötig, wobei aber möglichst noch Platz eingespart werden soll. Da dies mit den vorhandenen Bausteinen nicht möglich ist, wurde eine Einschubkassette entwickelt, die bei geringem Platzbedarf Bereichsanzeigen, einstellbare Schwellen und eine optische und akustische Alarm- und Störmeldung enthält.

Meßkopf für eine Zählrohr-Monitoranlage

Anlagen, welche die Gamma-Dosisleistung an vielen Stellen im Freien messen und in einer Zentrale kontinuierlich registrieren, sind kommerziell nicht zu erschwinglichen Preisen erhältlich. Daher wurde schon vor Jahren bei der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit eine Zählrohr-Monitoranlage entwickelt, die zur Umgebungsüberwachung im Kernforschungszentrum eingesetzt ist. Der dort verwendete Meßkopf wurde mit modernen Bauteilen weiterentwickelt, so daß nun Meßköpfe ohne Anpassung an die jeweilige Kabellänge austauschbar sind. Das neue Muster soll für eine ähnliche Anlage nachgebaut werden.

Schaltuhr für die automatische Luftprobennahme mit "Gasmäusen"

Bei Experimenten zur Untersuchung der Ausbreitung von Stoffen in der Atmosphäre werden Luftproben mit evakuierten Gasmäusen gezogen, deren Ventile bis jetzt von Hand bedient wurden. Da bei einem Ausbreitungsversuch möglichst viele Luftproben gezogen werden sollen, waren entsprechend viele Leute zur Bedienung der Ventile nötig. Nachdem zur Automatisierung der Probenahme von anderer Seite ein Magnetventil entwickelt war, wurde eine geeignete Schaltuhr benötigt. Versuche mit mechanischen Schaltuhren befriedigten nicht, und so wurde eine elektronische Schaltuhr mit Ventilsteuerung entwickelt, die vor allem billig sein sollte, wenig Batteriestrom verbrauchen darf und wenig Arbeit zum Einstellen machen soll. Mit der ausgeführten Schaltung kann die Vorlaufzeit zwischen dem Stellen der Uhr und dem Öffnen des Ventils im Bereich von 0,5 bis 6 Stunden gewählt werden. Mit einfachen Steckverbindungen ist es möglich, eine Vielzahl solcher Schaltuhren in einem einzigen Arbeitsgang auf den exakt gleichen Auslösezeitpunkt einzustellen. Von einer Schaltuhr können bis zu vier Gasmäuse nacheinander bedient werden, und nach Ablauf des ganzen Schaltzyklus schaltet sie sich selbst ab, um Strom zu sparen. Es ist vorgesehen, daß nach Erprobung des Musters eine größere Stückzahl dieser Schaltuhren gebaut wird.

Jordankammer mit Netzbetrieb

Benötigt wurde ein Meßgerät, das den Durchfluß von Argon-41 in einer Gasapparatur registrieren kann. Es sollte möglichst empfindlich sein und einen weiten Meßbereich besitzen, eine absolute Kalibrierung war jedoch nicht gefordert. Da der Detektor Gasdrücke bis zu einigen Atmosphären aushalten muß, wurde hierfür eine Durchfluß-Ionisationskammer gewünscht.

Als billigste und schnellste Lösung dieses Meßproblems wurde aus vorhandenen Bauteilen ein Gerät gebaut, das im Prinzip weitgehend der bekannten "Jordankammer", RADIATION SURVEY METER Model AGB-10KG-SR entspricht, jedoch für Netzbetrieb eingerichtet ist und einen Linienschreiber besitzt. Die Ionisationskammer wurde mit Gaseinlaß- und Auslaßstutzen versehen und kann in die Gasapparatur eingebaut werden. Zum Abgleich der Schaltung wurde eine nichtmodifizierte Ionisationskammer angeschlossen. Mit dieser kann das Gerät als netzbetriebener Gamma-Dosisleistungsmesser verwendet werden und besitzt denselben Meßbereich von 0,01 mR/h bis 10^4 R/h wie das Originalgerät.

6. METEOROLOGIE

6.1. Statistische Auswertungen

H. Dilger, K. Nester, P. Thomas, S. Vogt

6.1.1. Schemata zur Bestimmung der Ausbreitungskategorie

Ausgehend von den meteorologischen Messungen am Kernforschungszentrum Karlsruhe wurden fünf verschiedene Schemata zur Bestimmung der Ausbreitungskategorie aufgestellt. Basis für die Festlegung der Kategorie war die Streuung der vertikalen Windrichtungsfluktuation σ_{φ} . Die anderen Schemata wurden dieser Einteilung angepaßt (siehe Tab. 6/1 sowie Abbn. 6/1 und 6/2). Durch einen Vergleich mit dem Schema Nr. 1 (Einteilung nach σ_{φ}) wurden mittels Korrelationsuntersuchungen Aussagen über die Zuverlässigkeit der übrigen Schemata gewonnen. Eine Zusammenstellung der wesentlichen Ergebnisse dieses Vergleichs ist in Tabelle 6/2 enthalten. Die beste Übereinstimmung erreicht man mit dem Schema 2 (Einteilung nach σ_{θ}). Dies liegt daran, daß σ_{θ} , ebenso wie σ_{φ} , direkt von den Turbulenzbedingungen abhängt. σ_{θ} erfaßt aber außerdem noch Winddrehungen, die eine Turbulenzzunahme vortäuschen. Die beste indirekte Methode zur Bestimmung der Ausbreitungskategorie ist das Schema 3 (Einteilung nach dem Temperaturgradienten dT/dz und der Windgeschwindigkeit \bar{u}). Da in nur 3 % aller Fälle eine Abweichung von mehr als einer Kategorie auftritt, ist seine Zuverlässigkeit noch ausreichend, um Einzelsituationen zu beurteilen. Die Parameter Strahlungsbilanz S und Windgeschwindigkeit \bar{u} sowie der Exponent p des Windprofils eignen sich dagegen kaum noch zur Beurteilung von Einzelsituationen, sondern nur für statistische Untersuchungen, da in 12 % aller Fälle die Ausbreitungskategorie um 2 und mehr Stufen falsch bestimmt wird.

Ausbreitungskategorie	Häufigkeit H %	Schema 1	Schema 2	Schema 5
		Streuung der vertikalen Windrichtungsfluktuationen σ_{φ} [Grad]	Streuung der horizontalen Windrichtungsfluktuationen σ_{θ} [Grad]	Exponent des Windgeschwindigkeitsprofils p
A	2,1	$\sigma > 14,0$	$\sigma > 18,0$	$p \leq 0,07$
B	6,0	$14,0 \geq \sigma > 10,5$	$18,0 \geq \sigma > 13,0$	$0,07 < p \leq 0,13$
C	11,7	$10,5 \geq \sigma > 7,0$	$13,0 \geq \sigma > 9,5$	$0,13 < p \leq 0,20$
D	43,1	$7,0 \geq \sigma > 3,0$	$9,5 \geq \sigma > 5,0$	$0,20 < p \leq 0,40$
E	20,9	$3,0 \geq \sigma > 1,5$	$5,0 \geq \sigma > 3,0$	$0,40 < p \leq 0,50$
F	16,2	$1,5 \geq \sigma$	$3,0 \geq \sigma$	$0,50 < p$

Tabelle 6/1: Einteilung verschiedener Parameter in Ausbreitungskategorien und deren Häufigkeitsverteilung

Schema Nr.	Parameter	Korrelationskoeffizient	übereinstimmende Kategorien	Kategorienabweichung	
				1 Stufe	≥ 2 Stufen
2	σ_{θ}	0,86	74	24	2
3	$\frac{dT}{dz}, \bar{u}$	0,81	62	35	3
4	S, \bar{u}	0,68	49	39	12
5	p	0,65	49	39	12

Tabelle 6/2: Korrelationskoeffizient und prozentuale Häufigkeiten von übereinstimmenden bzw. abweichenden Kategorien verschiedener Schemata in bezug auf das σ_{φ} -Schema

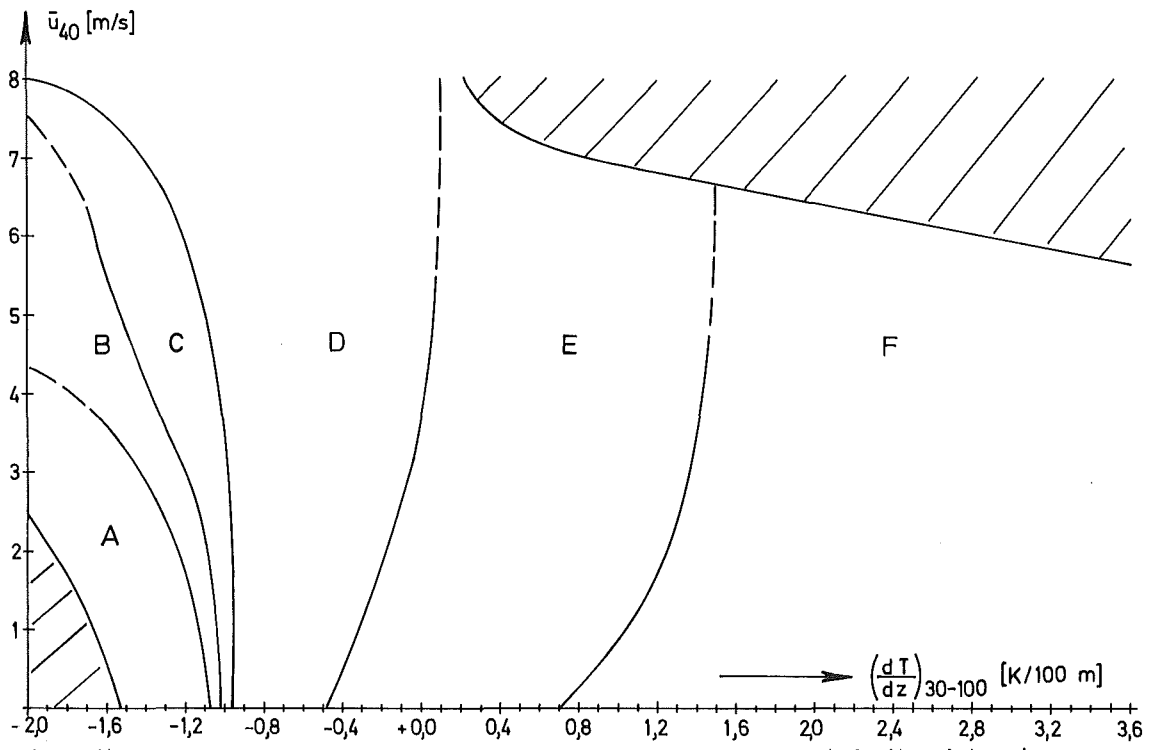


Abb. 6/1: Einteilung des Temperaturgradienten - Windgeschwindigkeitsfeldes in Ausbreitungskategorien

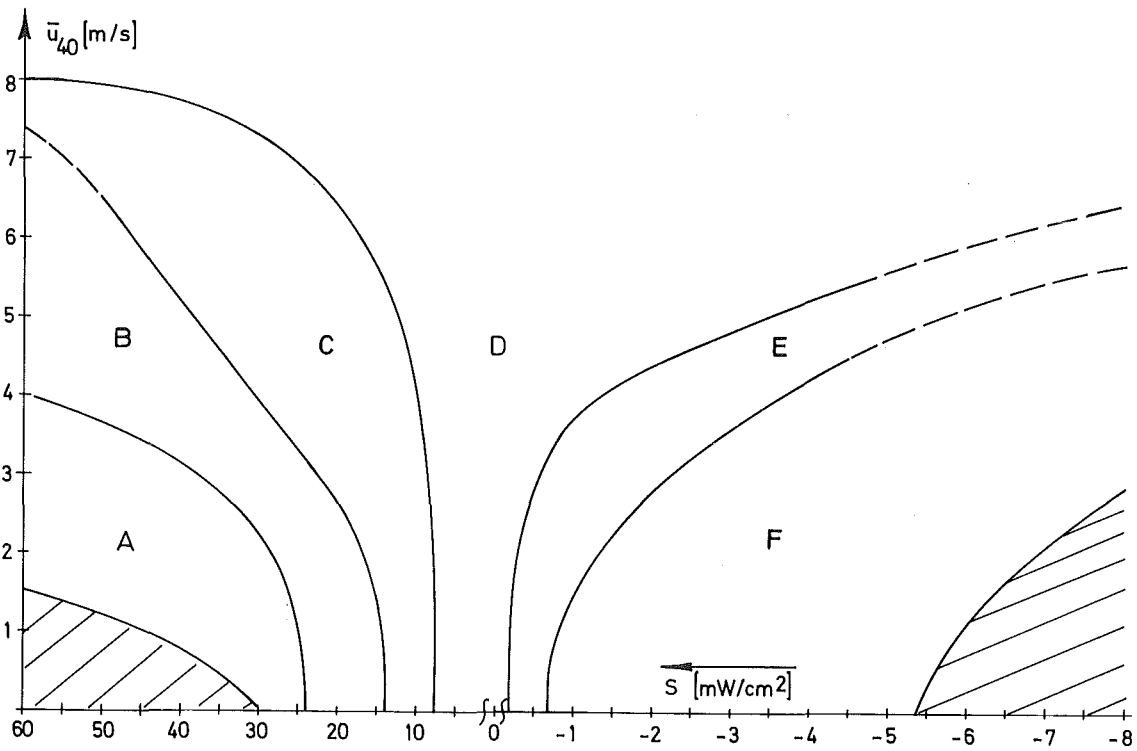


Abb. 6/2: Einteilung des Strahlungsbilanz - Windgeschwindigkeitsfeldes in Ausbreitungskategorien

6.1.2. Streuung der Horizontalfluktuationen

Wie in 6.1.1. gezeigt, stellt die Streuung der Horizontalfluktuationen σ_{Θ} ein brauchbares Maß zur Diagnose der Ausbreitungskategorie dar. Aus den Meßwerten der in 40 m, 60 m, 80 m, 100 m, 160 m und 200 m installierten Schwertwindfahnen (Fa. Lambrecht, Typ 1466H) wurde die Höhenabhängigkeit von σ_{Θ} berechnet. Die alle 4 s anfallenden momentanen Richtungswerte der Fahnen werden vom Prozeßrechner in 36 Sektoren mit je 10° Breite sortiert. Nach je 10 min werden die so gewonnenen Häufigkeitsverteilungen abgespeichert. Aus dem Datenmaterial der Jahre 1973 und 1974 wurden die Monatsmittelwerte berechnet.

Abb. 6/3 zeigt den Jahresgang der σ_{Θ} in den verschiedenen Höhen. Die maximalen σ_{Θ} treten im Juni, die minimalen in den Monaten Oktober bis Dezember auf. Der Jahresgang der σ_{Θ} ist ähnlich demjenigen der Strahlungsbilanz, vgl. Abb. 6/5. Dieses Verfahren spiegelt den Einfluß der thermischen Effekte auf die atmosphärischen Turbulenzverhältnisse wider. Abb. 6/4 zeigt einige Höhenprofile von σ_{Θ} . Im November verläuft das Profil am flachsten, im Juni am steilsten. Die Abnahme der σ_{Θ} mit zunehmender Höhe ist auf die Abnahme der mechanisch bedingten Turbulenz zurückzuführen; die thermischen Einflüsse treten in größeren Höhen stärker hervor. So ist die Jahresamplitude, bezogen auf den Mittelwert, in 200 m Höhe mehr als doppelt so groß wie in 40 m. Die thermischen Einflüsse bewirken eine mit der Einstrahlung zu- bzw. mit der Ausstrahlung abnehmende Mächtigkeit der atmosphärischen Grenzschicht.

6.1.3. Strahlungsbilanz

Die Strahlungsbilanz der Erdoberfläche wurde mit einem Doppel-Pyrradiometer, Typ PD, des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums Davos in 1,5 m Höhe gemessen. Aus den im Prozeßrechner berechneten 10-Minutenwerten der Jahre 1973/74 wurden monatsweise Stundenmittelwerte gebildet. Abb. 6/5 zeigt den Jahres-Tagesgang der Strahlungsbilanz. Das Maximum von $37,5 \text{ mW/cm}^2$ liegt im Juni zwischen 12 und 13 Uhr. Auffallend ist, daß die Strahlungsbilanz schon etwa eine Stunde vor Sonnenuntergang negativ wird. Das Minimum liegt kurz nach Sonnenuntergang und beträgt im Frühjahr und Spätsommer $-2,5 \text{ mW/cm}^2$. In Abb. 6/6 sind die Monatssummen der Energiebilanz aufgetragen. Als Jahressumme ergibt sich im Mittel der beiden Auswertejahre $164,7 \text{ kJ/cm}^2$.

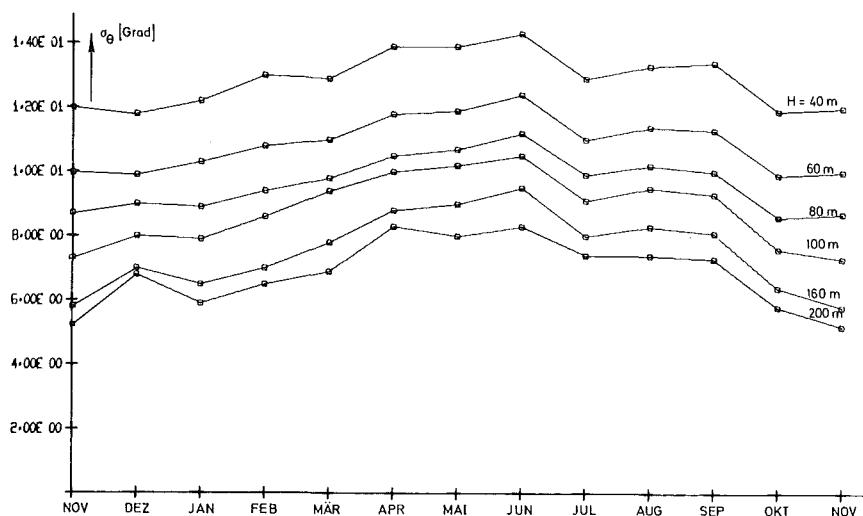


Abb. 6/3: JAHRESGANG DER STREUUNG DER HORIZONTALFLUKTUATIONEN

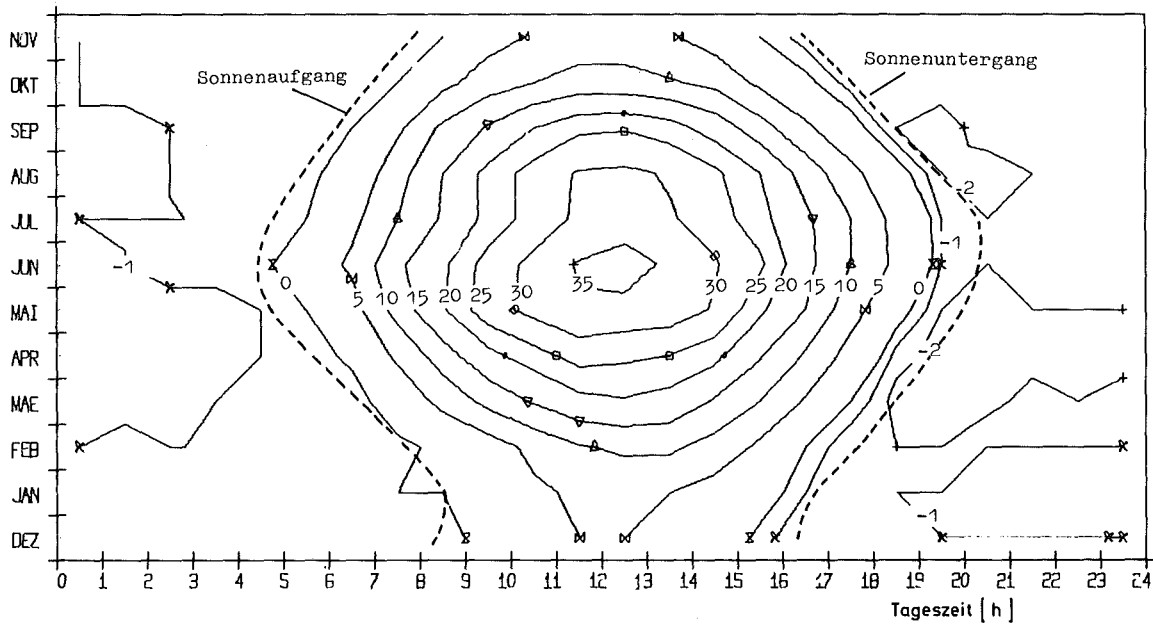


Abb. 6/5: ISOLINIEN DER STRAHLUNGSBILANZ s [mW/cm^2] IM JAHRES-TAGESGANG

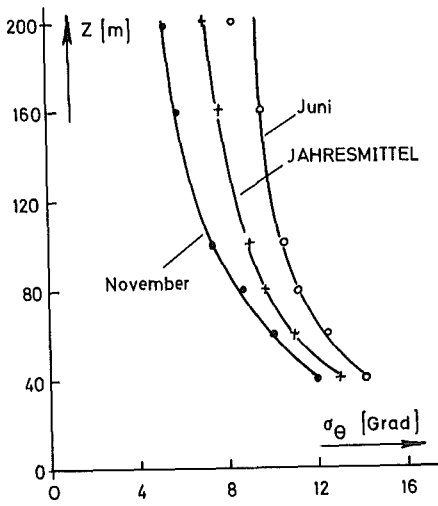


Abb. 6/4: PROFILE DER STREUUNG DER HORIZONTALFLUKTUATIONEN

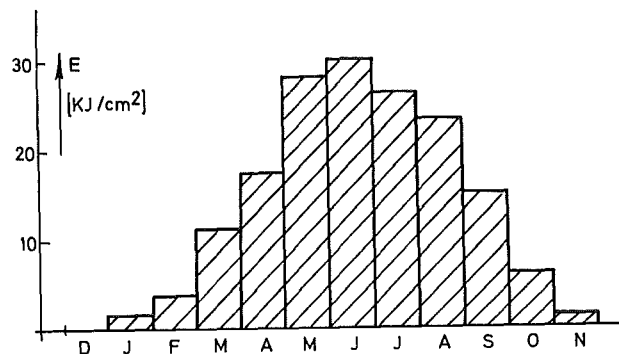


Abb. 6/6: MONATSSUMMEN DER ENERGIEBILANZ

6.1.4. Richtungsbeständigkeit

Bei der Berechnung der Schadstoffausbreitung nach Reaktorstörfällen wird meist eine konstante Windrichtung angenommen. Tatsächlich sind aber Fälle mit über mehrere Stunden konstant bleibender Windrichtung relativ selten. Deshalb wird die Häufigkeit (Summenhäufigkeit) ermittelt, mit der die Windrichtung länger als eine vorgegebene Zeit innerhalb eines Sektors vorgegebener Breite verweilt. Dazu wurde das Stundenmittel der in der Zeit vom 1.12.67 bis 30.11.69 in 60 m Höhe gemessenen Windrichtung benutzt.

Es wird stets die zeitlich variierende Richtung mit der Richtung zur Startzeit verglichen. Die ermittelte Häufigkeit hängt ab von

1. der Startzeit,
2. der Ausbreitungskategorie und
3. der Windrichtung.

Deshalb wurde die Häufigkeit in Abhängigkeit dieser drei Parameter ermittelt.

Die Ausbreitungskategorien sind aus den Stundenmittelwerten des Windgeschwindigkeitsprofils abgeleitet. Die Sektorbreiten betragen ± 5 , ± 10 , ± 15 ... ± 90 Bogengrad um die Windrichtung, die zur Startzeit vorlag. Änderte sich die Richtung um mehr als 90° oder die Ausbreitungskategorie um mehr als die vorgegebene Stufenzahl, so wurde dieser Fall nicht weiter betrachtet. Um eine ausreichende Zahl auswertbarer Fälle zu erhalten, mußte bei der Auswahl der Startrichtungen ein genügend breiter Sektor gewählt werden.

Als Beispiel sind in den Abbn. 6/7 und 6/8 die Windrichtungsbeständigkeiten in Abhängigkeit folgender Parameter angegeben:

- 1) Startzeit 12^{00} Uhr mit Kategorie B
keine Änderung der Kategorie erlaubt,
Anfangswindrichtung nicht festgelegt (Abb. 6/7).
- 2) Startzeit 18^{00} Uhr mit Kategorie D,
beliebige Änderung der Kategorie erlaubt,
Anfangswindrichtung zwischen 200° und 250° (Abb. 6/8).

Mit den ermittelten Windrichtungsbeständigkeiten kann bei einer unfallbedingten Aktivitätsfreisetzung in Abhängigkeit der Tageszeit, zu der der Unfall geschah, und in Abhängigkeit der Windrichtung und Ausbreitungskategorie, die zu dieser Zeit gerade herrschten, die Wahrscheinlichkeit angegeben werden, daß in einem bestimmten Gebiet bestimmte Dosiswerte überschritten werden.

Daneben ergeben sich nützliche Informationen für die Planung von Ausbreitungsversuchen. Bei vorgegebener Ausbreitungskategorie kann die Startzeit gefunden werden, der sich eine Zeitspanne mit hoher Windrichtungs- und Kategorienbeständigkeit anschließt.

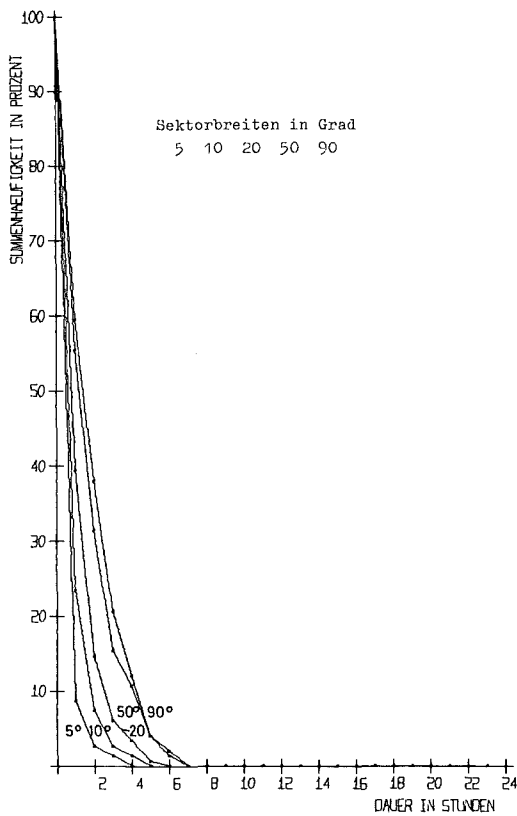


Abb. 6/7: WINDRICHTUNGSBESTÄNDIGKEIT BEI LABILER WETTERLAGE

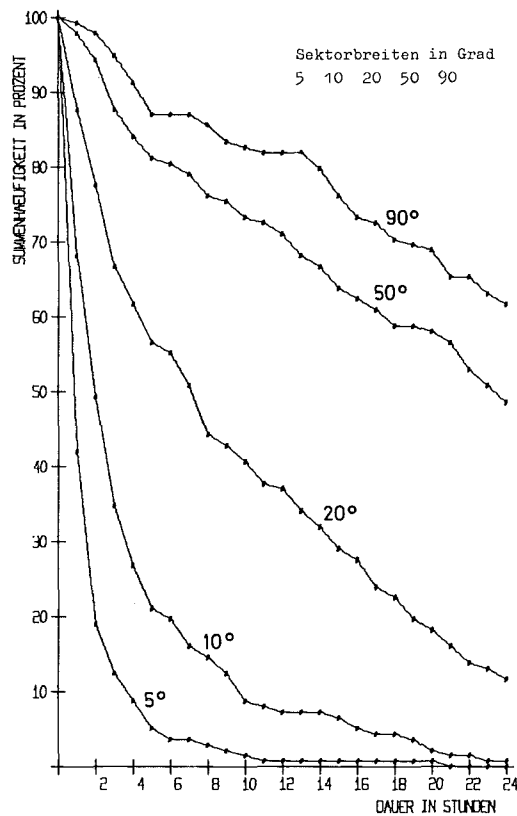


Abb. 6/8: WINDRICHTUNGSBESTÄNDIGKEIT BEI NEUTRALER WETTERLAGE

6.1.5. Feuchte

Da Ende Oktober 1973 die Feuchtemeßstellen in Betrieb genommen wurden, ist es möglich, eine Statistik auch der Feuchte über den Zeitraum eines Jahres zu erstellen. Als Feuchtemaß wurde die spezifische Feuchte gewählt. Sie ist im Gegensatz zur relativen Feuchte von der Lufttemperatur unabhängig und gibt an, wieviel g Wasserdampf in 1 kg feuchter Luft enthalten sind.

In den Abbn. 6/9 und 6/10 werden Linien gleicher spezifischer Feuchte für Sommer bzw. Winter dargestellt. Der eckige Verlauf der Isolinien ist durch lineare Interpolation zwischen den Stundenmittelwerten bedingt. Im Sommer gleicht der Tagesgang einer deutlich ausgeprägten Doppelwelle. Bei Sonnenaufgang setzt mit steigender Einstrahlung eine lebhaftere Verdunstung am Erdboden und im Wald ein und erhöht die Feuchte in den darüberliegenden Schichten. Nach 9 Uhr wird durch den Austausch mit höheren Schichten und durch Konvektion mehr Feuchte nach oben abtransportiert als die Verdunstung nachliefert. Wenn mit sinkender Sonne der Austausch und die Konvektion nachläßt, steigt die Feuchte in Erdbodennähe wieder an. Im Winter ist der Tagesgang infolge geringerer Verdunstung sehr gedämpft.

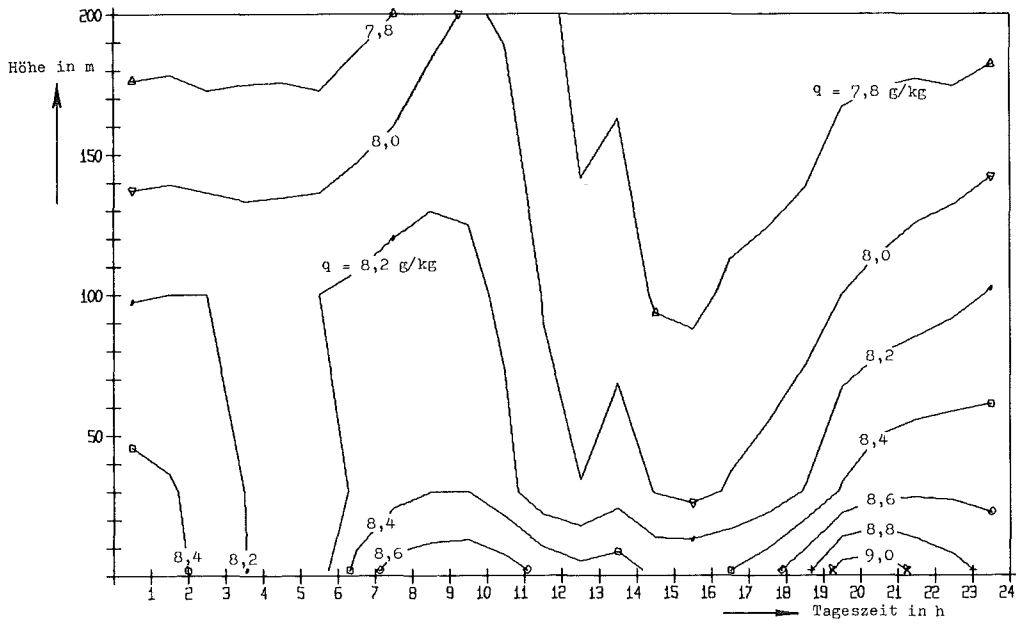


Abb. 6/9 ISOLINIEN DER SPEZIFISCHEN FEUCHTE IN ABHÄNGIGKEIT VON HÖHE UND TAGESZEIT SOMMER 1974

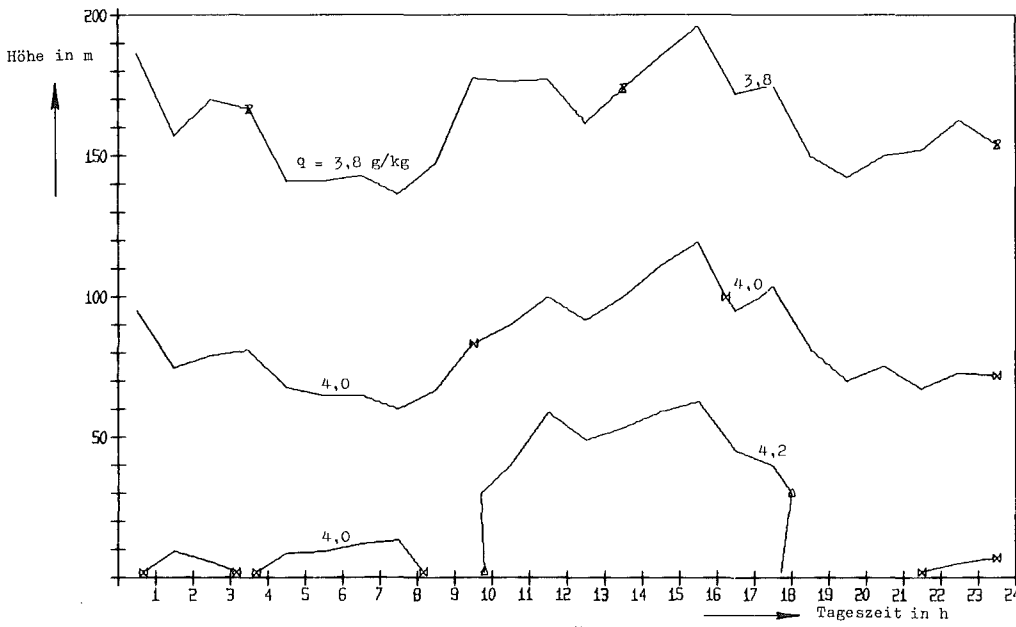


Abb. 6/10 ISOLINIEN DER SPEZIFISCHEN FEUCHTE IN ABHÄNGIGKEIT VON HÖHE UND TAGESZEIT WINTER 1974

Für zahlreiche Probleme, u.a. zur Abschätzung der Ausdehnung von Kühlturmschwaden, ist es wichtig zu wissen, wieviel Wasserdampf die Atmosphäre noch zusätzlich aufnehmen kann, ehe Sättigung eintritt. Die geeignete Größe hierfür ist das spezifische Sättigungsdefizit. Es gibt an, wieviel g Wasserdampf in 1 kg feuchter Luft aufgenommen werden kann, ehe Sättigung erreicht ist.

Das Sättigungsdefizit weist einen ausgeprägten Jahresgang auf, deshalb erschien es angezeigt, nach Jahreszeiten getrennt auszuwerten. In Abb. 6/11 wird die Summenhäufigkeit des spezifischen Sättigungsdefizites für Winter bzw. Sommer in Abhängigkeit von der Höhe dargestellt. Die Häufigkeitsverteilungen für Frühjahr und Herbst liegen zwischen diesen beiden Extrema.

Im Winter beträgt das Sättigungsdefizit in 2 m Höhe in mehr als der Hälfte aller Fälle nur 0,5 g/kg, d.h. die Sättigung ist nahezu erreicht. In 200 m Höhe ist dies in etwa 30 % aller Fälle gegeben. Im Sommer dagegen kann die Atmosphäre in allen Höhen weit mehr Wasserdampf aufnehmen. In 2 m Höhe ist nahezu Sättigung (Sättigungsdefizit $\leq 0,5$ g/kg) nur in etwa 10 % aller Fälle gegeben. In 200 m Höhe geht der Anteil dieser Situationen auf 5 % zurück. Bemerkenswert ist, daß ab einer gewissen Höhe (im Winter etwa ab 40 m, im Sommer etwa ab 90 m) die Häufigkeitsverteilung des Sättigungsdefizites bis 200 m nur noch eine geringe Änderung mit der Höhe zeigt.

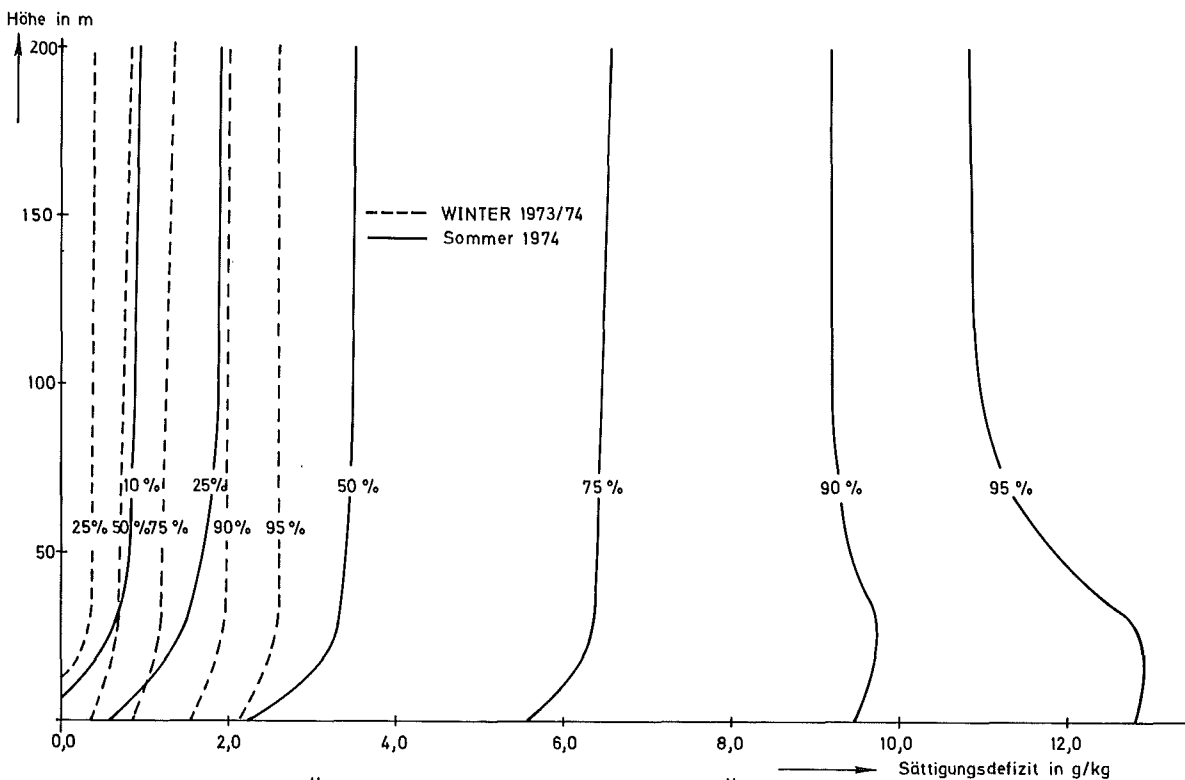


Abb. 6/11 SUMMENHÄUFIGKEIT DES SPEZIFISCHEN SÄTTIGUNGSDEFIZITES

6.1.6. Niederschlag

Um die Herkunft des Tritium im natürlichen Niederschlag zu analysieren, wurden Niederschlag und Windrichtung in 60 m Höhe korreliert. Dieses für ASS/Ü erstellte Programm liefert auch die Gesamtniederschlagsmengen gegebener Zeiträume. Im folgenden wurde das Jahr vom 1.12.1973 bis 30.11.1974 zusammengefaßt. Entgegen der allgemeinen Ansicht, das vergangene Jahr sei insgesamt ein extrem nasses Jahr gewesen, ergab sich, daß in nur 8 % der Zeit Niederschlag fiel, wobei die gesamte Niederschlagsmenge 733 mm betrug. (Zum Vergleich zwei sehr nasse Jahre : 1965 mit 940 mm und 1968 mit 989 mm Niederschlag.) Allerdings verteilten sich die Niederschlagsmengen sehr ungleich übers Jahr. Der April war mit 19 mm sehr trocken; im Oktober war die Niederschlagsmenge mit 123 mm am höchsten. Abb. 6/12 zeigt die Niederschlagsverteilung in Abhängigkeit der Windrichtung. Der größte Teil der Niederschläge (74 %), insbesondere der ergiebigen Niederschläge, ist mit den drei Windrichtungssektoren von 195° bis 285° korreliert.

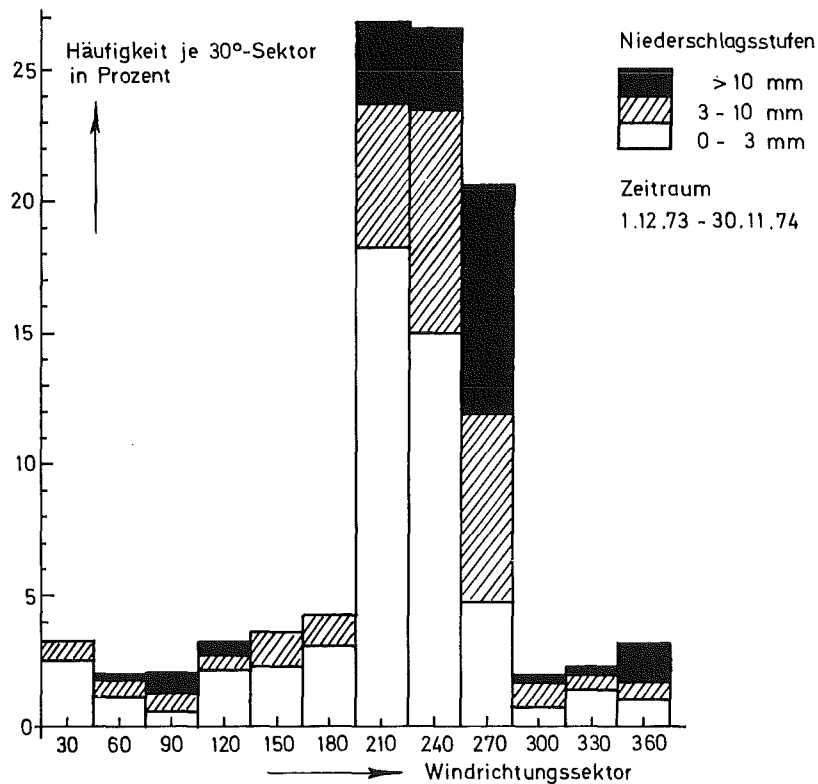


Abb. 6/12: RICHTUNGSABHÄNGIGE NIEDERSCHLAGSVERTEILUNG

6.1.7. Ausbreitungsklimatologischer Standortvergleich

Ziel der jetzt abgeschlossenen Untersuchung ist die Beantwortung der Frage, inwieweit die im Kernforschungszentrum Karlsruhe gemessenen meteorologischen Daten für die Rheinebene repräsentativ sind, und zwar insbesondere hinsichtlich der Ausbreitung von Schadstoffen.

Im allgemeinen werden die Ausbreitungsverhältnisse durch die Windgeschwindigkeit, die Windrichtung und durch die Intensität der turbulenten Diffusion bestimmt. Durch Vergleich solcher Daten von möglichst vielen Orten im Rheintal ist es möglich, Unterschiede oder geographische Tendenzen im Ausbreitungsverhalten der Atmosphäre festzustellen. Durch die bereitwillige Mithilfe des Deutschen Wetterdienstes und des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr ist es gelungen, umfangreiches Datenmaterial dieser Größen von sieben Stationen bereitzustellen, die etwa gleichmäßig im Oberrheingebiet zwischen Freiburg und Frankfurt verteilt liegen. Mit diesen Daten wurden mehrjährige Statistiken der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit, der Ausbreitungsklassen und weiterer für die Ausbreitung wichtiger Parameter erstellt.

Hieraus konnten folgende Schlüsse gezogen werden:

- I. Für Orte im Rheintal mit genügendem Abstand von den seitlichen Bergflanken (Odenwald, Kraichgau, Schwarzwald, Pfälzer Wald, Vogesen) werden die Hauptwindrichtungen, ähnlich wie in Karlsruhe, durch den Verlauf der Talachse bestimmt. Standorte am West- oder Ostrand des Rheingrabens oder an den Mündungen der Seitentäler ins Rheintal besitzen eigene charakteristische Richtungsverteilungen (z.B. Neustadt a.d.W. und Freiburg).
- II. Die in Karlsruhe gemessene Windgeschwindigkeitsverteilung kann als typisch angesehen werden für Standorte in Stadtrandnähe. Stationen in relativ ungestörter Lage zeigen dagegen einen höheren Anteil der Windgeschwindigkeit über 6 m/s und einen viel geringeren Anteil der Winde unter 1 m/s (z.B. Flughafen Söllingen).
- III. Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen von Karlsruhe ist zwar weder auf Standorte innerhalb der Städte noch auf Standorte in ungestörten Lagen übertragbar. Sie ist jedoch typisch für Standorte mit einer Topographie zwischen diesen beiden Extrema.

Eine Zusammenfassung aller vorliegenden Statistiken und Daten erlaubt die Schlußfolgerung, daß die in Karlsruhe gemessenen meteorologischen Werte im Oberrheintal auf andere Standorte mit ähnlicher Topographie übertragen werden können.

6.1.8. Bereitstellung meteorologischer Daten

Das Geodätische Institut der Universität Karlsruhe benötigt für elektronische Streckenmessungen mittels Laser quer über den Rheingraben genaue Kenntnisse über den Brechungsindex der Luft in der Höhe des Meßstrahls. Zur Auswertung der Meßkampagnen wurden von ASS/TM die Daten des Temperatur-, des Taupunkt- und des Windprofils geliefert. Weiterhin wurden solche Daten über einen Zeitraum von neun Monaten zur Erstellung von meteorologischen Modellsituationen für diese Art der Entfernungsmessung zur Verfügung gestellt.

Das Laboratorium für Isotopentechnik führt Luftstaubuntersuchungen mit Hilfe der Neutronenaktivierungsanalyse durch. Um Zusammenhänge mit den meteorologischen Verhältnissen feststellen zu können, liefert ASS/TM Monatsmittel der Windrichtungsverteilung, der Ausbreitungskategorien, des Niederschlags, der Strahlungsbilanz und der Globalstrahlung.

6.2. Instrumentierung

H. Dilger

Im Jahre 1974 konnten die Ausfallzeiten durch Verbesserung der Geräte und der Anzeigeelektronik weiter verringert werden. Tab. 6/3 gibt die Ausfallrate für die Zeiten an, in denen der Rechner in Betrieb war. Im Jahre 1974 konnte die Ausfallrate der Schwertwindfahnen, der Temperaturfühler sowie des Luftdruck- und Niederschlagsmessers unter 2 % gedrückt werden. Die Ausfallrate der Taupunktfühler und Vektorfahnen wurde je um etwa 10 Punkte (10 % der Gesamtzeit) gesenkt. Weitere Verringerungen bei diesen beiden Gebertypen sind noch denkbar, während die anderen Geber schon den Dauerzustand erreicht haben dürften. Die Sensoren der Taupunktgeber wurden ausgetauscht; denn es hatte sich gezeigt, daß sich die Silberkontakte in den aggressiven Abgasen der Raffinerien rasch zu Ag₂S umsetzen. Es werden jetzt Sensoren mit Goldkontakten verwendet.

Bei den Vektorfahnen verfälschten gelegentliche eineinhalbfache Drehungen den σ_{θ} -Wert des Sigmameters. Dies wirkte sich vor allem bei labilen Ausbreitungskategorien störend aus. In Zusammenarbeit mit ADI wurde ein Zusatzgerät entwickelt, das diese Störung unterdrückt.

Instrument	Ausfallrate in %	
	1974	1973
Anemometer	2,4	2,2
Schwertwindfahnen	1,7	7,1
Taupunktfühler	12,1	21,7
Temperaturfühler	1,6	9,4
Vektorfahnen σ_{θ}	16,1	27,0
σ_{ψ}	16,8	29,0
θ	15,4	22,3
ψ	15,4	26,4
v	25,0	22,3
Luftdruckgeber	0,9	11,5
Niederschlagsmesser	0,5	28,5
Strahlungsmesser	2,3	2,6

Tab. 6/3: Ausfallraten der meteorologischen Meßinstrumente

Um die Windgeschwindigkeit auch oberhalb 12 m/s genau messen zu können, wurden 13 der am Mast installierten Anemometer im Windkanal des Instituts für Strömungslehre der Universität Karlsruhe getestet. Dabei wurde die Abhängigkeit der Impulsfrequenz I von der Anblasgeschwindigkeit u im Bereich $1,5 \leq u \leq 35$ m/s gemessen. Die Streuung der Geräte untereinander betrug bei 20 m/s $\pm 0,18$ m/s und bei 30 m/s $\pm 0,27$ m/s. Da die Streubreite somit unter ± 1 % liegt, ist zukünftig eine individuelle Eichung jedes einzelnen Gerätes nicht erforderlich. Es wird daher ein in der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen geeichtes Gerät gleichen Typs als Vergleichsstandard verwendet. Abb. 6/13 zeigt die Eichkurve. Sie ist bei großen u -Werten schwach gekrümmt. Im Prozeßrechner ist dagegen eine lineare J - u -Abhängigkeit einprogrammiert. Die Abweichungen sind im Bereich $2 \text{ m/s} \leq u \leq 16 \text{ m/s}$ kleiner als 0,1 m/s. Oberhalb 16 m/s zeigt der Rechner zu große Werte an. Der Fehler beträgt bei 20 m/s 0,2 m/s, bei 30 m/s 0,6 m/s und bei 35 m/s 0,9 m/s. Eine entsprechende Korrektur wird vorgenommen.

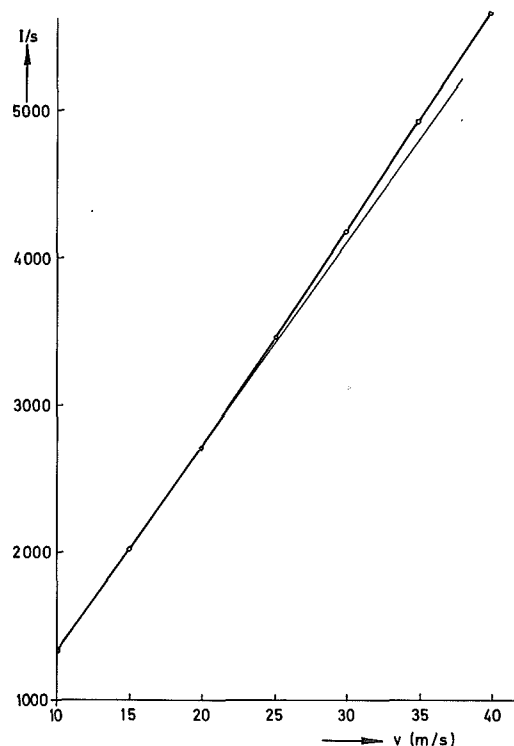


Abb. 6/13: EICHKURVE DES SCHALENKREUZ-ANEMOMETERS, TYPE M 114 H DER FIRMA ROSENHAGEN

6.3. Datenerfassungsanlage

P. Thomas

6.3.1. Betrieb

In der Zeit vom 1.12.73 bis 30.11.74 gingen durch Pannen, Reparatur und Wartung der Datenerfassungsanlage 2629 10-min-Datenblöcke von 52 560 theoretisch möglichen verloren. Das ergibt eine Ausfallrate von 5,01 % (1973: 9,48 %). Um Ausfallzeiten der Datenerfassungsanlage möglichst kurz zu halten, sollen Pannen auch außerhalb der Dienstzeit rasch festgestellt werden. Zu diesem Zweck wurde die Anlage mit einem Pannenmelder versehen, der jede Unterbrechung des Meßbetriebs über ein Relais an die Alarmzentrale meldet. Die Alarmzentrale unterrichtet dann die Mitarbeiter von ASS/TM telefonisch.

Die ADI hat einen Prozeßrechner des Typs PDP-8/E mit 12-K-Kernspeicher und Bedienungsschreibmaschine zur Verfügung gestellt. Mit einem zusätzlich angeschafften Interface ist es nun möglich, die PDP-8/I mit Kernspeicher und Bedienungsschreibmaschine durch die PDP-8/E zu ersetzen. Treten Pannen im Prozessor oder Kernspeicher der PDP-8/I auf, so müssen lediglich einige Kabel umgesteckt werden, um die Anlage wieder betriebsbereit zu machen. Ausfallzeiten von einigen Tagen zwischen Auftreten des Fehlers und Eintreffen des Kundendienstes lassen sich so überbrücken. Solange die PDP-8/I ordnungsgemäß arbeitet, dient die PDP-8/E als vielseitig programmierbarer Tischrechner.

In Zusammenarbeit mit ADI wurde ein Abschlußbericht erstellt, der die einzelnen Komponenten der Datenerfassungsanlage detailliert beschreibt. Die darin enthaltenen ausführlichen Tabellen und Flußdiagramme sollen die Störfallsuche erleichtern. Die Arbeit erscheint als KFK-Bericht.

6.3.2. Datenerfassungs- und -berechnungs-Programm MEDEB

Folgende Erweiterungen dieses Programms wurden vorgenommen:

1. Die als Gleichspannungen vorliegenden Gebersignale werden am Display des integrierenden digitalen Voltmeters bei laufendem Meßbetrieb angezeigt. Die Wahl des gewünschten Kanals bzw. Gebers erfolgt über die Bedienungsschreibmaschine. Damit können die Geber während des Meßbetriebes kontrolliert und geeicht werden, so daß sich die Abschaltzeiten der Anlage reduzieren.
2. MEDEB benutzt drei Datenfelder mit je 4-K-Kernspeicher. Ein viertes Datenfeld wird nur beim Stanzen von Momentanwerten benutzt. Es wurden zwei weitere MEDEB-Versionen erstellt, bei denen das zweite und dritte Datenfeld wahlweise durch das vierte Feld ersetzt werden kann. Fällt das zweite oder dritte Feld aus, so kann nach Laden der zweiten oder dritten Version der Meßbetrieb fortgesetzt werden. Ein Stanzen der Momentanwerte ist dann nicht möglich.
3. Die Streuung σ der horizontalen Windrichtung Θ in den Höhen 40 m und 100 m werden aus 150 Einzelmessungen Θ_i entsprechend

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{150-1} \sum_{i=1}^{150} (\Theta_i - \bar{\Theta})^2}$$

errechnet und als 10-min-Mittelwert ausgegeben. Damit steht eine zusätzliche Methode zur Bestimmung der Ausbreitungskategorie zur Verfügung.

6.3.3. CALAS-Benutzerprogramme

ASS/TM ist mit der meteorologischen Datenerfassungsanlage einer der Benutzer des CALAS-Systems. Im zentralen Prozeßrechner TR86A ist eine Reihe von Benutzerprogrammen gespeichert, welche der Verarbeitung der meteorologischen Daten dienen. Diese Programm-bibliothek wurde in folgender Weise ergänzt:

Beim Programm ISOPLE (graphische Darstellung des Konzentrationsmaximums und der 10 %-Isolinie, ASS-Jahresbericht 1973, KFK 1973) muß die Stabilitätsklasse nicht mehr über die Tastatur eingegeben werden. Das Programm ermittelt die Klasse mit Hilfe der Fluktuationen der vertikalen Windrichtung in 100 m Höhe (Vektorfahne).

Die sechs Vertikalprofile des Taupunkts einer Stunde werden auf dem Bildschirm graphisch dargestellt. Zusätzlich werden die relativen Feuchten aus Taupunkt und Absoluttemperatur berechnet und auf dem Bildschirm angezeigt.

Die meteorologischen Daten, die bei Ausfall oder Wartung des TR86 auf Lochstreifen gestanzt wurden, standen bisher nicht auf dem Bildschirm zur Verfügung. Jetzt liest der TR86 diese Lochstreifen nachträglich, speichert die Daten auf Band und Platte und bietet sie damit auf dem Bildschirm zum schnelleren Zugriff an (z.B. zur Kontrolle der Meßwertgeber und für die meteorologische Beratung).

6.4. Auswerteprogramme

D. Nagel

Diese Programme dienen der Auswertung der auf Magnetband gespeicherten meteorologischen Daten auf dem zentralen IBM-Computer. Die neu entwickelten Unterprogramme ZEICHN und ISOPL wurden bereits in den oben beschriebenen Auswertungen benutzt.

Das Unterprogramm ZEICHN zeichnet Tages- und Jahresgänge beliebiger am Meßmast erfaßter Meßdaten, s. Tab. 6/4. Größen, die in mehreren Höhen gemessen werden, können als Kurvenschar dargestellt werden. Für die Tagesgänge müssen dem Unterprogramm 10-min- oder Stunden-Mittelwerte, und für die Jahresgänge müssen Monatsmittelwerte übergeben werden. Die Einheiten der Ordinate werden entsprechend dem möglichen Wertebereich einer Größe gewählt. Da die zeitlichen Schwankungen der Windgeschwindigkeit im allgemeinen klein sind, können für diesen Datentyp drei verschiedene Maßstäbe der Ordinate gewählt werden.

Um den zeitlichen Gang verschiedener Größen vergleichen zu können, besteht die Möglichkeit, zwei Datentypen über einer Zeitachse zu zeichnen, Die Ordinate der zweiten Größe wird am rechten Bildrand aufgetragen.

KEN	Datentyp	Bereich der Ordinate	
		von	bis
1	Windgeschwindigkeit	0	24 m/sec
		oder 0	12 m/sec
		oder 0	8 m/sec
2	Windrichtung	0	360 Grad
3	Taupunkttemperatur	-15	21 °C
4	Absoluttemperatur	-16	32 °C
5	Temperaturgradient	- 5	11 °C
6	Vektorfahne	σ_{θ}	0 45 Grad
		σ_{φ}	0 45 Grad
		θ	0 360 Grad
		φ	-15 15
		v	0 24 m/sec
			oder 0 12 m/sec oder 0 8 m/sec
7	Luftdruck	690	810 Torr
8	Niederschlag	0	6 mm
9	Strahlung oder Strahlungsbilanz	-300	1500 mcal/cm ² min

Tab. 6/4: Diagrammarten des Programms ZEICHN

Das Unterprogramm ISOPL zeichnet Isolinien verschiedener Datentypen. Durch die Kenngröße KEN bestimmt man die Achsen, die Beschriftung und die Höhen des Diagramms, s. Tab. 6/5. Werden monatliche Stundenmittel eingegeben (KEN = 1 bis 7 oder 12) dann trägt das Unterprogramm auf der Ordinate die Monate und auf der Abszisse die Uhrzeit ein. Werden Stunden- oder Monatsmittel eingegeben (KEN = 8 bis 11), dann wird die Höhe über der Zeitachse aufgetragen, deren Einheiten Stunden oder Monate sein können.

Die Höhenlinien überdecken den gesamten möglichen Wertebereich des Datentyps. Um die gezeichneten Höhen identifizieren zu können, wird das Minimum und Maximum der Meßwerte ausgedruckt.

KEN	Datentyp	erwarteter Mittelwert
1	Temperatur	} monatliche Stundenmittel
2	Strahlungsbilanz	
3	Globalstrahlung (gesamte kurzwellige Abwärtsstrahlung)	
4	Albedo (Quotient aus reflektierter und ein- fallender kurzwelliger Strahlung)	
5	horizontale Fluktua- tion der Vektorfahne	
6	vertikale Fluktuation	
7	Temperaturgradient	
8	spezifische Feuchte	} Stunden- oder Monats- mittel
9	Windgeschwindigkeit	
10	Sigma	
11	Temperatur	
12	Feuchte	monatliche Stundenmittel

Tab. 6/5: Anwendungsbereich des Programms ISOPL

7. Umweltschutz7.1 Strahlenbelastung der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe

W. Hübschmann, D. Nagel, D. Papadopoulos

7.1.1 Strahlenbelastung im Jahre 1974

Die Tabelle 7/1 zeigt die im Jahre 1974 im Raum des KFZK mit der Abluft abgegebene Radioaktivität, wie sie sich aus den Messungen im Rahmen der Abluftüberwachung (Kap. 3.3.1) ergibt. Diese Werte wurden benutzt, um die Strahlenbelastung der Umgebung des KFZK im Jahre 1974 zu berechnen. Es wurden nur diejenigen Emittenten berücksichtigt, die merklich zur Gesamtemission eines Nuklides bzw. einer Nuklidgruppe beitragen. Die Nuklidgruppen A, B und C sind in Tabelle 3/9 erläutert. Die tatsächlichen Emissionen waren durchweg niedriger als im Abluftplan vorgesehen (vergl. Tab. 3/10).

Emittent	Kaminhöhe m	Emission je Nuklidgruppe bzw. Nuklid							
		Gruppe A mCi	Gruppe B mCi	Gruppe C Ci	Kr-85 Ci	Ar-41 Ci	H-3 Ci	J-126 mCi	J-129 mCi
WAK	60	0,15	14		850				1,4
FR 2	99					102 200	320	6,5	
KNK	99			240					
MZFR	99,5			950			1100		
ADB (536)	70	0,21	230	180					24
ZYKL	36			410					
RBT/Z	60	0,15							

Tab. 7/1 Mit der Abluft emittierte Radioaktivität* im Jahre 1974

* Es wurden nur diejenigen Emittenten berücksichtigt, die zu mehr als 5 % zur Emission eines Nuklids bzw. einer Gruppe beigetragen haben.

Bei der Berechnung der atmosphärischen Ausbreitung wurden die im Jahre 1974 am meteorologischen Turm gemessenen u. ermittelten Parameter (Windrichtungs- und Geschwindigkeitsverteilung, Ausbreitungskategorie) verwendet. Außerdem wurden die in Ausbreitungsversuchen bestimmten σ_z -Werte (s. L.A. König et al., Symp. Physical Behaviour of Radioactive Contaminants in the Atmosphere, Wien, 1973) eingesetzt. Diese sind größer als die bisher verwendeten σ_z -Scharen nach Pasquill/Gifford und liefern höhere und näher am Emittenten liegende Konzentrationsmaxima als letztere, während die Aktivitätskonzentrationen jenseits des Maximums deutlich niedriger sind. Da überdies auch die Emissionen durchweg niedriger als im Jahre 1973 lagen, s. Tab. 9/1 in (11), sind die errechneten Strahlendosen - insbesondere die von der Aktivität am Aufpunkt abhängigen α - und β -Dosen - in den umliegenden Ortschaften gegenüber dem Vorjahr stark reduziert. Zur Errechnung der Gammadosis wurde ein neuentwickeltes Rechenprogramm verwendet, welches auch in der Nähe des Emittenten die räumliche Verteilung der Aktivität in den einzelnen Windrichtungssektoren berücksichtigt, s. Kap. 7.2. Dadurch wurde die bestmögliche Annäherung an die tatsächlichen Ausbreitungsverhältnisse erzielt.

Die berechneten Strahlendosen in den umliegenden Ortschaften und am Zaun des KFZK zeigt Tabelle 7/2. Es handelt sich dabei grundsätzlich um Ortsdosen, d.h. um die Dosen, die am Aufpunkt mit einem das ganze Jahr 1974 exponierten Strahlenmeßgerät als zusätzliche Dosis - zusätzlich zur natürlichen Strahlung an diesem Ort - gemessen worden wären. Zur Ermittlung der Personendosis muß demgegenüber berücksichtigt werden, daß sich eine Person nicht die ganze Zeit am selben Ort aufhält, und daß Gebäude und Kleidung die Strahlen abschirmen.

Die äußere γ -Strahlung wird im wesentlichen durch das vom FR 2 emittierte Ar-41 verursacht. Die monatliche Abgaberate schwankte nur wenig, so daß mit einer gleichmäßigen Emission gerechnet werden konnte. Ein Vergleich der berechneten Dosen mit langjährigen Messungen der Gammadosis am Zaun des KFZK /29/ zeigt, daß auch die neueren, gegenüber den Vorjahren wesentlich reduzierten Rechenergebnisse wahrscheinlich eine Überschätzung darstellen, da die in den Hauptbeaufschlagungssektoren des FR 2 liegenden Dosimeter am Zaun wohl in Einzelfällen, nicht aber generell eine der FR 2-Emission entsprechende erhöhte Dosisleistung anzeigen.

Die äußere β -Strahlung wird durch das Kr-85 der WAK sowie das Ar-41 des FR 2 verursacht. Die Kr-85-Emission beschränkte sich auf den Monat Dezember und trägt in größeren Entfernungen nur weniger als 1 % zur Submersionsdosis bei. Daher kann auch in diesem Fall eine kontinuierliche Emission angenommen werden.

Ort	Ganzkörperdosis in mrem durch äußere γ -Strahlung	Hautdosis in mrem durch äußere β -Strahlung	Schilddrüsendosis in mrem durch Jod-Inhalation	Lungendosis in mrem durch Nuklide der Gruppe B	Ganzkörperdosis in mrem durch Tritium-Inhalation	Integrierte Knochendosis in mrem/50a durch Pu-239-Inhalation	effektive Gesamtdosis in mrem/a
Graben	0,9	0,63	0,005	0,007	0,018	0,050	1,0
Neudorf	0,7	0,50	0,004	0,006	0,014	0,038	0,9
Friedrichstal	0,9	0,30	0,002	0,003	0,014	0,025	1,0
Spöck	0,5	0,17	0,001	0,002	0,007	0,014	0,6
Neuthard	0,6	0,42	0,002	0,004	0,011	0,027	0,7
Karlsdorf	0,4	0,30	0,002	0,003	0,008	0,019	0,5
Staffort	0,2	0,18	0,002	0,002	0,005	0,012	0,3
Blankenloch	0,3	0,14	0,001	0,002	0,005	0,017	0,4
Hegsfeld	0,2	0,18	0,001	0,001	0,005	0,015	0,3
Karlsruhe Markt	0,2	0,14	0,001	0,002	0,005	0,014	0,3
Neureut	0,5	0,27	0,002	0,003	0,008	0,026	0,6
Eggenstein	1,2	0,53	0,005	0,008	0,017	0,055	1,2
Leopoldshafen	0,9	0,35	0,004	0,006	0,015	0,052	1,0
Linkenheim	0,8	0,33	0,004	0,006	0,013	0,047	0,9
Hochstetten	0,5	0,26	0,002	0,004	0,009	0,034	0,6
Liedolsheim	0,3	0,19	0,001	0,002	0,006	0,021	0,4
Rußheim	0,2	0,15	0,001	0,002	0,005	0,015	0,3
Leimersheim	0,3	0,17	0,001	0,002	0,006	0,018	0,4
Weide südl. Bruchsal			0,0005				
Nordtor	9	1,0	0,026	0,045	0,09	0,25	10
Südtor	6	2,1	0,014	0,022	0,06	0,15	7
Zaun NO von FR 2	13	3,7	0,025	0,033	0,09	0,27	14
Zaun SW von FR 2	7	2,0	0,014	0,023	0,07	0,14	8

Tab. 7/2 Ortsdosen infolge radioaktiver Emissionen im Jahre 1974

Da die Jodemission der WAK und der ADB nicht im einzelnen gemessen wurden, jedoch im Rahmen des Abluftplans 1/10 der Emission der Nuklidgruppe B als Jod abgegeben werden darf, wurde eine entsprechende Jodemission dieser beiden Emittenten angenommen. Diese sei gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt. Die errechnete Schilddrüsensosis wird überwiegend durch die angenommene J-129-Emission der ADB bewirkt. Daneben fand eine J-126-Emission des FR 2 im November statt. Deren Dosisanteil wurde mit den entsprechenden meteorologischen Daten dieses Monats berechnet. Bei allen angegebenen Schilddrüsensosen handelt es sich um Inhalationsdosen von Erwachsenen. Um die Schilddrüsensosis eines Kindes durch Ingestion des Jods über den Weide-Kuh-Milch-Pfad zu ermitteln, sind diese Dosen in konservativer Betrachtungsweise mit dem Faktor 700 zu multiplizieren.

Nuklide der Gruppen A und B wurden von der WAK, der ADB und von RBT/Z abgegeben. Entsprechend den Nuklidanalysen wurde in der Gruppe A die Abgabe von Pu-239 angenommen. In der Nuklidgruppe B überwiegen die eine Lungenbestrahlung verursachenden Nuklide mit dem gewichteten Dosisfaktor $g_a = 347$ (altes Spaltproduktgemisch für WAK und ADB). Für die Gruppe A wurde wegen der stark schwankenden Monatsemissionen der RBT/Z mit monatlich unterschiedlichen, aber über einen Monat konstanten Quellstärken gerechnet. Da die Emissionen der WAK und ADB tatsächlich nicht konstant, sondern dem Betriebsablauf entsprechend stark schwankend sind, können die errechneten Dosiswerte lediglich als "mögliche" Dosen angesehen werden; eine genauere Ermittlung der Dosen erscheint angesichts der niedrigen Dosen nicht notwendig.

Die Tritiumemissionen wurden trotz monatlicher Schwankungen (Abweichungen der Monatsmittel vom Jahresmittel bis zum Faktor 2,5) als gleichmäßig über das Jahr verteilt angenommen, da die resultierenden Dosen nur unwesentlich zur Gesamtdosis am jeweiligen Ort beitragen.

Erstmalig wurde auch eine "effektive Gesamtdosis" als Summe der Ganzkörper- und der gewichteten Teilkörper- und Organdosen berechnet, entsprechend der folgenden, am Ort r gültigen Formel.

$$D_{\text{eff},r} = \sum_n G_n \cdot D_{n,r}$$

$$G = 1 \quad \text{für Ganzkörper und Knochenmark}$$

$$1/3 \quad \text{für Lungen}$$

$$1/6 \quad \text{für Haut.}$$

Dieser Formalismus der Zusammenfassung einzelner Organ- und Teilkörperdosen zu einer effektiven Gesamtdosis folgt einer Empfehlung des ad-hoc-Ausschusses "Planungsrichtwerte/Abluft" sowie einer Empfehlung von Prof. Jacobi, Neuherberg. Die Schilddrüsensosis bleibt dabei unberücksichtigt; die Knochenmarkdosis wurde jedoch, ungeachtet der Tatsache, daß sie erst im Verlaufe von 50 Jahren nach Inkorporierung des knochensuchenden Nuklids anfällt, auf das Jahr der Inkorporierung "diskontiert" und in diesem Jahr voll berücksichtigt.

7.1.2 Voraugeschätzte Strahlenbelastung im Jahre 1975

Die Tabelle 7/3 zeigt die gemäß Abluftplan für das Jahr 1975 gemeldeten Emissionen. Gegenüber dem Abluftplan des Vorjahres wurden aufgrund günstiger Betriebserfahrungen vor allem die Emissionen der drei Reaktoren FR 2, KNK und MZFR in der Nuklidgruppe A reduziert (von je 3 auf 0,3 mCi/a). Die an sich gleichbleibende Ar-41-Emission des FR 2 konnte aufgrund genauerer Messungen auf 120 000 Ci/a reduziert werden. Innerhalb der Gruppe B darf ab 1975 kein J-131 oder J-129 abgegeben werden. Die zulässigen Jod-Emissionen sind stattdessen gesondert als J-131-Äquivalent aufgeführt, s. die Erläuterungen weiter unten.

Für die Berechnungsverfahren der Dosisbelastung gilt das gleiche wie unter 7.1.1. Es wurde die meteorologische Statistik der Jahre 1968 bis 1970 zugrunde gelegt. Da ab 1975 (entsprechend einer Auflage des Stuttgarter Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung) in der Umgebung des KFZK die gleichen Dosisgrenzwerte wie in der Umgebung von Kernkraftwerken (30 mrem/a Ganzkörperdosis, 90 mrem/a Schilddrüsendosis für Kleinkinder am Aufpunkt höchster Ortsdosis) einzuhalten sind, war es notwendig, die bei Ausbreitungsversuchen im KFZK ermittelten höheren σ -Werte in der Ausbreitungsrechnung einzusetzen, mit den bereits unter 7.1.1 beschriebenen Folgen für die Dosisverteilung. In der Tab. 7/4 sind daher auch die jeweiligen maximalen Dosen und ihre Koordinaten aufgenommen. Die effektive Gesamtdosis wurde wie unter 7.1.1 beschrieben errechnet. Tab. 7/4 zeigt, daß selbst unter Einrechnung von Teilkörperdosen die Grenze von 30 mrem/a an keinem Punkt außerhalb der Grenzen des KFZK überschritten wird.

Emittent	Kamin- höhe m	Emission je Nuklidgruppe bzw. Nuklid						
		A mCi/a	B Ci/a	C Ci/a	Kr-85 Ci/a	Ar-41 Ci/a	H-3 Ci/a	J-131- Äquivalent mCi/a
WAK	60	10	4	400	250 000		1 000	200
FR 2	99	0,3	1,5	2 000		120 000	1 000	50
KNK	99	0,3	1,5	8 000				10
MZFR	99,5	0,3	1,5	3 000			4 000	50
RB/HZ	60	0,8	0,4	1 000				10
IHCH	60	0,8	0,4	800				10
ADB (536)	70	1	0,4	1 000				10
ADB (545)	19	0,03	0,015	50				0,5
ADB (548)	15	0,025	0,007	10				0,2
ZYKL	36	0,3	0,15	500				
SNEAK	50	0,2	0,1	200				
TU	50	0,03	0,01	30				3
IRCH	15	0,01	0,01	30				0,3
IMF	9	0,016	-	-				
IMF/LB	5	0,03	-	-				
LIT	-	-	0,015	30				
STARK	20	0,005	0,007	0,5				0,2
INR	12	-	-	-			100	
ISTL ³²⁴ / ₃₂₅	12,5	-	0,00001	0,06			0,0001	-
IEKP 401	12	-	-	-			-	0,24
LFT 415	8	-	-	-			-	0,1
RBT/IT-PA	22	0,013	0,000081	0,024			-	0,1
RBT 605	15	-	-	-			3	-
IHCH 725	10	0,01	0,01	20			-	-

Tab. 7/3 Emissionen laut Abluftplan des KFZK für das Jahr 1975 in Ci/a bzw. mCi/a

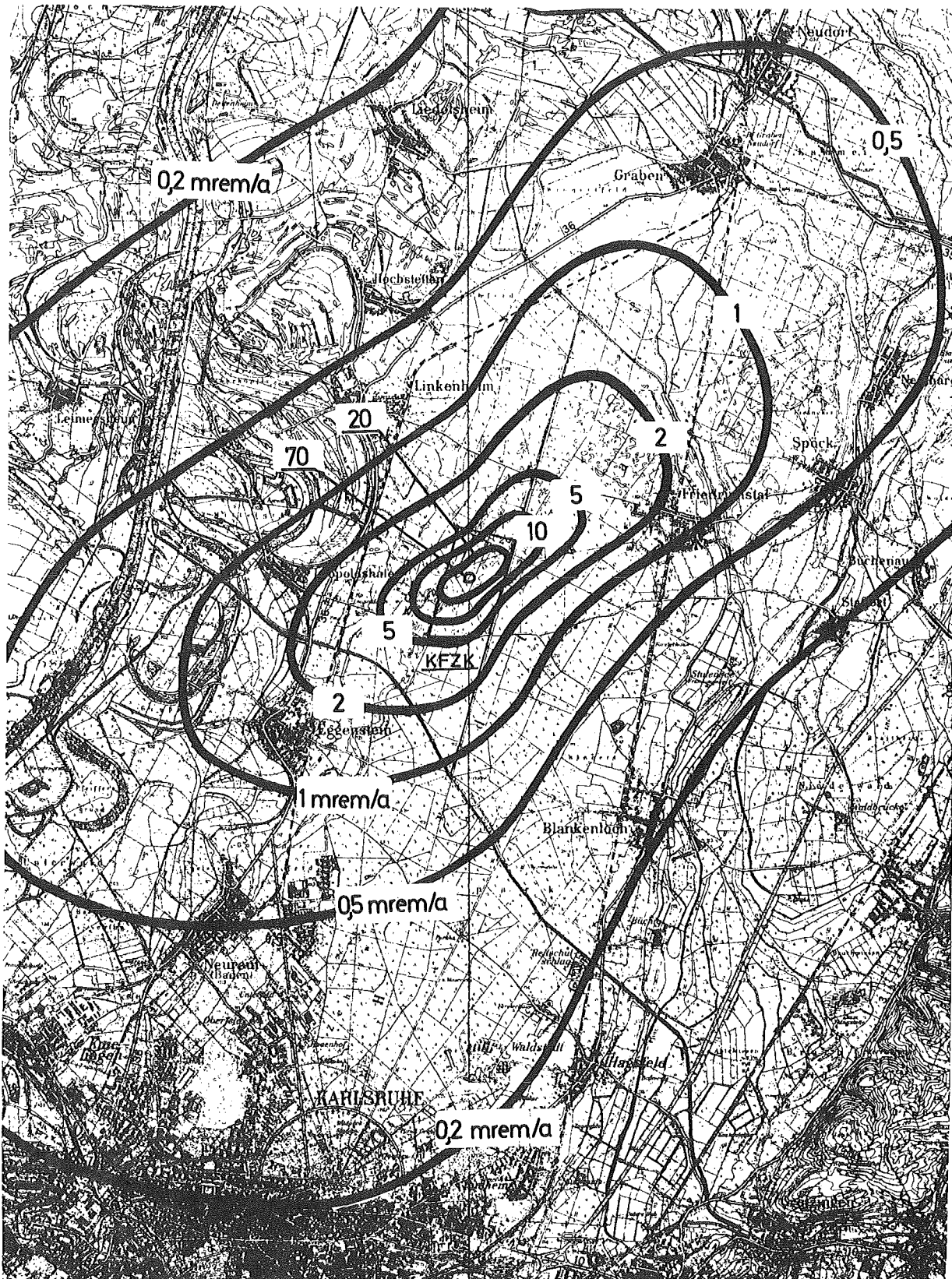


Abb. 7/1 ISOLINIEN DER γ -DOSIS
PROGNOSE FÜR 1975

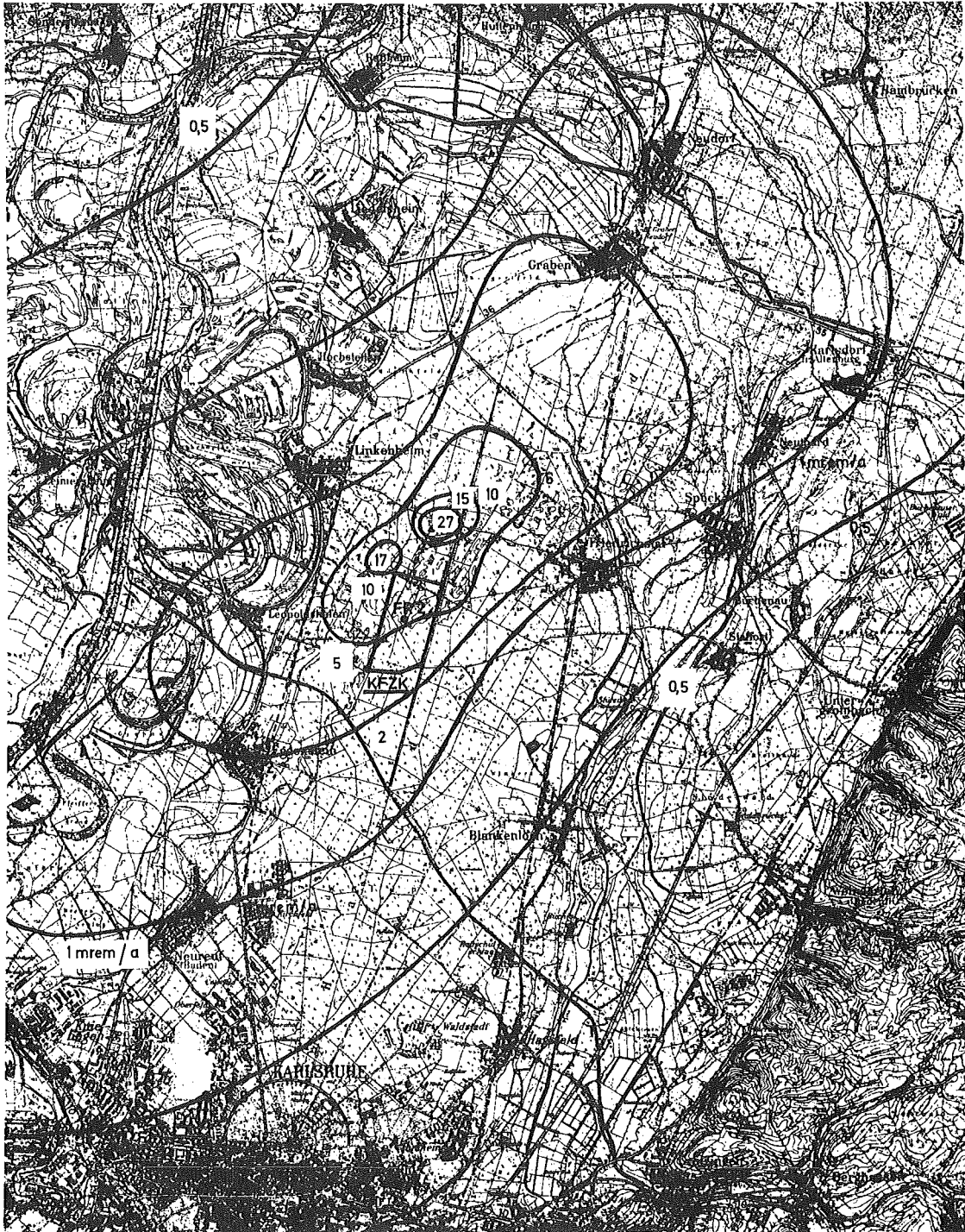


Abb. 7/2 ISOLINIEN DER β -SUBMERSIONSDOSIS
PROGNOSE FÜR 1975

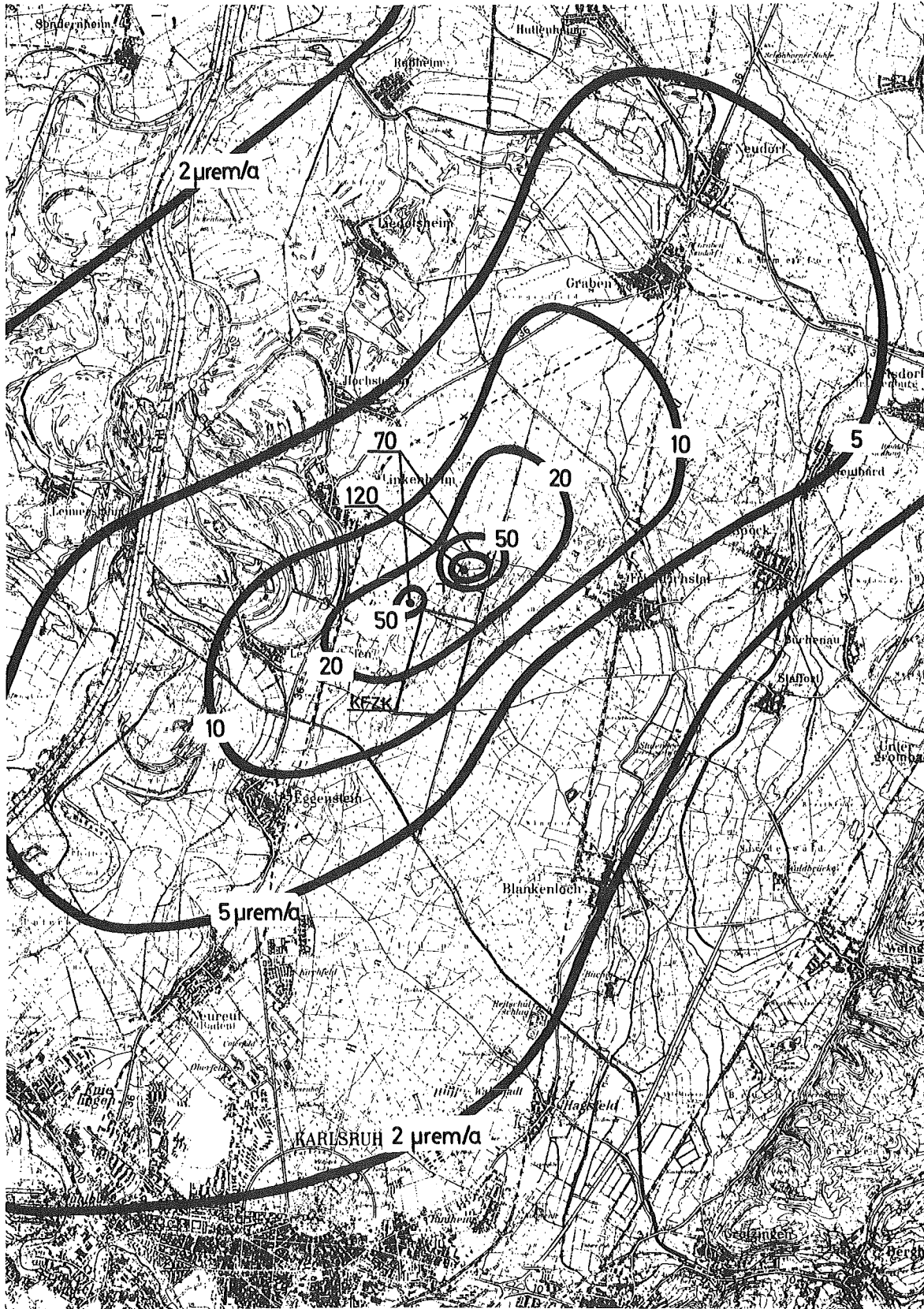


Abb. 7/3 ISOLINIEN DER JOD-INHALATIONSDOSIS
PROGNOSE FÜR 1975

Bezüglich der Nuklidauswahl wurde folgendermaßen verfahren:

Nuklidgruppe A: Es wird eine Emission von ausschließlich Pu-239 angenommen.

Nuklidgruppe B: Bei dieser Gruppe handelt es sich um ein Spaltproduktgemisch; ihr Alter bestimmt die Nuklidzusammensetzung. Für die Emission der WAK und ADB wird ein Gemisch mit einer Kühlzeit von einem Jahr angenommen, mit dem gewichteten Dosisfaktor $g_a = 347 \text{ rem/s pro Ci/m}^3$. Für die Reaktoren und Institute wurde ein Gemisch mit 6 Stunden Kühlzeit angenommen, mit dem gewichteten Dosisfaktor $g_f = 37 \text{ rem/s pro Ci/m}^3$. Nuklidgruppe C und Gase: Denjenigen Emittenten, welche Ar-41 emittieren können, wird die Emission dieses Nuklids unterstellt. Denjenigen, welche Tritium emittieren können, wird (ggf. zusätzlich) eine Tritium-Emission unterstellt.

Jodnuklide: Das Alter der Spaltprodukte bestimmt auch in diesem Fall das überwiegende aktive Nuklid. Bei den Reaktoren kann die Emission von J-131 angenommen werden. In der WAK werden zeitweilig so alte Brennelemente aufgearbeitet, daß dort und in der ADB das Nuklid J-129 dominiert. Da nicht die Aktivität, sondern die Dosis in der Umgebung begrenzt werden soll, genügt es, die Jod-Emission als Jod-131-Äquivalent anzugeben. Dieses Äquivalent ist für J-129 wie folgt definiert:

$$\dot{A}_{\text{J-131}}^* = \frac{g_{\text{J-129}}}{g_{\text{J-131}}} \dot{A}_{\text{J-129}}$$

\dot{A} = Quellstärke in mCi/a

g = Dosiswirkungsfaktor für die Schilddrüse nach/KFK 1615/.

$$\text{Mit } g_{\text{J-131}} = 350 \frac{\text{rem m}^3}{\text{Ci s}}$$

$$\text{und } g_{\text{J-129}} = 1830 \frac{\text{rem m}^3}{\text{Ci s}}$$

ergibt sich, daß eine J-129-Emission mit dem Faktor 5,2 zu wichten ist.

Die Emissionen der WAK, inkl der des Kr-85, wurden als gleichmäßig über das Jahr verteilt angenommen, nachdem sich gezeigt hat, daß eine diskontinuierliche Emission in unregelmäßigem Rhythmus selbst im ungünstigen Fall nur zu einer leichten Erhöhung (örtlich begrenzt bis zum Faktor 2) der Dosen führt.

Die Abbn. 7/1, 7/2 und 7/3 zeigen die γ -, β - bzw. Jod-Isodosenlinien in der Umgebung des KFZK.

7.2 Meteorologisches Informationssystem für Kernkraftwerke

H. Dilger, W. Hübschmann, P. Thomas

Kernkraftwerke emittieren im Normalbetrieb und bei potentiellen Störfällen radioaktive Stoffe in die Atmosphäre. Die dadurch bedingte Strahlenbelastung in der Umgebung des Kernkraftwerkes läßt sich nur dann zuverlässig berechnen, wenn ausreichende meteorologische Informationen vorhanden sind.

In der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit ist seit mehreren Jahren ein meteorologisches Informationssystem in Betrieb. Aufgrund der damit gewonnenen Erfahrungen über Genauigkeit und Verfügbarkeit verschiedener Meßmethoden wird ein vereinfachtes System vorgeschlagen, welches zuverlässig und mit vertretbarem Aufwand in einem Kernkraftwerk die notwendigen meteorologischen Informationen liefert. Dazu gehören zumindest die Windrichtung, die Windgeschwindigkeit und die Ausbreitungskategorie. Um störende Gebäudeeinflüsse zu eliminieren, soll ein Meßmast von mindestens der Höhe des Kamins in einigen hundert Metern Entfernung vom Reaktorgebäude stehen. Die Windmessungen sollten etwa in der Mitte zwischen wirksamer Oberfläche und Kaminhöhe mit einem Schalensternanemometer und einer

Ort	Ganzkörperdosis in mrem durch äußere γ -Strahlung	Hautdosis in mrem durch äußere β -Strahlung	Schilddrüsendosis in mrem durch Jod-Inhalation	Lungendosis in mrem durch Nuklide der Gruppe B	Ganzkörperdosis in mrem durch Tritium-Inhalation	Integrierte Knochendosis in mrem/50 a durch Pu-239-Inhalation	Effektive Gesamtdosis mrem/a
Graben	0,9	2,0	0,009	0,13	0,02	1,3	2,6
Neudorf	0,7	1,6	0,007	0,09	0,02	1,0	2,0
Friedrichstal	1,8	1,0	0,006	0,07	0,02	0,8	2,8
Spöck	0,5	0,9	0,003	0,04	0,01	0,4	1,1
Neuthard	0,7	1,4	0,006	0,10	0,02	1,0	2,0
Karlsdorf	0,4	1,2	0,004	0,07	0,02	0,7	1,4
Staffort	0,2	0,4	0,002	0,03	0,01	0,3	0,7
Blankenloch	0,3	0,5	0,003	0,03	0,01	0,4	0,8
Hagsfeld	0,2	0,4	0,002	0,03	0,01	0,4	0,8
Karlsruhe Markt	0,2	0,4	0,002	0,03	0,01	0,3	0,6
Neureut	0,5	1,0	0,004	0,05	0,01	0,6	1,3
Eggenstein	1,6	2,0	0,009	0,10	0,02	1,2	3,2
Leopoldshafen	1,6	3,0	0,015	0,23	0,04	2,4	4,6
Linkenheim	0,8	1,8	0,008	0,12	0,02	1,3	2,5
Hochstetten	0,5	1,4	0,005	0,09	0,02	0,9	1,5
Liedolsheim	0,3	0,7	0,004	0,06	0,01	0,6	1,1
Rußheim	0,2	0,6	0,003	0,04	0,01	0,4	0,8
Leimersheim	0,4	0,9	0,004	0,08	0,01	0,8	1,4
Weide südl. Bruchsal			0,001				
Nordtor	10	8,0	0,040	0,75	0,13	9,0	21
Südtor	8	3,5	0,015	0,19	0,13	3,0	12
Zaun NO von FR 2	18	5,0	0,025	0,35	0,13	6,0	25
Zaun SW von FR 2	12	8,0	0,020	0,25	0,14	3,5	17
Ort der maximalen Dosis außerhalb des KFZK-Geländes	22	27	0,120	2,1	0,25	19	29
Koordinaten der maximalen Dosis*							
x in km	-0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
y in km	-0,2	1,65	1,5	1,5	1,0	1,5	1,5

* bezogen auf den FR2 - Kamin

Tab. 7/4 Abschätzung der zusätzlichen Strahlenbelastung im KFZK und in der Umgebung auf der Basis des Abluftplanes für 1975

Schwertwindfahne vorgenommen werden.

Die herrschenden Ausbreitungskategorien A-F (nach Pasquill) können mit Hilfe mehrerer Methoden bestimmt werden, s. Kap. 6.1.1. Ein direktes Maß für den Turbulenzzustand der Atmosphäre stellt die aus der vertikalen Windrichtungsfluktuation ermittelte Streuung σ_ϕ dar. Diese wird mit einer Vektorfahne bestimmt. Diese Methode Nr. 1 ist allerdings wegen der Empfindlichkeit des Meßgerätes störanfällig und wartungsintensiv, s. Tab. 7/5. Auch die aus den horizontalen Windrichtungsfluktuationen ermittelte Streuung σ_θ ist ein brauchbares Maß für die Ausbreitungskategorie. Für diese Methode Nr. 2 ist lediglich eine Schwertwindfahne erforderlich. In σ_θ sind aber zeitweise Anteile von Winddrehungen enthalten, welche den Meßwert verfälschen. Daher wird nach Methode 2 in etwa 25 % der Fälle die Kategorie um 1 Stufe falsch bestimmt. In einem indirekten Verfahren verwendet die Methode Nr. 3 den vertikalen Temperaturgradienten und die horizontale Windgeschwindigkeit. Dafür sind je ein Widerstandsthermometer 10 m über der wirksamen Oberfläche und in Höhe der Mastspitze sowie ein Schalensternanemometer in Höhe der unteren Temperaturmeßstelle

erforderlich. Mit diesem Verfahren wird allerdings in 1/3 aller Fälle die Kategorie um 1 Stufe falsch bestimmt.

In einem Kernkraftwerk, in dem es vor allem auf die Zuverlässigkeit und hohe Verfügbarkeit der sicherheitsrelevanten Informationen ankommt, sollten mindestens zwei der beschriebenen Methoden angewendet werden, und zwar Methoden 1 und 3, ersatzweise die Methoden 2 und 3.

Abb. 7/4 zeigt das Blockschaltbild des vorgeschlagenen Systems. Der Scanner fragt die Meßwertgeber ab; der Analog-Digital-Wandler digitalisiert die analogen Signale. Beide Geräte werden vom Rechner gesteuert. Die Impulse der Anemometer gelangen direkt in den Kernspeicher. Ein Prozeßrechner ist ohnehin vorhanden, z.B. für Aufgaben des Reaktorschutzsystems oder der Personendosimetrie. Nur während eines Bruchteils der Zeit bedient der Prozeßrechner das meteorologische Meßwerterfassungssystem.

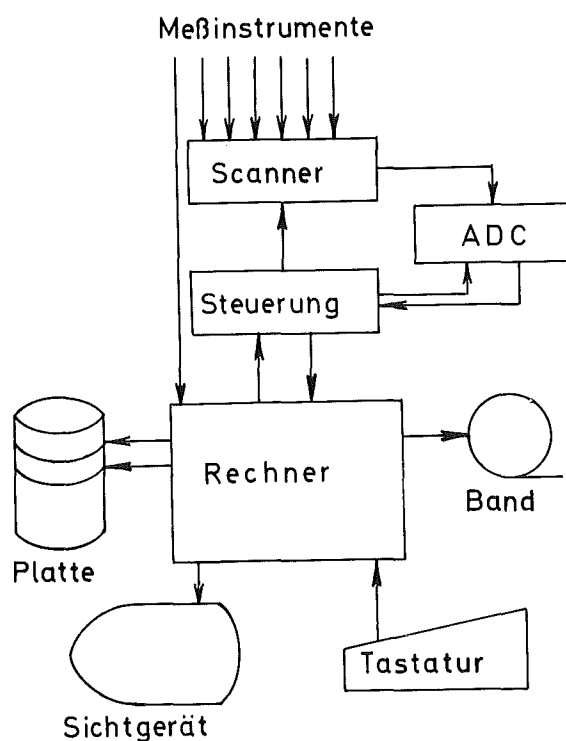


Abb. 7/4 Blockschaltbild des Meßwerterfassungssystems

Die halbstündigen Mittelwerte, s. Tab. 7/5, speichert der Rechner auf Band und Platte. Zeitunkritische Hintergrundprogramme (z.B. Darstellungen der Meßwerte auf dem Bildschirm) befinden sich ebenfalls auf der Platte; ein Tastaturbefehl lädt sie bei Bedarf in den Arbeitsspeicher. Die Hintergrundprogramme werden so gesteuert, daß zeitkritische Programme, z.B. die Meßwerterfassung, nicht beeinträchtigt werden und der Rechner optimal ausgelastet ist.

Die Ausbreitungsklasse wird berechnet aus der Streuung $\sigma_\phi, \sigma_\theta$ oder bei Ausfall der zugehörigen Geber aus der Temperaturdifferenz ΔT und der mittleren Windgeschwindigkeit \bar{u} .

Mit Hilfe dieser Informationen ist es möglich, jederzeit die Ausbreitungsverhältnisse in der Umgebung des Standortes übersichtlich darzustellen. Für jede Ausbreitungsklasse und

Tabelle 7/5: Komplettes meteorologisches Meßsystem

Geber	Meßgröße	Meßhöhe		Abfrage- rhythmus	mittlere Ausfallzeit	Wartungs- intervall
		1	2			
Widerstands- thermometer	Temperatur	$H_o + 10\text{ m}$	H_K	1 min	5 %	6 mon
Schalenstern- anemometer	mittl.horizontale Windgeschwindigk.	$H_o + 10\text{ m}$	$\frac{H_K + H_o}{2}$	30 min	2 %	12 mon
Schwert- windfahne	mittl.horizontale Windrichtung Streuung σ_θ der horizontalen WR	$\frac{H_K + H_o}{2}$	H_K	1 s	5 %	36 mon
				3 min		
Vektor- fahne	mittl.horizont.WR mittl.vertik.WR mittl.Windgeschw. Streuung σ_θ der vertik. WR Streuung σ_θ der horizont. WR	H_K	-	1 min	18 %	2 mon
				1 min		
				1 min		
				1 min		

H_o Höhe der wirksamen Oberfläche

H_K Höhe des Kamins

jede gewünschte Emissionshöhe werden der Maximalwert der Aktivitätskonzentration sowie dessen Quellabstand und die Kontur der 10 %-Isolinie gespeichert. Auf Abruf wird auf dem Bildschirm das den tatsächlichen Ausbreitungsverhältnissen (Windrichtung, -geschwindigkeit, Ausbreitungs-kategorie) entsprechende Diagramm dargestellt (52).

7.3 Dosiswerte in der Umgebung einer Wiederaufarbeitungsanlage bei intermittierender gasförmiger Aktivitätsfreisetzung

W. Hübschmann, P. Thomas

Wenn in Zukunft eine große Wiederaufarbeitungsanlage (WA) in Betrieb geht, die etwa 40 Kernkraftwerke mit jeweils 1200 MWe Leistung entsorgt, und wenn Filter und Rückhaltetechnik nicht wesentlich verbessert werden, so werden die radioaktiven gasförmigen Ableitungen dieser WA erheblich größer sein als die der entsorgten Kernkraftwerke. Erschwerend wirken sich der diskontinuierliche Betrieb einer WA und die damit verbundene intermittierende Emission aus. Für solche Emissionen existiert praktisch noch kein Genehmigungsverfahren. Als Orientierungshilfe für ein solches Verfahren wurde die Dosisbelastung in der Umgebung einer WA bei verschiedenen Emissionsfolgen berechnet.

Die Berechnungen stützen sich als Beispiel auf Emissionswerte der WAK und meteorologische Daten des KFZK, obwohl dieser Standort mit Sicherheit nicht für eine WA infrage kommt. Die Schlußfolgerungen sind jedoch auf andere Standorte übertragbar. Die Emissionshöhe ist 100 m. Kr-85 wird gegenwärtig zu 100 % abgegeben und ist bezüglich der Submersionsdosis das kritische Nuklid; die Dosen werden deshalb für dieses Isotop bestimmt.

Bei einer angenommenen gesamten jährlichen Aktivitätsfreisetzung von 350 000 Ci Kr-85 werden die Ortsdosen für folgende Emissionsfolgen berechnet:

A. Kontinuierliche Emission.

Dieser Fall dient lediglich dem Vergleich.

B. Periodische Emission mit zweistündiger Dauer und 24stündiger Periode.

Die Dosen hängen von der Tageszeit ab, zu der die Emission erfolgt.

C. Stochastisch intermittierende Emission von zwei Stunden Dauer.

Zwei Fälle C1 und C2 unterschiedlicher Diskontinuität werden betrachtet. Der zeitliche Abstand zweier aufeinanderfolgender Emissionen variiert gleichver-

teilt zwischen 13 und 17 Stunden (C1) bzw. 13 und 45 Stunden (C2); die relative Emissionsstärke variiert gleichverteilt zwischen 1 und 3 (C1) bzw. 1 und 8 (C2). Hierbei handelt es sich um eine probabilistische Betrachtung, d.h. es wird die Wahrscheinlichkeit (Überschreitungshäufigkeit) berechnet, mit der die Ortsdosis einen bestimmten Wert überschreitet.

- D. Emission nur zu solchen Zeiten, an denen für einen bestimmten Aufpunkt die ungünstigsten, aber tatsächlich festgestellten Wetterbedingungen herrschen. Diese Rechnung dient der Abschätzung einer oberen Grenze der Strahlendosis.

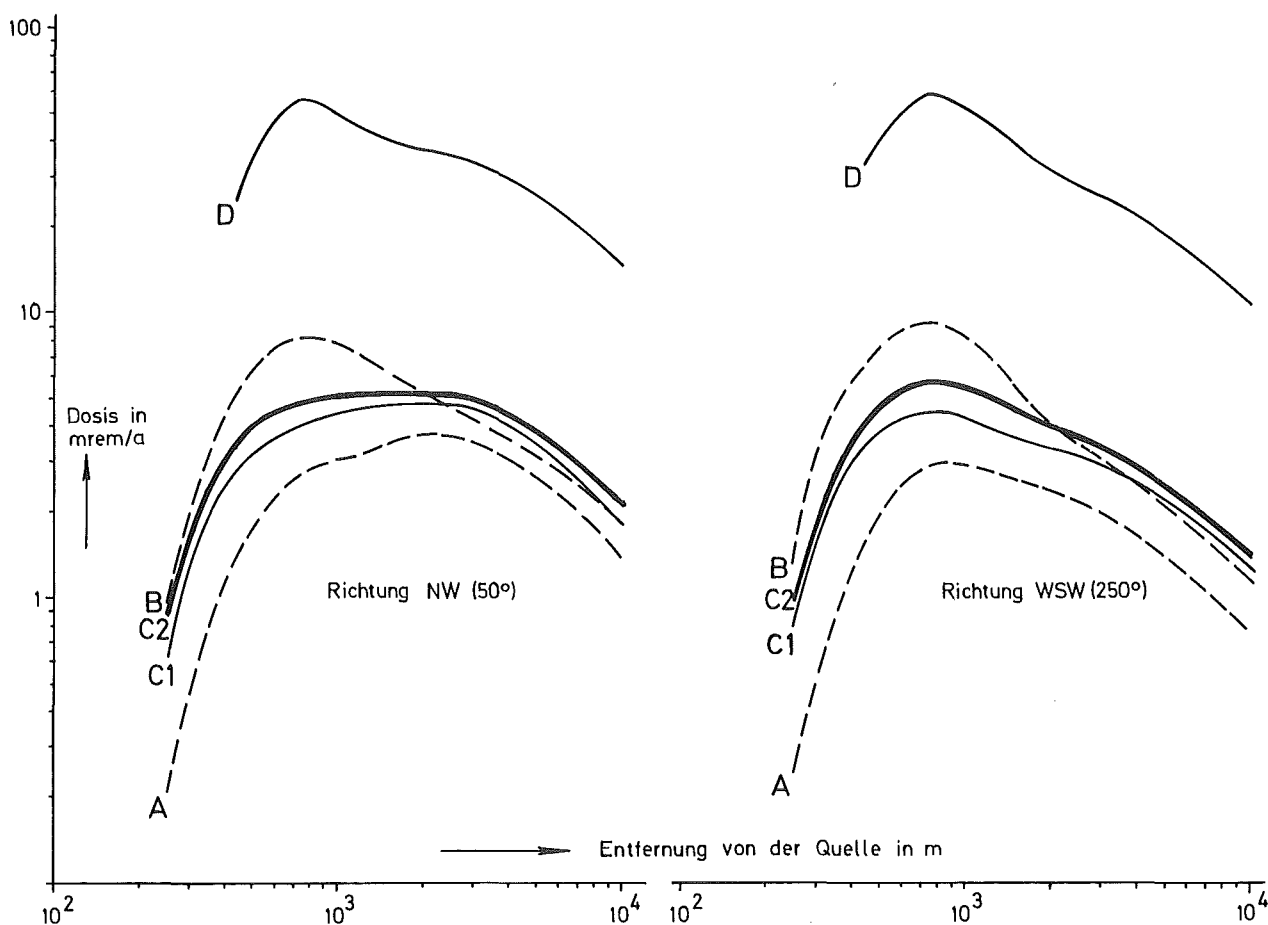


Abb. 7/5 Jahresdosen in Abhängigkeit von der Quelldistanz in den beiden Hauptausbreitungsrichtungen bei kontinuierlicher (A), periodischer (B), stochastisch variierender (C1 und C2) und kurzzeitiger Emission (D)

Abb. 7/5 zeigt die ermittelten Jahresdosen in Abhängigkeit der Entfernung von der Quelle in den beiden Hauptwindrichtungen. Für Fall C1 und C2 sind diejenigen Dosiswerte angegeben, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 % überschritten werden. Die Berechnungen zeigen, daß die für eine kontinuierliche Abgabe (Fall A) ermittelten Dosen beträchtlich überschritten werden können; daß dagegen die für die ungünstigsten Wetterbedingungen abgeschätzten Dosen (Fall D) sehr unwahrscheinlich sind, da sie auch bei sehr unregelmäßiger stochastischer Emission (Fall C2) nicht erreicht werden. Eine realistische Aussage liefert der Fall C1.

Periodische Emissionsfolgen (Fall B) liefern die unter realen Bedingungen ungünstigsten Dosisverteilungen. Abb. 7/5 zeigt die Einhüllende aller Kurven, die sich ergeben, wenn die Abgabe zu verschiedenen Tageszeiten erfolgt. Bei festgelegter Tageszeit der Emission liegt die Dosisverteilung unter der Kurve B und berührt sie nur an einer Stelle.

Es wurde vorgeschlagen, im Genehmigungsverfahren einer WA eine dieser beiden Methoden (Fall B oder Fall C1) der Berechnung der zu erwartenden Dosisbelastung zugrunde zu legen, je nachdem, ob eine periodische (Fall B) oder eine Emission zu unregelmäßig verteilten Zeiten (Fall C1) erwartet werden kann.

7.4 Auswirkungen von Kühltürmen großer Kernkraftwerke auf ihre Umgebung

K. Nester

Zur Bestimmung der Auswirkungen von Kühltürmen auf ihre Umgebung ist es notwendig, den Aufstieg von Kühlturmfahnen in die Atmosphäre zu berechnen. Während dieser Aufstiegsphase finden die für die hauptsächlichen Auswirkungen auf die Umgebung wesentlichen Prozesse statt.

Der Aufstieg wird theoretisch durch

- die Navier-Stokes-Gleichungen für den Impulstransport,
- den ersten Hauptsatz der Wärmelehre für den Wärmetransport und
- die Kessler'sche Theorie für die wolken-physikalischen Prozesse bestimmt.

In der vorliegenden Form des Computer-Programms zur numerischen Berechnung des Aufstiegs von Kühlturmfahnen werden zur Lösung der obigen Gleichungen folgende Annahmen getroffen:

- 1) Stationäre Verhältnisse
- 2) Die Horizontalgeschwindigkeit in der Fahne entspricht in allen Höhen derjenigen des Windes
- 3) Der Druck in der Fahne entspricht dem Umgebungsdruck
- 4) Das Entrainment erfolgt senkrecht zur mittleren Strömungsrichtung
- 5) Die Turbulenzterme der obigen Gleichungen lassen sich in Analogie zur molekularen Diffusion durch einen Gradientensatz parametrisieren.

Das Programm erlaubt die Berechnung der dreidimensionalen Verteilung der Vertikalgeschwindigkeit, der Temperatur, der spezifischen Feuchte sowie des spezifischen Wolken- und Regentröpfchengehaltes in der Kühlturmfahne in Abhängigkeit von weitgehend beliebigen Anfangs- und Randbedingungen.

Zur Bestimmung der Programmparameter sind Vergleiche zwischen an bestehenden Kühltürmen beobachteten bzw. vermessenen und berechneten Fahnen notwendig. Da sich die veröffentlichten Beobachtungen meist nur auf den sichtbaren Schwaden beziehen, beschränkt sich dieser Vergleich vorerst auf diesen, allerdings sehr wichtigen Teil der Fahne.

Die Abb. 7/6 zeigt das Ergebnis eines solchen Vergleichs. Basis für die Rechnung waren die in Neurath gemessenen Emissions- und Umgebungsbedingungen. Die Übereinstimmung mit dem beobachteten Schwaden ist zufriedenstellend, wenn man berücksichtigt, daß das Programm vorerst nur eine lineare Überlagerung mehrerer Kühlturmfahnen ermöglicht. In den Abbn. 7/7, 7/8 und 7/9 sind die berechneten Verteilungen der Aufstiegs- und Abstiegsgeschwindigkeit, der Temperatur und der spezifischen Feuchte in einem Vertikalschnitt durch die Fahne eines Kühlturmes enthalten.

Die Vertikalgeschwindigkeit in der Kühlturmfahne (Abb. 7/7) nimmt durch den Auftrieb zu, bis das Eindringen von Umgebungsluft den Auftrieb kompensiert. Auffällig ist die asymmetrische Verteilung mit einem starken Gradienten auf der Luv-Seite der Fahne.

Im Gegensatz zur Vertikalgeschwindigkeit nehmen die Übertemperatur (Abb. 7/8) und die

Feuchte (Abb. 7/9) in der Fahne aufgrund des Eindringens von Umgebungsluft rasch mit der Höhe ab. Der maximale spezifische Regentröpfchengehalt in der Fahne liegt in diesem Fall unter $1,5 \cdot 10^{-3}$ g/kg.

Die begonnenen Vergleiche werden fortgesetzt, um möglichst realistische Ergebnisse mit dem Rechenprogramm erzielen zu können.

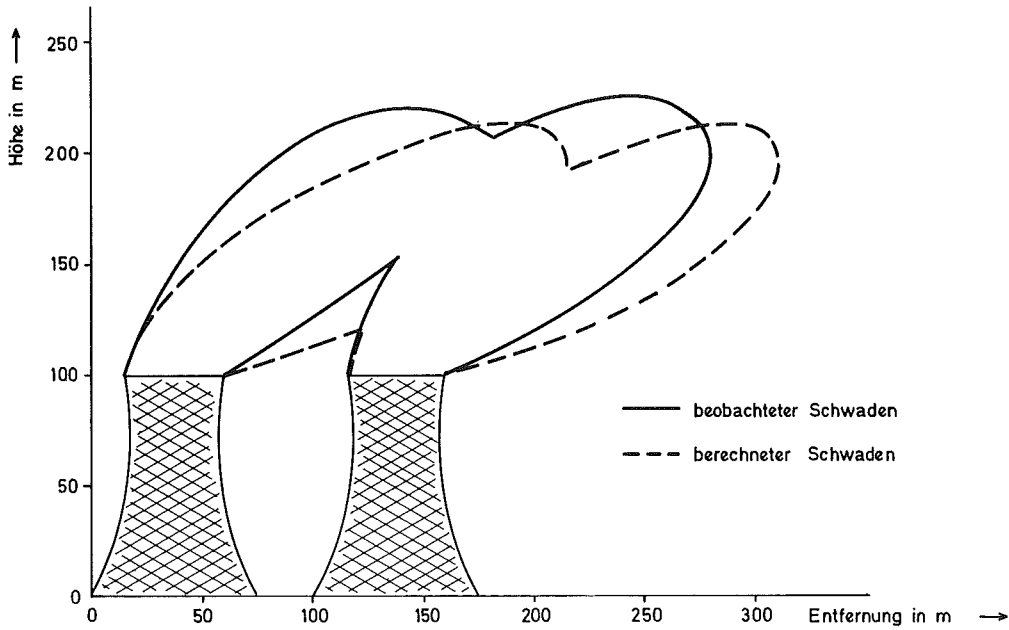


Abb. 7/6 Sichtbarer Schwaden aus den Kühltürmen in Neurath, 4.10.73 0³⁰ Uhr

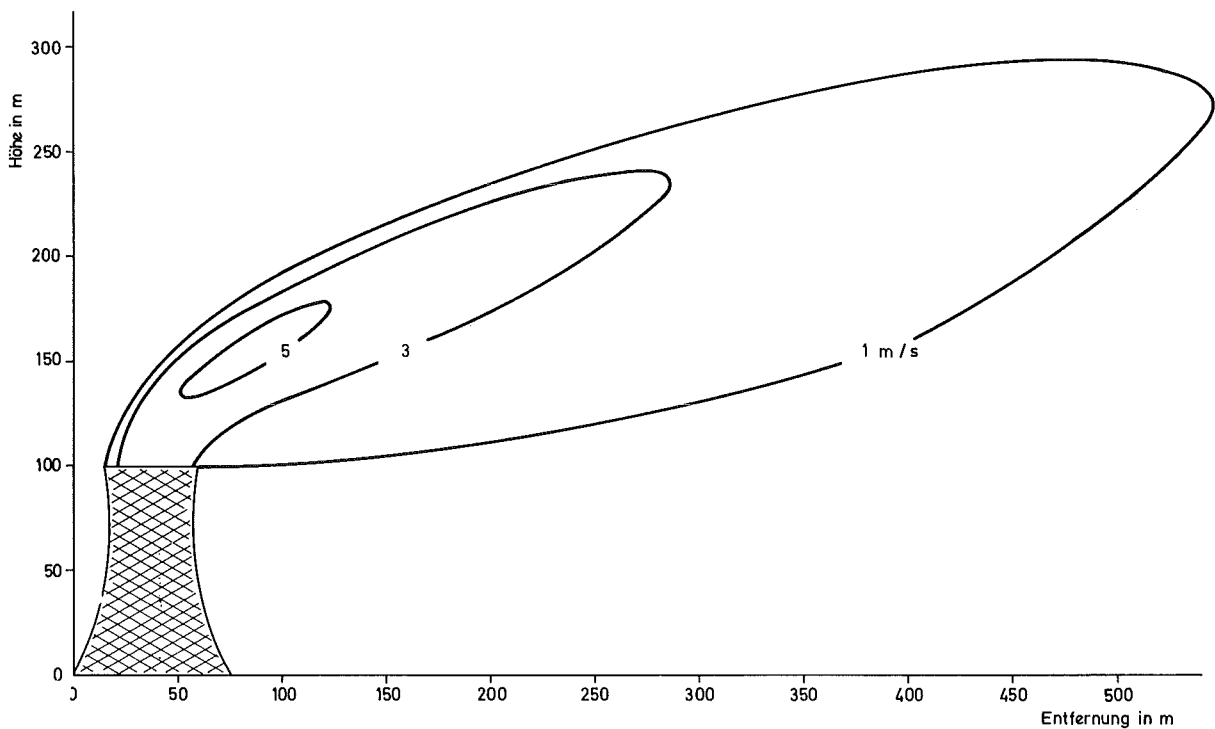


Abb. 7/7 Verteilung der Vertikalgeschwindigkeit in der Fahne
(Berechnet mit den Daten am Kühlturm Neurath vom 4.10.73 0³⁰ Uhr)

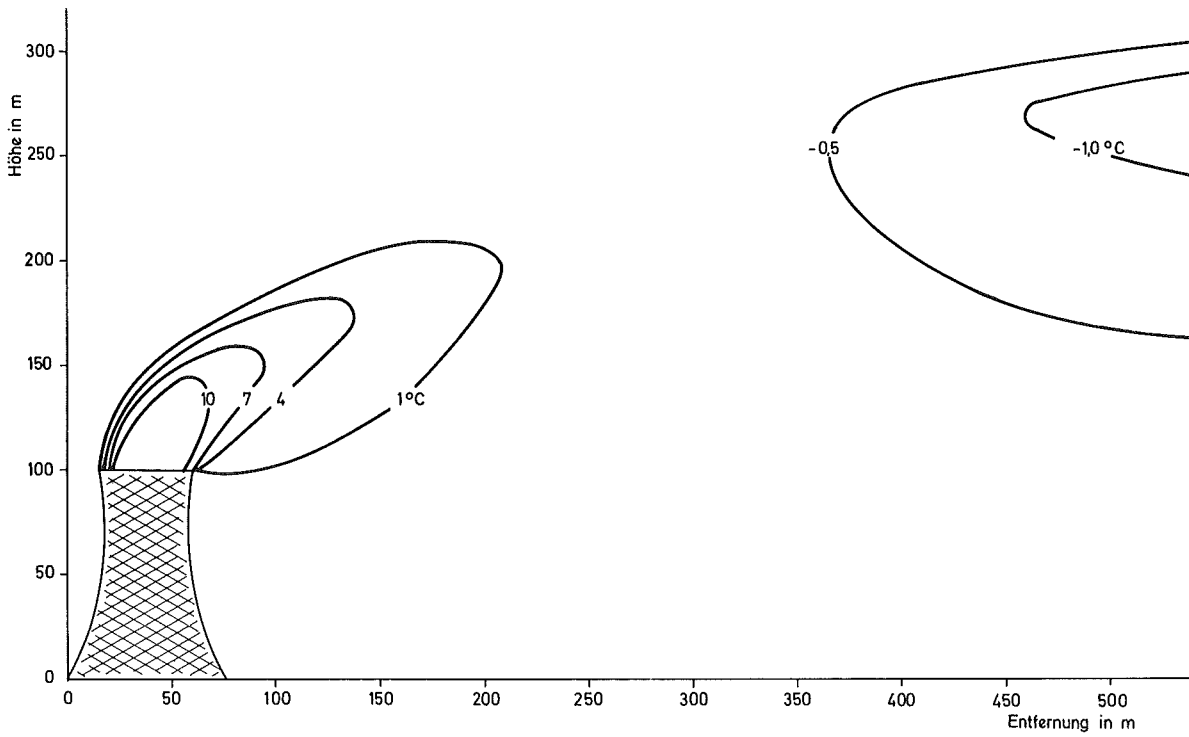


Abb. 7/8 Verteilung der Temperaturerhöhung in der Fahne
 (Berechnet mit den Daten am Kühlturm Neurath vom 4.10.73 0³⁰Uhr)

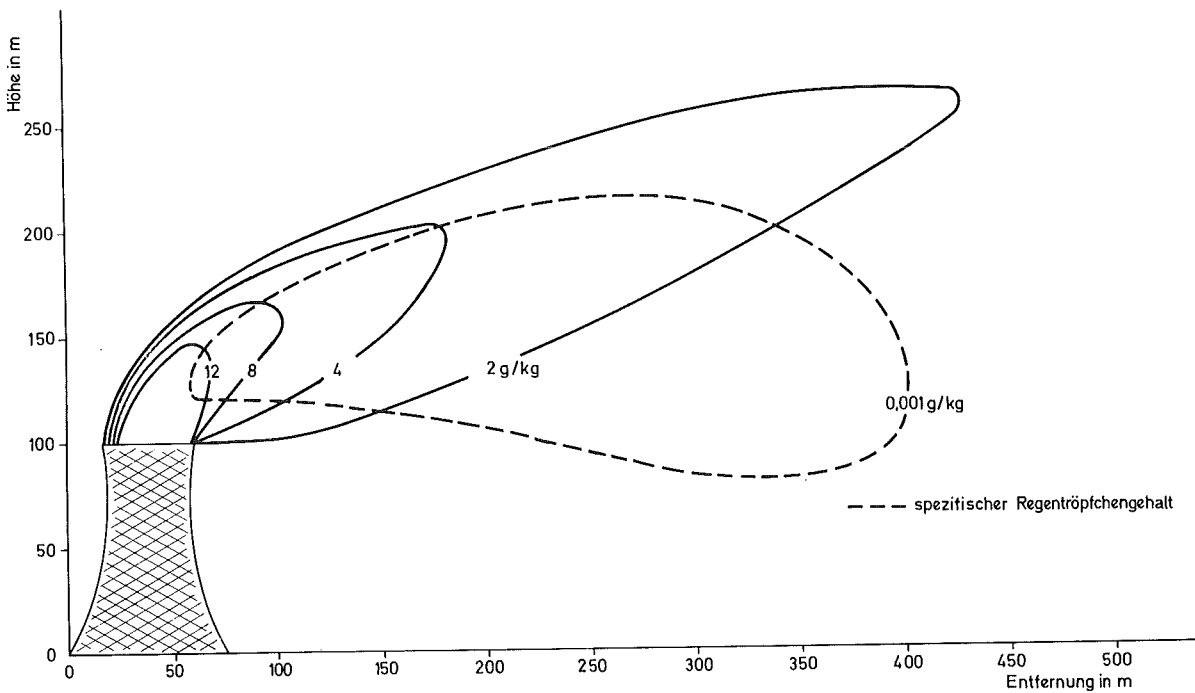


Abb. 7/9 Verteilung der spezifischen Feuchteerhöhung in der Fahne
 (Berechnet mit den Daten am Kühlturm Neurath vom 4.10.73 0³⁰Uhr)

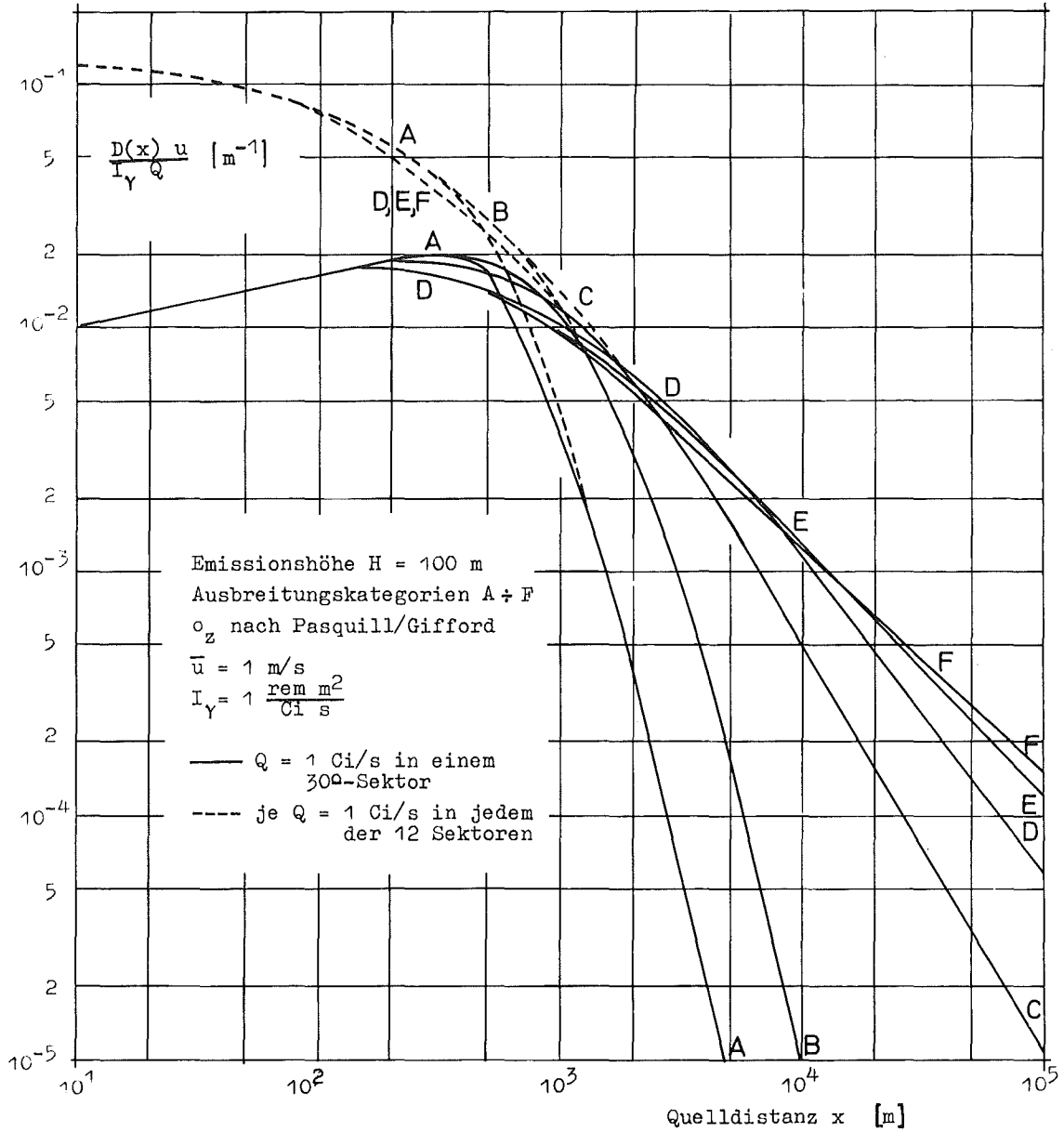


Abb. 7/10 BODENNAHE SUBMERSIONS- γ -DOSIS $D(x)$
 in der Mittellinie eines 30° -Sektors
 normiert auf die Einheit
 der Emissionsstärke Q
 der Ausbreitungsgeschwindigkeit u und
 der Dosisleistungskonstante I_γ

7.5 Berechnung der Langzeit- γ -Dosis aus der Abluftwolke

W. Hübschmann, D. Papadopoulos

Für die Berechnung der Langzeit- γ -Dosis aus der radioaktiven Abluft eines oder mehrerer Emittenten wurde das FORTRAN-IV-Rechenprogramm WOLGA für die IMB-370/165 entwickelt. Es wird angenommen, daß die von einem Emittenten abgegebene Aktivität auf n Sektoren verteilt wird. In senkrechter Richtung wird eine Gaußverteilung der Aktivität mit Reflexion am Boden angenommen. Der die Breite der Gaußfunktion bestimmende Ausbreitungsparameter σ_{zk} ist abhängig von der Stabilitätskategorie k . Die meteorologischen Daten bestimmen die Verteilung der Aktivität auf die n Sektoren gleicher Öffnung $\Delta\phi$. Das Programm berücksichtigt die Aktivität in den Nachbarsektoren. Die Rechenzeit für einen Aufpunkt und einen Emittenten beträgt ca. 30 s.

Für eine Beispielrechnung wird die Umgebung eines 100 m hohen Emittenten in 30° -Sektoren unterteilt. Für jede Stabilitätskategorie wird die gleiche Windgeschwindigkeit 1 m/s und die gleiche Emissionsstärke 1 Ci/s in jedem Sektor angenommen. Für die Berechnung des Aufbaufaktors sei die γ -Energie des emittierten Nuklids 1,29 MeV. Die Zerfallskonstante wird mit Null s^{-1} und die γ -Strahlenkonstante mit $1 \text{ rem m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ s}^{-1}$ angenommen. (Zahlenwerte wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit mit anderen Autoren entsprechend gewählt.) Mit diesen Eingabedaten wird die bodennahe Submersions- γ -Dosis für jede Stabilitätskategorie als Funktion der Entfernung vom Kaminfuß gerechnet. Für die Berechnung werden die Ausbreitungsparameter σ_{zk} nach Pasquill/Gifford verwendet.

Um den Einfluß der Aktivität der Nachbarsektoren zu veranschaulichen, ist in Abb. 7/10 die γ -Dosis auf der Mittellinie eines 30° -Sektors dargestellt. Wird in die Nachbarsektoren keine Aktivität emittiert, dann resultieren die ausgezogenen Kurven. Wird in jeden der 12 Sektoren die gleiche Einheitsaktivität (insgesamt also die 12fache Aktivitätsmenge) emittiert, dann resultieren die gestrichelten Kurven. Der Einfluß der Nachbarsektoren ist bis in eine Entfernung von 1 km deutlich erkennbar.

7.6 Ausbreitungsversuche

7.6.1 Versuchsdurchführung

P. Thomas

1974 wurden insgesamt fünf Ausbreitungsversuche durchgeführt. Bei den Versuchen 24 und 25 wurde neben dem bisher als Leitsubstanz verwendeten Tritium auch Dibromdifluormethan (CBr_2F_2) über den FR 2-Kamin emittiert ($H = 100 \text{ m}$), um u.a. das Verhalten beider Tracer zu vergleichen. Mit beiden Tracern ergaben sich innerhalb der Fehlergrenzen gleiche Ausbreitungsparameter. Diese Versuche bestätigen, wie bereits bei früheren Versuchen festgestellt, daß in der Umgebung des KFZK die Parameter σ_y und σ_z deutlich größer sind als die von Pasquill/Gifford angegebenen. Die Erhöhung entspricht bei neutraler Wetterlage (Kategorie D), wie sie bei den Versuchen 24 und 25 herrschte, einer Verstärkung der Labilität um 1,5 bis 2 Stufen der Kategorienskala.

Bei den Versuchen 26,27,28 erfolgte die Emission erstmals in 60 m Höhe vom meteorologischen Mast. Die aus den Versuchen 26 und 28 ermittelten Ausbreitungsparameter σ_y und σ_z sind in den Abbn. 7/11 und 7/12 dargestellt. Die Erhöhung gegenüber den σ -Scharen nach Pasquill/Gifford ist noch stärker als bei der Emissionshöhe 100 m. Offenbar verstärkt sich mit abnehmender Emissionshöhe die durch die Bodenrauigkeit verursachte Turbulenz.

Das ähnliche Verhalten des Tritiums und der chemischen Tracer erlaubte es, bei den folgenden Versuchen auf Tritium zu verzichten und die Vorteile der chemischen Leitsubstanzen zu nutzen. Solche sind die Erhöhung der Zahl der Meßstellen, die beliebige Wahl der

Emissionshöhen am meteorologischen Mast und eine vereinfachte Probenahme.

7.6.2 Weiterentwicklung der Probenahmetechnik

H. Schüttelkopf

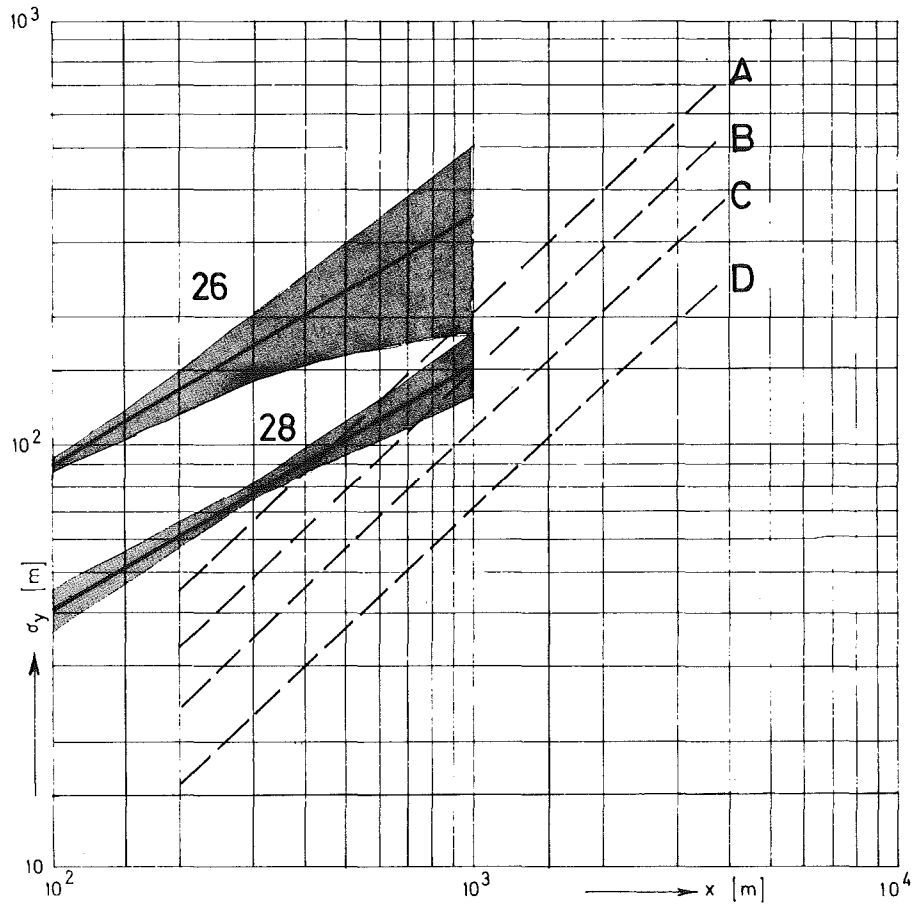
Die als Leitsubstanzen zur Messung von Ausbreitungsfaktoren verwendeten Verbindungen CFCl_3 , CF_2Br_2 und CCl_4 haben bei Raumtemperatur hohe Dampfdrucke und sind chemisch inert bis zu mehreren 100°C . Daher war eine Adsorption an den Kiefern der Umgebung während des Ausbreitungsprozesses wenig wahrscheinlich. Laborexperimente und ein Feldexperiment mit CCl_4 bestätigten die retentionsfreie Ausbreitung der Leitsubstanzen.

Um mit den preiswerten Leitsubstanzen CCl_4 und CFCl_3 Emissionsraten von mehr als 60 kg/h zu erreichen, wurde ein neuer Verdampfer gebaut und geprüft. Der Vorteil der höheren Emissionsraten liegt im damit erreichten größeren Abstand der interessierenden Konzentrationswerte vom niedrigen Untergrund des CCl_4 und CFCl_3 in der Umgebungsluft. Mit diesem Emissionsgerät sind auch die preiswerten Leitsubstanzen CCl_4 und CFCl_3 gleichwertig mit dem teuren CF_2Br_2 einzusetzen.

Die gleichzeitige Emission mehrerer Leitsubstanzen in verschiedenen Höhen und die Durchführung von Experimenten bei Nacht erfordert eine automatische Probenahme mit billigen Probenahmegeräten. Ein entsprechendes Proberohr mit einem mechanischen Leitgerät wurde geprüft und für zu störanfällig gefunden. Daher wurde in der ASS/GM ein vollelektronisches Leitgerät für bis zu vier Proberohre an einer Sammelstelle konstruiert. Das Gerät befindet sich z.Z. in der Labor- und Felderprobung.

Die gleichzeitige Emission mehrerer Leitsubstanzen und die mit der automatischen Probenahme erreichbare Erhöhung der Zahl der Probenahmestellen vervielfacht die Auswertearbeit. Daher wurde die Möglichkeit der automatischen Auswertung der Gaschromatogramme sorgfältig geprüft. Die beste Lösung stellte die Kopplung eines automatischen Probengebers, eines Peakintegrators und eines damit verbundenen Tischrechners mit dem verwendeten Gaschromatographen dar. Die Beschaffung wurde in die Wege geleitet.

Es gelang 1974 bei gleichem Personalaufwand die Zahl der Sammelstellen von 25 auf 50 zu erhöhen. Bei gleichem Winkelabstand zwischen den einzelnen Positionen wurde dadurch der Öffnungswinkel des Probenahmesektors verdoppelt und die Zahl der Mißerfolge (Wind dreht aus Probenahmesektor während des Experimentes heraus) reduziert.



Versuch	Leitsub- stanz	Emissions- höhe	Kate- gorie
26	CBr_2F_2	60 m	B
28	CBr_2F_2	60 m	C

Abb. 7/11 Aus Versuch 26 und 28 ermittelte Ausbreitungs-
parameter σ_y

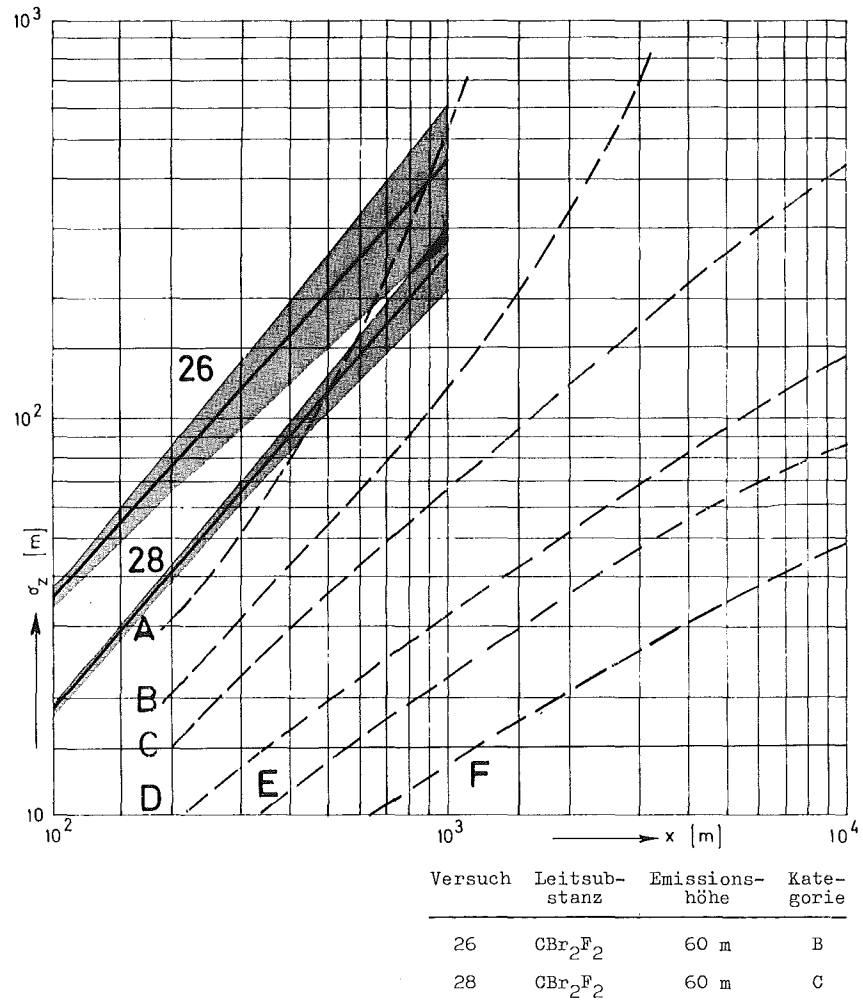


Abb. 7/12 Aus Versuch 26 und 28 ermittelte Ausbreitungsparameter σ_z

7.7 Langzeitmessungen der natürlichen Strahlungsdosis

B. Burgkhardt, L.A. König, E. Piesch, M. Winter

Die Dosismessung des Strahlenpegels in den Gebäuden und Instituten des Kernforschungszentrums sowie im Freien erfolgt seit mehr als 8 Jahren routinemäßig mit Phosphatglasdosimetern. Solche langen Expositionszeiten ermöglichen eine ausreichend genaue Bestimmung der natürlichen Strahlungsdosis. Ein langzeitiger Einfluß des Zentrums auf die Umgebung läßt sich andererseits mit kurzzeitig anzeigenden Detektoren u.U. genau genug ermitteln. Zur Routineüberwachung der Umgebung werden daher neben Phosphatglasdosimetern auch LiF- und CaF:Dy-Dosimeter eingesetzt, die nach 6 Monaten bzw. nach 4 Wochen ausgewertet werden.

Beim Phosphatglasdosimeter konnte - parallel zu einer 6-monatigen Zwischenauswertung - eine über 6 Jahre akkumulierte Dosis gemessen werden [29]. Zum Vergleich wurde die Direktanzeige der Dosisleistung mit dem Szintillationsdosisleistungsmesser herangezogen, der für die Erhebungsmessungen in Wohnhäusern eingesetzt wird (siehe W. Kolb und U. Lauterbach: Proc. of IAEA-Symp. on Rapid Methods for Measuring Radioactivity in the Environment, page 525, 1971). In der Umgebung des KFZK wurde eine mittlere Jahresdosis von 52 mR gemessen. Der statistische 2σ -Fehler für die Reproduzierbarkeit dieser Messung ergibt sich rechnerisch aus der Meßwertabweichung von Doppelmessungen am gleichen Ort. Die 2σ -Abweichung betrug beim Phosphatglas nach 6 Jahren Akkumulierungszeit ± 3 mR/a, bei LiF nach 6 Monaten ± 6 mR/a, bei CaF:Dy-Dosimeter nach 4 Wochen ± 4 mR/a und bei der Direktmessung mit dem Szintillationszähler ± 6 mR/a.

Zur Abschätzung des Beitrags der ^{41}Ar -Ableitungen des FR 2 zur γ -Strahlenbelastung der Umgebung wurden die Differenzen von Glasdosimetermeßwerten, die den ^{41}Ar -Beitrag enthalten, zu den Backgroundmeßergebnissen bei abgeschaltetem FR 2 gebildet. Diese Differenzbildung wurde auf jenen Bereich beschränkt, in dem nur ein relativ geringer Einfluß der Streustrahlung aus dem Abfallager zu erwarten ist. Die Ergebnisse sind in Abb. 7/13 zusammengestellt. Es ergaben sich hierbei für nur vier Meßstellen Differenzwerte oberhalb von 15 mR/a, von denen der größte 25 mR/a beträgt. Der räumliche Verlauf der Meßwerte zeigt, daß es sich hier nicht ausschließlich um Beiträge der ^{41}Ar -Ableitungen des FR 2 handelt, da nach der Windrichtungsverteilung nur ein einziges breites Maximum zu erwarten ist. Das Maximum an der Nordost-Ecke des Kernforschungszentrums liegt - vom FR 2 aus gesehen - in einer der beiden Hauptwindrichtungen und kann somit mit den ^{41}Ar -Ableitungen des FR 2 in Verbindung gebracht werden. Bei den drei anderen Maxima müssen dagegen zusätzliche Einflüsse in Betracht gezogen werden. Da sie bei den zeitlich begrenzten Backgroundmessungen nicht in Erscheinung getreten sind, muß es sich um zeitlich veränderliche Strahlenfelder handeln. Die wahrscheinliche Ursache für das dritte Maximum ist Einstrahlung von der SUAK bzw. von deren Neutronenflugrohr, das auf den Geländezaun gerichtet ist. Bei der Deutung der Differenz zwischen den langfristig ermittelten Glasdosimetermeßwerten und den vor kurzem ermittelten Backgroundwerten muß auch die Streustrahlung aus dem nach oben offenen Lager für radioaktive Abfälle (sog. Skyshine) berücksichtigt werden. Der Abstand der Lagermitte zum Westzaun beträgt 1/10 des Abstandes zur Nordost-Ecke (maximaler Abstand zum Ostzaun des Zentrums). Bei Annahme eines quadratischen Abstandsgesetzes verursachen also 400 mR/a, die sich als Sechsjahresmittel der Strahlung aus dem Abfallager maximal ergeben, noch 4 mR/a an der Nordost-Ecke des Zentrums.

Zur Deutung des beobachteten Dosisprofils dürften neben den verschiedenen Strahlenquellen selbst (^{41}Ar -Ableitungen des FR 2, Skyshine aus dem Abfallager, Direktstrahlung von SUAK) auch Abschattungseffekte eine Rolle spielen, die durch unterschiedlich hohe und unterschiedlich dichte Bebauung in unmittelbarer Nachbarschaft des Abfallagers sowie durch örtlich unterschiedlichen Waldbestand zustandekommen.

Aufgrund dieser Betrachtungen läßt sich schließen, daß die Strahlenbelastung durch die ^{41}Ar -Ableitungen des FR 2 im Mittel an der Geländegrenze des KFZK bei 5 mR/a liegt und im Maximum 20 mR/a nicht übersteigt.

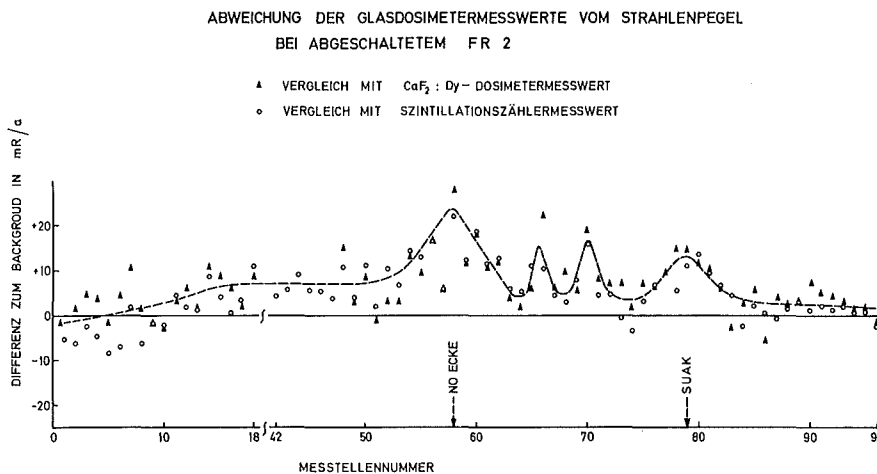


Abb.7/13 Differenz der Glasdosimetermeßwerte zum Background

7.8 Forschungsprogramm zur Bestimmung der Tritiumkontamination der Umwelt

L.A. König, H. Schüler, M. Winter

In Fortsetzung des laufenden Forschungsprogrammes wurde 1974 die Tritiumkonzentration von insgesamt 2369 Wasserproben bestimmt. Dabei handelte es sich um Niederschlags-, Oberflächenwasser- und Trinkwasserproben vorwiegend aus dem Bereich der Oberrheinischen Tiefebene zwischen Kehl und Mannheim. Erstmals wurden in diesem Jahr auch einige Probenahmestellen an linksrheinischen Oberflächengewässern in das Programm aufgenommen. In Tab. 7/6 ist das Probenahmeprogramm nach Probenarten aufgeschlüsselt. Als "Grundwasserproben" wurden Proben aus Bohrungen bezeichnet, während sogenannte "Trinkwasserproben" Leitungswassernetzen entnommen sind.

Probenart	Zahl der Proben- nahmestellen		Probenahme- häufigkeit	Zahl der untersuchten Proben	
					in %
G Grundwasser	34	2 21 6 5	wöchentlich 1 x monatlich 1/4-jährlich 1/2-jährlich	433	18,3
T Trinkwasser	26	23 2 1	2 x monatlich 1/4-jährlich 1/2-jährlich	504	21,3
O Oberflächenwasser	42	7 25 3 4 3	wöchentlich 2 x monatlich 1 x monatlich 1/2-jährlich jährlich	931	39,3
N Niederschlag	14	2 2 10	arbeitstäglich n. Niederschlag 3 x monatlich 2 x monatlich	501	21,1
Summe:	116			2369	100 %

Tab. 7/6 Art und Zahl der 1974 untersuchten Proben, Zahl der Probennahmestellen und Häufigkeit der Probenahme

Tritium im Niederschlag

Von besonderem Interesse sind die Niederschlagsproben, da ihre Tritiumkonzentration in Verbindung mit der Niederschlagsmenge die dem Boden zugeführte Tritiumaktivität bestimmt und sich so auf alle anderen Medien auswirkt. Aus den in Tab. 7/7 zusammengestellten Meßergebnissen der Jahre 1973 und 1974 geht hervor, daß sich die durchschnittliche Tritiumflächenbelastung an den vom Kernforschungszentrum unbeeinflussten Probennahmestellen um 41 % auf $0,36 \text{ Ci/km}^2$ erhöht hat, während die mittlere Niederschlagsmenge gegenüber dem Vorjahr praktisch konstant geblieben ist. Verglichen mit der 1973 festgestellten Abnahme der durchschnittlichen Tritiumflächenbelastung um 36 % zeigt sich also 1974 eine Umkehrung des Trends.

Bei zwei der insgesamt 14 Niederschlagssammelstellen wurden arbeitstäglich nach Niederschlag Proben entnommen, um eine detaillierte Auskunft über den zeitlichen Gang der Tritiumkonzentration im Niederschlag zu erhalten. Es zeigte sich, daß Konzentrationsschwankungen von der Nachweisgrenze bis zu maximal etwa 30 nCi/l auftreten und daß Spitzenwerte in zeitlicher Koinzidenz auch bei den Sammelstellen erkennbar sind, deren Probenahme 10- bzw. 14-tägig erfolgt. Da ein solcher Gleichlauf auch an den beiden in Bayern liegenden Sammelstellen festgestellt wurde, darf man ausschließen, daß es sich hierbei um eine lokale Erscheinung handelt.

Der Jahresdurchschnitt der Tritiumkonzentration der 4 Sammelstellen auf dem Gelände des Kernforschungszentrums lag mit ca. 1 nCi/l und einer Flächenlast von ca. $0,7 \text{ Ci/km}^2$ etwa doppelt so hoch wie bei den Sammelstellen, die als vom Kernforschungszentrum unbeeinflusst anzusehen sind.

Standorte der Niederschlagssammler	1973			1974		
	M mm	\bar{a} nCi/l	A_F nCi/m ²	M mm	\bar{a} nCi/l	A_F nCi/m ²
<u>innerhalb KFZ</u>						
Dach Geb. 123	538	0,84	452	623	1,12	698
Meßhütte West	661	0,70	466	566	0,84	647
Meßhütte Nord-Ost	632	1,20	760	718	1,19	857
WAK	681	0,62	425	771	0,95	728
<u>außerhalb KFZ</u>						
Augustenberg (Grötzingen)	619	0,41	255	614	0,62	381
Bruchsal	687	0,35	242	530	0,52	306
Eggenstein	757	0,47	357	968	0,65	624
WW Tiefgestade (Leopoldshafen)	652	0,43	278	657	0,58	380
Raum Philippsburg ¹ (Mischprobe 3 Stellen)	688	0,46	314	584	0,64	374
Speyer ¹	453	0,43	196	544	0,55	298
Niederstotzingen	456	0,45	205	550	0,55	303
Buchmühle	460	0,42	192	514	0,42	216

¹ ohne Januar 1973

Tab. 7/7 Niederschlagsmenge M, mittlere Tritiumkonzentration \bar{a} und Tritiumflächenbelastung A_F für Sammelstellen inner- und außerhalb des KFZ für die Jahre 1973 und 1974

Tritium in Oberflächengewässern

Die Auswertung der in Tab. 7/8 aufgeführten zeitlichen und räumlichen Mittelwerte der Tritiumkonzentration aller vergleichbaren Oberflächengewässer von 1972 bis 1974 läßt wegen der Komplexität der Einflußfaktoren einige Fragen offen, die nur nach Beobachtung über längere Zeiträume und in besserer Kenntnis verschiedener Details endgültig zu beantworten sind. So scheint es z.B. gerade bei kleineren Gewässern von Bedeutung, wie stark sie neben der Tritiumzufuhr aus Niederschlägen und Quellwässern mit Abwässern der Anliegergemeinden belastet werden und ob diese vorwiegend mit tritiumarmen Grundwässern aus größerer Tiefe oder mit aufbereiteten Oberflächenwässern versorgt werden.

Im Rahmen eines Abkommens mit der Landesanstalt für Gewässerkunde, Karlsruhe, wird ab 1975 das Probenahmeprogramm um ca. 20 kontinuierlich sammelnde Probenahmestellen an Rhein und Neckar erweitert, wodurch die Aussagekraft der Meßwerte wesentlich gestärkt werden wird. Erstmals wurden für die 44. und 45. Woche 1974 solche Proben ausgemessen. Die Ergebnisse sind in Tab. 7/9 den Jahresmittelwerten bisher bereits erfaßter Probenahmestellen gegenübergestellt.

Untersuchte Gewässer	Tritiumkonzentrationsmittel aller Sammelstellen in nCi/l		
	1972	1973	1974
Rhein	0,66	0,59	0,58
Neckar	0,37	0,44	0,45
Oberflächengewässer zwischen Karlsruhe und Kehl (ohne Rhein)	0,35	0,34	0,44
Oberflächengewässer zwischen Mannheim und Karlsruhe (ohne Rhein und Neckar)	0,25	0,22	0,27

Tab. 7/8 Vergleich der Tritiumkonzentrations-Jahresmittelwerte von Rhein, Neckar und rechtsrheinischen Nebenflüssen für die Jahre 1972, 1973 und 1974

Neckar			Rhein		
km	Ort	³ H-Konzentration in nCi/l	km	Ort	³ H-Konzentration in nCi/l
0	Mannheim	0,47*	29	Öhringen-Stiegen	0,50
8,1	Feudenheim	0,48	91	Reckingen	0,39
18,1	Schwabenheim	0,39	113	Albrück-Dogern	0,58
21,0	Heidelberg	0,43*	155	Wyhlen	0,42
31,0	Neckargemünd	0,46	224,7	Breisach (Restrhein)	0,58
72,5	Guttenbach	0,45	248,9	Weisweil	0,57
93,9	Gundelsheim	0,43	294	Kehl	0,58*
104,1	Kochendorf	0,48	362,2	Maxau	0,63
118,0	Horkheim	0,54	372	Leopoldshafen (Fähre)	0,54*
125,5	Laufen	0,40	384	Germersheim (Hafen)	0,59*
143,1	Hessigheim	0,52	388,5	oberhalb Rheinschanzinsel	0,56*
165,2	Poppenweiler	0,48	392,6	unterhalb Rheinschanzinsel	0,71*
172,3	Aldingen	0,45	400	Speyer	0,57*
187,0	Stuttgart-Untertürkheim	0,39	426,2	Mannheim	0,46
199,7	Deizisau	0,40	432	Mannheim	0,57*
Mittelwert:		0,45 nCi/l	Mittelwert:		0,58 nCi/l

*Konzentrationswerte wurden durch gewichtete Mittelung aller Monatsmittel des Jahres 1974 gebildet. Die restlichen Konzentrationswerte stammen von Proben, die über den Zeitraum der 44. und 45. Woche des Jahres 1974 kontinuierlich genommen wurden.

Tab. 7/9 Tritiumkonzentrationsmittelwerte von Neckar und Rhein für 1974

Tritium in Trinkwasser

In Tab. 7/10 sind Jahresmittelwerte der Tritiumkonzentration des Trinkwassers für 1973 und 1974 zusammengestellt. Die Probenahmestellen in der Tabelle wurden dabei nach wachsender Tritiumkonzentration (Bezugsjahr 1974) geordnet. Bei der Berechnung der Mittelwerte wurde für Proben mit Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze die Hälfte der Nachweisgrenze eingesetzt. Dieses Vorgehen bewirkte, daß 1973 Werte unterhalb der Nachweisgrenze um 0,05 pCi/ml höher bewertet wurden als 1974, da 1973 die Nachweisgrenze um 0,09 pCi/ml höher lag als die 1974 erreichte von 0,15 pCi/ml. Dies ist jedoch insofern ohne Bedeutung, als die in der Nähe der Nachweisgrenze liegenden Meßwerte einen 2σ -Fehler von ca. 0,2 pCi/ml aufweisen. Die Tabelle zeigt, daß die Tritiumkonzentration im Trinkwasser stark ortsabhängig ist. Sie hängt insbesondere von dem Anteil tritiumarmen Grundwassers am Trinkwasser ab. Unter der Annahme, daß die mittlere Tritiumkonzentration im menschlichen Körper gleich der mittleren Tritiumkonzentration des Trinkwassers entspricht, läßt sich die Strahlenbelastung der Bevölkerung abschätzen. Da 1 pCi/ml einer jährlichen Strahlenbelastung von 0,1 (QF) $\frac{\text{mrem}}{\text{a}}$ entspricht [(QF) ist der Qualitätsfaktor und wird hier gleich 1,7 gesetzt], erhält man nach der Tabelle eine maximale Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Tritium von 100 $\mu\text{rem/a}$. Dieser Wert wird in dem überwachten Gebiet nur von einer kleinen Bevölkerungsgruppe erreicht. Für das Gros der Bevölkerung in den überwachten Großstädten gilt ein Wert von ca. 30 $\mu\text{rem/a}$.

Probenahmeort	Jahresmittelwerte der Tritiumkonzentration in nCi/l	
	1973	1974
Leimersheim	0,14	0,09
Ludwigshafen am Rhein	0,15	0,10
Kuhardt	0,14	0,10
Weingarten	0,15	0,11
Wasserwerk Linkenheim	0,25	0,11
Speyer	0,14	0,12
Heidelberg	0,34	0,14
Mörsch	0,18	0,14
Mannheim	0,17	0,15
Neuthardt	0,25	0,15
Bruchsal	0,24	0,16
Wasserwerk Süd im KFZK	0,19	0,16
Hagenbach	0,18	0,17
Karlsruhe	0,21	0,18
Ubstadt	0,25	0,19
Eggenstein	0,24	0,21
Wasserwerk Karlsruhe-Hardtswald	0,30	0,21
Obergrombach	0,33	0,28
Durlach	0,33	0,30
Friedrichstal	0,37	0,31
Leopoldshafen	0,43	0,32
Wasserwerk Leopoldshafen	0,44	0,32
Förch-Niederbühl	0,48	0,35
Wolfartsweier	0,58	0,41
Wasserwerk Tiefgestade (Leopoldshafen)	0,50	0,49
Kehl	0,55	0,51

Tab. 7/10 Jahresmittelwerte der Tritiumkonzentration in Grund- und Trinkwasser

7.9 Untersuchung des Radioaktivitätsgehalts von Schlamm- und Bodenproben

M. Winter;

S. Kabadjova (NIPPIES Energoprojekt, Sofia)

Im Rahmen eines 3/4-jährigen Gastaufenthaltes der Koautorin konnte u. a. auch eine Untersuchung des Radioaktivitätsgehaltes von Schlamm- und Bodenproben aus der näheren Umgebung des KFZK durchgeführt werden. Ziel dieser Untersuchung war es, in Ergänzung der Routineüberwachung der Umweltradioaktivität auf breiterer Basis festzustellen, ob und in welcher Stärke in Schlamm und Boden in der näheren Umgebung Immissionen aufgrund der Aktivitätsableitungen mit Abwasser und Abluft nachweisbar sind.

Aktivitätsmessungen wurden an Fluß-Schlammproben aus dem 2 bis 3 km entfernten Altrhein ausgeführt, der den geklärten Chemie- und Fäkalabwässern des KFZK als Vorfluter dient (s. Abb. 7/14 und 7/15). Die aus diesen Abwässern stammende β -Aktivitätsfracht des Alt-

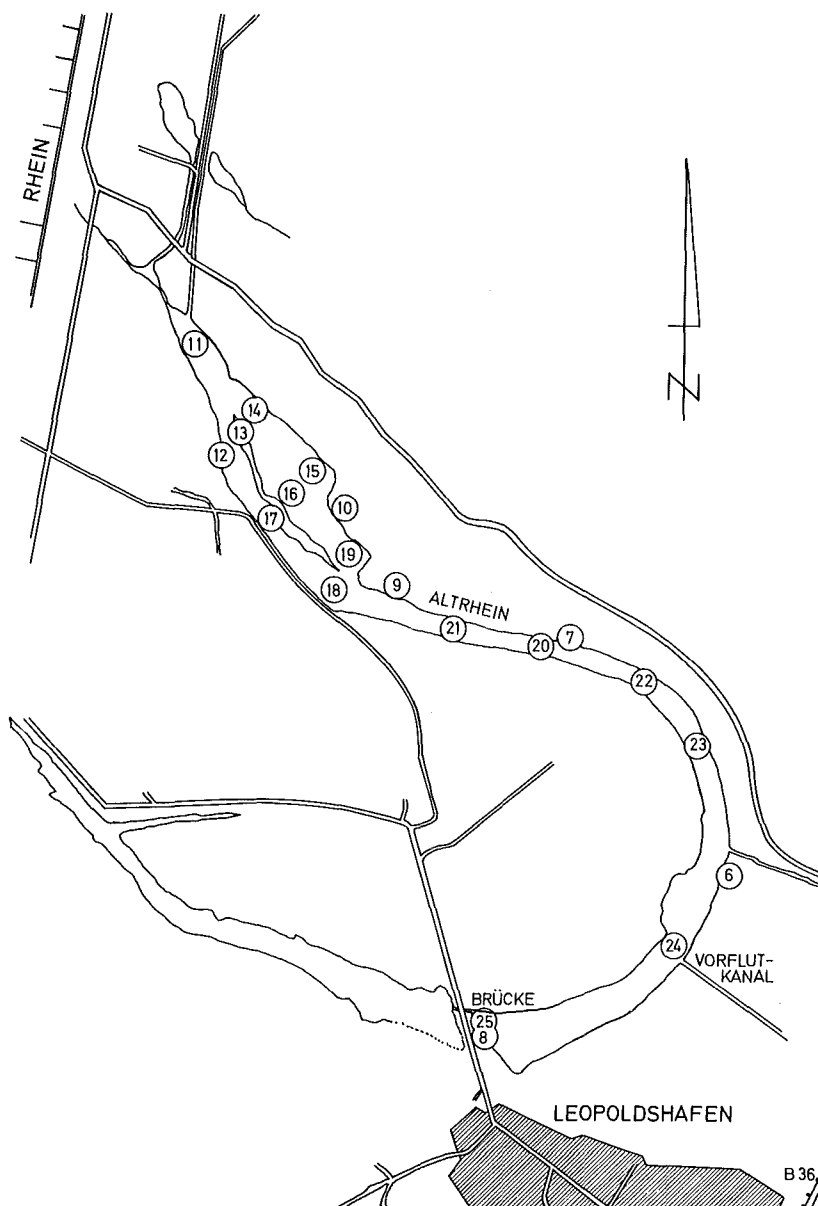


Abb. 7/15 Lageplan der Schlamm-Probenahmestellen im Altrhein (Ausschnitt aus Abb. 7/14)

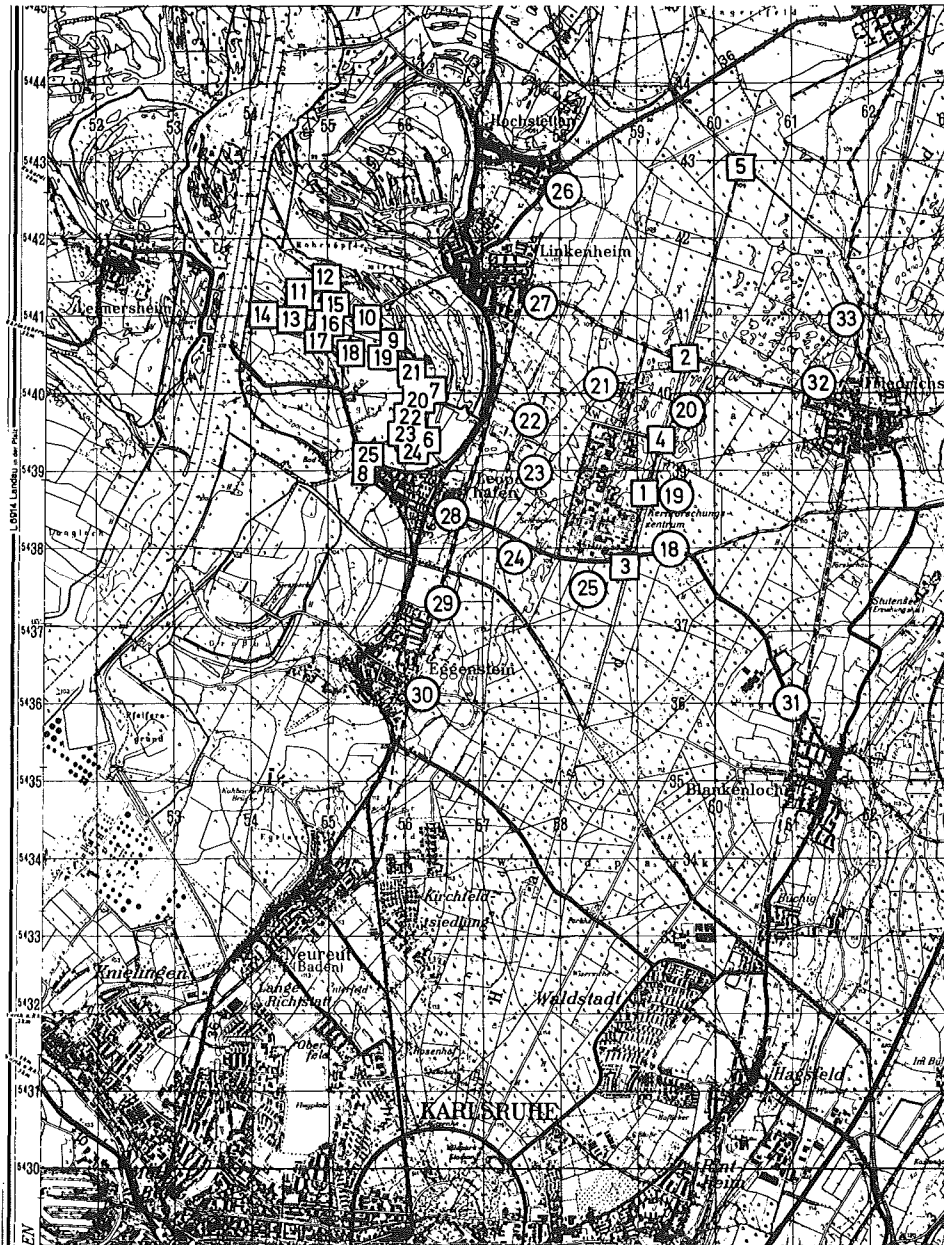


Abb. 7/14 Lageplan der Probenahmestellen in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe

□ Schlammproben, ○ Bodenproben

rheins betrug 1974 rund 240 mCi (s. Kap. 3.3.2). Ferner wurden einige Schlammproben aus dem Hirschkanal ausgemessen, der unmittelbar an der Ostgrenze des KFZK entlangführt. In den Hirschkanal werden jährlich ca. 10^6 m^3 Kühlwasser und Regenwasser eingeleitet (siehe Abb. 7/14).

Die rund 50 untersuchten Bodenproben (Probenmaterial aus der ca. 10 cm dicken Oberflächenschicht unterhalb der Grasnarbe) stammen z.T. vom Betriebsgelände des KFZK (s. Abb. 7/16), z.T. aus der unmittelbaren Umgebung des KFZK und der benachbarten Ortschaften (siehe Abb. 7/14) und aus der Umgebung des im Bau befindlichen Kernkraftwerks Philippsburg (siehe Abb. 7/17).

Das Probenfrischvolumen betrug bei allen Schlamm- und Bodenproben ca. 1 l. Nach Trocknung und Homogenisierung des Probenmaterials wurden unterschiedliche Teilmengen zur Bestimmung der α - und β -Gesamtaktivitätskonzentration mit Großflächendurchflußzählern und zur γ -spektroskopischen Untersuchung verwendet. Zur Bestimmung der spezifischen Aktivität der identifizierbaren Nuklide wurden Eichstandards in probengleicher Geometrie aus Lösands hergestellt. Die γ -spektroskopischen Untersuchungen erfolgten in der Mehrzahl mit Hilfe eines $3,5'' \times 4,5''$ NaJ(Tl)-Kristalls und in Einzelfällen mit einem GeLi-Detektor bei 1000 min Meßzeit.

Die Meßergebnisse der Schlammproben aus dem Altrhein wurden in den Tabellen 7/11, 7/12 und 7/13 zusammengestellt. Tab. 7/11 enthält die Ergebnisse der vom Ufer aus genommenen Schlammproben. Die Stelle Nr. 8 liegt knapp 1 km oberhalb der Einmündung des Abwasser-Vorflutkanals und kann deshalb als Referenzstelle angesehen werden. Während sich die Bruttoaktivität praktisch nicht von den anderen ufernahen Proben unterscheidet, liegt die spezifische ^{137}Cs -Aktivität eine Größenordnung niedriger als die der anderen Proben.

Probenahmestelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.						
	a_α	a_β	Aktivitäts- verhältnis a_β/a_α	^{40}K	^{137}Cs	^{134}Cs	$^{106}\text{Ru/Rh}$
6	5	27	5,4	18	8,1	1,0	3,7
7	14	28	2,0	19	4,8	0,4	1,9
9	14	34	2,4	-	4,7	-	-
10	7	23	3,3	-	1,7	-	-
8	12	30	2,5	19	0,3	-	-

Tab. 7/11 Spezifische Aktivität von Schlammproben vom Altrheinufer (Lage der Probenahmestellen, s. Abb. 7/15, Probenahme im April 1974)

Ein völlig anderes Bild ergibt sich, wenn man Proben untersucht, die vom Boot aus in deutlichem Abstand vom Ufer genommen wurden. Während sich die α -Aktivität a_α auch hier nicht signifikant von den Meßwerten an den Referenzstellen (Nr. 8 und 25) unterscheidet (eine Folge der außerordentlich niedrigen α -Aktivitätskonzentration der Abwässer, die 1974 stets unter $0,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ci/m}^3$ lag), liegt die spezifische β -Gesamtaktivität a_β mit rund 50 pCi/g Tr. im Mittel fast doppelt so hoch wie am Ufer. Für das Verhältnis $a_\beta:a_\alpha$ ergibt sich ein mittlerer Wert von 4,5 (s. Tab. 7/12).

Der Einfluß der Abwasseraktivitätseinleitungen wird an den ^{137}Cs -Aktivitätskonzentrationen der in Tab. 7/13 aufgeführten Proben besonders deutlich. Der Mittelwert der spezifischen ^{137}Cs -Aktivität ergibt sich zu rund 27 pCi/g Tr. Dieser Wert entspricht etwa dem 6-fachen Betrag der in den Uferproben gefundenen ^{137}Cs -Werte. Für die 14 Anfang September 1974 vom Boot aus genommenen Schlammproben erhält man aus den in Tab. 7/13 notierten ^{137}Cs - und

^{134}Cs -Meßwerten ein mittleres Aktivitätsverhältnis $a(^{137}\text{Cs}):a(^{134}\text{Cs})$ von rund 8. Dieser Wert stimmt gut mit dem entsprechenden Aktivitätsverhältnis überein, das sich aus der Abwasser-Monatsmischprobe für den Monat August zu 7,1 ergab.

Probenahmestelle Nr.	spezifische Aktivität a in pCi/g Tr.		Aktivitäts- verhältnis a_{β}/a_{α}
	a_{α}	a_{β}	
24	14	59	4,4
23	5	37	7,6
22	7	32	4,6
20	17	76	4,4
21	10	38	3,7
18	17	71	4,3
19	12	59	4,8
17	6	31	5,2
16	18	74	4,2
15	11	29	2,6
12	8	35	4,3
13	11	54	5,1
14	10	44	4,6
11	11	47	4,5
25	6	21	3,8

Tab. 7/12 Spezifische α - und β -Gesamtaktivität von Schlammproben aus dem Altrhein (Lage der Probenahmestellen siehe Abb. 7/15, Probenahmefahrt mit dem Boot im Sept. 74)

Probenahmestelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.		Aktivitätsver- hältnis $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$
	^{137}Cs	^{134}Cs	
24	18	2,3	7,8
23	17	2,4	7,1
22	31	4,8	6,3
20	47	7,0	6,7
21	23	1,5	15,1
18	48	3,9	12,2
19	30	3,3	9,1
17	10	-	-
16	45	6,5	6,9
15	13	2,0	6,3
12	16	-	-
13	40	6,9	5,7
14	21	-	-
11	12	1,6	7,7

Tab. 7/13 Spezifische ^{137}Cs - und ^{134}Cs -Aktivität von Schlammproben aus dem Altrhein (Lage der Probenahmestellen siehe Abb. 7/15, Probenahmefahrt mit dem Boot im Sept. 74).

Betrachtet man die Einzelmeßwerte in den Tabellen 7/12 und 7/13 und die Lage der zugehörigen Probenahmestellen im Altrhein in Abb. 7/15 genauer, so erkennt man an den Aktivitätsprofilen quer zur Fließrichtung, daß die jeweils höchste Aktivitätskonzentration stets in der Flußmitte gefunden wurde. Das Längsprofil der Konzentrationsverteilung in Fließrichtung des Altrheins weist Maxima in ca. 1 bis 2 km Entfernung von der Einleitungsstelle der Abwässer auf.

Die in Tab. 7/14 dargestellten Meßergebnisse der Schlammproben aus dem Hirschkanal zeigen erhöhte Werte nur an der Probenahmestelle Nr. 1 (s. Abb. 7/14). Dieses Ergebnis entsprach der Erwartung (zwischenfallbedingte Kontamination der Regenwasserkanalisation). Die Probenahmestelle Nr. 3 liegt als Referenzstelle oberhalb der Kühl- und Regenwassereinleitungen.

Probenahmestelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.							
	a_{α}	a_{β}	Aktivitätsverhältnis a_{β}/a_{α}	^{40}K	^{137}Cs	^{134}Cs	Aktivitätsverhältnis $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$	$^{106}\text{Ru/Rh}$
1	16	198	12,4	30	89	13,4	6,6	10,6
4	5	26	5,2	23	6,4	1,0	6,4	1,9
2	3	20	6,7	22	4	0,6	6,6	1,4
5	6	29	4,8	24	6,4	0,8	8,0	1,4
3	9	26	2,9	19	0,2	-	-	-

Tab. 7/14 Spezifische Aktivität von Schlammproben aus dem Hirschkanal (Lage der Probenahmestellen siehe Abb. 7/14, Probenahme im April 1974).

Die Untersuchung der Bodenproben wurde mit Proben vom Betriebsgelände des KFZK begonnen. Der Nahbereich der Dekontaminationsbetriebe und des Zwischenlagers für radioaktive Abfälle war dabei von besonderem Interesse. Der in Abb. 7/16 eingezeichnete Kreis der Probenahmestellen umschließt den genannten Bereich. Die Meßergebnisse zeigt Tab. 7/15. Lediglich an einer einzigen Stelle (Probenahmestelle Nr. 3 in unmittelbarer Nähe der Veraschungsanlage innerhalb des Betriebsgeländes) wurden herausragende α - und β -Gesamtaktivitätsmeßwerte gefunden. Sie betragen das 3- bzw. 4-fache der Durchschnittswerte der übrigen 16 Proben. Die arithmetischen Mittelwerte der spezifischen α - und β -Aktivität dieser 16 Proben betragen $\bar{a}_{\alpha} = 5,4$ pCi/g Tr. und $\bar{a}_{\beta} = 22,4$ pCi/g Tr. Die Schwankungsbreite der Einzelmeßwerte ist mit 4 pCi/g Tr. außerordentlich gering! Das Aktivitätsverhältnis $a_{\beta}:a_{\alpha}$ ergibt sich im Mittel zu 4,5. Der Anteil der spezifischen ^{40}K -Aktivität beträgt im Mittel mit 15 pCi/g Tr. rund 67 %.

Diese für die Proben aus dem Betriebsgelände des Kernforschungszentrums Karlsruhe ermittelten Ergebnisse sind mit den Meßwerten der Bodenproben Nr. 18 bis 33 aus der näheren Umgebung praktisch identisch (s. Tab. 7/16 und Abb. 7/14)! Die spezifische ^{137}Cs -Aktivität bewegte sich zwischen 0,05 und 0,25 pCi/g Tr.

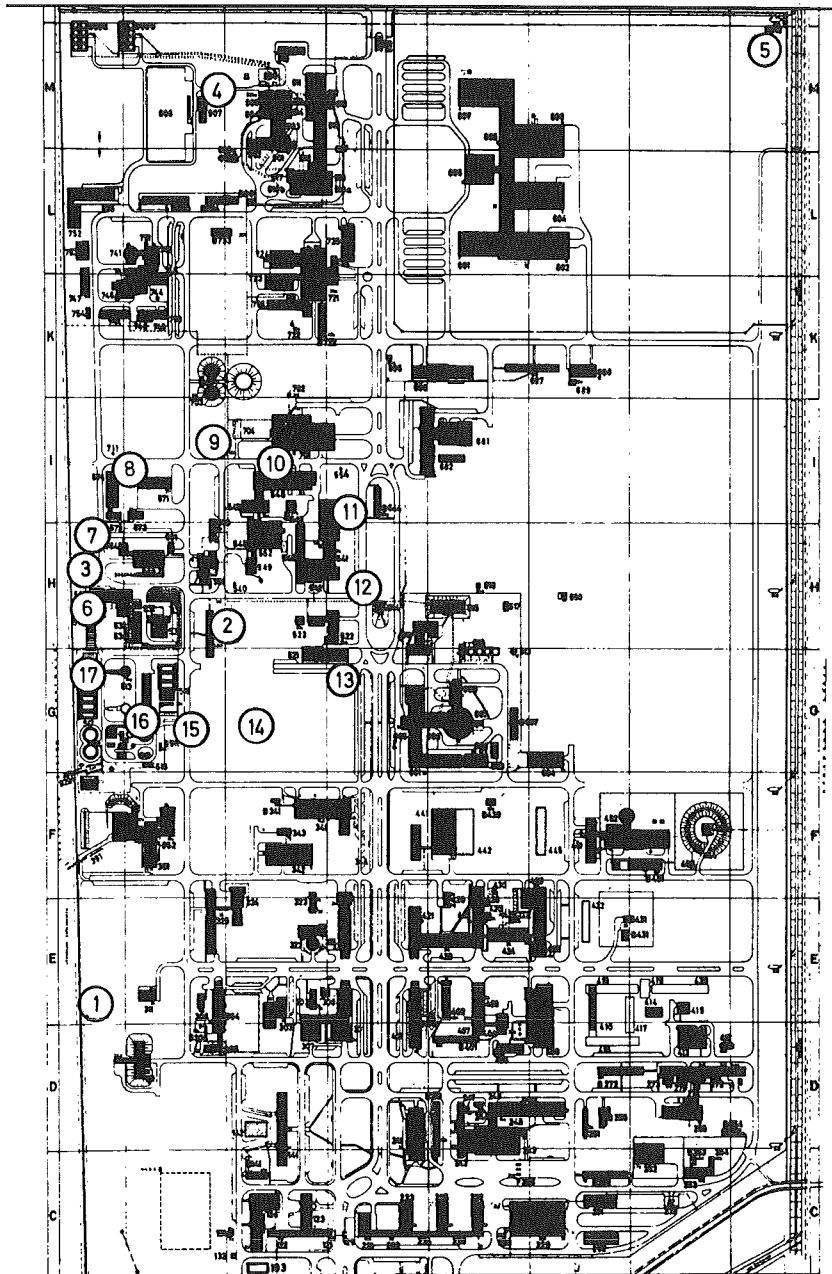


Abb. 7/16 Lageplan der Boden-Probenahmestellen im Bereich der Dekontaminationsbetriebe des Kernforschungszentrums Karlsruhe

Probenahme- stelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.					
	a_α	a_β	Aktivitäts- verhältnis a_β/a_α	^{40}K	$a_\beta - \overline{^{40}\text{K}}$ *	$^{106}\text{Ru/Rh}$
1	7	23	3,3	15	8	-
2	5	23	4,6	17	8	-
3	16	86	5,4	11	71	-
4	7	23	3,3	16	8	-
5	5	23	4,6	18	8	-
6	3	26	8,7	15	11	0,8
7	5	20	4,0	19	5	-
8	5	24	4,8	14	9	-
9	4	22	5,5	16	7	-
10	4	24	6,0	16	9	-
11	5	22	4,4	14	7	1,1
12	5	20	4,0	13	5	3,2
13	7	23	3,3	13	8	-
14	5	21	4,2	16	6	3,2
15	6	25	4,2	14	10	1,1
16	7	20	2,9	15	5	0,8
17	6	20	3,3	12	5	1,3

* $\overline{^{40}\text{K}}$ = 15 pCi/g Tr. (Mittelwert der ^{40}K -Werte von Spalte 4)

Tab. 7/15 Spezifische Radioaktivität von Bodenproben aus der unmittelbaren Umgebung der Dekontaminationsbetriebe und des Lagers für radioaktive Abfälle des Kernforschungszentrums Karlsruhe (Probenahme: Mai/Juni 1974, Lageplan siehe Abb. 7/16)

(a)	Probenahme- stelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.					
		a_α	a_β	Aktivitäts- verhältnis a_β/a_α	^{40}K	$a_\beta - \overline{^{40}\text{K}}$ *	^{137}Cs
18	6	21	3,5	17	4	0,07	
19	6	24	4	16	7	0,06	
20	5	20	4	18	3	0,18	
21	5	20	4	17	3	0,2	
22	4	20	5	16	3	0,18	
23	6	21	3,5	16	4	0,15	
24	8	25	3,1	16	8	0,24	
25	6	26	4,3	15	9	0,11	

(b)	Probenahme- stelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.					
		a_α	a_β	Aktivitäts- verhältnis a_β/a_α	^{40}K	$a_\beta - \overline{^{40}\text{K}}$ *	^{137}Cs
26	6	21	3,5	18	4	-	
27	8	21	2,6	17	4	-	
28	3	21	7	18	4	-	
29	6	21	3,5	17	4	-	
30	9	22	2,4	16	5	-	
31	8	28	3,5	16	11	-	
32	3	22	7,3	17	5	-	
33	5	25	5	20	8	-	

* $\overline{^{40}\text{K}}$ = 17 pCi/g Tr. (Mittelwert der ^{40}K -Werte von Spalte 4)

Tab. 7/16 Spezifische Aktivität von Bodenproben aus der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe (Lageplan siehe Abb. 7/14)

- (a) Probenahmering um das Kernforschungszentrum im Abstand von ca. 1 km (April 1974)
- (b) Nachbarortschaften (Juli 1974)

Für die Bodenproben von Mais-, Weizen- und Zuckerrübenäckern aus der Umgebung des im Bau befindlichen Kernkraftwerkes Philippsburg (s. Abb. 7/17) ergaben sich für die spezifische β -Aktivität im Mittel um 18 % und für die spezifische α -Aktivität um 88 % höhere Werte (s. Tab. 7/17, Teil (b)). In einem Fall (s. Probenahmestelle Nr. 44) betrug die spezifische β -Aktivität das 8-fache des Durchschnittswertes. Diese Ergebnisse boten den Anlaß für die Untersuchung des Radioaktivitätsgehalts der in diesem Gebiet verwendeten Kunstdüngersorten. Das Ergebnis war überraschend (s. Tab. 7/17, Teil (a)). Der α -Aktivitätsgehalt der verschiedenen Kunstdüngerproben lag zwischen rund 0,2 und 70 pCi/g Tr., der β -Aktivitätsgehalt zwischen $< 0,5$ und 250 pCi/g Tr. Diese Konzentrationswerte liegen um den Faktor 50 unter bzw. um Faktoren 7 bis 10 über den Durchschnittswerten der spezifischen Aktivität der Ackerböden! Diese Stichproben zeigen, daß zur Beurteilung des Radioaktivitätsgehalts landwirtschaftlich genutzter Böden eine parallel laufende Untersuchung des Aktivitätsgehalts der verwendeten Kunstdüngersorten unerläßlich ist.

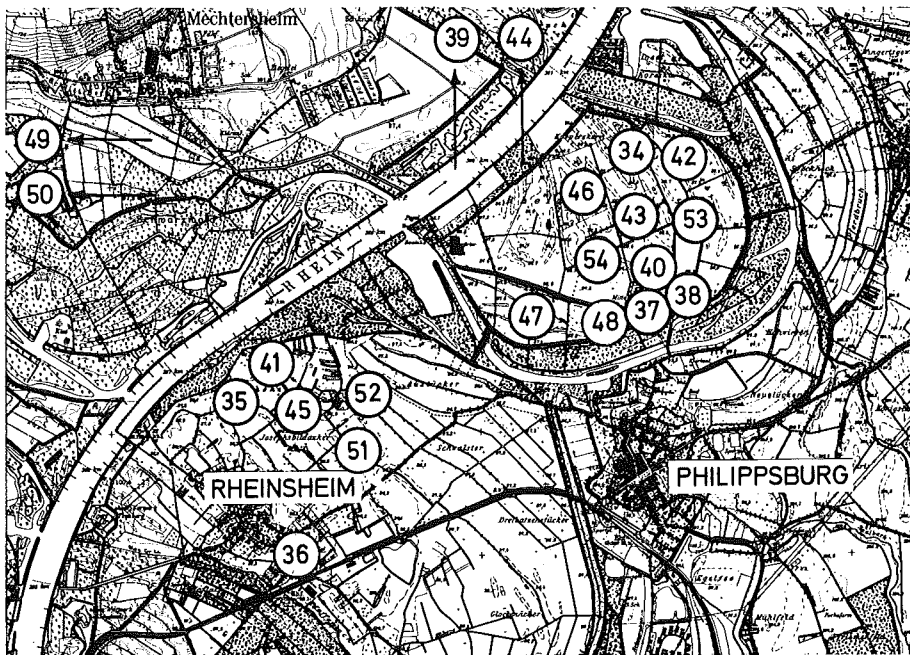


Abb. 7/17 Lageplan der Boden- und Kunstdüngerproben aus der Umgebung des Kernkraftwerkes Philippsburg

(a)	Probenahmestelle Nr.	spezifische Aktivität in pCi/g Tr.		Aktivitätsverhältnis a_{β}/a_{α}
		a_{α}	a_{β}	
	34	1	4	4,0
	35	56	248	4,4
	36	69	222	3,2
	37	0,5	1	2,0
	38	0,2	$< 0,5$	$< 2,5$
	39	9	27	3
	40	1	6	6

(b)	41	14	26	1,9
	42	9	29	3,2
	43	9	26	2,9
	44	46	204	4,4
	45	12	31	2,6
	46	6	26	4,3
	47	12	23	1,9
	48	12	24	2,0

Tab. 7/17 Spezifische Aktivität von Proben aus der Umgebung des Kernkraftwerkes Philippsburg (im Bau)

(a) Kunstdüngerproben

(b) Bodenproben von landwirtschaftlich genutzten Böden (Weizen, Mais, Zuckerrüben)

Probenahme: August 1974, Lageplan siehe Abb. 7/17

8. *Bibliographie, Beratertätigkeit*8.1 Veröffentlichungen 1974

- [1] Burgkhardt, B.; Piesch, E.
Energieabhängigkeit direkt ablesbarer Taschenionisationskammern unter Berücksichtigung energiearmer Röntgen- und Betastrahlung.
Kerntechnik, 16 (1974) S. 360-64
- [2] Burgkhardt, B.; Piesch, E.; Buijs, K.; Vaane, J.P.; Schrod, H.
Dosimeter.
OS 2 228 871 (3.1.1974)
Belgien 800 441 (29.6.1973)
- [3] Comper, W.; Kluger, W.; Hild, W.
Temperature profiles in salt caverns filled with bituminized radioactive residues.
Waste Management Research Abstracts, No 9 (1974) S. 55-56
- [4] Hübschmann, W.
Ausbreitung radioaktiver Stoffe mit der Luft.
Vortrag beim Bundesgesundheitsamt Berlin, Berlin, 19. November 1974
- [5] Hübschmann, W.
Action Levels for Accidental Cases.
Expert Meeting on Radiation Protection and Nuclear Safety, Mexico,
December 2-11, 1974
- [6] Hübschmann, W.
On-line Assessment on the Consequences of Nuclear Accidents.
Expert Meeting on Radiation Protection and Nuclear Safety, Mexico,
December 2-11, 1974
- [7] Hübschmann, W.; Nagel, D.
ISOLA - Ein FORTRAN IV-Programm zur Berechnung der langfristigen Dosisverteilung
in der Umgebung kerntechnischer Anlagen.
KFK-2002 (Juli 74)
- [8] Hübschmann, W.; Thomas, P.
Radiological Impact on the Environment by Intermittent Gaseous Effluents from
Fuel Reprocessing Plants.
Symposium on Siting of Nuclear Facilities, Wien, December 9-13, 1974
- [9] Kiefer, H.
Strahlenschutz geht alle an.
Sicherheit im öffentlichen Dienst, Nr. 3 (1974) S. 6-7
- [10] Kiefer, H.
Strahlenbelastung durch Kernkraftwerke.
Vortrag vor der Medizinischen Gesellschaft Düsseldorf, Düsseldorf 13. Nov. 1974

- [11] Kiefer, H.; Koelzer, W.
Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit.
Jahresbericht 1973; KFK-1973 (April 74)
- [12] Kiefer, H.; Koelzer, W.; Stäblein, G.
Results of Measurements Relating to the Population Dose.
IAEA-Seminar on Radiological Safety Evaluation of Population Doses and Application
of Radiological Safety Standards to Man and the Environment, Portoroz, Yugoslavia,
May 20-24, 1974, AED-CONF-74-186-002
- [13] Koelzer, W.
Strahlenschutztechnische Umgebungsüberwachung im Kernforschungszentrum Karlsruhe.
U.S. Handelszentrum, Kerntechnik - Fachtagung, Frankfurt/Main, 18.-21. März 1974
AED-CONF-74-044-002
- [14] Koelzer, W.
Kernkraftwerke - Radioaktivität und Umwelt.
Die lebendige Gemeinde 17 (1974) S. 132-34
- [15] Koelzer, W.
Kernreaktoren und Entwicklungstendenzen in der Kernenergie.
Vortrag Volkshochschule Speyer, 19. September 1974
- [16] Koelzer, W.
Experience with Evacuation Drills at the Karlsruhe Nuclear Research Center;
EAES-Symposium on Emergency Organization in Nuclear Research Centers,
Petten 3.-4. Okt. 1974 (confidential)
- [17] Koelzer, W.
Sicherheit von Kernkraftwerken.
Informationsveranstaltung der Stadt Freistett zum Thema "Kernkraftwerke",
Freistett, 18. Oktober 1974
- [18] Koelzer, W.
Atomkerne und ihre Strahlung.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. Nov. 1974
- [19] Koelzer, W.
Röntgenstrahlung und Röntgenröhre.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. Nov. 1974
- [20] Koelzer, W.
Meßgeräte und Meßverfahren zum Nachweis ionisierender Strahlen.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. Nov. 1974
- [21] Koelzer, W.
1. Strahlenschutzverordnung; Röntgenverordnung.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. Nov. 1974
- [22] Koelzer, W.
Discharge Limits for Normal Operation of Nuclear Power Reactors in the
Federal Republic of Germany.
Expert Meeting on Radiation Protection and Nuclear Safety, Mexico, Dec. 2-11, 1974

- [23] Koelzer, W.
Occupational Doses Received During Typical Operations in Nuclear Installations.
Expert Meeting on Radiation Protection and Nuclear Safety, Mexico,
December 2-11, 1974
- [24] Koelzer, W.
The Nuclear Emergency Assistance Team.
Expert Meeting on Radiation Protection and Nuclear Safety, Mexico,
December 2-11, 1974
- [25] Kollmeier, W.; Piesch, E.; Burgkhardt, B.
Strahlenbelastung und klinische Erfahrungen mit dem Isotopen-Schrittmacher (^{238}Pu).
Internistenkongress, Wiesbaden, 22. April 1974
- [26] König, L.A. (Hrsg.)
Raum- und Abluftüberwachung auf Radioaktivität.
Kolloquium 15./16. November 1973, Kernforschungszentrum Karlsruhe.
KFK-1899 (März 1974)
- [27] König, L.A.; Schieferdecker, H.
Assessment of Uranium and Plutonium Body Burden, Methods and Techniques.
Atomic Energy Review, 12 (1974) S. 343-417
- [28] König, L.A.; Winter, M.
Umweltbelastung durch Tritium.
KFK-Nachrichten, 6 (1974) Nr. 3, S. 33-38
- [29] König, L.A.; Piesch, E.; Winter, M.
Die γ -Strahlenbelastung der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe.
Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Helgoland, 23.-28. Sept. 1974
- [30] König, L.A.; Wilhelm, J.G.; Dillmann, H.G.
Continuous Sampling for Detection of Water Bound Tritium in Exhaust Air.
OECD-NEA-Seminar on the Monitoring of Radiactive Effluents, Karlsruhe,
May 14-17, 1974. AED-CONF-74-157-006
- [31] Möhrle, G.
Strahlenschutzmedizinische Überwachung an Kernkraftwerken.
Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V., Arbeitstagung der Sektion
Energieversorgungsunternehmen und Wasser, Essen, 22.-24. April 1974
- [32] Möhrle, G.
Aufgaben und Verpflichtungen des ermächtigten Arztes.
15. Jahrestagung der Vereinigung Deutscher Strahlenschutzärzte über
"Der ermächtigte Arzt im Sinne der Strahlenschutzgesetzgebung", Karlsruhe,
14./15. Juni 1974. AED-CONF-74-221-001
Strahlenschutz in Forschung und Praxis (im Druck)
- [33] Möhrle, G.
Das genetische und somatische Strahlenrisiko bei der natürlichen und zivili-
satorischen Strahlenexposition.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. November 1974

- [34] Möhrle, G.
Die Dekontamination der Haut.
Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Wissenschaftliches Kolloquium über die medizinische Überwachung von Arbeitern, die ionisierenden und nicht-ionisierenden Strahlungen ausgesetzt sind, Brüssel, 28.-29. November 1974
- [35] Möhrle, G.
Strahlenschäden, Erkennung und Behandlung, Maßnahmen bei Störfällen.
Kurs für Röntgendiagnostik der Ärztekammer Niedersachsen, Hannover, 6.-8. Dezember 1974
- [36] Nagel, D.; Thomas, P.
Aufbereitung der meteorologischen Daten und Beschreibung der Datenträger.
KFK-1948 (April 74)
- [37] Nester, K.; Thomas, P.
Experimente zur Bestimmung der lokalen atmosphärischen Ausbreitung von Schadstoffen.
KFK-Nachrichten, 6 (1974) Nr. 2, S. 28-31
- [38] Piesch, E.
Festkörperdosimetrie - 10 Jahre Routineeinsatz und Entwicklung.
Kerntechnik, 16 (1974) S. 71-81
KFK-2014 (Februar 74)
- [39] Piesch, E.
Geräte und Meßmethoden für die Strahlenschutzüberwachung an Röntgen- und Gamma-bestrahlungsanlagen.
Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Remscheid, 6.-7. Juni 74
- [40] Piesch, E.
Strahlenbelastung durch implantierte Herzschrittmacher mit ^{238}Pu -Nuklidbatterien.
Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Helgoland, 24-27. Sept. 1974
- [41] Piesch, E.; Burgkhardt, B.
Nuclear Accident Dosimetry Measurements at the Third IAEA Intercomparison Vinca, Yugoslavia, May 1973.
KFK-1971 (April 1974)
- [42] Piesch, E.; Burgkhardt, B.
An LiF Albedo Neutron Dosimeter for Personnel Monitoring in Mixed Radiation Fields.
4. International Conference on Luminescence Dosimetry, Krakow/Pol., Aug. 27-31, 1974
AED-CONF-74-429-003
- [43] Piesch, E.; Burgkhardt, B.
Measurements on Fast Neutron Sources with Low Emission Rate.
2. Symposium über Neutronendosimetrie in Biologie und Medizin, Neuherberg, 30. September - 4. Oktober 1974
AED-CONF-74-509-011
- [44] Piesch, E.; Burgkhardt, B.
Verfahren zur Bestimmung des Dosiswertes von Neutronen.
OS 2 260 094 (12.6.1974)

- [45] Piesch, E.; Burgkhardt, B.; Kollmeier, W.
In-vivo Measurement of the Gamma and Neutron Dose Rate on Patients with ^{238}Pu
Pacemakers Implanted.
KFK-1851 (Juni 74)
- [46] Piesch, E.; Burgkhardt, B.; Sayed, A.M.
Supralinearity and Reevaluation of TLD 600 and TLD 700 in Mixed Neutron and
Gamma Fields.
4. International Conference on Luminescence Dosimetry, Krakow/Pol., Aug. 27-31, 1974
AED-CONF-74-429-004
- [47] Piesch, E.; Jahn, W.
Meßelement zum Nachweis und zur Bestimmung der Strahlendosen von Gammastrahlen und
Neutronen.
OS 2 229 962 (10.1.1974)
- [48] Piesch, E.; Sayed, A.M.
Depth Dose Distribution Measurements and Attenuation for a ^{252}Cf Source.
2. Symposium über Neutronendosimetrie in Biologie und Medizin, Neuherberg,
30. September - 4. Oktober 1974
AED-CONF-74-509-012
- [49] Piesch, E.; Sayed, A.M.
Latent Fading in Solid-State Track Etching Detectors.
Nuclear Instruments and Methods, 119 (1974) S. 367-71
- [50] Sayed, A.M.; Piesch, E.
Study of the Latent Fading of NTA Film and Track Etching Detectors at Various
Temperatures and Humidities.
KFK-2032 (August 74)
- [51] Schüttelkopf, H.; Fessler, H.
Schnelle Radiojodabtrennung aus Abwasserproben und Bestimmung der Neutronenaktivierung.
KFK-2024 (August 74)
- [52] Süß, F.; Thomas, P.
On-line Datenerfassung und Datenaufbereitung in einer Kopplung meteorologischer
Turm-PDP-8/I-CALAS-System.
KFK-1934 (April 74)
- [53] Stäblein, G.
Praktischer Strahlenschutz.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. November 1974
- [54] Stäblein, G.
Eigenschaften der Strahlenarten.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. November 1974
- [55] Stäblein, G.
Strahlenschutzaufgaben in Notfallsituationen.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. November 1974

- [56] Stäblein, G.
Einheiten der Strahlenmeßtechnik.
Sicherheitsschulung im Strahlenschutz, IBM-Böblingen, 6.-7. November 1974
- [57] Winter, M.
Die Überwachung der radioaktiven Abwässer am Kernforschungszentrum Karlsruhe.
OECD-NEA-Seminar on the Monitoring of Radioactive Effluents, Karlsruhe,
May 14-17; 1974
AED-CONF-74-157-021
- [58] Beitrag zu:
Gesellschaft für Kernforschung mbH (Hrsg.)
Projekt Nukleare Sicherheit
2. Halbjahresbericht 1973
KFK-1908 (April 74)
- [59] Beitrag zu:
Gesellschaft für Kernforschung mbH (Hrsg.)
Projekt Nukleare Sicherheit
1. Halbjahresbericht 1974
KFK-2050 (August 74)

8.2 ASS-Berichte 1974, unveröffentlicht

H.-P. Amann

Untersuchung der Supralinearität bei LiF-Dosimetern

J. Bogen; I. Hofmann; H. Kreiselmaier

Abschätzung der Strahlenbelastung beim Abbau von Uranerz in Menzenschwand
(Ergebnisse der 1. und 2. Meßfahrt)

B. Burgkhardt; H. Werle

Messung der γ -Heizung im SNR 300 im Nulllastbereich mit RPL-Gläsern

W. Comper

Berechnung der Strahlendosis infolge Inkorporation von Edelgasen

H. Dilger

Bestimmung der atmosphärischen Diffusionskategorien nach den Vertikalfluktuationen
der Vektorfahne bzw. dem Temperaturgradienten und der Windgeschwindigkeit

H. Grupe

Der Streit um die Wertsysteme; Tagung der Evangelischen Akademie Baden in Bad Herrenalb
vom 11. bis 12.1.1974

H. Grupe

Bericht über Aufgaben und Tätigkeit des Referates Kernenergie und Öffentlichkeit
vom 1. Mai 1973 bis 30. April 1974

W. Hübschmann

Physikalische und biologische Umwelteinflüsse durch Kühlsysteme und die Ableitung von Abwärme aus Kernkraftwerken; IAEA/ECE-Symposium, Oslo, 26.-30.8.1974

W. Hübschmann; D. Nagel; D. Papadopoulos

Berechnung der Strahlenbelastung in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe

W. Hübschmann; D. Nagel; D. Papadopoulos

Berechnung der Strahlenbelastung in der Umgebung des Kernforschungszentrums Karlsruhe aufgrund des Abluftplanes 1975

W. Hübschmann; D. Papadopoulos

Messung der Gammadosisleistung der FR 2-Abluftfahne

H. Kiefer

Bericht über die Informationstagung der SVA "Sicherheit von Kernkraftwerken"; 25.-26. November 1974, Zürich-Örlikon

W. Koelzer

Bericht über das 3. Deutsche Atomrechtsymposium; 23.-24. Oktober 1974 in Göttingen

W. Koelzer

Schutz von Kernkraftwerken gegen äußere Einwirkungen; IRS-Fachgespräch, 30.-31. Okt. 1974 in Köln

W. Koelzer

Bericht über die Reaktortagung 1974; Berlin, 2.-5.4.1974

L.A. König

Strahlenschutz und Umwelt; Bericht über die Jahrestagung 1974 des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V. unter Beteiligung der Vereinigung Deutscher Strahlenschutzärzte e.V., Helgoland, 23.-28.9.1974

W. Neumann

Analyse der Zaundosis der Meßstelle 3 der Zählrohrmonitoranlage

W. Neumann; H. Schüler; M. Winter

Die Kontamination der Regenwasserkanalisation der Dekontaminationsbetriebe (ADB) und ihre Ursachen; Teil A: Geb. 548

K. Nester; S. Vogt

Bericht über die Meteorologentagung 1974; 27.3.-28.3.1974, Bad Homburg

E. Piesch

IV. International Conference on Luminescence Dosimetry; Krakau, 27.-31.8.1974

W. Reuble

Gefährliche Arbeitsstoffe am Arbeitsplatz; Lehrgang der Technischen Akademie Esslingen

A. Schmitt

Untersuchung des Hochdosis-Zählrohres Type 3G10 (LMT)

A. Schmitt; G. Stäblein

Bericht über die Sitzung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission; Rom,
14.-15.11.1974, Mailand 20.-21.11.1974

H. Schüttelkopf

Bericht über das Symposium on Environmental Surveillance around Nuclear Installations;
Warschau, Polen, 5.-9.11.1973

G. Stäblein

Strahlenschutzfachnormen

M. Steinlein; A. Schmitt

Jordankammer mit Netzbetrieb

W. Tachlinski; J. Hiller; W. Hübschmann; D. Nagel; W. Vogt, M. Winter

Bestimmung der atmosphärischen Ausbreitung von tritiiertem Wasserdampf und von
Difluordibrommethan in der Umgebung nach Abgabe über den Abluftkamin des FR 2;
Versuch Nr. 24 am 14.5.74

W. Tachlinski; J. Hiller; W. Hübschmann; D. Nagel; S. Vogt; M. Winter

Bestimmung der atmosphärischen Ausbreitung von tritiiertem Wasserdampf und von
Difluordibrommethan in der Umgebung nach Abgabe über den Abluftkamin des FR 2;
Versuch Nr. 25 am 9.7.74

S. Vogt

Statistische Auswertungen der Lufttemperatur bis 200 m Höhe

E. Windbühl

Unfallbericht 1973

M. Winter; D. Schwenke

Ergebnisse der Umgebungsüberwachung 1973

8.3 Beraterstätigkeit

Reaktorsicherheitskommission, Hauptausschuß

Reaktorsicherheitskommission, Unterausschuß "WAK"

Reaktorsicherheitskommission, Unterausschuß "Brennstoffverarbeitung"

Reaktorsicherheitskommission, Unterausschuß "Standortfragen"

Strahlenschutzkommission, Ausschuß "Medizin und Strahlenschutz"

Strahlenschutzkommission, Ausschuß "Notfallschutz in der Umgebung kerntechnischer
Anlagen"

Strahlenschutzkommission, Ausschuß "Strahlenschutztechnik"

- "Notfallschutz-Organisation", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Planungsrichtwerte/Abluft", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Planungsrichtwerte/Abwasser", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Radioökologie-Oberflächengewässer", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Biologische und medizinische Strahlenschutzprobleme", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Euratom-Grundnormen", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Grundsatzfragen zur meßtechnischen Erfassung von Ableitungen radioaktiver Stoffe in Luft und Wasser bei Kernkraftwerken", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Erhebungsmessungen zur Erfassung der derzeitigen Strahlenbelastung in Wohn- und Aufenthaltsräumen", ad hoc-Ausschuß des BMI
- "Arbeitsgruppe von Experten zur Erörterung der Neufassung der 1. Strahlenschutzverordnung", BMI
- "Erarbeitung von einheitlichen Meßvorschriften zur Ermittlung und Überwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken", Ausschuß des BGA, Berlin
- "Geräte für den Notfall und zur Störfallfolgenbeseitigung", Sachverständigenkreis des BMFT
- "Umschlossene Strahler", Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses Kerntechnik
- "Radioaktivitätsüberwachung der Luft", Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses Kerntechnik
- "Oberflächendekontaminationsverfahren", Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses Kerntechnik
- "Terminologie", Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses Kerntechnik
- "Strahlenschutzdosimeter", Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses Radiologie
- "Strahlungsmeßgeräte", Komitee der Deutschen Elektrotechnischen Kommission
- "Strahlenschutzmeßgeräte", Unterkomitee der Deutschen Elektrotechnischen Kommission
- "Strahlenschutzinstrumentierung", Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)
- "Meßgeräte zur Luftüberwachung auf radioaktive Stoffe", Arbeitsgruppe der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)
- "Personendosimetrie", Sachverständigenausschuß der Direktion Gesundheitsschutz der Kommission der Europäischen Gemeinschaften

Int. Coordination Committee for Research on the Natural Radiation Environment

"Messen meteorologischer Daten", Ausschuß der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft

"Praktische Anwendung der Ausbreitungsrechnung für radioaktive Substanzen", Ausschuß der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft

"Kühlturbetrieb" Unterausschuß der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft

"Ausbreitungsmodelle" Arbeitsgruppe der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft

Arbeitskreis "Strahlenschutzmeßtechnik", Fachverband für Strahlenschutz

Arbeitskreis "Medizin und Biologie", Fachverband für Strahlenschutz

Arbeitskreis "Arbeitsplatzüberwachung", Fachverband für Strahlenschutz

Arbeitskreis "Ausbildung", Fachverband für Strahlenschutz

Arbeitskreis "Umweltüberwachung", Fachverband für Strahlenschutz

Beirat der Zentralstelle für Atomkernenergie-Dokumentation (ZAED)

"Gesundheitliche Gefährdung durch Kernkraftwerke", ad hoc-Ausschuß des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesärztekammer

"Strahlenschutzärzte", Arbeitskreis der VDEW

"Erste Hilfe bei Strahlenunfällen", Arbeitskreis des Erste-Hilfe-Ausschuß des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften

"Merkblatt für Strahlenschutzüberwachung von Fremdfirmenpersonal in kerntechnischen Anlagen", Arbeitskreis der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik

"Sicherungsmaßnahmen an Maschinen", Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses Maschinenbau

"Bauliche Einrichtungen", Berufsgenossenschaftlicher Fachausschuß

"Kerntechnik", Arbeitskreis des berufsgenossenschaftlichen Fachausschusses Elektrotechnik

"Sicherheitstechnik", Arbeitskreis im Verein deutscher Sicherheitsingenieure