



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte
FZKA 5606

**Auflösung von
Strahlenschutzbereichen
und Freigabe von
Materialien im
Forschungszentrum
Karlsruhe**

H. Dilger
Hauptabteilung Sicherheit

Juni 1995

Forschungszentrum Karlsruhe

Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 5606

**Auflösung von Strahlenschutzbereichen und Freigabe von
Materialien im Forschungszentrum Karlsruhe**

Horst Dilger

Hauptabteilung Sicherheit

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

1995

Als Manuskript gedruckt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

ISSN 0947-8620

Zusammenfassung

Es wird über die durchgeführten Rückbaumaßnahmen des Forschungszentrums Karlsruhe berichtet. Dabei wird unterschieden zwischen Maßnahmen bei Forschungsreaktoren, Forschungsinstituten und Zentraleinrichtungen. Es werden die Freigabebedingungen und die Verfahren zum Freimessen von Materialien dargestellt. Des Weiteren werden die Methoden und Vorgehensweisen beim Freimessen von Kontrollbereichen und der Entlassung aus den atomrechtlichen Genehmigungen beschrieben. Es schließt sich eine tabellarische Zusammenfassung aller seither durchgeführten Maßnahmen an. Insgesamt wurden in den letzten 10 Jahren ca. 28 000 m² Kontrollbereiche umgewidmet. In dieser Zeit wurden jährlich einige 1000 Tonnen Materialien als gewöhnlicher Abfall oder zur schadlosen Wiederverwertung aus den Strahlenschutzbereichen des Forschungszentrums ausgeführt.

Lifting of Radiation Protection Areas and Clearance of Materials at the Karlsruhe Research Center

Abstract

This is a report about dismantling and removal activities performed at the Karlsruhe Research Center. A distinction is made between measures applied to research reactors, research institutes and central installations. The conditions of clearance and the techniques used in clearance measurements of materials are explained. Besides, the methods and procedures are described of clearance measurements of controlled areas and of release from licenses applicable under the Atomic Energy Act. All measures previously performed have been compiled in a table included in this report. A total of about 28,000 m² of controlled areas have been dedicated to a different use in the past decade. During that period, several thousand tons of materials per year were removed from the radiation protection areas of the Research Center either as ordinary scrap or for safe reuse.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	1
2. Rückbaumaßnahmen auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe	1
2.1 Allgemeines	1
2.2 Ablauf der Rückbaumaßnahmen	2
3. Freimessen von Gegenständen	7
3.1 Freigabebedingungen	7
3.2 Praktische Durchführung	9
4. Freimessen von Gebäuden	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Vorgehensweise	12
4.3 Abriß	13
5. Seither durchgeführte Auflösungen von Kontrollbereichen und Entlassungen aus dem Atomgesetz	14
6. Ausblick	16
Literaturverzeichnis	16

1. Einleitung

Im Zuge der Umstrukturierung von einem hauptsächlich kerntechnischen zu einem allgemein technisch orientierten Forschungszentrum wurde etwa ab dem Jahr 1985 begonnen, Strahlenschutzbereiche aufzugeben. Die betroffenen Räume oder Gebäude sollten meistens konventionell weiter benutzt und das seitherige Inventar entfernt werden. Gemäß der Strahlenschutzverordnung von 1976 müssen Räume, die einer anderen Nutzung zugeführt werden, dekontaminiert und auf Oberflächenaktivität kontrolliert werden. In diesem Bericht soll über die Vorgehensweise bei den seitherigen Umwidmungen von Räumen und bei der Abgabe von Materialien berichtet werden.

Materialien, die als Reststoffe aus atomrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen anfallen, können zur anderweitigen Nutzung nur durch eine atomrechtliche Genehmigung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen werden. Eine solche Genehmigung wurde der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) im Jahre 1983 erteilt. Darin sind eine Reihe von strahlenschutzmäßigen Kontrollmessungen hinsichtlich Oberflächenaktivität, massenspezifischer Aktivität und Oberflächendosisleistung vorgeschrieben.

Wegen dieser Vorgaben stellen die Strahlenschutzmessungen einen wichtigen Schritt bei der Umstrukturierung des Forschungszentrums Karlsruhe dar. Diese Messungen wurden überwiegend von der Abteilung Strahlenschutzüberwachung (HS/Ü) unter Zuhilfenahme der Abteilung Umweltschutz der Hauptabteilung Sicherheit (HS/US) und anderer interner Meßstellen bzw. fremder Betriebe durchgeführt.

2. Rückbaumaßnahmen auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe

2.1 Allgemeines

Im Rahmen dieses Berichts werden nur die tatsächlichen Rückbaumaßnahmen, nicht aber Abschalt- und Einschlußphasen beschrieben.

Nach dem Aufbau des Forschungszentrums Karlsruhe sind drei Gruppen von Institutionen zu unterscheiden:

- Forschungsreaktoren
- Forschungsinstitute
- Zentraleinrichtungen.

Der Rückbau verläuft bei diesen Einrichtungen jeweils verschieden ab.

Die Forschungsreaktoren werden im Rahmen von speziellen atomrechtlichen Genehmigungen stillgelegt, wobei jeder Schritt einzeln mit der Aufsichtsbehörde und dem hinzugezogenen Gutachter abgestimmt und genehmigt werden muß.

Am Schluß steht die Entlassung aus dem Gültigkeitsbereich des Atomgesetzes. Forschungsinstitute, die auf ein nicht kerntechnisches Forschungsthema überwechseln, vollziehen den Rückbau im Rahmen ihrer bestehenden atomrechtlichen Umgangsgenehmigung. Am Ende - nach der vollständigen Umwidmung der Kontroll- und Überwachungsbereiche in konventionelle Laborräume - wird die Genehmigung zurückgegeben. In Zentraleinrichtungen, wie Heiße Zellen im Institut für Radiochemie und bei der Hauptabteilung Versuchstechnik, werden im Rahmen ihrer bestehenden atomrechtlichen Umgangsgenehmigung Betriebsflächen eingeschränkt, periphere Hilfseinrichtungen abgebaut, die Zellen grob dekontaminiert und dann sicher eingeschlossen. Nach Abschluß der Rückbaumaßnahmen wird die atomrechtliche Umgangsgenehmigung durch eine neue ersetzt. In dieser neuen Genehmigung erstreckt sich der Umgang nur noch auf die in den Zellstrukturen sowie den Abluftkanälen und Abwasserleitungen haftenden Kontaminationen.

2.2 Ablauf der Rückbaumaßnahmen

2.2.1 Forschungsreaktoren

Der Rückbau wird nach Betriebsende im Rahmen von Projekten durchgeführt. Es werden umfangreiche Planungen und Genehmigungsunterlagen durch externe und interne Arbeitsgruppen erstellt. Der Rückbau fängt mit nicht kontaminierten Hilfsanlagen an. Die ausgebauten Anlagenteile müssen strahlenschutzmäßig überprüft werden und gelten nach Bestätigung der Kontaminationsfreiheit nicht mehr als radioaktive Stoffe. Danach werden kontaminierte oder aktivierte Anlagenteile in Kontrollbereichen ausgebaut. Diese Materialien werden als radioaktive Reststoffe an die HDB abgegeben und dort weiterbearbeitet. Gegebenenfalls können sie nach Dekontamination und strahlenschutzmäßiger Überprüfung ebenfalls als nicht radioaktive Stoffe abgegeben werden. Als letzter Schritt wird das Gebäude, sofern erforderlich, dekontaminiert und konventionell genutzt oder abgerissen. Als Grenzwerte für die Freigabe der Räume oder des Abbruchmaterials gelten dieselben Werte wie für Abgabe von Geräten und Einbauten, siehe Abschnitt 3.

Der Strahlenschutz muß frühzeitig in die Planung einbezogen werden, da die Messungen zeitaufwendig sind und den Ablauf der Rückbauarbeiten entscheidend beeinflussen. Um die Kosten zu minimieren, muß ein Optimum der Einflußfaktoren Abbaukosten, Dekontaminationskosten, Meßkosten für freizumessende Materialien und Endlagerkosten für radioaktive Abfälle gefunden werden. Im folgenden Abschnitt sind die geschätzten Kosten dieser einzelnen Verfahrensschritte für den Abbau schwach kontaminierten Materials mit Dekontamination und Freimessen vor Ort zusammengestellt.

Die Abbau-/Zerlegekosten belaufen sich je nach Material und Zerletechnik auf ca. 100 bis 800 DM/Mg. Dabei liegt das Sprengen von Beton beim unteren Wert, Kleinteile und Isoliermaterial beim oberen Wert. Die Dekontaminationskosten liegen je nach geometrischer Form und angewandten Verfahren zwischen 400 und 1000 DM/Mg, wobei Material mit einem geringen Oberflächen- zu Massenverhältnis und ebenen Flächen am billigsten zu bearbeiten ist. Die Freimeßkosten liegen bei Material, das nicht dekontaminiert werden muß und deshalb Rastermessungen möglich sind, bei 50 DM/Mg. Falls das Material dekontaminiert werden muß und deshalb flächendeckende Messungen erforderlich sind, steigen die Kosten auf ca. 200 DM/Mg an. Bei Massengütern, die in der Freimeßanlage ausgemessen werden können, liegen die Meßkosten vergleichbar bei ca. 250 DM/Mg. Die Preise von Dekontamination und Messen mit ca. 1000 DM/Mg müssen mit den Kosten für das kontrollierte Einschmelzen von ca. 3000 DM/Mg bzw. mit den Konditionierungs- und Endlagerkosten von ca. 5000 DM/Mg verglichen werden.

So zeigt sich, daß der Zeitaufwand für das Messen mit dem Ziel der Freigabe, evtl. mit vorgeschalteter einfacher Dekontamination, gerechtfertigt ist, da die Schmelz- oder Konditionierungs- und Endlagerkosten hoch sind. Sofern die Materialien wegen komplexer Geometrie oder höherer Kontamination zum Zerlegen und eventuell zum Dekontaminieren zur HDB gebracht werden, ist der Preisvorteil für das Freimessen nicht immer mehr gegeben. Diese Kosten betragen in den Anlagen der HDB je nach Nuklid und Geometrie zwischen 1000 und 4000 DM/Mg, so daß bei Metallen das Einschmelzen oft wirtschaftlicher als das Freimessen ist.

Die einzelnen Verfahrensschritte werden zeitlich geplant, so daß in der Regel terminkritische Arbeiten durch erhöhten Personaleinsatz beschleunigt werden können. Der Rückbau geht bis zur teilweisen Umnutzung (SNEAK), bis zum sicheren Einschluß des Reaktorkerns (FR2) oder bis zum geplanten Abriß der gesamten Anlagen (MZFR, KNK). In Abb. 1 ist der zeitliche Verlauf einer solchen Rückbaumaßnahme am Beispiel des MZFR dargestellt. Beachtenswert ist, daß sich das gesamte Verfahren über ca. 2 Jahrzehnte hinzieht.

2.2.2 Forschungsinstitute

Der Rückbau läuft parallel zum Weiterbetrieb des Instituts. Es werden einzelne Räume, Raumgruppen ausgeräumt oder Versuchsstände abgebaut. Die ausgebauten Apparate und Einrichtungen werden bei Kontamination oder Aktivierung als radioaktiver Reststoff an die HDB abgegeben. Material, das nach der Messung als nicht kontaminiert eingestuft wird, kann vom Strahlenschutzbeauftragten zur uneingeschränkten Verwertung oder zur gewöhnlichen Abfallbeseitigung freigegeben werden. Die Entsorgungswege sind im Abschnitt 3 beschrieben.

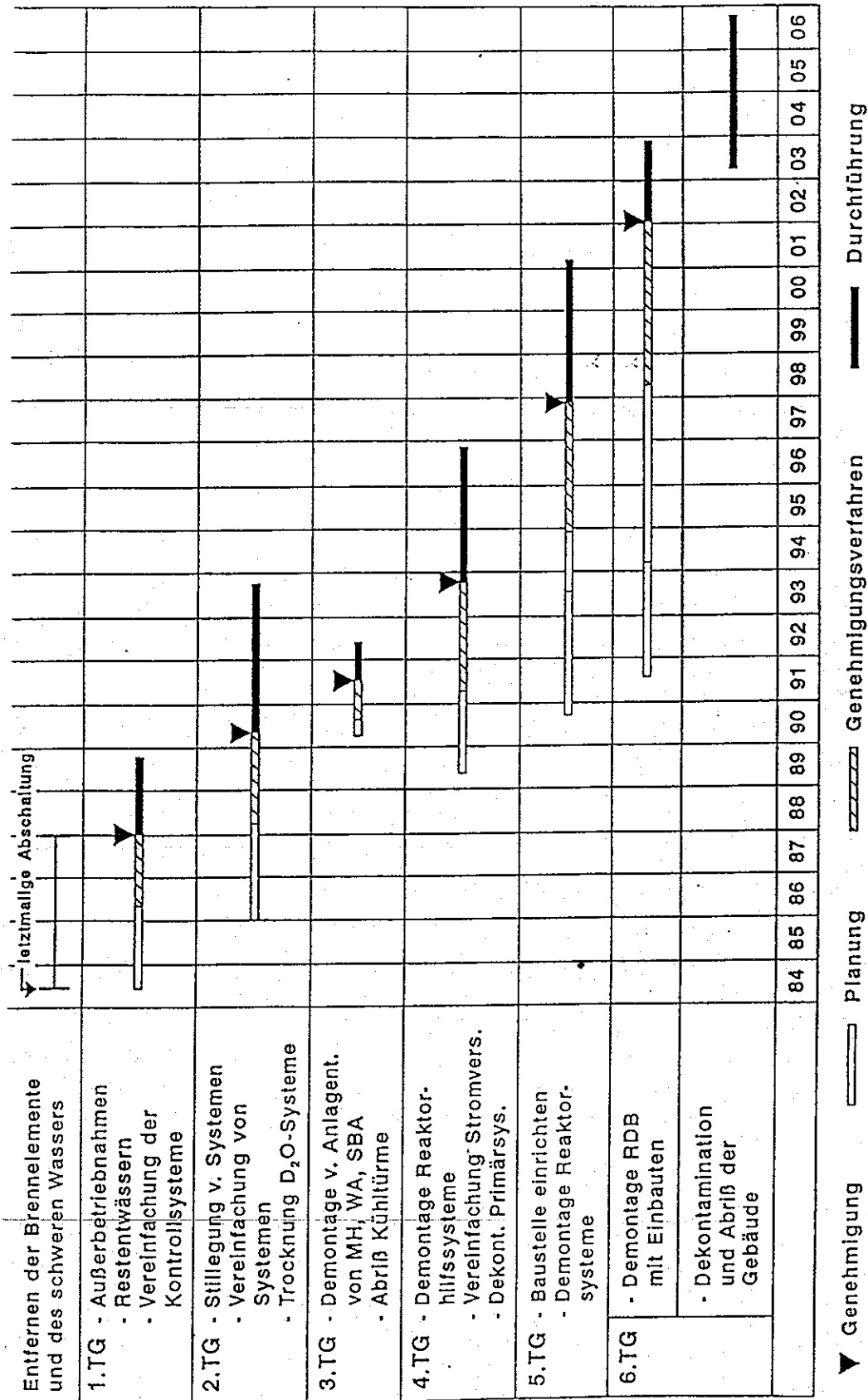


Abb. 1: Terminplan für die Beseitigung des MZFR

Nach dem Ausräumen der Räume erfolgt meistens ein Rückbau der Lüftung und des Abwassersystems aus Räumen, in denen mit α -Aktivität umgegangen wurde. Falls nur ein Umgang mit β -/ γ -Aktivität stattgefunden hatte, werden die Lüftungskanäle erforderlichenfalls dekontaminiert auf die Werte der Anlage IX Spalte 4 StrlSchV und die Abwasserleitungen gespült. Teilweise werden Aktivitäten auch in den Gebäudestrukturen belassen, weil ein Entfernen zu teuer wäre oder die Tragfähigkeit des Gebäudes beeinträchtigen könnte.

Beim Einsatz des Strahlenschutzes kann es zu Engpässen kommen, weil der Aus- und Abbau viel schneller durchgeführt werden kann, als die strahlenschutzmäßigen Kontrollmessungen. Ein Vorlauf der Strahlenschutzmessungen ist meistens nicht möglich, weil die Anlagen und Räume bis zum Schluß genutzt wurden. In Abb. 2 ist der zeitliche Verlauf von Abbau- und Strahlenschutz-Aufwand dargestellt.

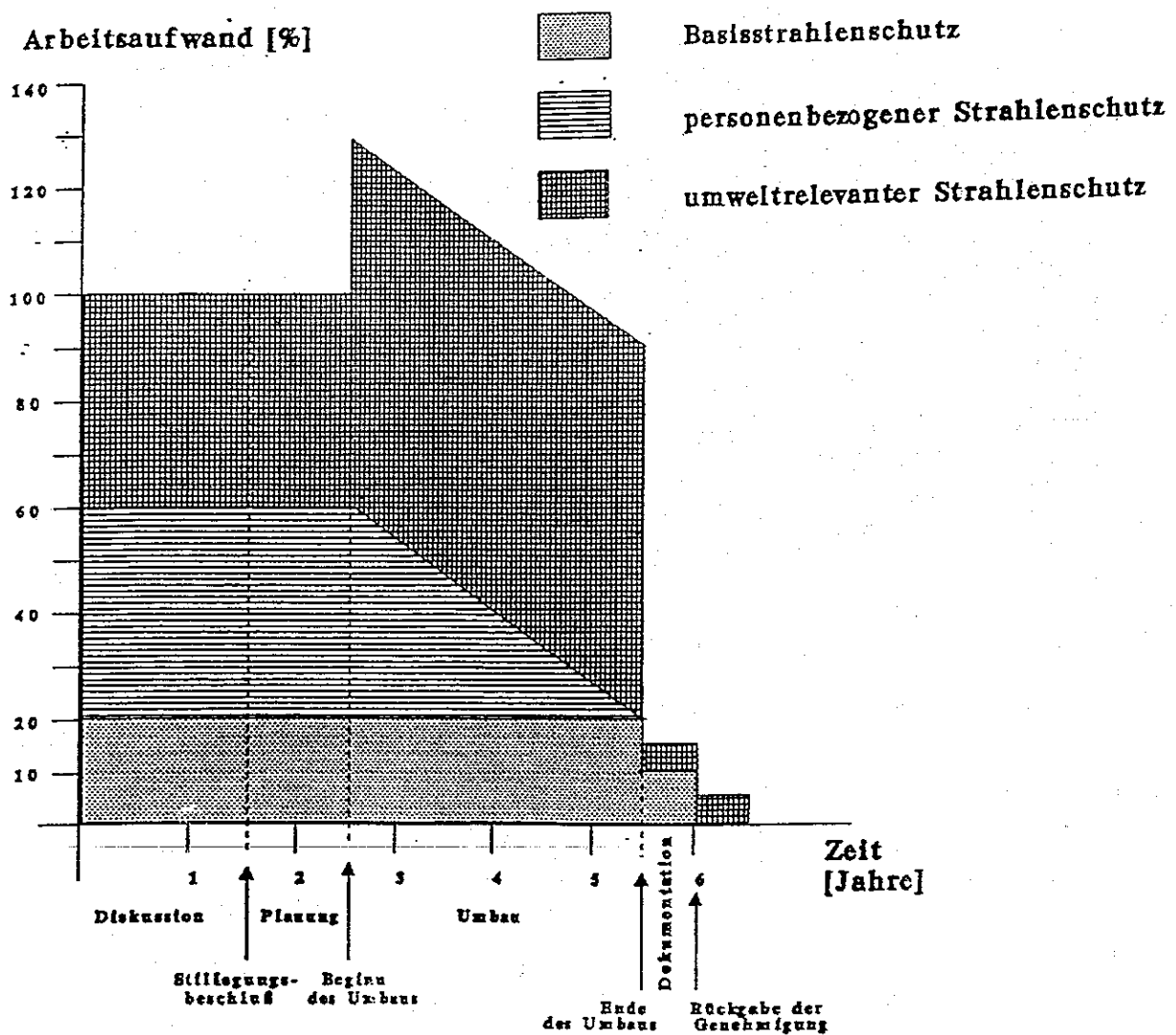


Abb. 2: Einsatz von Strahlenschutzpersonal während des Rückbaus von Forschungsinstituten (schematisch)

2.2.3 Zentraleinrichtungen

Es erfolgt eine Umnutzung einzelner Räume bei fortlaufendem Betrieb. Es findet kein Ausbau von Anlagenteilen statt, sie werden nur anders genutzt. Die Messungen des Strahlenschutzes sind nicht zeitkritisch. Es genügt relativ wenig Personal über eine längere Zeit. In Abb. 3 ist der zeitliche Verlauf des Strahlenschutzaufwands während des Freimessens dargestellt.

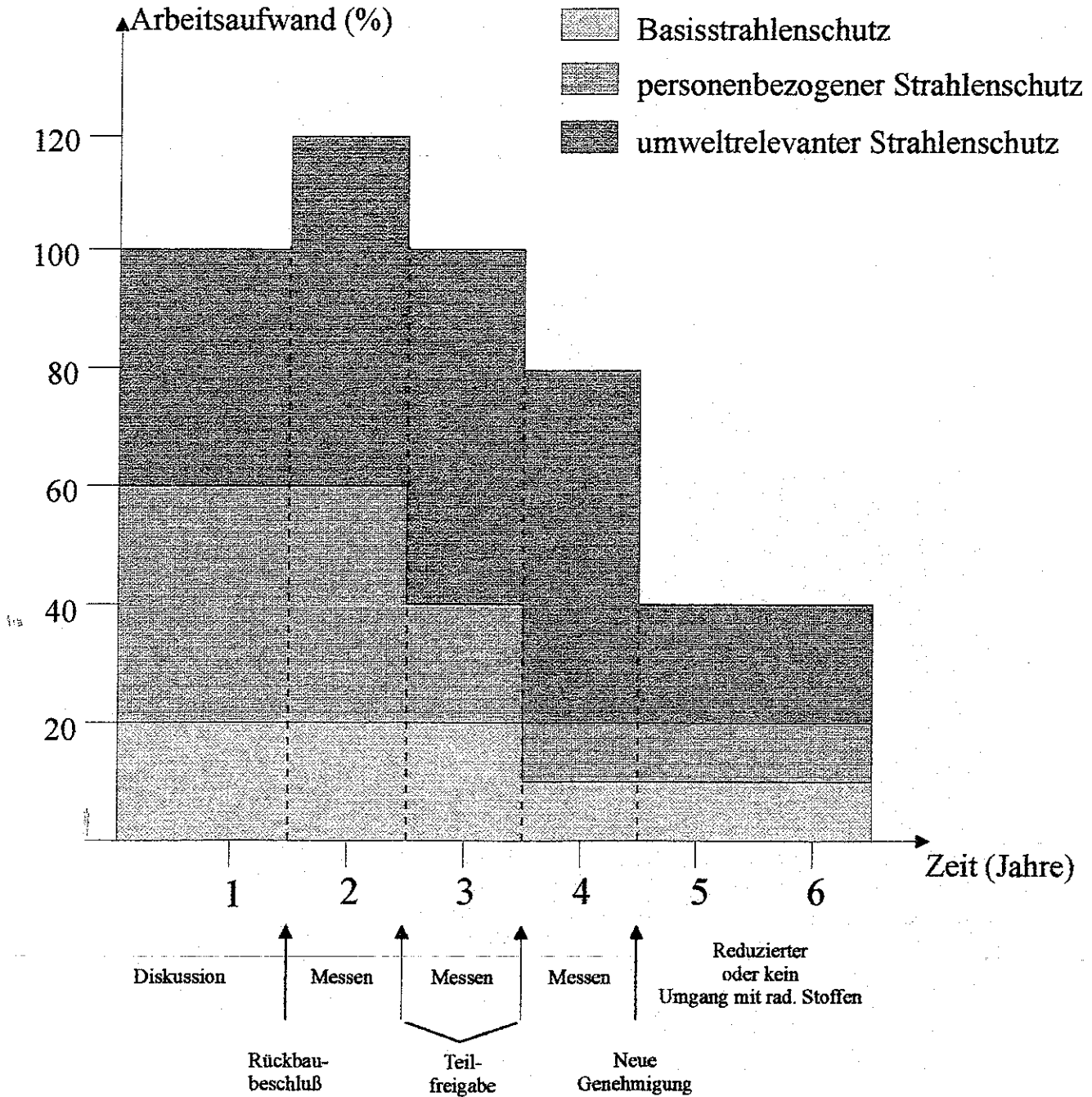


Abb. 3: Einsatz von Strahlenschutzpersonal zum Freimessen von Anlagenteilen in Zentraleinrichtungen (schematisch)

3. Freimessen von Gegenständen

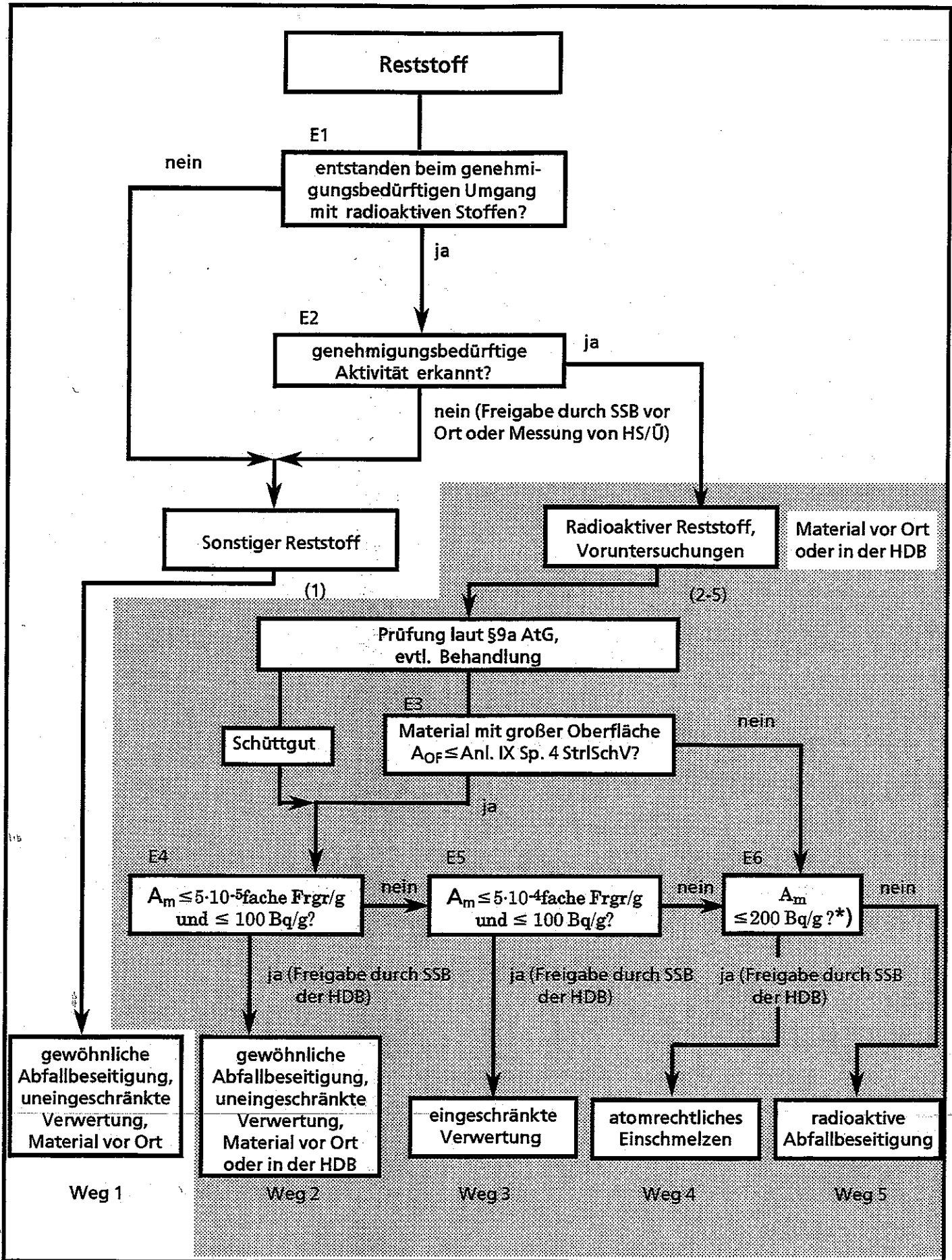
3.1 Freigabebedingungen

Für die uneingeschränkte Abgabe von Materialien als wiederverwertbare Reststoffe oder Abfälle aus dem Genehmigungsbereich des Atomgesetzes oder der Strahlenschutzverordnung hat das Forschungszentrum Karlsruhe für ihre Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe u.a. eine Genehmigung erhalten. In dieser Genehmigung sind Werte für die Oberflächenaktivität, die massenspezifische Aktivität und die Dosisleistung an der Oberfläche des Materials angegeben.

Bevor radioaktive Reststoffe vom zuständigen Strahlenschutzbeauftragten zur Verwertung bedingungslos freigegeben werden, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- a) Durch repräsentative Aktivitätsmessungen muß sichergestellt sein, daß die spezifische Aktivität das $5 \cdot 10^{-5}$ fache der Freigrenze nach Anlage IV Tabelle IV 1 Spalte 4 StrlSchV je Gramm unter Beachtung der Summenformel (Freigabewert) nicht überschreitet, und zwar
 - bei ausgebauten oder abgebauten Anlagenteilen und anderen festen Reststoffen gemittelt über die Masse der Einzelkomponenten, aber maximal über eine Masse von 10 kg bzw.
 - bei Flüssigkeiten und anderen homogenen Medien gemittelt über eine Masse von 1 kg.
- b) Durch repräsentative Kontaminationsmessungen muß bei festen Materialien sichergestellt sein, daß bei festen Reststoffen die an der Oberfläche haftende Aktivität gemittelt über 100 cm^2 an keiner Stelle folgende Werte überschreitet:
 - Bei Alphastrahlern, für die eine Freigrenze von $5 \cdot 10^3 \text{ Bq}$ festgelegt ist, $0,05 \text{ Bq/cm}^2$,
 - bei Betastrahlern und Elektroneneinfangstrahlern, für die eine Freigrenze von $5 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ festgelegt ist sowie für C-14, P-33, S-35, Ca-45, Fe-55, Ni-63, V-48, Mn-54, Co-58, Zn-65, Cr-51 und Pm-147: 5 Bq/cm^2 ,
 - bei sonstigen Radionukliden $0,5 \text{ Bq/cm}^2$.
- c) Die Dosisleistung darf an der Oberfläche der Reststoffe $0,5 \mu\text{Sv/h}$ nicht überschreiten.

Desweiteren werden Auflagen über die Meßhäufigkeit und die Dokumentation gemacht. In Abb. 4 sind die möglichen Abgabewege von Reststoffen mit Entscheidungspunkten dargestellt.



A_m massenspezifische Aktivität
Frgr Freigrenze nach Tab. IV 1 Spalte 4 StrlSchV

A_{OF} Oberflächenaktivität
*) Entscheidung nicht im Rahmen
der Genehmigung K95/83

NWG Nachweisgrenze
E Entscheidungspunkte

Verwaltung durch HDB

Abb. 4 Abgabewege nach Genehmigung K 95/83

Zuerst wird geprüft, ob Material aus genehmigungsbedürftigem Umgang kontaminiert ist (E2). Falls dies auf Grund von Kontrollmessungen ausgeschlossen wird, kann das Material vom örtlichen Strahlenschutzbeauftragten freigegeben werden.

Material, bei dem eine Kontamination erkannt wird, muß durch den Strahlenschutzbeauftragten der HDB freigegeben werden. Dabei kann Material, bei dem die Genehmigungsbedingungen voraussichtlich eingehalten werden, vor Ort verbleiben. Material, das mutmaßlich oberhalb der Genehmigungswerte kontaminiert ist, muß an die HDB abgegeben werden. Dort werden Voruntersuchungen zur Bestimmung der Anteile der einzelnen Radionuklide sowie ihrer geometrischen Verteilung vorgenommen. Das Material kann dort dekontaminiert und anschließend möglicherweise freigemessen werden.

Falls das Material nicht wirtschaftlich dekontaminiert werden kann oder aktiviert ist, aber die massenspezifische Aktivität unterhalb 200 Bq/g liegt, besteht die Möglichkeit, es in eine Gießerei mit einer atomrechtlichen Genehmigung zu bringen.

Falls die massenspezifische Aktivität von Metallen oberhalb 200 Bq/g oder bei Nichtmetallen oberhalb des Genehmigungswertes liegt, muß das Material zerkleinert oder verpreßt als radioaktiver Reststoff verarbeitet werden.

3.2 Praktische Durchführung

3.2.1 Nachweis der Aktivitätsfreiheit

Dieser Kontrolle wird nur Material mit großer Oberfläche unterzogen, das aufgrund seiner Herkunft nicht in der Nähe von Neutronenquellen war und mutmaßlich nicht kontaminiert wurde. Es werden direkte Oberflächenaktivitätsmessungen und Styroporwischprobennahme durchgeführt. Dabei ist pro 10 m² Oberfläche ein Meßpunkt zu wählen bzw. eine Wischprobe zu entnehmen. Falls keine Radioaktivität festgestellt wird, kann das Material uneingeschränkt weiterverwendet oder als normaler Abfall beseitigt werden.

3.2.2 Voruntersuchungen

3.2.2.1 Allgemeines

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Materialien mit großen Oberflächen (Bleche, Rohre, Träger, Einzelstücke) und schüttfähigen Materialien (Glaswolle, Kabelstücke, Bauschutt).

3.2.2.2 Ermittlung des relevanten Radionuklidgemischs

Anhand von Materialproben ist γ -spektroskopisch das relevante Radionuklidgemisch und gegebenenfalls für Materialien mit großer Oberfläche die Oberflächenaktivität mittels direkter und indirekter Messungen zu bestimmen. Dabei ist mindestens 1 Meßpunkt pro 10 m² bzw. 1 Meßprobe pro 1000 kg vorzusehen. Falls die spezifische β/γ -Aktivität $\leq 5 \cdot 10^{-5}$ fache der Freigrenze je Gramm und die spezifische Aktivität von Am 241 ≤ 5 mBq/g ist, gegebenenfalls die Oberflächenaktivitätswerte nach Anlage IX Spalte 4 der StrlSchV und die Meßwerte innerhalb einer Charge homogen*) sind, ist grundsätzlich eine Freigabe für die Wege 2 oder 3 möglich.

3.2.2.3 Ermittlung der Aktivitätsverteilung

Es ist zu ermitteln, ob an der Oberfläche des Materials eine lose gebundene Kontamination (z.B. Schmutz), eine fest haftende Kontaminationsschicht (z.B. Magnetischicht oder Ablagerungen) oder ein Anstrich ist und ob Aktivität im Volumen durch Aktivierung oder in Schweißnähten, Rissen, Bohrungen und Gewinden verteilt ist. Weiterhin ist festzustellen, welcher Anteil der Oberfläche der Messung zugänglich ist. Je nach Umfang der Feststellungen sind weitere Behandlungsschritte vorzunehmen. Lose gebundene Kontamination muß entfernt werden.

Rauhe Oberflächen führen zu einer Erniedrigung des Ansprechvermögens bei Oberflächenaktivitätsmessungen. Gegebenenfalls ist eine Polierung durchzuführen. Fest haftende Kontaminationsschichten mit α -Strahlern sind zu entfernen.

Anstriche auf Materialoberflächen, die möglicherweise α -kontaminiert waren, sind zu entfernen. Bei möglicherweise β -kontaminierten Oberflächen ist bei Oberflächenaktivitätsmessungen die Dicke des Anstrichs zu berücksichtigen. Bei aktiviertem Material ist bei der Berechnung der massenspezifischen Aktivität sowohl die Oberflächenaktivität als auch die Volumenaktivität zu berücksichtigen. Material mit Schweißnähten, Rissen, Bohrungen und Gewinden kann dann freigemessen werden, wenn der Aktivitätsanteil an diesen Stellen aufgrund von Abschätzungen kleiner 10 % der Gesamtaktivität ist. Material kann ebenfalls freigemessen werden, wenn aufgrund von Abschätzungen oder Wischprobenmessun-

*) Definition: Ein Meßwertekollektiv ist homogen, wenn sein Variationskoeffizient $v = s/A \leq 0,5$ ist. Dabei muß $n \geq 5$ sein

s Standardabweichung $s = \left(\sum_{i=1}^n (A_i - A)^2 / (n-1) \right)^{1/2}$

A arithmetischer Mittelwert der gemessenen Aktivitätswerte A_i

n Anzahl der Meßwerte

gen an den der direkten Messung nicht zugänglichen Oberflächen festgestellt wird, daß sich dort weniger als 10 % der Gesamtaktivität befindet (in Anlehnung an DIN 25 457 Teil 4 Kap. 5.1).

3.2.3 Entscheidungsmeßverfahren

3.2.3.1 Allgemeines

Aufgrund der obigen Voruntersuchungen wird nach wirtschaftlichen Überlegungen die weitere Handhabung und das meßtechnische Vorgehen festgelegt. Im Forschungszentrum besteht die Möglichkeit, festes Material entweder durch eine α -/ β -Oberflächenaktivitätsmessung oder durch eine Gesamt-Gamma-Messung freizumessen. Das erste Verfahren wird vorzugsweise bei inhomogen kontaminierten Materialien mit großen Oberflächen, das zweite Verfahren vorzugsweise bei homogen kontaminierten oder aktivierten Materialien mit großen Oberflächen oder Schüttgütern angewandt. Bei beiden Verfahren sind außerdem repräsentative massenspezifische Aktivitätsmessungen mit γ -Spektrometrie durchzuführen. Flüssigkeiten werden allein durch repräsentative massenspezifische Aktivitätsmessungen mit γ -Spektrometrie freigemessen.

3.2.3.2 Voraussetzungen für die Anwendung der Entscheidungsmeßverfahren

Oberflächenaktivitätsmessungen können nur angewandt werden, wenn

- bei mutmaßlich α -aktivitätskontaminiertem Material keine Deckschicht vorhanden ist oder bei β -aktivitätskontaminiertem Material die Deckschicht nicht zu einem unzulässig niedrigen Emissionswirkungsgrad führt ($m'' \leq 2,5 \text{ mg/cm}^2$)
- mehr als 90 % der Aktivität an der Oberfläche konzentriert ist,
- mehr als 90 % der Oberfläche der direkten Messung zugänglich sind oder durch Analogieschlüsse auf die gesamte Oberfläche hochgerechnet werden.

Gesamt-Gamma-Messung kann für Materialien mit großer Oberfläche angewandt werden, wenn

- bei mutmaßlich α -aktivitätskontaminiertem Material keine Deckschicht vorhanden ist
- durch Voruntersuchungen sichergestellt ist, daß die Aktivität an der Oberfläche des Materials homogen verteilt ist (vgl. Abschn. 3.2.2).

Bei γ -spektroskopischen Messungen muß sichergestellt sein, daß die Probenahme repräsentativ erfolgt. Repräsentativ ist die Probenahme, wenn von allen unterschiedlichen Oberflächenformen oder Materialgemengen Proben entnommen werden.

Bei Flüssigkeiten muß durch die Voruntersuchungen sichergestellt sein, daß die Aktivität homogen verteilt ist (vgl. Abschn. 3.2.2).

4. Freimessen von Gebäuden

4.1 Allgemeines

Für das Freimessen von Gebäuden gelten grundsätzlich die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung. Es ist § 64 (5) in Zusammenhang mit Anlage IX Spalte 4 anzuwenden. Da davon auszugehen ist, daß die Gebäude zu einem späteren Zeitpunkt abgerissen werden, sollten schon beim Freimessen die Freigabekriterien für Materialien angewandt werden. Falls nur Oberflächenmessungen gemacht werden oder die Oberflächen nur überstrichen werden, muß zu einer Zeit, wenn keine Kenntnisse mehr über die Anlagenhistorie vorhanden sind, eine viel umfangreichere und damit teurere Kontrolle der Gebäudestruktur vorgenommen werden.

4.2 Vorgehensweise

4.2.1. Klassifizierung der Räume

Die Räume werden aufgrund der bisherigen Nutzung von HS/Ü hinsichtlich Kontamination klassifiziert. Werte oberhalb von Anlage IX Spalte 4 StrlSchV

- wahrscheinlich
- nicht auszuschließen
- unwahrscheinlich.

4.2.2 Festlegung der Meßverfahren

4.2.2.1 Kontamination wahrscheinlich

Es ist stichprobenhaft die Höhe und der Anteil der abwischbaren Kontamination, die Eindringtiefe der Aktivität sowie der Nuklidvektor zu bestimmen. Hierzu sind pro 10 m² eine α -/ β -Direktmessung und eine Wischprüfung vorzunehmen sowie eine Bohrstaubprobe à 100 g bis in maximal 2 cm Tiefe zu entnehmen. Bei der Wahl der Meßpunkte ist die vorherige Nutzung zu beachten.

Die Art der Auswertung der Bohrstaub- und Wischproben wird durch HS/Ü festgelegt. Falls in den Proben nur höherenergetische β -Strahler ($E_{\max} > 150$ keV) aus genehmigungsbedürftigem Umfang erkannt werden, ist die gesamte Oberfläche mit einem Raster von 1 Meßpunkt pro m² direkt auf α - und β -Strahler auszumessen.

Falls dabei die Meßwerte der Anlage IX Spalte 4 StrlSchV nicht überschritten werden, kann der Raum nach § 64 (5) einer anderen Zweckbestimmung zugeführt werden. Oberflächen mit β -Meßwerten $>$ Anlage IX Spalte 4 StrlSchV sind so zu

dekontaminieren, daß diese Grenzwerte unterschritten werden. Dabei sind flächendeckende Nachmessungen vorzunehmen.

Falls in den Proben α -Strahler oder niederenergetische β -Strahler aus genehmigungsbedürftigem Umgang erkannt werden, ist die Fläche und Tiefe der Kontamination zu lokalisieren. Diese Materialschichten sind zu dekontaminieren oder abzutragen. Dabei ist eine Kontamination der übrigen Oberflächen zu vermeiden. Nach der Dekontamination oder dem Abtrag sind an diesen Flächen pro 10 m² eine Direktmessung und insgesamt 5 Bohrstaubproben à 100 g bis in maximal 2 cm Tiefe zu entnehmen. Je nach Meßergebnis ist für die Freigabe wie oben beschrieben zu verfahren.

4.2.2.2 Kontamination nicht auszuschließen

Es sind pro 10 m² eine α -/ β -Direktmessung und eine Wischprüfung vorzunehmen. An 5 Stellen pro Raum sind Bohrstaubproben à 100 g bis in maximal 2 cm Tiefe zu entnehmen. Falls die Meßwerte der Anlage IX Spalte 4 StrISchV nicht überschritten werden und in den Bohrstaubproben keine Aktivitäten aus genehmigungsbedürftigem Umgang gefunden werden, kann der Raum nach § 64 (5) StrISchV einer anderen Zweckbestimmung zugeführt werden, andernfalls ist wie unter 4.2.2.1 zu verfahren.

4.2.2.3 Kontamination unwahrscheinlich

Es sind pro 10 m² eine α -/ β -Direktmessung und eine Wischprüfung vorzunehmen. Falls die Meßwerte der Anlage IX Spalte 4 StrISchV nicht überschritten werden, kann der Raum nach § 64 (5) StrISchV einer anderen Zweckbestimmung zugeführt werden, andernfalls ist wie unter 4.2.2.1 zu verfahren.

4.3 Abriß

Seither wurden auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe die Kühltürme des FR2, des MZFR und die Endbecken in der Kläranlage der HDB abgerissen. Obwohl die Kühltürme nie mit genehmigungsbedürftiger Radioaktivität in Berührung gekommen waren, mußten im Rahmen der entsprechenden atomrechtlichen Stilllegungsgenehmigung strahlenschutzmäßige Kontrollmessungen durchgeführt werden. Als erstes Gebäude, in dem radioaktive Stoffe gehandhabt wurden, soll die Lagerbeckenhalle des FR2 abgerissen werden. Da auch in diesem Fall nach der Aufhebung des Kontrollbereichs sich das Gebäude weiterhin im Geltungsbereich des Atomgesetzes befindet, muß der Abriß atomrechtlich genehmigt werden und sind strahlenschutzmäßige Auflagen zu erfüllen.

Für die Abbrucharbeiten muß nachgewiesen werden, daß nur zu vernachlässigende Dosen in der Größenordnung von 10 μ Sv für einzelne Expositionspfade

aufzutreten. Der Nachweis erfolgt an Hand der im Auftrag des BMU von der Brenk-System-Planung durchgeführten Studie [1].

In dieser Studie werden Expositionen beim Abriß durch Staubentwicklung und Bestrahlung aus dem aufgehaldeten restkontaminierten Material untersucht. Diese Expositionen durch Inhalation und γ -Strahlung kann auch bei der Aufarbeitung des Abbruchmaterials in einer Bauschuttrecyclinganlage auftreten. Eine dritte Gruppe von Belastungspfaden ist bei der Verwendung des zerkleinerten Materials im Straßenbau oder bei der Deponierung zu betrachten. Grundsätzlich wird in dieser Studie beim Abriß von einem großen Kernkraftwerk mit einer Masse von 150000 Mg in einem Jahr ausgegangen. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine ca. 15 mal kleinere Bauschuttmenge, die in etwa 1/10 Jahr anfällt, so daß der Nachweis über die Vernachlässigung der auftretenden Expositionen ohne Schwierigkeiten zu führen ist. Die Abschätzungen führen zu Maximalwerten unter 0,1 μ Sv für einzelne Expositionspfade.

5. Seither durchgeführte Auflösungen von Kontrollbereichen und Entlassungen aus dem Atomgesetz

In Tab. 1 sind die seither auf dem Gelände und unter der Genehmigung des Forschungszentrums Karlsruhe durchgeführten Rückbaumaßnahmen zusammengestellt. Insgesamt wurde in den letzten 10 Jahren ca. 28 000 m² Kontrollbereiche aufgelöst. Die im Zuge von Rück-, Um- oder Neubau jährlich aus den Strahlenschutzbereichen unter der Genehmigung des Forschungszentrums als gewöhnliche Abfälle bzw. zur Wiederverwertung abgegebenen Materialien wurden beispielhaft für die Jahre 1988 und 1994 in Tab. 2 aufgeschlüsselt.

Material	1988 in 10 ³ Mg	1994 in 10 ³ Mg
Baustellenabfälle	1,3	1,3
Erdaushub	2,0	5,0
Straßenaufbruch	1,7	0,1
Schrott	2,1	3,2
Sonstiges	0,5	0,2
Gesamt	7,6	9,8

Tab. 2 Die in den Jahren 1988 und 1994 aus Strahlenschutzbereichen unter der Genehmigung des Forschungszentrums als gewöhnliche Abfälle oder zur schadlosen Wiederverwertung abgegebenen Materialien.

Institution	Art	Geb. Nr.	Gebäudefläche in m ²	Rückbauzeit	Zukünftige Nutzung
SNEAK	R	452	10000	1985-1986	F
HDB	Z	Endbecken	-	1986	A
LAF II/HIT	F	601/605	750	1986-1987	F
FR2-Behältergeb.	R	615	590	1987	I
IKVT	F	301-310	1200	1988-1991	F
IKVT	F	691	2800	1988-1990	F
STARK	R	322	460	1988	F
IMF III	F	573/74	1180	1988-1993	F
LIT	F	403	340	1988-1994	F
HVT/HZ	Z	701	1730	ab 1988	I
IMF I	F	681	1460	1990-1991	F
IRCh	F	321	790	1990-1993	F
IRCh	F	342	200	1990-1992	F
INFP	F	425	110	1990-1991	F
FR2	R	Kühltürme	-	1990	A
IHCh	F	612	110	1991	A
IK I	F	401	150	1991-1992	F
MZFR	R	Kühltürme	-	1991	A
MZFR	R	905	1040	1991	St
MZFR	R	912	310	1991	St
MZFR	R	913	680	1991	St
HS	F	620	120	1992	F
IK III	F	425	50	1992	F
INR	F	423	150	1992-1994	F
IRCh	Z	341	1710	1992-1993	F
IRS	F	522	40	1993-1994	F
LAF II	F	415	1850	1993	F
KNK	R	5934	420	1994	A
KNK	R	5960	600	1994	A
KNK	R	Zaun/Kies	-	1994	A

A=Abriß F=Forschungseinrichtung Z=Zentraleinrichtung R=Reaktoren St=Stilllegung
 Tab. 1 Die auf dem Gelände des Forschungszentrums durchgeführten Auflösungen von Kontrollbereichen oder Entlassungen aus dem Atomgesetz

Daneben konnten die in Tab. 3 aufgeführten Schrottmengen nach Dekontamination von der HDB zur schadlosen Wiederverwertung abgegeben werden.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Schrottmasse in 10 ³ Mg	0,7	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4

Tab. 3 Schrottmassen, die nach Dekontamination von der HDB zur schadlosen Wiederverwertung abgegeben wurden.

Wie ein Vergleich der Tabellen 2 und 3 zeigt, macht der Anteil des nach Dekontamination abgegebenen Schrotts nur einige Prozent der insgesamt abgegebenen Materialien aus.

6. Ausblick

Die Umwidmung der chemisch/physikalischen Institute ist bis auf wenige Einzelräume abgeschlossen. Es wird immer in gewissem Umfang ein Umgang mit radioaktiven Stoffen zu meßtechnischen Zwecken durchgeführt werden. Auf absehbare Zeit werden das Institut für Nukleare Entsorgung und das Institut für Genetik weiterhin nennenswerten Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen haben. Die Zentraleinrichtung Heiße Zellen bei der Hauptabteilung Versuchstechnik und das Forschungsinstitut Chemisch Physikalische Verfahren (früher Heiße Chemie) des Instituts für Technische Chemie sind noch inmitten der Rückbauphase. Die Hauptabteilung Sicherheit wird ein Low-Level- und Niedrigaktivitätslabor als zentrale Meßstelle unterhalten. 1993 wurde ein Tritiumlabor im ehemaligen SNEAK-Gebäude für die Fusionsforschung eingerichtet. Den höchsten Aktivitätsumfang wird bis auf weiteres die HDB haben, da hier alle Abfallströme der auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe installierten Einrichtungen zusammenlaufen.

Bei den Reaktoren ist beim FR2 der sichere Einschluß geplant und nur periphere Hilfsgebäude sollen abgerissen werden, während die Reaktoren MZFR und KNK nach dem jetzigen Planungsstand ohne sicheren Einschluß direkt abgebaut werden sollen.

Wenn die anstehenden atomrechtlichen Stilllegungsgenehmigungen sich im bisherigen Rahmen bewegen, können dem allgemeinen Sicherheitsbedürfnis entsprechende, vernünftige Freigabeverfahren durchgeführt werden [2].

Literaturverzeichnis

- [1] John, T., Deckert, A., Thierfeld, S., Untersuchungen zur schadlosen Verwertung von Bauschutt und Gebäudeteilen, Brenk Systemplanung, Aachen BMU Strahlenschutzvorhaben 1078, November 1993
- [2] Thierfeld, S., Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen, BMFT-Forschungsvorhaben, 1993, Gebr. Tönnies Verlag, Düsseldorf