

**20 Jahre Betriebserfahrungen
in den Heißen Zellen des KfK**

H. Enderlein

Vortrag zur 28. Konferenz der Euratom-Arbeitsgruppe
"Heiße Laboratorien und Fernbedienungstechnik"

am 27. und 28.9.1989 in Karlsruhe

Kernforschungszentrum Karlsruhe

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	2
1. Bauabschnitte und Inbetriebnahme	3
2. Betriebserfahrungen	4
3. Ausblick	6

Zusammenfassung

Die Entwicklung der Anlage Heiße Zellen und der jetzige Status werden beschrieben. Die bisherigen Betriebserfahrungen werden für zwei Themenkreise erörtert: die Verbesserungen durch den Ausbau der Doppeldeckel-Schleusentechnik und die Probleme durch das zunehmende Alter der Zellenoperatoren. Eine kurze Zukunftsprognose schließt den Bericht ab.

1. Bauabschnitte und Inbetriebnahme

Der älteste Teil der Heißen Zellen nahm den heißen Betrieb am 1.4.1966 auf. Er bestand aus fünf α - γ -Betonzellen mit elf Arbeitsplätzen, einer α - γ -Bleizelle für metallografische Untersuchungen mit einem Mikroskop, einer zweiten β - γ -Bleizelle zur Untersuchung von metallischen Werkstoffen, einer dritten β - γ -Bleizelle mit zehn Zeitstandprüfsträngen und einer teilweise bleiabgeschirmten Boxenanlage zur Dekontamination von aktivierten und α -kontaminierten Proben, die in den β - γ -Zellen untersucht werden sollten (Abb. 1).

Es zeigte sich bald, daß die Betonzellen zur Durchführung der geplanten Untersuchungen ausreichten, die Zellen zur metallografischen und zur zerstörenden Untersuchung jedoch zu klein waren. Anfang der 70er Jahre wurde deshalb eine erste Erweiterung geplant. Der sogenannte Bauabschnitt 2 wurde 1976 in heißen Betrieb genommen. Er umfaßt eine großzügig dimensionierte α - γ -Bleizelle für metallografische Untersuchungen mit drei Mikroskopen, eine ähnlich große β - γ -Bleizelle mit zehn Arbeitsplätzen zur zerstörenden Werkstoffprüfung, eine kleine α - β -Bleizelle für Röntgendiffraktometrie und ein Rasterelektronenmikroskop mit Präparationszelle. Gleichzeitig wurden im Bauabschnitt 1 weitere Bleizellen errichtet zur Durchführung von Untersuchungen an zwei Elektronenstrahl-Mikrosonden und für weitere fünf Zeitstandprüfstränge.

Insbesondere Behördenauflagen führten Anfang der 80er Jahre zur Planung einer zweiten Erweiterung, des Bauabschnittes 3. Er beinhaltet gesicherte Schleusräume für den Materialzu- und -abgang, eine Werkstatt zur Reparatur aller Manipulatoren des KfK, eine EDV-Zentrale für alle drei Gebäudeabschnitte, zahlreiche neue Büros und einen Raum für die Errichtung einer weiteren Bleizelle. Ein separates Pfortnergebäude zur Personenzutrittskontrolle und Objektsicherung ergänzt den 3. Bauabschnitt. In Abwandlung der ursprünglichen Planung wurde in diesem Bauabschnitt eine Anlage mit neun Boxen zur Untersuchung von Keramikproben für die Fusionstechnologie erstellt, einige davon mit Bleiabschirmung. Die heiße Inbetriebnahme dieses Gebäudeteiles (Manipulatorservice und Labor für Fusionskeramikproben) steht unmittelbar bevor.

Die von 1966 an betriebenen, 1976 stillgelegten Bleizellen für Metallografie und Materialprüfung im Bauabschnitt 1, sind inzwischen demontiert, die Metallografiezelle wurde durch eine größere α - γ -Bleizelle zur Durchführung von Versuchen zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen ersetzt.

Die fünf Betonzellen und die Metallografiezelle weisen eine hohe α -Kontamination auf, nur zwei dieser Zellen sind während ihrer Betriebszeit vor Neuausrüstungen gereinigt worden. Aus diesem Grund ist die Anlage zur Dekonta-

mination von aktivierten Proben aus diesen Zellen, die in den α -kontaminationsfreien Zellen weiter untersucht werden sollen, nach wie vor sehr wichtig. Die Anzahl ihrer bleiabgeschirmten Boxen wurde von ursprünglich zwei auf vier erhöht, die Abschirmdicke verstärkt.

Drei der fünf Betonzellen sind in den Zellenrückräumen als weitere Barriere gegen die Kontaminationsausbreitung beim Öffnen der Zellen mit Caissons ausgerüstet, die mit den Zellen eine atmosphärische Einheit bilden. Diese Bauweise hat sich im Betrieb der Zellen sehr bewährt.

Alle Betonzellen und die α - γ -Bleizellen lassen sich mit Stickstoff als Inertgas betreiben, was für die Zerlegung und Untersuchung von natriumbelasteten Proben sehr zweckmäßig ist. Die ursprünglich installierte Gasreinigungsanlage erwies sich jedoch von Anfang an als zu klein, zusammen mit dem Bauabschnitt 2 wurde eine Gasreinigungsanlage mit wesentlich größerer Kapazität installiert.

2. Betriebserfahrungen

Aus der Summe der Erfahrungen sollen hier nur zwei Themen herausgegriffen werden: Der Rückgang der Kollektivdosis durch technische Maßnahmen und die Probleme durch das steigende Alter der Zellenoperateure.

Vom Erbauer der Anlage war der Schleustechnik, dem damaligen Stand des Wissens und der geringen Erfahrung im Umgang mit radioaktiven Material entsprechend, wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Alle Schleusvorgänge von Bestrahlungseinsätzen, Brennelementen, Proben, heißen Manipulatorarmen und radioaktiven Abfällen wurden mit der Plastiksack-Methode oder überhaupt nur unter Beachtung der in das Zelleninnere gerichteten Luftströmung vorgenommen.

Mit zunehmendem Abbrand und damit steigender Dosisleistung der zu untersuchenden Prüflinge stieg auch die Kollektivdosis seit Ende der 60er Jahre an. Dazu kam eine wachsende Kontamination mit Plutonium, das im Brennstoff teils durch hohe Abbrände erbrütet, teils Schnellbrüterbrennstoffen zugemischt wurde. Die bestehenden Schleustechniken konnten nicht mehr aufrechterhalten werden.

Anfang der 70er Jahre wurde deshalb begonnen, die Zellen mit Doppeldeckelschleusen auszustatten. Der Anfang wurde mit mehreren Schleusen der Durchmesser 50, 142 und 210 mm gemacht, die zum Schleusen von Proben zwischen den einzelnen, örtlich getrennten Zellenanlagen innerhalb des Hauses und auch auf dem KfK-Gelände benutzt wurden, und zum Ausschleusen von Abfällen aus

den Zellen. Die Bleizellen des Bauabschnittes 2 wurden von vornherein mit derartigen Schleusen ausgerüstet.

Aufgrund der damit gemachten guten Erfahrungen folgten Schleusen mit 500 mm Durchmesser in den Deckenluken der Betonzellen und der Metallografiezelle zum Schleusen von heißen Manipulatorarmen (Abb. 2). Die Masterslave-Manipulatoren in der Anlage werden größtenteils ohne Bootings benutzt, das Auswechseln nach vorn zum Bediengang hin ist daher nicht möglich. Mitte der 80er Jahre wurde das Doppeldeckelsystem in den Deckenluken der Betonzellen ergänzt durch Schleusen mit 800 mm Durchmesser zum gasdichten Transfer der Kraftmanipulatoren. Schließlich wurde für den gleichen Doppeldeckelanschluß eine sogenannte Interventionsbox beschafft, mit der es möglich ist, Abfälle kontaminationsfrei aus den Betonzellen über die Box in 200-l-Fässer zu überführen. Die Box kann auch zur Durchführung von kleineren Reparaturen an Geräten oder heißen Armen verwendet werden, die zu diesem Zweck aus der Zelle in die Box gebracht werden. Um die zahlreichen Schleusvorgänge von Proben mit Abschirmbehälter von Zellenanlage zu Zellenanlage innerhalb des Gebäudes zu minimieren, wurde 1979 eine Rohrpostanlage installiert, die mit neun Linien neun Zellenanlagen oder Einzelzellen miteinander verbindet (Abb. 3).

Alle die beschriebenen Maßnahmen, darüberhinaus aber auch die Routine der Mitarbeiter im Umgang mit radioaktiven Materialien, haben zu einem starken Rückgang der jährlichen Kollektiv- und Einzeldosen geführt (Abb. 4).

Zur Zeit wird überlegt, die heißen Arme der Manipulatoren in einigen stark kontaminierten Zellen mit speziellen Bootings auszurüsten, die es gestatten, die praktizierte Wechseltechnik beizubehalten. Die Exposition der Mitarbeiter würde sich dabei weiter verringern durch Einsparung der Dekontamination und durch geringere Reststrahlung der zu reparierenden Arme. Nachteilig wirken sich jedoch die schlechteren Sichtverhältnisse und der erhöhte Kraftaufwand bei Verwendung der Bootings aus.

Der zweite Problemkreis, jedoch mit bis jetzt weniger guten Aussichten, ist das zunehmende Alter der Zellenoperateure. In der Karlsruher Anlage liegt das Durchschnittsalter der 27 Operateure, die überwiegend oder zumindest häufig an Manipulatoren tätig sind, zur Zeit bei genau 50 Jahren. 19 dieser Mitarbeiter, das sind 70 %, haben gesundheitliche Probleme, vier weitere wurden deshalb bereits an andere Arbeitsplätze innerhalb der Abteilung versetzt. Im einzelnen werden Beschwerden an folgenden Körperteilen genannt (mit abnehmender Tendenz): Ellenbogen und Handgelenke, Wirbelsäule, Kniegelenke, Fußgelenke,

Hüftgelenke, Sehnenscheidenentzündungen. Die betroffenen Mitarbeiter führen diese Beschwerden auf die Manipulatorfähigkeit zurück. Zur Zeit wird eine Ergonomiestudie durchgeführt, mit der die Zusammenhänge zwischen evtl. unnatürlichen Belastungen und gesundheitlichen Folgen untersucht werden sollen. Auch die medizinische Abteilung und Fachleute für Fernbedienungsgeräte sind eingeschaltet. Bis Jahresende soll geklärt werden, ob durch Verbesserung der Arbeitsweise, der Manipulatoren oder der Motivation (Pausenregelungen, Erschwerniszuschläge) Erleichterungen geschaffen werden können.

3. Ausblick

Die Kapazität der Heißen Zellen ist zur Zeit noch voll ausgelastet.

Die Anteile der Auftraggeber für die in den Heißen Zellen durchgeführten Arbeiten im Jahr 1988 waren (Abb. 5)

- 68 % Projekt Schneller Brüter (PSB)
- 15 % Endlagerung (ELA)
- 10 % Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung (PWA)
- 4 % Umwelt + Sicherheit (U + S)
- 3 % Projekt Kernfusion (PKF)

Das Projekt Schneller Brüter wird auch in den nächsten Jahren dominieren, da die Heißen Zellen in die Entsorgung der Brennelemente des KNK II-Reaktors eingebunden sind. Nach der Erledigung dieser Aufgabe, in etwa fünf Jahren, wird der PSB-Anteil voraussichtlich stark zurückgehen, wahrscheinlich wird der ansteigende PKF-Bedarf den Hauptanteil der Kapazität beanspruchen. Aus jetziger Sicht wird ab Mitte der 90er Jahre der Umfang der Anforderung an die Heißen Zellen und damit der notwendige Personalbedarf sinken.

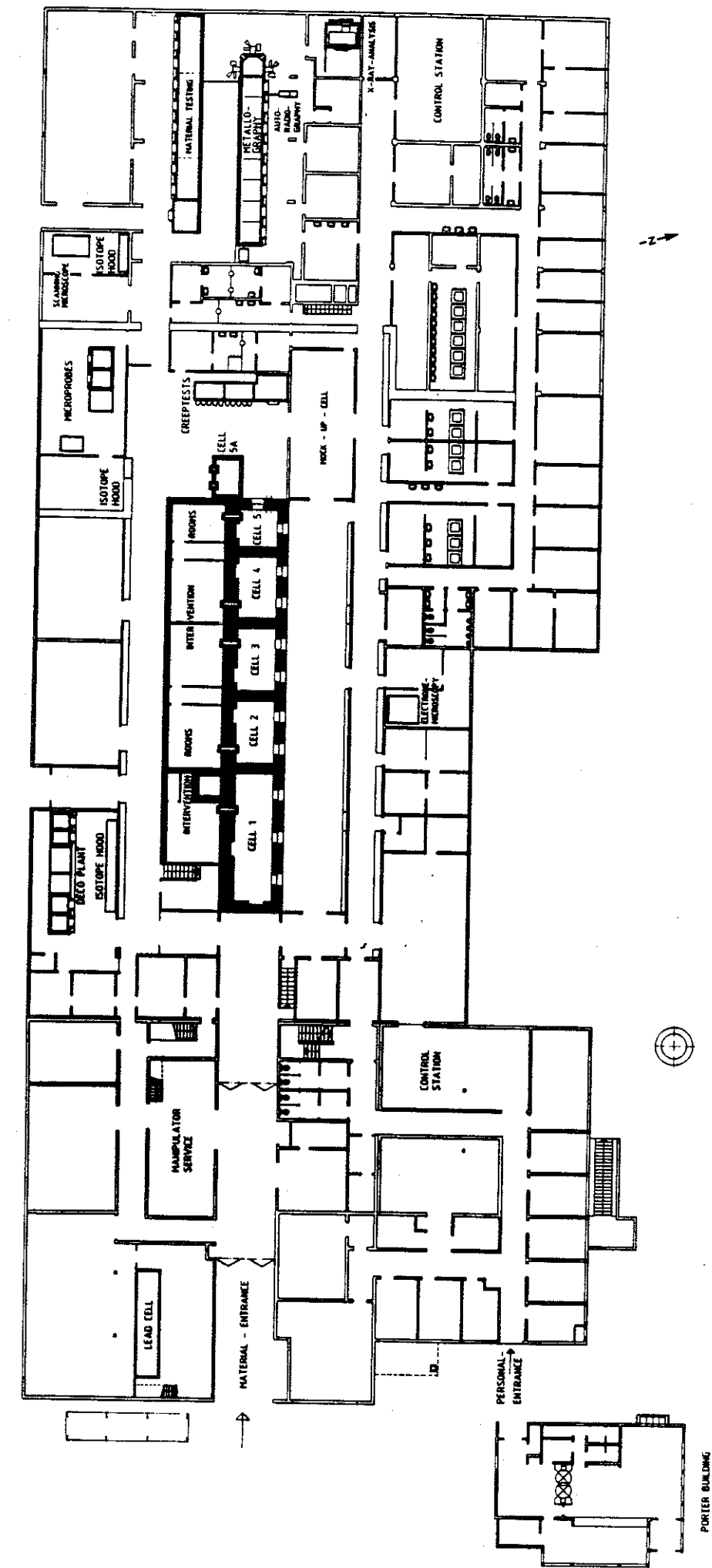
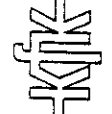


Abb. 1: Grundriß der Anlage Heiße Zellen mit Bauabschnitt 1 (Mitte), Bauabschnitt 2 (rechts), Bauabschnitt 3 (links) und dem Pfortnergebäude (ganz links)



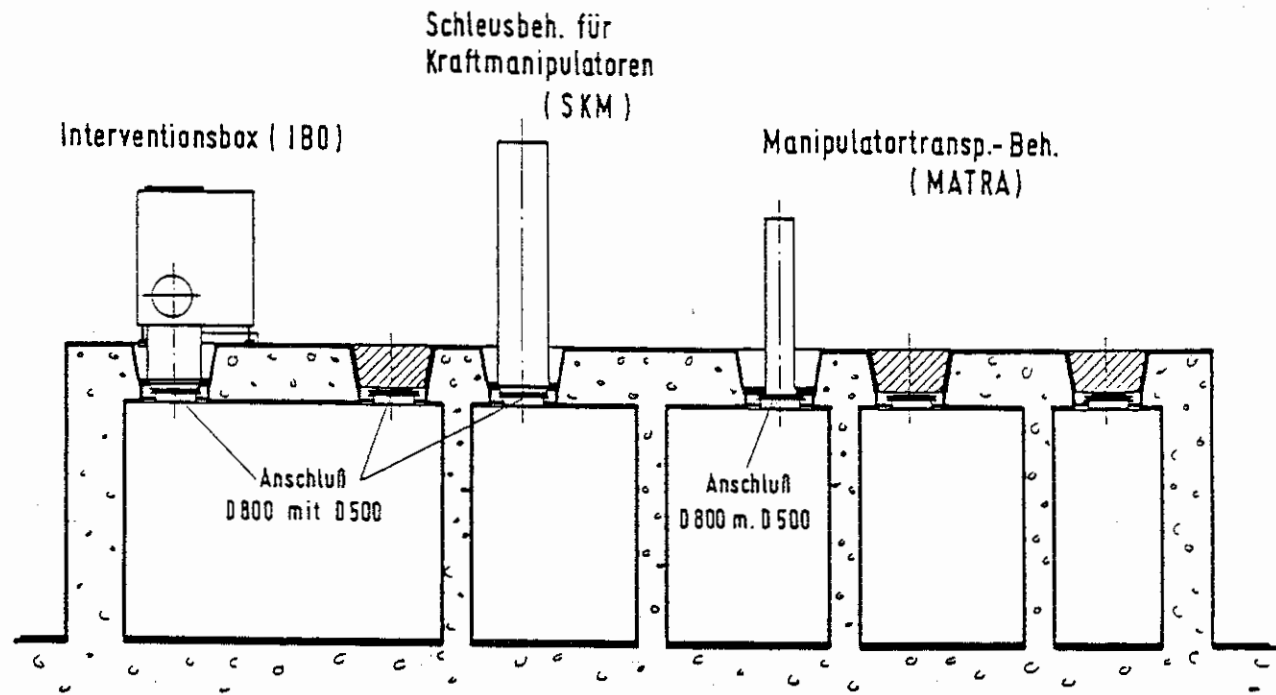


Abb. 2: Doppeldeckelbehälter zum Anschluß an die Deckenluken der Betonzellen

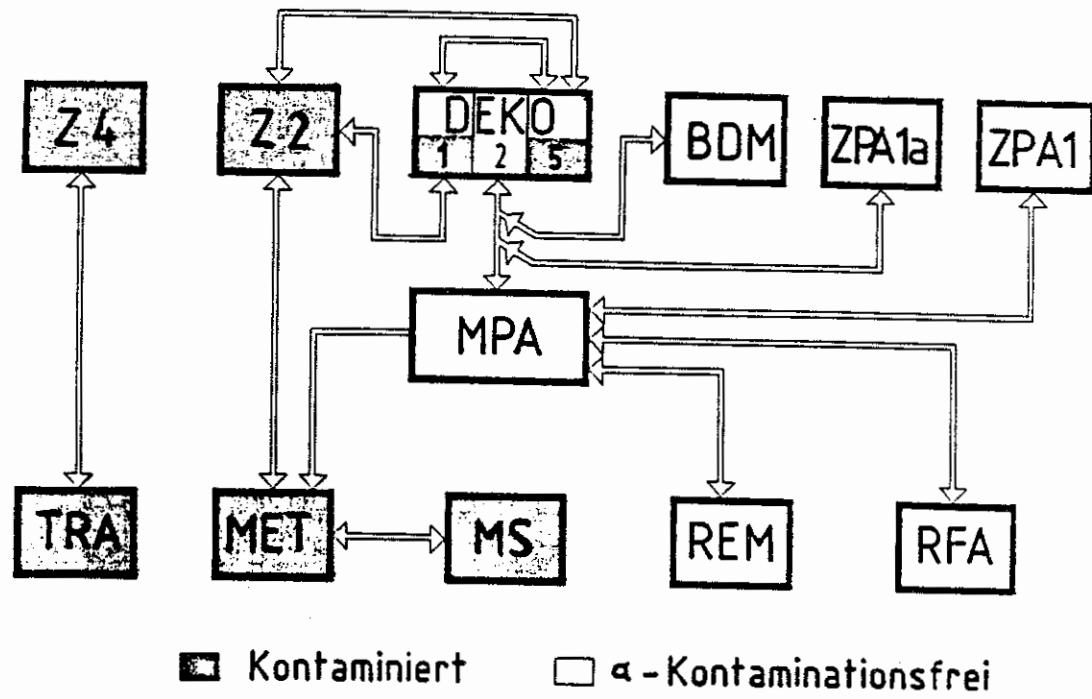


Abb. 3: Schema der Rohrpostanlage nach der 1. Erweiterung 1989

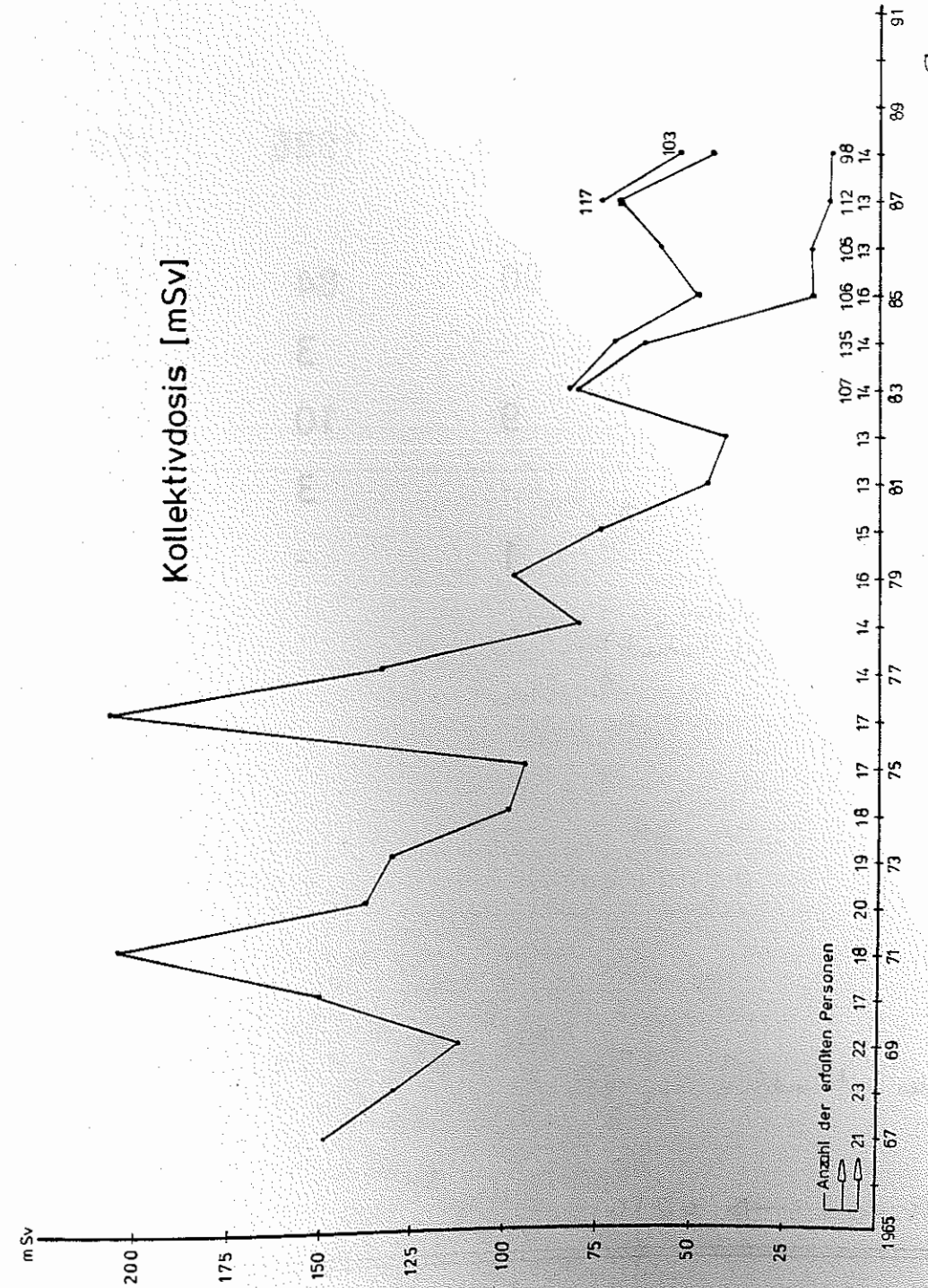


Abb. 4: Jahres-Kollektivdosis
 ab 1967: Operateure der Betonzellen
 ab 1983: alle bei HZ erfaßten Mitarbeiter
 ab 1987: zusätzlich Mitarbeiter des Manipulator-Service

Anteile der HZ-Auftraggeber in %

	1985	1986	1987	1988
PSB (Projekt-Snellbrüter)	90	84	73	68
PKF (Fusionreaktor Sorten)	-	3	4	3
PWA (Wiederaufbereitern) Kombi-At	9	10	7	10
ELA (Dove die Entladung)	-	3	15	15
U + S (Umwelt und Sicherheit)	1	-	1	4

* Zahlen unternommen
A

- 60-65 perzent → 40 perzent.

KfK

Abb. 5: Anteile der ausgeführten HZ-Arbeiten nach Auftraggebern, ermittelt nach den verrechneten Kosten