

Durchführung von Zelleneinsätzen in der KFA Jülich

von

R. Buch

M. Herren

T e c h n i s c h e   N o t i z   I R W - T N - 55/84

aus dem

Institut für Reaktorwerkstoffe der  
Kernforschungsanlage Jülich GmbH

HEISSE ZELLEN

Mai 1984

vorgetragen auf dem 23. Treffen der Arbeitsgruppe

"Heisse Laboratorien und Fernbedienung" der EG in Harwell

13. - 15. Juni 1984

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Ausrüstung
  - 2.1 Schutzkleidung
  - 2.2 Atemschutz
  - 2.3 Schutzmaßnahmen gegen Freisetzung und Verschleppung von Kontaminationen aus der Zelle
3. Strahlenschutz
  - 3.1 Messungen
  - 3.2 Verwendete Meßgeräte bei Zelleneinsätzen
4. Organisation von Zelleneinsätzen
5. Schlußbemerkung

## 1. Einleitung

Von der Abteilung HEISSE ZELLEN des Instituts für Reaktorwerkstoffe der KFA Jülich werden 6 Zellenreihen betrieben. Sie unterscheiden sich in Konstruktion und Betriebsweise, woraus sich auch unterschiedliche Verfahrensweisen bei Zelleneinsätzen ergeben. Ein Teil der Zellen ist mit gas- und staubdichten Boxen ausgerüstet. Bei anderen Zellen wird die Dichtigkeit von der inneren Stahlhaut der Zellen übernommen. Vor den Zellen einer Zellenreihe befinden sich Isolierräume, die als Kontaminationsbarriere dienen und deren Abschirmung schwächer als diejenige der Zellen ist. Bei den anderen Zellenreihen übernimmt ein transportables Plastikzelt die Aufgabe des Isolierraumes.

Die Art der in den Zellen durchgeführten Arbeiten kann allgemein mit Werkstoffprüfung an bestrahlten Brennelementen und Strukturmaterialien für Leichtwasserreaktoren und Hochtemperaturreaktoren beschrieben werden.

Zu Beginn des Heißzellenbetriebes hatte man sich auf das Betreten von kontaminierten Zellen vorbereitet. Informationsaufenthalte in anderen bereits in Betrieb befindlichen Heissen Zellen-Labors, Theorie und eigene Mock-up-Versuche waren die Grundlage, aus der ein Verfahren zur Durchführung von Zelleneinsätzen entwickelt wurde. Eigene Erfahrung fehlte fast völlig. Seither sind 18 Jahre vergangen. Inzwischen ist vieles Routine, zur handwerksmäßigen Gewandtheit geworden. Geblieben ist die Notwendigkeit, Kontaminationen, so wie sie bei Einsätzen in kontaminierten Zellen vorliegen, zu beherrschen.

## 2. Ausrüstung

### 2.1 Schutzkleidung

In der Zeit als die Jülicher Heisse Zellen-Anlagen im Planungs- und Baustadium waren, gab es keine handelsüblichen Lösungen zum Schutz des Personals bei Zelleneinsätzen. So begannen eigene Überlegungen für einen Schutzanzug. Es wurde ein Anzug aus PVC-Folie entwickelt, der durch besondere Schweißnahtführung einfach und schnell herzustellen war. Das Besondere war die Einstiegs-technik, bei der es möglich war, den Anzug nach Einstieg des Operators dicht zu verschweißen und nach dem Einsatz wieder mit dem die Zellentür verschließenden Plastikbeutel zu verschweißen und zu öffnen. Das Verfahren ist im Einzelnen in 1) beschrieben. Der letztendliche Einsatz scheiterte daran, daß das Schweißverfahren nur von wenigen richtig beherrscht wurde. Die nächste Anzugversion bestand aus einem sogenannten Tunnelanzug, bei der der Anzug am Ende einer Röhre aus Plastikfolie angeschweißt war. Die offensichtlichen Nachteile dieses Systems (große Plastikfolienmengen, eingeschränkte Bewegungsmöglichkeiten, besonders durch das Aufblähen der Röhre infolge der Druckdifferenz zwischen Zelle und Halle, Beschädigung an scharfen Ecken in der Zelle) ließen dieses System scheitern. Bei diesen beiden Anzügen wurde immer davon ausgegangen, daß es sehr schwierig sein würde, eine Kontaminationsausbreitung durch luftgetragene Kontamination zu verhindern. Wie die spätere Praxis zeigte, war dies eine irri-ge Auffassung. Denn selbst bei Zellen, in denen zerstörende Untersuchungen an Kernbrennstoffproben erfolgen, ist die Luftkontamination zum Zeitpunkt der Zelleneinsätze gering und außerdem muß gerade hier vorher eine Grobdekontamination erfolgen, um den Strahlenpegel herunter zu drücken. Durch die später beschriebene Technik kann eine ungewünschte Kontaminationsausbreitung vermieden werden. Deshalb wurden inzwischen handelsübliche Schutzanzüge (z.B. Auer-RAS) getestet. Sie waren schwer und unflexibel. Der entscheidende Nachteil war aber, daß eine Dekontamination des Anzuges erfolgen mußte, bevor der Operator durch die große Reißverschlußöffnung heraussteigen konnte. Außerdem war die Dekontamination nicht 100 %ig möglich, so daß bei der Wiederbenutzung der Operator schon beim Einsteigen kontaminiert werden konnte. Ein weiteres Problem war die Benutzung

desselben Anzuges durch verschiedene Operateure hintereinander, da es bei der körperlichen Anstrengung des Zelleneinsatzes zu erheblicher Schweißabsonderung kommt. Da diese Anzüge aber sehr teuer waren, kam eine nur einmalige Benutzung nicht infrage. Aus diesem Dilemma half uns dann die Entwicklung des Wegwerf-Anzuges für nur einmaligen Gebrauch von der Fa. Pedi. Sie stellte billige zweiteilige leichte Plastikfolienanzüge in zwei Versionen her. Die eine Ausführung ist für Fremdbelüftung (Typ Mars), die andere für die Benutzung einer Atemschutzmaske (Typ Donald) vorgesehen (Abb. 1). Diese Anzüge werden jetzt seit etwa 15 Jahren problemlos verwendet. Parallel dazu wurde seinerzeit ein Scalhène-Anzug mit nach dem Doppeldeckelsystem aufsetzbarem Helm und transportabler Schleusbox angeschafft und benutzt. Vom Prinzip her funktionierte dieses System gut; es hatte aber für uns entscheidende Nachteile. (Abb. 2)

Diese waren Schwerfälligkeit in engen Räumen, insbesondere mit dem damals von La Calhène gelieferten ziemlich starren Be- und Entlüftungsschlauch, Antipathie der Operateure gegen von anderen mehrfach benutzte Anzüge, zu komplizierte Technik, schlechte Dekontaminierbarkeit von Anzug und Schleusbox, schlechte Eingreifmöglichkeit von außen bei Zwischenfällen usw. So wurde dieses System nach verhältnismäßig kurzer Zeit (etwa 1,5 Jahre) wieder aufgegeben.

## 2.2 Atemschutz

Wir unterscheiden grundsätzlich 2 Arten der Versorgung des Operateurs mit Atemluft, nämlich die Benutzung von sogenannten Gasmasken mit Filtervorsatz und die Versorgung mit Fremdluft.

Im ersten Fall werden zur Filterung von radioaktiven Stoffen zugelassene Vorsatzfilter mit oder ohne Aktivkohleschicht benutzt. Da die Vorsatzfilter, wie alle Filter, keine Rückhaltung von 100 % besitzen, können sie nur eingesetzt werden, wenn aufgrund der Kontaminationsverhältnisse in der Zelle keine unzulässig hohe Konzentration radioaktiver Stoffe in der Luft auftreten kann. Da der Operateur aber nicht mit einer "Nabelschnur" nach außen verbunden ist, bietet diese Version optimale Bewegungsfreiheit, hat aber den Nachteil, daß im Anzug selbst kein Luftaustausch stattfindet, der Körper also luftdicht eingepackt ist. Im anderen Fall wird dem Operateur von außen Frischluft über einen Schlauch zugeführt. Dies geschieht entweder durch Aufschrauben eines Lungenautomaten mit Zuführungsschlauch auf die Gasmaske oder durch Benutzung des 2. Anzugtyps, bei dem die über Schlauch zugeführte Frischluft im Anzug in Kopf- und Fußbereich zugeführt wird. Das heißt, man ist unabhängig vom Kontaminationsgrad der Zellenluft. Nachteilig, wie schon im ersten Fall, ist bei der Benutzung des Lungenautomaten, daß der Anzug nicht belüftet wird, bei der Benutzung des Luftverteilers, daß der Anzug sich durch den Überdruck aufbläht und ab und zu Operateure über den kühlen, örtlich eng begrenzten Luftzustrom klagen.

Die Atemluft wurde früher über eine fahrbare Flaschenbatterie bereitgestellt. Heute ist im Labor eine Ringleitung installiert, die über einen ölfrei arbeitenden Kompressor gespeist wird. An den Luftentnahmestellen sind Dosierventile installiert, um den benötigten Volumenstrom einstellen zu können.

Versuche mit tragbaren Atemschutzgeräten, wie sie z.B. von den Feuerwehren benutzt werden, waren negativ. Der Operateur wird durch das verhältnismäßig schwere und sperrige Gerät zu sehr behindert; es besteht die Gefahr, Zelleneinrichtungen zu beschädigen.

### 2.3 Schutzmaßnahmen gegen Freisetzung und Verschleppung von Kontaminationen aus der Zelle

Bei Zelleneinsätzen und anderen vergleichbaren Arbeiten müssen luftgetragene Kontaminationen vermieden werden. Kontaminationen, die ausschließlich durch Kontaktnahme verschleppt werden können, müssen auf kleinstmöglichem Raum beschränkt und unter Kontrolle bleiben. Art, Umfang und Anzahl der hierfür notwendigen Maßnahmen richten sich nach den möglichen Gefahren der Strahlung und der Kontamination.

Wenn der Zelleneinsatz und alle damit verbundenen Arbeiten mit kontaminiertem Material auf die Zelle und den Isolierraum (Isolierzelt oder Isolierzelle) begrenzt bleiben und die dort entstehenden Luftkontaminationen vom Zellenabluftsystem vollständig erfaßt und abgeführt werden können, konzentrieren sich die Schutzmaßnahmen lediglich auf die Überwachung der erforderlichen in die Zelle gerichteten Abluftströmung und auf das Ausschleusen des Froschmannes. Dagegen ist der Aufwand an Schutzmaßnahmen groß, wenn Versuchsapparaturen, Maschinen, Brücken mit Fahrmanipulator oder Zellenkran und andere schwere oder sperrige Gegenstände aus der Zelle herausgebracht werden müssen.

Sofern notwendig wird die Zelle vor Zelleneinsätzen von Strahlern freigeräumt und grob dekontaminiert. Zum Zeitpunkt eines Zelleneinsatzes betragen die Kontaminationen auf Oberflächen in der Zelle  $5 \cdot 10^3$  bis  $5 \cdot 10^6$  Bq/cm<sup>2</sup> (0,1 bis 100 µCi/cm<sup>2</sup>). Die Messung der Strahlenpegel ist besonders sorgfältig durchzuführen, wenn die Zellenkontamination aus Spaltproduktgemischen oder aus vorwiegend Sr 90 besteht. Auf Oberflächen können Dosisleistungen mit sehr hohem Anteil aus Betastrahlung auftreten und stellenweise Werte bis zu 30 mSv/min (3 rem/min) erreichen.

Unter diesen Bedingungen könnte man annehmen, daß während eines Zelleneinsatzes in der Zelle grundsätzlich starke Luftkontaminationen auftreten. Luftkontaminationen treten aber nach unseren Erfahrungen erst dann auf,

wenn entweder infolge bestimmter Arbeiten Kontaminationen von Oberflächen aufgewirbelt oder losgelöst werden und sich als luftgetragene Kontaminationen ausbreiten können oder wenn die Kontamination zu Teilen aus dampfförmigen radioaktiven Stoffen, z.B. J 131 oder Hg 203 besteht.

Als Schutz gegen Freisetzung und Verschleppung von Kontaminationen werden folgende Maßnahmen getroffen:

- Hohe Luftwechselzahl der Zelle (bis 30-fach).
- Verwendung eines Isolierraumes vor der Zelle, sei es in Form der Isolierzellen, die sich vor einigen der Zellen befinden oder sei es durch Aufstellen und Anschließen eines Isolierzeltens an die Zelle. (Abb. 3)
- Maximal mögliche Strömungsgeschwindigkeit der Luft durch den optimal geöffneten Eingang in die Zelle; Überwachung der Luftströmung.
- Einrichten eines abgesperrten Isolierbereiches als Kontaminationsbarriere vor Zelle und Isolierraum. (Abb. 3)
  - Möglichkeit zur Messung von Oberflächenkontaminationen an ausgeschleustem Material und an Schutzkleidung von Froschmann, Hilfspersonal und Strahlenschützer. Die Messungen können meist nur als Wischteste und an einem abgeschirmten Meßplatz erfolgen.
  - Verfügbarkeit von Verpackungsmaterial und Abfallbehältern.
  - Kontrolle auf Kontamination an Gegenständen und Material, das aus dem abgesperrten Isolierbereich herausgegeben werden soll.
  - Wechsel von Überschuhen und Handschuhen und falls erforderlich auch Laborkittel und Overall.
- Präparierung von Abfallbehältern und Verpackungsmaterial zur Vermeidung von Kontaminationsfreisetzung nach Beladung mit radioaktivem Material. Dazu werden Verpackungsmaterial und Abfallbehälter mit Öl, das tiefrot eingefärbt ist, eingesprüht.
- Einsprühen der oft sehr stark kontaminierten Gegenstände, die aus der Zelle herausgebracht werden müssen. Dies erfolgt im Isolierraum. Gegenstände, die das Einölen nicht vertragen, z.B. optische Geräte oder feinmechanische Apparaturen, werden trocken verpackt. Die der Ver-

- packung außen anhaftende Kontamination ist an Öl gebunden und kann somit nicht in die Luft freigesetzt werden. Die weitere Verpackung zur gefahrlosen Weitergabe erfolgt im abgesperrten Isolierbereich.
- Herausholen des Froschmannes aus der Zelle. Zur Vermeidung von Kontaminationsfreisetzung und Luftkontaminationen beim Ausziehen des Froschmannanzuges wird der Froschmann mit Öl eingesprüht. Dazu tritt er bis an den offenen Eingang, bleibt in der dort herrschenden Luftströmung stehen und wird, während er sich dreht, eingesprüht.
  - Überwachung aller Schutzmaßnahmen und Beobachtung des Arbeitsablaufs durch einen mit den Arbeitsvorgängen vertrauten Strahlenschützer. Es ist seine Hauptaufgabe, auf Fehler zu achten, die zum Durchbrechen der Kontaminationsbarriere führen können. Dazu muß er rechtzeitig Hinweise und Anweisungen geben können.

Nicht bei allen Zelleneinsätzen ist es möglich, einen Isolierraum anzuwenden (Abb. 4). Ausnahmen bilden nämlich

- der Zelleneinsatz über das Zellendach zum Herausheben schwerer und sperriger Gegenstände und Geräte aus der Zelle mittels Hallenkran und
- Zelleneinsatz zum Herausholen ähnlich großer Teile aus einer Box mittels großem Hebezeug.

Wenngleich auch bei solchen Zelleneinsätzen bisher noch keine Kontaminationsfreisetzungen in Form von Luftkontaminationen beobachtet worden sind, kann man eine luftgetragene Kontamination nicht völlig ausschließen. Deshalb wird bei solchen Zelleneinsätzen die Luft direkt am Ort der möglichen Verursachung auf Kontamination überwacht (kontinuierlich messender Raumluftmonitor).

Bei Zelleneinsätzen über Dach wird um die Dachöffnung ebenfalls ein abgesperrter Isolierbereich eingerichtet. Die Gegenstände, wie z.B. Fahrmanipulator, Brücke des Zellenkrans oder Experimentapparaturen werden am Hallenkran angeschlagen und beim Heraufziehen in Höhe der Dachöffnung mit Öl eingesprüht und entweder in eine Plastikfolie eingeschlagen oder vom Kran in einen Folienschlauch gezogen.

Wenn ein größeres Gerät aus der Box einer Zelle herausgebracht werden soll, wird gleich bei der fernbedienten Grobdekontamination die Zelle und das betreffende Gerät mit Öl eingesprüht oder mit einem Gemisch aus Lösungsmittel und Öl zur Rückfettung abgespritzt. Dann kann man die Box betreten, das Gerät an das Hebezeug anschlagen, mit dem Hebezeug aus der Box herausziehen und im Isolierbereich abstellen. Wenn die Box das Einsprühen mit Öl zu diesem Zeitpunkt nicht verträgt, wird das Gerät mit dem Hebezeug in einen Folienschlauch gezogen, im Isolierbereich abgelassen und dort mit Öl eingesprüht.

### 3. Strahlenschutz

#### 3.1 Messungen

Zur Abschätzung der Strahlungs- und der Kontaminationsgefahr werden Messungen durchgeführt. Sie erfassen

- Ortsdosisleistungen und Oberflächendosisleistungen mit jeweils den Anteilen an Beta- und an Gammastrahlung,
- Konzentration der Beta- und der Gamma-Kontamination auf Oberflächen,
- Beta/Alpha-Verhältnis der in den Zellen verwendeten radioaktiven Stoffe. (Diese Messungen werden nicht regelmäßig durchgeführt. Sie dienen der Nachprüfung des abgeschätzten Beta/Alpha-Verhältnisses.)

Diese Messungen und Abschätzungen geben Aufschluß darüber,

- welche Arten von Strahlungsbelastungen bei Zelleneinsätzen in dieser und jener Zelle auftreten werden,
- wie hoch die Ganzkörperdosis und die Teilkörperdosis - und hierbei nicht nur die Extremitätendosis sondern auch die Hautdosis - sein werden und
- auf welche Strahlungsart die Raumluft überwacht werden soll.

Vor Beginn und während des Zelleneinsatzes werden die Strahlungspegel in der Zelle gemessen, um abschätzen und beurteilen zu können, ob der Arbeitseinsatz in der vorgesehenen Zeit und im vollem Umfang durchgeführt werden kann.

Je nach Art des radioaktiven Stoffes, der in den Zellen verwendet wird, zeigen die Messungen große Unterschiede im Verhältnis der Dosisleistungen aus Beta- und aus Gammastrahlung  $\frac{\beta + \gamma}{\gamma}$ .

Siehe nachstehende Tabelle.

Nuklide	Beta-Gamma-Verhältnis	Abstand vom radioaktiven Stoff	
		max.	min.
Bestrahlter Stahl	$1 \leq \frac{\beta + \gamma}{\alpha} \leq 2$	2 m	Kontakt
Spaltproduktgemisch mit steigendem Sr 90-Anteil	$10 \leq \frac{\beta + \gamma}{\alpha} \leq 100$	5 m	0,3 m
	$100 \leq \frac{\beta + \gamma}{\alpha} \leq 1000$	Kontakt (Berührung) mit radioaktivem Stoff; Fingerdosen	

Die Überwachung der Raumluft stützt sich allein auf die Messung der Beta-Aktivität, solange das  $\beta/\alpha$ -Verhältnis  $\geq 10$  ist. Das kleinste  $\beta/\alpha$ -Verhältnis (größte Konzentration an  $\alpha$ -Aktivität) betrug bisher  $\beta/\alpha = 50$ . Wenn eine Luftkontamination auftritt, läßt man das Meßfilter 1 bis 2 Tage abklingen und sieht dann nach, welchen Anteil die Alpha-Aktivität hatte.

### 3.2 Verwendete Meßgeräte bei Zelleneinsätzen

#### Kontaminationsmessung

Es werden grundsätzlich Großflächen-Durchflußzähler ohne Kompensationsmessung verwendet. Als Zählgas wird Erdgas benutzt.

Die Strahleneintrittsfenster der Zählrohre haben eine Fläche von  $10 \times 20 \text{ cm}^2$  und ein Flächengewicht von 0,6 bis 0,9  $\text{mg/cm}^2$ . Sie sind zum Schutz vor Kontamination mit einer Schutzfolie von  $15 \text{ mg/cm}^2$  abgedeckt. Für die Messung von Wischtests befinden sich die Zählrohre in einer 2,5 cm oder 5 cm starken Bleiabschirmung, die nach einer Seite offen ist. Die untere Nachweisgrenze liegt bei 30 Bq (1 nCi) Tl 204. Kontaminationen oberhalb 300 Bq (10 nCi) können noch bei einer Umgebungsstrahlung von ca. 100  $\mu\text{Sv/h}$  (10 mrem/h) nachgewiesen werden. Abgeschmolzene mit Xenon gefüllte Großflächenzählrohre werden nur dann benutzt, wenn am Einsatzort kein Anschluß für die Versorgung mit Erdgas vorhanden ist oder hergestellt werden kann. Diese Zählrohre sind wegen des dickeren Zählrohrfensters um den Faktor 5 weniger empfindlich.

#### Strahlungsmessung

Benutzt werden

- Gammadosisleistungsmesser ohne Empfindlichkeit für Betastrahlung und
- Gammadosisleistungsmesser mit Nachweiswahrscheinlichkeit für Betastrahlung und seit kurzem auch
- Dosisleistungsmesser zur Messung der Beta- und Gammadosisleistung (KELLER-Dosimeter).

Die Gammadosisleistungsmesser arbeiten mit GM-Zählrohr in Meßbereichen von 0,1  $\mu\text{Sv/h}$  bis 0,5 Sv/h (10  $\mu\text{rem/h}$  bis 50 rem/h) und 1  $\mu\text{Sv/h}$  bis 10 Sv/h (0,1 mrem/h bis 1000 rem/h) bzw. 10  $\mu\text{Sv}$  bis 10 Sv (1 mrem bis 1000 mrem).

Das KELLER-Dosimeter arbeitet mit Ionisationskammer von ca.  $10 \text{ mg/cm}^2$  Wandstärke (abgestützte Kunststoffolie). Der niedrigste Meßbereich geht von  $10 \text{ } \mu\text{Sv/h}$  bis  $600 \text{ } \mu\text{Sv/h}$  ( $1 \text{ mrem/h}$  bis  $60 \text{ mrem/h}$ ). Der Meßbereich kann um 4 Dekaden höher geschaltet werden bis auf  $100 \text{ mSv/h}$  bis  $6 \text{ Sv/h}$  ( $10 \text{ rem/h}$  bis  $600 \text{ rem/h}$ ).

### Dosismessung

Außer Filmplakette und Stabdosimeter werden bei gelegentlich stark ortsveränderlicher Gammadosisleistung weitere Stabdosimeter benutzt. Sie werden während des Zelleneinsatzes abgelesen, um sicherzugehen, daß die geplante, festgesetzte Dosis nicht überschritten wird. Der maximal abzulesende Wert beträgt je nach Typ des Dosimeters 2 oder 5 mSv (200 oder 500 mrem).

Zur Ermittlung der Betadosis an Händen, Füßen und Haut werden Thermoluminiszenzdosimeter getragen.

Filmplakette und Thermoluminiszenzdosimeter werden auch zur Ermittlung der Strahlenpegel in Zellen benutzt, z.B. zur Information über den Aufwand für Zellendekontamination oder zur Ermittlung des Dekontaminationsfaktors nach Zellendekontaminationen.

Dosimeter mit Alarmgabe bei Überschreitung eines einstellbaren Schwellwertes, wie Dosisleistungswarngeräte oder Dosiswarngeräte, sind bei Zelleneinsätzen nur probeweise eingesetzt worden. Sie wurden beim Tragen als störend empfunden und der Alarmton ist bei den umgebenden Geräuschen zu leise. Anders ist es bei Strahlungswarngeräten, die als Labormonitor eingesetzt werden können, wenn am Ort des Zelleneinsatzes auf Strahlung und abgesperrte Bereiche aufmerksam gemacht werden soll.

### Luftüberwachung durch Messung der Radioaerosole

Ursprünglich wurden nur Luftmonitore eingesetzt, die Betaaktivität und künstliche Alphaaktivität nach dem Alpha-Beta-Pseudokoinzidenz-Verfahren (ABPD) messen. Diese Anlagen wurden zum Teil durch Beta-Aerosolmonitore ersetzt, im wesentlichen aus zwei Gründen:

- So lange nicht mit reinen Alpha-Strahlern umgegangen wird, sondern mit bestrahlten Brennelementen aus z.B. Leichtwasser-Reaktoren, wird bei einer Luftkontamination der Beta-Alarm immer lange vor dem Alpha-Alarm kommen. Das Meßfilter kann noch nach 1 bis 2 Tagen Abklingzeit auf Alphaaktivität untersucht werden.
- Beta-Aerosolmonitore reagieren nicht so empfindlich auf Konzentrationsänderungen der natürlichen Radioaktivität, z.B. bei Änderung der Luftwechselzahl im Labor oder bei Frischlufteinbrüchen bei geöffneter Außenschleuse oder bei Schönwetterlagen (Windstille und Sonneneinstrahlung). Die zeitweise allzu häufige Auslösung von Alarmen infolge Zunahme der natürlichen Alphaaktivität in der Luft tritt nicht auf.

#### 4. Organisation von Zelleneinsätzen

Zelleneinsätze müssen von der Sicherheit für das Personal her gesehen, ähnlich betrachtet werden wie das Befahren von Behältern und engen Räumen im konventionellen Arbeitsschutz, z.B. in der chemischen Industrie. Die Einhaltung eines festgelegten Spektrums von organisatorischen Maßnahmen vor Beginn, bei der Durchführung und zum Abschluß eines Einsatzes ist deshalb notwendig.

Diese Maßnahmen beinhalten:

- Anforderungen an den Operateur. Sie sind für die KFA in einer Richtlinie festgelegt. Danach müssen sich die Operateure in regelmäßigen Abständen (für unter 50-jährige alle 3 Jahre) einer ärztlichen Prüfung unterziehen, bei der die körperliche Belastungsfähigkeit untersucht wird. Weiter müssen sie im halbjährlichen Abstand an einer Atemschutzübung unter praxisnahen Bedingungen auf einer Teststrecke teilnehmen. Durch regelmäßige Teilnahme am eigens dazu eingerichteten Dienstsport sind sie verpflichtet, sich körperlich fit zu halten. Weiter ist es sehr wichtig, daß der Operateur mit der Technik und dem Ablauf der Zelleneinsätze vertraut ist, d.h. bei neuen Operateuren muß eine eingehende Unterweisung erfolgen. Nicht zuletzt muß der Operateur mit der durchzuführenden Arbeit vertraut sein, also die notwendigen Fachkenntnisse und handwerklichen Fähigkeiten besitzen.
  
- Anforderungen an das Strahlenschutzpersonal.  
Der Strahlenschutzoperateur muß die Arbeiten im Zelleneinsatz kennen, Eigenschaft und Art des radioaktiven Stoffes sowie die Gegebenheiten am Arbeitsplatz hinsichtlich möglicher Strahlungs-, Kontaminations- und Unfallgefahr müssen ihm bekannt sein. Richtige Entscheidungen zur Anwendung von Sicherheitsmaßnahmen muß er aus grundlegender Fachkenntnis heraus treffen können. Bei der Strahlenschutzüberwachung konzen-

zentriert er sich auf die Messung von Strahlung und Kontamination und auf die Überwachung der Personendosis. Im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung muß er auch den technisch handwerklichen Arbeitsablauf im Zelleneinsatz beobachten, damit er Fehler, die zu Kontaminationsverschleppungen, zu Kontaminationsfreisetzungen oder zu nicht vorhergesehenen Teilkörper- oder Ganzkörperbelastungen führen können, rechtzeitig korrigieren kann, indem er Hinweise oder Anweisungen gibt.

- Feststellen von Arbeitsaufwand, -umfang und voraussichtlicher Dauer. Zelleningenieur und Operateur besprechen eingehend die durchzuführenden Arbeiten. In der Regel werden in einer Liste die Arbeitsschritte festgehalten. Dadurch wird erreicht, daß während des Einsatzes nach einem festgelegten Programm gearbeitet werden kann und keine Zeit mit Überlegungen verloren geht.
- Aufstellen einer Liste der benötigten Hilfsmittel. Dazu gehören Werkzeuge, Ersatzteile usw. Es soll vermieden werden, daß während des Einsatzes erst danach gesucht wird.
- Ausmessen des Strahlungsfeldes und des Kontaminationsgrades. Die vom Strahlenschutzbeauftragten ausgeführten Messungen erlauben die Festlegung der maximalen Einsatzdauer, die Auswahl der zu tragenden persönlichen Dosimeter, die Feststellung, welche Bereiche während des Einsatzes möglicherweise zu meiden sind, ob zusätzliche Abschirmungen angebracht werden müssen usw.
- Durchführen eines sogenannten Arbeitssicherungsverfahrens. Dabei werden auf einem Arbeitssicherungsschein die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen im Hinblick auf Strahlenschutz und Arbeitsschutz festgelegt. Er enthält Angaben über Einsatzort, -dauer und -zeitpunkt. Dieser Schein ist vom für den Einsatz Verantwortlichen, dem Strahlenschutzbeauftragten, dem Sicherheitsbeauftragten und dem Betriebsleiter abzuzeichnen. Die Durchführung des Arbeitssicherungsverfahrens ist von der für uns zuständigen Aufsichtsbehörde gefordert.

An der praktischen Durchführung eines Zelleneinsatzes sind beteiligt der zuständige Zelleningenieur, mindestens 2 Operateure, der Strahlenschutzbeauftragte, 1 Strahlenschutzoperateur. Bei Benutzung der Atemschutzmaske mit Lungenautomat muß eine Fachkraft der Atemschutzstelle (Werksfeuerwehr) sowie bei Einsätzen über das Zellendach (Seilsicherung) und bei Schweißarbeiten (Brandschutz) eine weitere Fachkraft der Werksfeuerwehr beteiligt werden.

- Während des Zelleneinsatzes ist eine ständige Kontrolle durch den Einsatzleiter und das Strahlenschutzpersonal vorgeschrieben. Es erfolgen Dosisleistungs- und Kontaminationskontrollen. Der 2. Operateur steht für Hilfestellung bereit, für den Fall, daß eine Rettungsaktion notwendig werden sollte.
- Nach Abschluß des Einsatzes werden Einsatzdauer, empfangene Personendosen, besondere Vorkommnisse durch den Strahlenschutz protokolliert. Ausgedehnte Kontaminationskontrollen schließen die Arbeiten ab.

Das ganze Verfahren ist in der von den Genehmigungsbehörden geforderten Laborordnung in Form einer Schritt-für-Schritt-Betriebsanweisung festgeschrieben.

5. Schlußbemerkung

Das geschilderte Verfahren hat sich in der Vergangenheit als wirksam erwiesen. So konnten Überschreitungen der zulässigen Personendosen oder Arbeitsunfälle vermieden werden. Gelegentlich auftretende Kontaminationen im Labor waren auf ein Minimum beschränkt. Eine Gefahr liegt in der Gewöhnung und damit Unterschätzung der Risiken durch das langjährig damit beschäftigte Personal. Hier muß ständig dem Drang zur "Vereinfachung" der Verfahren (z.B. durch Weglassen der einen oder anderen Kontrollmessung, Sicherheitsvorkehrung usw.) und der Nachlässigkeit ganz allgemein entgegengewirkt werden.

Literaturnachweis

- 1) Proceedings of the 9<sup>th</sup> Conference on Hot Laboratories and Equipment; ANS 1961

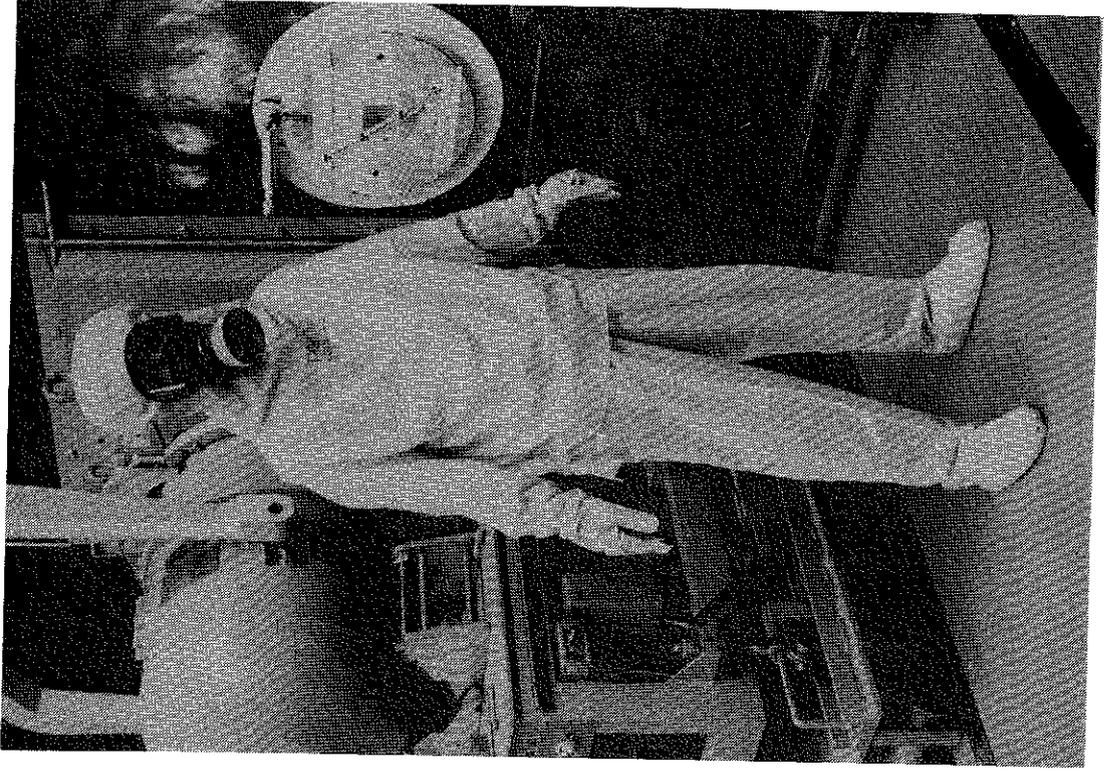
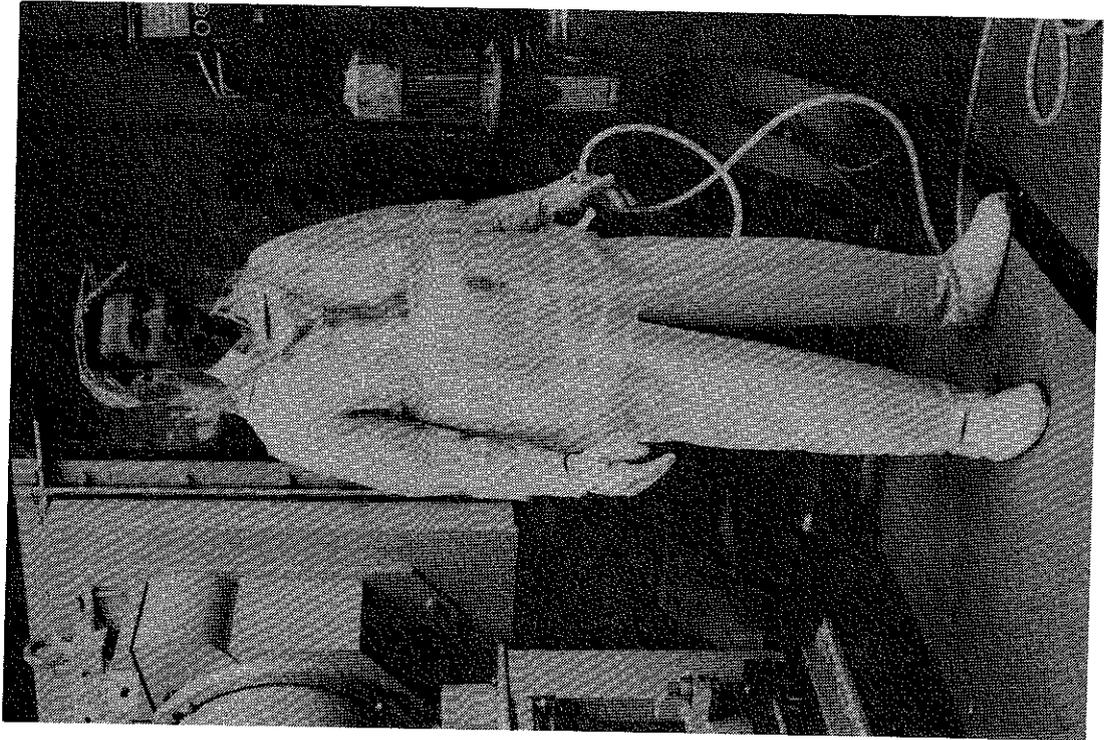


Abb. 1 PEDI-Schutzanzug, links mit und rechts ohne Fremdbelüftung

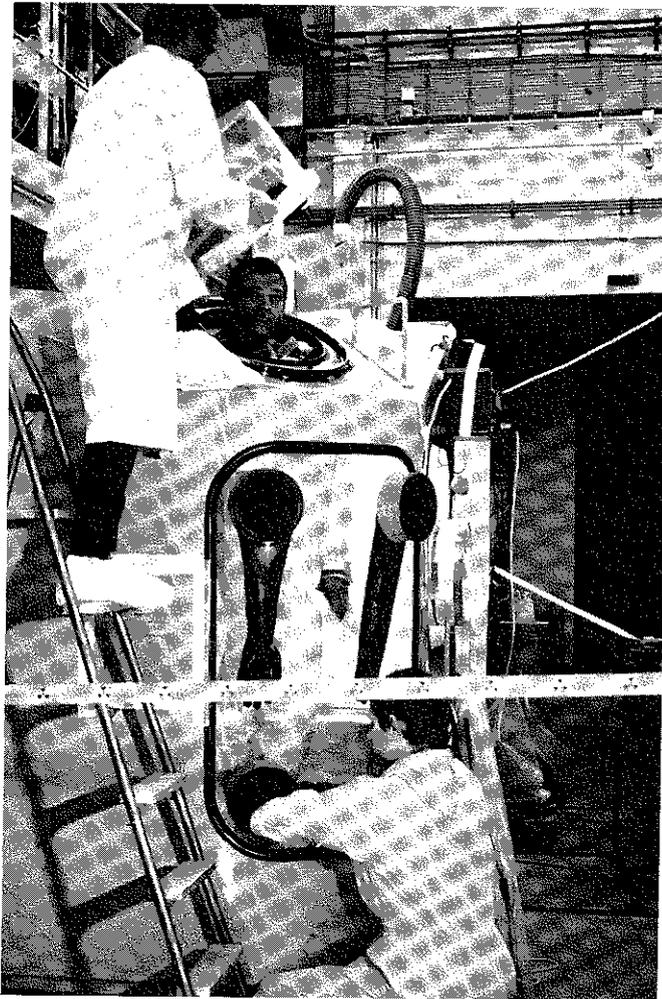


Abb. 2 Scalhène-Box  
Froschmann-Box zum Einstieg in die Zelle;  
Einstieg über Doppeldeckelsystem

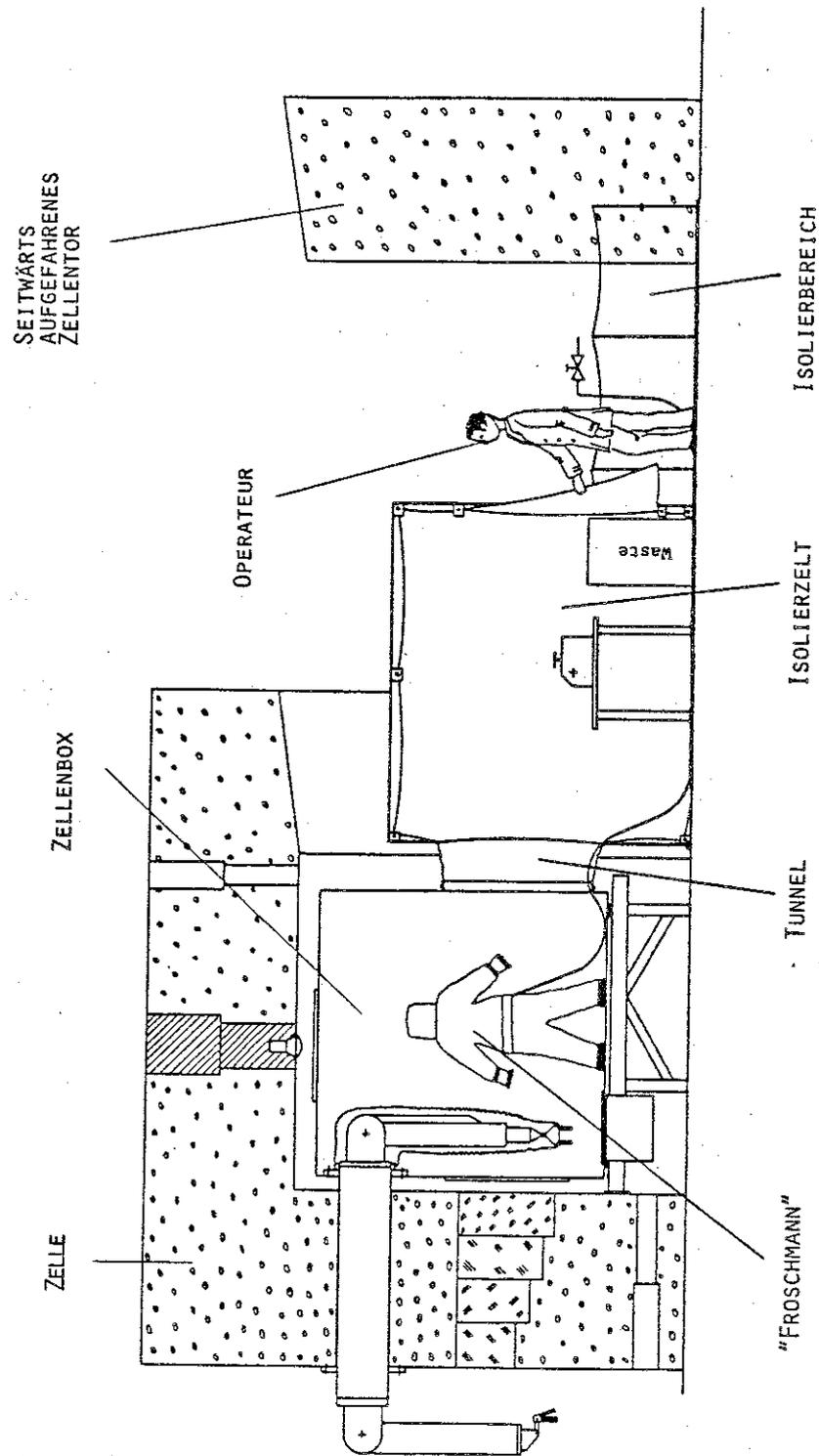


Abb.3 Schematische Darstellung eines Zelleinsatzes

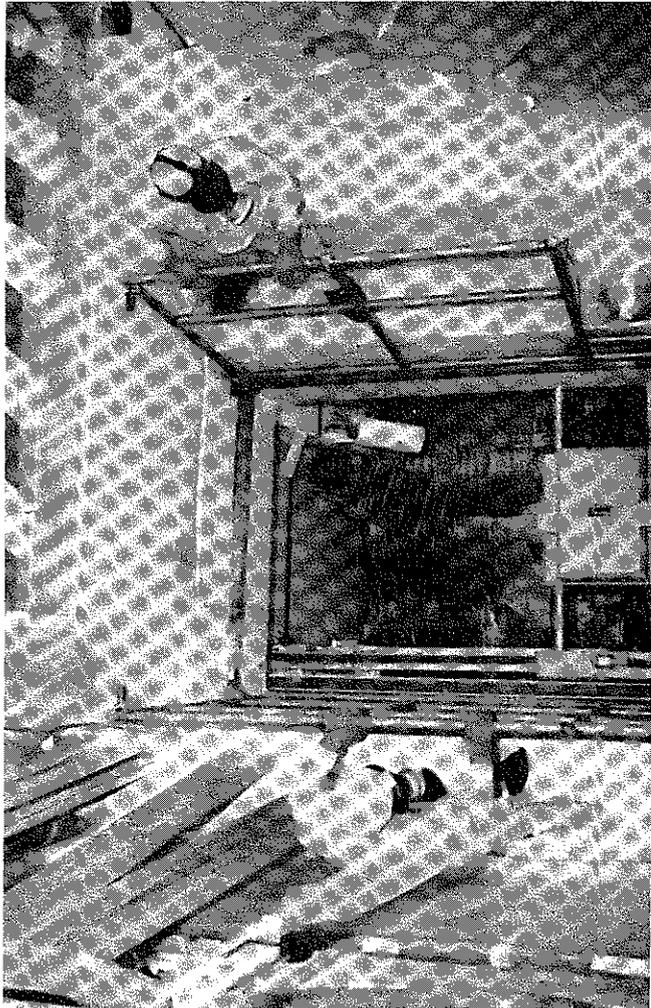
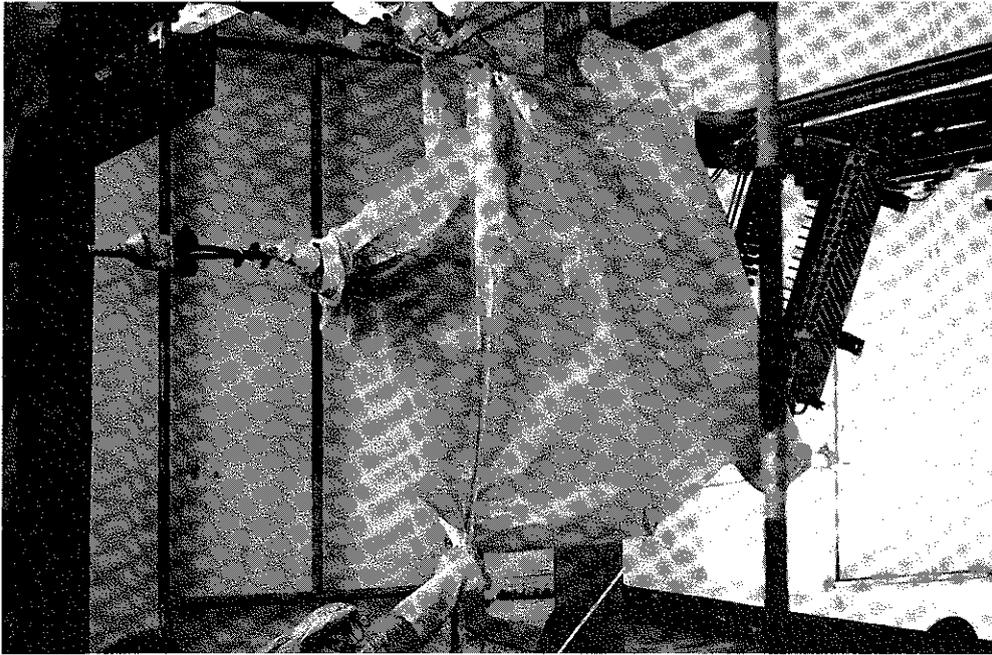


Abb. 4 Zelleneinsatz über Dach

A: Arbeiten im abgesperrten Isolierbereich

B: Material wird zum Schleusen mittels Kran in PE-Sack gezogen