

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE**

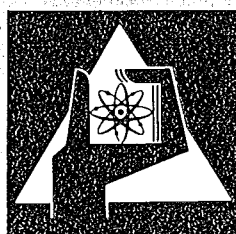
August 1974

KFK 2037

Abteilung Reaktorbetrieb und Technik

Einrichtung zum Auswechseln von  $UO_2$ - $PuO_2$ -Experimentier-  
Brennstäben mit Hüllschäden am FR 2

K. Jannakos, K. Hain



**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 2037

Abteilung Reaktorbetrieb und Technik  
Ingenieurtechnik

Einrichtung zum Auswechseln von  $\text{UO}_2$ - $\text{PuO}_2$ -Experimentier-  
Brennstäben mit Hüllschaden am FR2

K. Jannakos

K. Hain

Gesellschaft für Kernforschung mbH., Karlsruhe



## Zusammenfassung:

Zur Handhabung von plutoniumhaltigen Brennelementprüflingen mit gewollten und ungewollten Hüllschäden die in einem Dampfkontaminationsloop am FR2 bestrahlt werden, sind Sondereinrichtungen entwickelt worden. Der Zweck der Sondereinrichtungen ist, die für das Auswechseln der Brennelementprüflinge erforderlichen Arbeiten durchführen zu können und dabei die Umgebung des Reaktors sowie seine Standard-Handhabungseinrichtungen, wie z.B. die Brennelement-Wechselmaschine vor  $\alpha$ -Kontamination zu schützen.

In dem vorliegenden Bericht wird über die Aufgabenstellung die Ausführung und die gewonnenen Erfahrungen beim Einsatz der Sondereinrichtungen berichtet.

## Device for the Replacement of $UO_2$ - $PuO_2$ Test Fuel Rods with Cladding Defects at the FR2 Reactor

### Summary:

Special devices have been developed for handling plutonium bearing fuel element specimens with planned and unplanned cladding defects irradiated in a steam contamination loop at FR2. These special devices allow to carry out work required for the replacement of fuel element specimens while protecting from alpha contamination the reactor environment and its standard handling equipment, such as the refueling machine.

This report describes the tasks, implementation and experience obtained in the use of the special devices.

Inhalt:

Zusammenfassung

Summary

1. Vorwort

2. Aufgabe der vorliegenden Einrichtung

3. Beschreibung der Einrichtung

3.1 Wechselrohr

3.2 Ankoppelmechanismus

3.3 Arbeitsbox

4. Anwendungsbereich

5. Bisherige Erfahrungen

6. Schlußfolgerung

Literatur

## 1. Vorwort

Der Einsatz von Plutonium-Brennstäben im Reaktor erfordert wegen der Möglichkeit einer  $\alpha$ -Kontamination strenge Maßstäbe im Strahlennachweis und -schutz. Dies gilt in verstärktem Maße, wenn es sich um versuchsmäßig defekte Brennstäbe handelt. Die Einrichtung zur Handhabung normaler Brennelemente an Forschungsreaktoren werden diesen Anforderungen im allgemeinen nicht gerecht. Für Bestrahlungsexperimente mit plutoniumhaltigen Brennstäben, die eine erhebliche, bei ungewollten oder gewollten Hüllschäden in den Kreislauf austretende  $\alpha$ -Aktivität besitzen, müssen deshalb in der Regel Sonder-einrichtungen geschaffen werden.

## 2. Aufgabe der vorliegenden Einrichtung

Die hier beschriebene Einrichtung wurde eigens für ein "Dampfkontaminationsloop" am FR2 entwickelt, das in [1] ausführlich beschrieben worden ist, in dem Brennstäbe mit absichtlich beschädigtem Hüllrohr bestrahlt werden. Sie ist jedoch auch zur Handhabung geometrisch ähnlicher Reaktoreinbauten verwendbar, bei denen während des Ein- und Ausbaus am Reaktor die Umgebung und die allgemeinen Handhabungseinrichtungen vor  $\alpha$ -Kontamination geschützt werden müssen. Die Einrichtung ermöglicht es, bei Verwendung der Standardeinrichtungen eines Reaktors, wie z.B. Heiße Zelle und Wechselmaschine für Brennelemente, die folgenden Arbeiten durchzuführen:

- Ausbau der wiederbeladbaren Trägervorrichtungen mit angekoppelten beschädigten Brennstäben aus dem Reaktor;

- Montage und Demontage der beschädigten Brennstäbe;
- Demontage von ebenfalls vorhandenen Korrosionsproben;
- Zersägen der kontaminierten Träger- und Dampfleitungsrohre sowie der sonstigen Hilfsvorrichtungen;
- Verschließen der demontierten und zersägten Teile in dichte Transportzwischenbehälter.

Bei all diesen Einzelarbeiten wird durch die Einrichtung eine Kontamination der mitbenutzten allgemeinen Handhabungseinrichtungen, oder der Umgebung weitgehend ausgeschlossen.

### 3. Beschreibung der Einrichtung

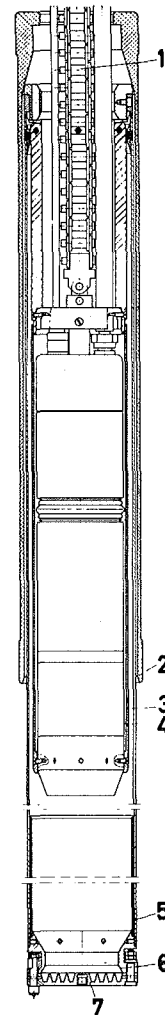
Die Einrichtung besteht aus drei Hauptteilen, nämlich dem Wechselrohr, dem Ankoppelmechanismus und der Arbeitsbox.

#### 3.1 Wechselrohr

Das Wechselrohr (Abb. 1) wird stets zusammen mit der Brennelementwechselmaschine verwendet und ist im Einsatzfall in diese eingebaut. Es stellt eine allseits die Kontaminationsquelle und deren Trägervorrichtung umschließende Hülle dar. Zum Ausbau einer Trägervorrichtung aus dem Reaktorcore wird das Wechselrohr mit dem Ankoppelmechanismus an den Kanal mit der auszubauenden Trägervorrichtung dicht angekoppelt. Die Trägervorrichtung wird mit dem Greifer der Wechselmaschine gefaßt und in das Wechselrohr hineingezogen. Nach dem Ankoppeln des Wechselrohres und dem fernbedienten Schließen des Deckels am unteren Ende des Wechselrohres kann die Trägervorrichtung mit dem Prüfling zur weiteren Bearbeitung bzw. Lagerung abtransportiert werden.

Abb. 1: Wechselrohr, Länge 7697 mm

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1 Kette des Hub- und Senkantriebes des Greifers | 4 Greifer       |
| 2 Führungshülse                                 | 5 Wechselrohr   |
| 3 Schutzrohr                                    | 6 Ankoppelkonus |
|   | 7 Deckel        |





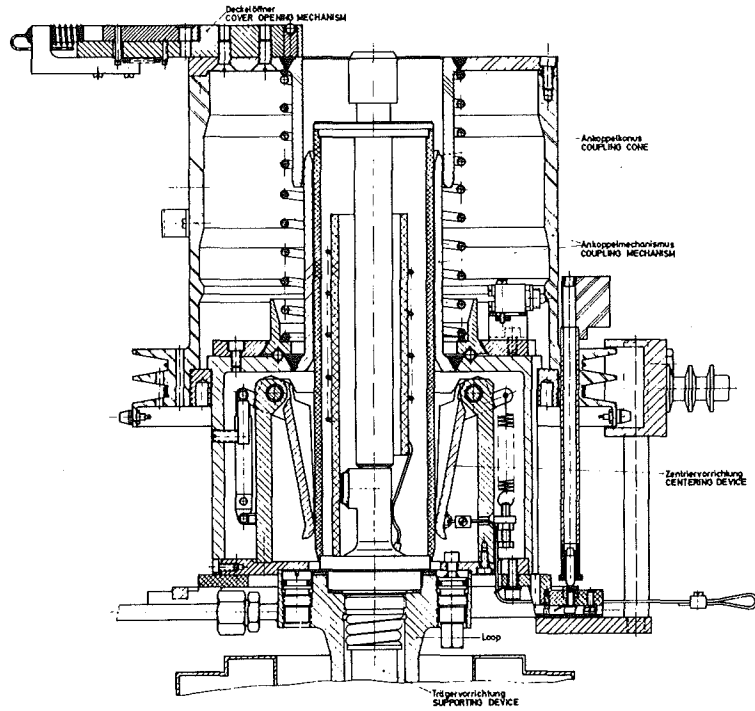
### 3.2 Ankoppelmechanismus

Der Ankoppelmechanismus dient zum Ankoppeln des Wechselrohres an den Kanal der auszubauenden Trägervorrichtung, an die Arbeitsbox und ggfs. an vorhandene Lagervorrichtungen. Er muß deshalb, um den **Ankoppelvorgang** durchführen zu können, vorher dicht an die genannten Einrichtungen montiert werden. Abb. 2 zeigt den Ankoppelmechanismus, montiert an das obere Kanalende eines Versuchseinsatzes am FR2.

Im Betrieb wird das Wechselrohr so weit gesenkt, bis es den Ankoppelmechanismus erreicht und seinen äußeren Teil ca. 5 cm gegen die Federkraft nach unten gedrückt hat. Anschließend wird der Wechselrohrdeckel durch Drehen des Deckelöffners geöffnet.

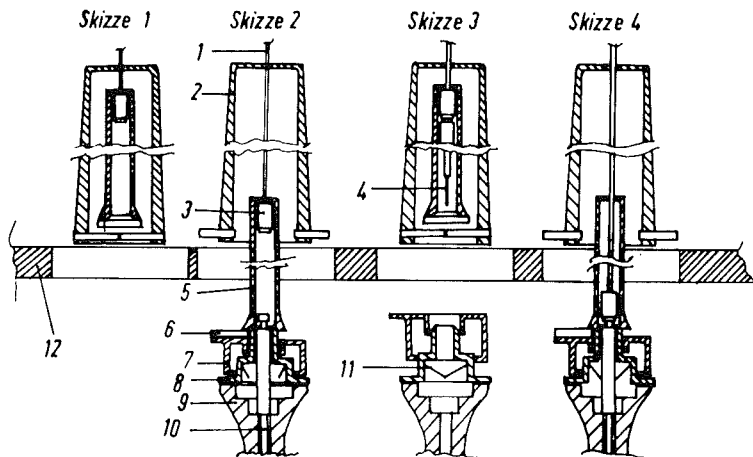
Das Drehen des Deckelöffners kann fernbedient mit einem Seil - wie im vorliegenden Fall - oder mit einem direkt am Ankoppelmechanismus angebauten Elektromotor erfolgen. Nach dem Öffnen des Deckels wird das Wechselrohr mit der Wechselmaschine bis zum Anliegen am Ankoppelmechanismus weiter abgesenkt. Der äußere Teil des Ankoppelmechanismus wird dabei nach unten gedrückt. Es ist jetzt eine dichte Verbindung zwischen Unterseite Wechselrohr und Loopeinsatz geschaffen worden. Die kontaminierte Trägervorrichtung mit dem beschädigten Brennstab kann nun mit dem Greifer in das Wechselrohr hineingezogen werden oder z.B. vom Wechselrohr in den Loopeinsatz eingebaut werden. Nach kurzem Anheben des Wechselrohres wird durch Drehen des Deckelöffners der Wechselrohrdeckel wieder geschlossen. Von nun an dient das Wechselrohr als dichter Transportbehälter und kann innerhalb der Reaktorhalle mit Hilfe der abgeschirmten Wechselmaschine transportiert werden. Form und Ausführungsart des Ankoppelmechanismus sowie des Wechselrohres hängen von den örtlichen Verhältnissen und der zur Verfügung stehenden Wechselmaschine ab.

Abb. 2:  
Ankoppel-  
mechanismus



Um beim Einbau die empfindlichen Trägervorrichtungen zentrisch und ohne Stoß in das Dampfkontaminationsloop einführen zu können, wurde eine Zentriervorrichtung in den Ankoppelmechanismus eingebaut. Die vier schalenartigen Führungssegmente dieser Zentriervorrichtung werden durch Federkraft nach innen gedrückt und führen das einzubauende Teil zentrisch in den Loopeinsatz. Zum Ausbau der Trägervorrichtung werden die Führungssegmente im geöffneten Zustand arretiert. Die jeweiligen Endzustände wie "Wechselrohr liegt auf, Deckel öffnen", "Deckel geöffnet", "Wechselrohr angekoppelt", "Deckel geschlossen" werden über Grenzkontakte signalisiert und am Bedienungsstand der Wechselmaschine optisch angezeigt.

Um den Einsatz der oben beschriebenen zwei Hauptteile verständlicher zu machen, wird anschließend anhand von Skizzen (Abb. 3) der Einbau einer kontaminierten Trägervorrichtung in den Reaktor erläutert.



- 1 Greifer-Kette / Grab chain
- 2 BE-Flasche / Fueling flask
- 3 BE-Greifer / Fuel element grab
- 4 BE-Prüfling / Test fuel specimen
- 5 Wechselrohr / Exchange tube
- 6 Wechselrohrdeckel / Exchange tube lid
- 7 Deckelöffner des Ankoppelmechanismus / Lid opener of coupling device
- 8 Ankoppelmechanismus / Coupling device
- 9 Loop- bzw. Lagereinrichtung / Loop and storage facility, respectively
- 10 Trägervorrichtung / Support
- 11 Zentriervorrichtung / Centering device
- 12 Reaktor- bzw. Lagerdeckel / Top of reactor and storage facility, respectively

Abb. 3

Das im Lagerbecken gelagerte Wechselrohr wird mit Hilfe des BE-Greifers in die BE-Flasche der Wechselmaschine aufgenommen. Mit der so umgerüsteten BE-Flasche (Skizze 1) wird die Lagerposition der in den Reaktor einzubauenden Trägervorrichtung angefahren. Der BE-Greifer wird nun gesenkt bis die Signallampe für das Öffnen des Wechselrohrdeckels am Pult der BE-Flasche aufleuchtet. Der Deckel des Wechselrohres wird anschließend geöffnet und der BE-Greifer wird weiter bis zum Aufliegen des Wechselrohres auf dem Ankoppelmechanismus gesenkt (Skizze 2). Jetzt ist für den Ausbau der kontaminierten Trägervorrichtung eine dichte Verbindung zwischen Lagervorrichtung und Wechselrohr geschaffen worden. Zum einziehen dieser Trägervorrichtung in die BE-Flasche wird der BE-Greifer bis zum Erreichen und Fassen des Greiferpilzes der Trägervorrichtung weiter gesenkt (Skizze 4).

Der BE-Greifer wird anschließend angehoben, bis die kontaminierte Trägervorrichtung in das Wechselrohr eingezogen ist und die Signallampe zum Schließen des Wechselrohrdeckels am Pult der BE-Flasche aufleuchtet. Das Wechselrohr liegt nun nicht mehr auf dem Konus des Ankoppelmechanismus, so daß der Deckel des Wechselrohres geschlossen werden kann. Nach dem Schließen des Wechselrohrdeckels wird durch weiteres Anheben des BE-Greifers das Wechselrohr wieder in die BE-Flasche hineingezogen (Skizze 3).

Mit der beladenen BE-Flasche wird nun die Einbauposition im Reaktor angefahren. Nach dem Positionieren der BE-Flasche wird das Wechselrohr bis zum Aufleuchten der Signallampe zum Öffnen des Wechselrohrdeckels abgesenkt, der Wechselrohrdeckel geöffnet und anschließend das Wechselrohr bis zum dichten Aufliegen auf dem dort montierten Ankoppelmechanismus herabgelassen (Skizze 2). Durch Weitersinken des BE-Greifers wird die Trägervorrichtung in den Loop-Einsatz eingebaut (Skizze 4). Der BE-Greifer wird vom Greiferpilz abgekoppelt und angehoben, bis die Signallampe zum Schließen des Wechselrohrdeckels aufleuchtet. Nach dem Schließen des Deckels wird das Wechselrohr in die Wechselmaschine hineingezogen (Skizze 1) und kann zur Lagerung abtransportiert werden.

Der Ausbau der im Reaktor eingebauten Trägervorrichtung erfolgt ähnlich dem Ausbau aus der Lagervorrichtung.

### 3.3 Arbeitsbox

Die Arbeitsbox besteht aus dem Gehäuse mit Untergestell, dem maschinellen Teil und dem Bedienungspult. Abb. 4 zeigt die Arbeitsbox in der Erprobungshalle ohne Ausschleusebehälter.

In der Arbeitsbox werden mit Hilfe von verschiedenen Werkzeugen und Vorrichtungen bestimmte Arbeitsvorgänge, wie Lösen des inneren Dampfführungsrohres, An- und Abkoppeln des Brennstoffprüflings, Zersägen von Abfallteilen u.a. automatisch oder fernbedient durchgeführt.

Das Gehäuse der Box ist eine Schweißkonstruktion. Die vordere Wand besteht aus einer dicht angeschraubten Plexiglas-Platte. Um Reparaturarbeiten durchführen zu können sind an den seitlichen Wänden Öffnungen vorgesehen, die ebenfalls mit dicht angeschraubten Plexiglas-Platten verschlossen sind. Am Gehäuse sind als Hauptelemente die Aufhängung für den Transport der Box innerhalb der Reaktorhalle mit dem Kran, das Untergestell, die Fernbetätigungseinrichtungen und die Schleusen angebaut. Oberhalb der Eingangsschleuse ist der Ankoppelmechanismus montiert.

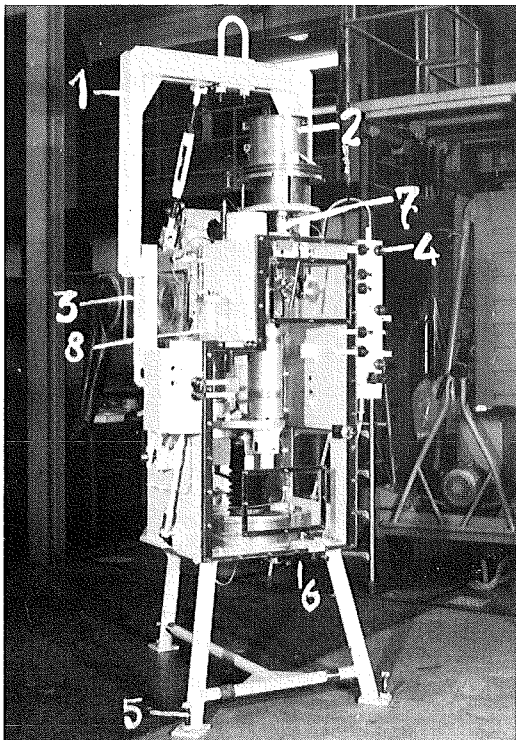


Abb. 4: Arbeitsbox  
(Gesamtansicht)

1. Aufhängung
2. Ankoppelmechanismus
3. Handschuhschleuse
4. Handbetätigung
5. Höhenregulierschraube
6. Ausschleuse
7. Eingangsschleuse
8. Beladeschleuse

Einsatzort der Arbeitsbox ist die Heiße Zelle am FR2. Abb. 5 zeigt die Arbeitsbox innerhalb der Heißen Zelle während der Vorbereitungsarbeiten.

Das Wechselrohr wird an die Arbeitsbox ähnlich wie an der Kanalposition der Trägervorrichtung dicht angekoppelt. Die Trägervorrichtung kann nach dem Ankoppeln innerhalb der Arbeitsbox und dem Wechselrohr je nach Forderung angehoben bzw. gesenkt werden.

In der Arbeitsbox herrscht gegenüber der Heißen Zelle ca.30 mmWS Unterdruck. Die aus der Arbeitsbox abgesaugte kontaminierte und verschmutzte Abluft wird über Filter an die Aktiv-Abgasanlage des Reaktors abgegeben.

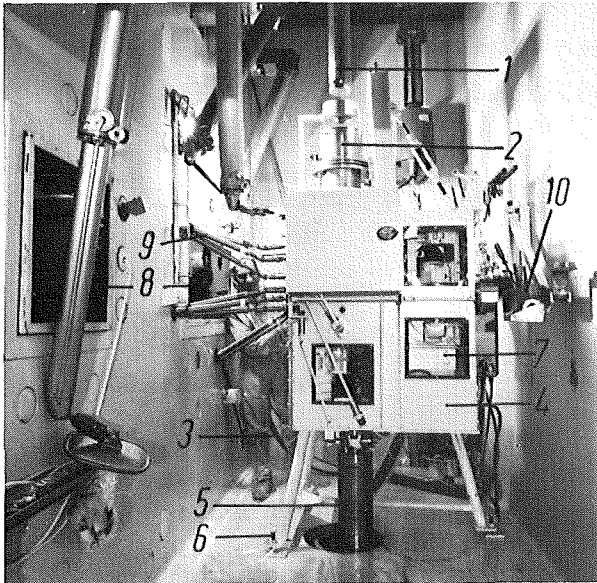


Abb. 5: Arbeitsbox in der Heißen Zelle des FR2

1. Wechselrohr
2. Ankoppelvorrichtung
3. Stromversorgung
4. Arbeitsbox
5. Ausschleusbehälter
6. Fuß mit Höhenregulierschraube
7. Fenster
8. HZ-Fenster
9. Fernbetätigungs-Gelenkwelle
10. Lager

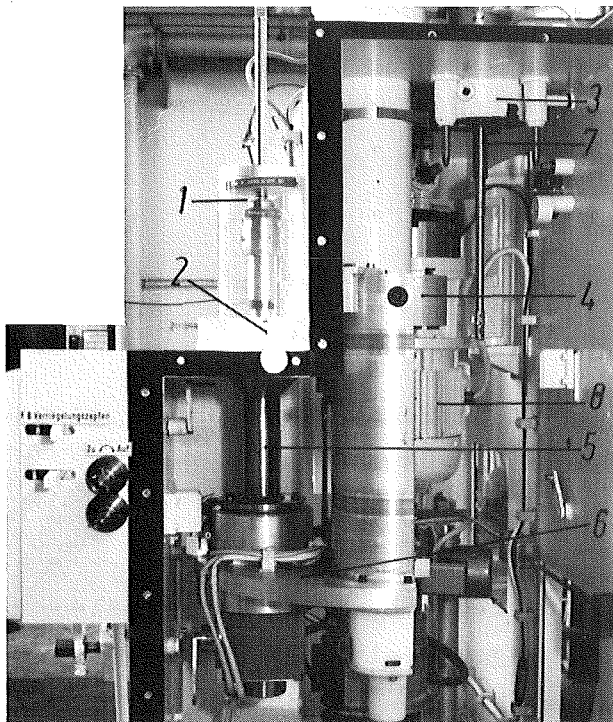


Abb. 6: Arbeitsbox (Innenansicht)

1. Werkzeugbehälter mit Werkzeug angekoppelt an der Montageschleuse
2. Montageschleuse
3. Oberes Spannfutter
4. Futterspann- und Führungsvorrichtung
5. Aufnahmevorrichtung in der Beladeposition
6. Revolverkopf
7. Trägervorrichtung mit montiertem Brennstab und Dampfleitungsrohr
8. Sägemotor

Der maschinelle Teil der Box besteht aus dem Revolverkopf und der Sägeeinrichtung (Abb. 6).

Der Revolverkopf kann an drei Positionen (Belade-, Montage- und Sägeposition) einrasten. Die jeweilige Stellung wird am Steuerpult signalisiert. Bei nicht richtigem Einrasten kann durch die vorgesehenen elektrischen Verriegelungen der nächste Arbeitsgang nicht durchgeführt werden. Der Revolverkopf führt an der eingerasteten Position Hub- und Senkbewegungen aus. Für die Steuerung dieser Hub- und Senkbewegungen sind zwei Weggeber mit digitaler Anzeige und einstellbaren Grenzwerteinheiten vorgesehen, die vor allem für genaue Montagearbeiten verwendet werden, z.B. dem Anschrauben des Brennstabprüflings. Am Revolverkopf sind die Aufnahmevorrichtung für Werkzeuge, die mit einem Elektromotor über eine elektromagnetische Kupplung mit einstellbarem Drehmoment angetrieben wird sowie die Futterspann- und Führungsvorrichtung montiert.

In der Aufnahmevorrichtung werden die zur Durchführung der speziellen Arbeiten erforderlichen Werkzeuge bzw. Werkzeugvorrichtungen Abb.7 eingesetzt und verriegelt. Der Anpreßdruck der Werkzeuge an das Werkstück wird über eine Feder gesteuert, deren Federweg, erzeugt durch die Hub- und Senkbewegung des Revolverkopfes, digital am Bedienungspult angezeigt wird. Die Einstellung des erforderlichen Drehmoments am Werkzeug wird an einem Potentiometer mit geeichtem Anzeigegerät vorgenommen. Die gewünschte Drehmomenteinstellung kann damit feinfühlig und stufenlos im Bereich zwischen 20 und 100 % des Nenndrehmomentes von 200 cmkp erfolgen. Die Aufnahmevorrichtung ist an eine Heliumflasche (Druck nach dem Druckminderer einstellbar bis 150 atü) angeschlossen. Dadurch können auch Montagevorgänge, die nur unter Außendruck vorzunehmen sind, durchgeführt werden, wie z.B. das Durchstechen einer Membrane des Spaltgasraumes eines in der Aufnahmevorrichtung eingespannten Brennstabprüflings, ohne daß dabei eine unkontrollierte Spaltgasabgabe erfolgt. Die in der Aufnahmevorrichtung verriegelte Werkzeugvorrichtung, die den Brennstab aufnimmt, ist an die Trägervorrichtung und an die Werkzeugaufnahme gasdicht nach außen hin angekoppelt. Der Unterdruck in der Arbeitsbox gegenüber der Heißen Zelle wird während keiner Betriebsphase durch den Überdruck in der Werkzeugvorrichtung gestört.

Die Werkzeugvorrichtungen werden einzeln in dicht verschließbaren Plexiglas-Behältern gelagert. Sie sind je nach Aufgabe bzw. durchzuführender Arbeit verschieden und dieser speziell angepaßt. Abb. 7 zeigt die Werkzeugvorrichtungen für einen bestimmten Montagevorgang. Sie sind im Lager innerhalb der Heißen Zelle in dem dichten Ankoppelbehälter gelagert. Beim Einschleusen und Einsetzen der Werkzeugvorrichtungen in die Aufnahmevorrichtung des Revolverkopfes werden die Behälter an die Beladeschleuse der Arbeitsbox dicht angekoppelt. Die Dichtung zwischen Arbeitsbox und angekoppeltem Teil erfolgt über O-Ring. Das Abkoppeln der Behälter ist erst nach dem dichten Schließen des Behälterdeckels und der Schleuse möglich.

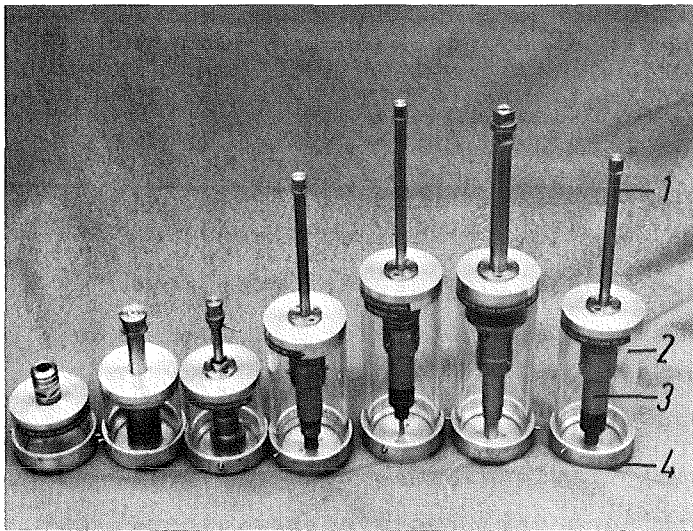


Abb. 7: Werkzeugbehälter mit Werkzeugvorrichtungen

1. Bedienungsstange
2. Behälter
3. Werkzeug
4. Behälterdeckel



Die Futterspann- und Führungsvorrichtung, mit der die zu zersägenden Teile festgespannt und nach dem Zersägen bis zum angekoppelten Transportzwischenbehälter geführt werden, ist neben dem Spannfutter noch mit einem zentrisch spannenden Mechanismus ausgestattet. Durch diesen werden z.B. Thermoelementdrähte, die frei um das Trägerrohr außen gewickelt sind, beim Zersägen festgespannt. Um Einrichtungen durchzusägen, die aus mehreren koaxialen, nicht drehfest miteinander verbundenen Rohren bestehen, werden diese in ein Hilfsrohr eingesetzt, das mit Kunstharz gefüllt wird. Nach dem Aushärten des Harzes ist das Sägen solcher Anordnungen möglich. Das gleiche Verfahren wird angewendet, wenn ein Rohr zersägt werden soll, in dem Thermoelementdrähte oder Meßkapillaren locker geführt werden.

Nachstehend wird durch das einfache Beispiel des Anschraubens eines Brennstabes an eine Trägervorrichtung die Arbeitsweise der Box erläutert. Hierfür müssen die Werkzeugvorrichtung und der Brennstab in die Box eingeschleust werden. Die Werkzeugvorrichtung ist im Ankoppelbehälter gelagert. Zum Einschleusen der Werkzeugvorrichtung wird der Ankoppelbehälter an die Beladeschleuse der Box angekoppelt. Die Beladeschleuse und der Deckel des Ankoppelbehälters werden geöffnet und die Werkzeugvorrichtung kann in die Aufnahmevorrichtung der Box eingesetzt und verriegelt werden. Zum Entfernen des nun leeren Ankoppelbehälters werden die Beladeschleuse und der Deckel des Ankoppelbehälters gleichzeitig geschlossen. Der zu montierende Brennstab wird ähnlich durch die Beladeschleuse in die Werkzeugvorrichtung eingesetzt und festgespannt. Der in der Beladeposition eingerastete Revolverkopf wird nach der Beladung erst bis zur Grundposition gesenkt und dann so weit geschwenkt, bis die Montageposition erreicht ist. Nun wird der Revolverkopf bis zum Erreichen der erforderlichen Montagehöhe angehoben. Dort wird der Brennstab mit einem Drehmoment von 60 cmkp z.B. unter einer Heliumatmosphäre von 45 atü an das Trägerrohr angeschraubt. Die Werkzeugvorrichtung wird anschließend sinngemäß aus der Box im Ankoppelbehälter ausgeschleust und gelagert. Die einzelnen Arbeitsschritte werden mit dem Steuerpult überwacht und gesteuert. Abb. 8 zeigt das Steuerpult vor der Heißen Zelle während des Betriebes.

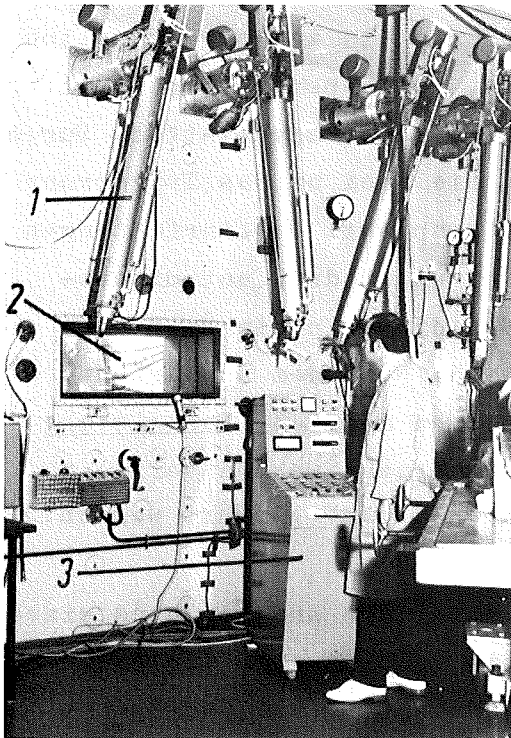


Abb. 8: Steuerpult

1. Manipulator
2. Fenster der HZ
3. Überwachungs- und Steuerpult

Die Sägeeinheit (Abb. 9) ist mit zwei Vorschubgeschwindigkeiten ausgestattet und arbeitet vollautomatisch. Sie ist am Gehäuse der Box schwenkbar gelagert.

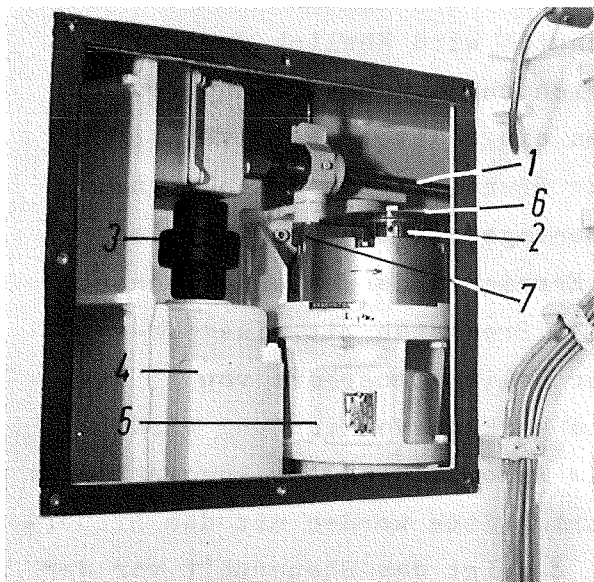


Abb. 9: Sägeeinheit

1. Vorschubwelle
2. Sägeblattkronen
3. Kupplung
4. Vorschubmotor
5. Antriebsmotor
6. Sägeblatt
7. Gebervorrichtung für Laufanzeige

An der Metallkreissäge ist eine Krone angelötet, durch die über einen berührungslosen Endschalter mit anschließender Elektronikeinheit das Laufen des Sägeblattes signalisiert und überwacht wird. Bleibt das Sägeblatt stehen (klemmen), dann wird über die Laufanzeige der Vorschub- und Sägemotor automatisch abgeschaltet.

Das Sägeblatt wird im Bedarfsfall über eine am Gehäuse der Arbeitsbox angebrachte Schleuse mit eingebautem Handschuh (Abb. 4) ausgewechselt. Die Sägespäne fallen nahezu ausnahmslos über die Führungsvorrichtung in den dicht angekoppelten Transportzwischenbehälter. Die Transportzwischenbehälter sind für den Abtransport der Teile erforderlich, die von der Trägervorrichtung, z.B. durch den Sägevorgang, abgetrennt werden. Es können gleichzeitig bis zu drei Transportzwischenbehälter an die Arbeitsbox angebracht und hintereinander an die Box-Ausschleusöffnung angekoppelt werden. Die Nummer des jeweils vor der Öffnung der Box angekoppelten Behälters wird am Steuerpult der Arbeitsbox angezeigt. Der größte Transportzwischenbehälter ist mit zehn Einzelbehältern bestückt, deren Kennziffern am Steuerpult digital angezeigt werden.

Sägespäne, die innerhalb der Arbeitsbox liegen bleiben, werden am Ende einer Arbeitsphase abgesaugt. An der Außenoberfläche der Box herrscht somit eine hinreichend geringe Strahlenbelastung, um sie als geschlossene Einheit bis zum nächsten Einsatz außerhalb der Heißen Zelle lagern zu können. Dies ist natürlich nur möglich, sofern die Außenoberfläche der Box nicht durch Berührung mit den Inneneinrichtungen der Heißen Zelle kontaminiert wird. Die Signalisierung zur Einstellung der richtigen Trennhöhe bei den zersägenden Einrichtungen erfolgt über angebaute kontaktlose Endschalter.

Der umfangreiche Aufbau der Einrichtung erlaubt es nicht, in der vorliegenden Beschreibung auf konstruktive Einzelheiten näher einzugehen. Aus der Vielzahl der notwendigen konstruktiven Lösungen soll hier als Beispiel die Art der verwendeten Schleusen kurz erläutert werden.

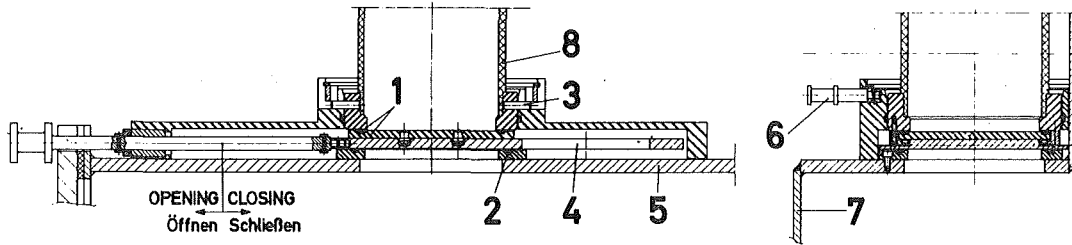


Abb. 10: Schleuse

1. Behälterdeckel mit O-Ring
2. O-Ring
3. Arretierstift
4. Schleusendeckel
5. Box-Gehäuse
6. Riegelbolzen
7. Box-Gehäuse
8. Werkzeugbehälter

Abb. 10 zeigt die Beladeschleuse der Box. Die Schleusenöffnung befindet sich am Gehäuse der Box. Außer im angekoppelten Zustand ist sie immer mit dem Schleusendeckel dicht verschlossen. Der Schleusendeckel wird hierfür mit Federkraft gegen einen am Flansch der Öffnung eingebauten O-Ring gedrückt. Oberhalb der Schleusenöffnung ist am Gehäuse der Box der Ankoppelmechanismus montiert. Dort wird der Werkzeugbehälter für das Einschleusen von Werkzeugvorrichtungen und Teilen in die Box dicht angekoppelt und verriegelt. Nach dem Einsetzen des Werkzeugbehälters im Ankoppelmechanismus wird dieser mit Hilfe der beiden Arretierstifte in die richtige Drehposition gebracht und durch Betätigung des Riegelbolzens verriegelt. Der Werkzeugbehälter ist dann dicht an den Ankoppelmechanismus angeschlossen.

Zum Einschleusen der im Werkzeugbehälter befindlichen Werkzeugvorrichtung müssen die Werkzeugbehälter- und die Schleusenöffnung der Box geöffnet werden. Dies geschieht durch Ziehen an der Verlängerung

des Schleusendeckels in Richtung "Öffnen". Der Schleusendeckel nimmt den mit ihm angekoppelten Werkzeugbehälterdeckel mit, so daß eine nach außen dichte Verbindung zwischen Werkzeugbehälter und Box entsteht. Die Werkzeugvorrichtung kann nun bis zur Aufnahmevorrichtung herabgelassen werden, in der sie aufgenommen und verriegelt wird. Anschließend kann die Werkzeugvorrichtung innerhalb der Box an die Arbeitsposition gebracht werden. Durch Schieben der Verlängerung des Schleusendeckels in Richtung "Schließen" werden die Schleusenöffnung und der Werkzeugbehälter gleichzeitig verschlossen. Nach dem Entriegeln kann der Werkzeugbehälter vom Ankoppelmechanismus der Schleuse entfernt werden.

#### 4. Anwendungsbereich

Die oben beschriebene Einrichtung ist als Ergänzung der vorhandenen Reaktorhilfseinrichtungen zur speziellen Handhabung von Reaktoreinbauten entworfen worden und bietet deshalb nur einen zusätzlichen Schutz vor  $\alpha$ -Kontamination. Sie wird stets in Verbindung mit der Heißen Zelle und der Brennelementwechsellmaschine verwendet, die den erforderlichen Schutz gegen die  $\gamma$ -Strahlung der Anbauteile gewährleisten.

#### 5. Bisherige Erfahrungen

Die oben beschriebenen Handhabungseinrichtungen sind seit ca. 2 Jahren in Betrieb. Das Auswechseln von Trägereinrichtungen und kontaminierten Teilen im Reaktor verlief ohne Schwierigkeiten, und es trat keine Kontamination in der Reaktorhalle, an den Außenwänden der Wechsellinrichtungen und in der Umgebung der Lagervorrichtungen auf. Die Ankoppelung des Wechselrohres an die Ein- und Ausbaupositionen erfolgte einwandfrei. Die Arbeiten innerhalb der Box wie Montage und Demontage von defekten Brennstabprüflingen und anderen Teilen am bzw. vom Trägerrohr, Zersägen von kontaminierten Trägervorrichtungen in kleine Abfallteile, Ein- und Ausschleusen von Montageteilen, Werkzeugen und Abfallteilen in bzw. aus der Box verliefen programmgemäß. Die Überwachung des Laufs des Sägeblattes mit automatischem Abschalten des

Antriebs- und Vorschubmotors im Falle eines Festklemmens des Sägeblattes hat sich gut bewährt und erwies sich als erforderlich. Auch das Zersägen von Dampfführungsrohren mit an der Außenfläche freiverlegten Thermoelementen wurde mit Hilfe der zentrischen Spannvorrichtung mit Erfolg durchgeführt.

## 6. Schlußfolgerung

Der eingeschlagene Weg zur Lösung der unter 2. genannten Aufgaben der erwähnten Handhabungseinrichtungen, wobei die vorhandenen Anlagen des Reaktors (Wechselmaschine, Heiße Zelle) wirkungsvoll mit einbezogen wurden, hat sich als richtig erwiesen. Obwohl die beschriebenen Einrichtungen speziell für die Handhabung (Ausbau - Untersuchung - Weiterverarbeitung) von ganz bestimmten defekten Plutonium-Experimentierbrennstäben bzw.  $\alpha$ -kontaminierten Einrichtungen entworfen und gefertigt wurden, lassen sich das Verfahren und die beschriebenen Handhabungseinrichtungen bei ähnlich gelagerten Aufgaben generell verwenden.

## Literatur:

- [1] D. Perinic, T. Schmidt:  
Der Dampfkreislauf im FR2,  
KFK-Nachrichten 2/73