

KfK 3231
März 1982

α -Monitor (Trommelmeßzelle) In-line Gerät zur kontinuierlichen Messung von α -Aktivität

P. Groll, O. Brenk, G. Güttle, M. Persohn,
S. Radek, L. Röder, J. Römer

Institut für Heiße Chemie
Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Heiße Chemie
Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung

KFK 3231
PWA 76/80

α -Monitor (Trommelmeßzelle)
In-line Gerät zur kontinuierlichen Messung von α -Aktivität

P. Groll

O. Brenk, G. Güttle, M. Persohn, S. Radek, L. Röder, J. Römer

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

Zusammenfassung:

In diesem Bericht werden die Unterlagen des für den Einbau in einer Wiederaufarbeitungsanlage vorbereiteten α -Monitors zusammengefaßt. Dabei wird sowohl der mechanische Aufbau des Gerätes als auch die Meß- und Regeltechnik beschrieben. Ausführlich wird die Inbetriebnahme, der Normalbetrieb und die Außerbetriebnahme beschrieben und auf mögliche Betriebsstörungen eingegangen.

Abstract;

α -Monitor(Rotating Drumm Cell) -

An in-line instrument for continous measuring α -activity.

In this report the documentation for the installation of the α -monitor in a reprocessing facility is given. The mechanics of the apparatus is described as well as the electronics. In detail the conditions for normal operation and hints for trouble-shooting are given.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Aufgabe	3
2. Meßprinzip	4
3. Meßgerätaufbau	6
4. Meß- und Regeltechnik	12
5. Inbetriebnahme	16
5.1. Voraussetzungen	16
5.2. Inbetriebnahmevorgang	16
6. Normalbetrieb	17
6.1. Steuerung aus der Meßwarte	17
6.1.1. Nulleffektmessung	18
6.1.1.1. Erste Spülphase	18
6.1.1.2. Nachfolgende Spülphasen	18
6.1.2. Eichen	20
6.1.3. Messen der radioaktiven Lösung	20
6.2. Steuerung vom Blindschaltbild Steuergerät	21
6.3. Meßgerätsystem	22
6.4. Betriebsüberwachung	22
6.4.1. Meßwarte	22
6.4.2. Blindschaltbild Steuergerät	22
7. Außerbetriebnahme	25
8. Betriebsstörungen	26
8.1. Spannungsausfall	26
8.2. Druckluftausfall	26
8.3. Spülgasausfall	27

8.4. Boxabluftausfall	27
8.5. Niveauanzeigen	27
8.6. Lampen	27
9. Einsatzgrenzen des Meßgerätes	28
10. Literatur	29

1. AUFGABE:

Bei der chemischen Wiederaufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe aus Leichtwasserreaktoren muß an einigen Stellen des Prozesses die Konzentration des Plutoniums in verschiedenen Prozeßströmen überwacht werden. Dies ist mit dem Alphamonitor möglich. Voraussetzung für seine Anwendung zur Konzentrationsbestimmung, ist, daß die Isotopenverhältnisse des Plutoniums bekannt sind und daß die Konzentration anderer Alphastrahler nicht oder nur unwesentlich zur Messung beiträgt. Da die spezifische Aktivität des Uran-235 um etwa 10^5 kleiner ist als die des Plutoniums, kann dessen Einfluß auf die Messung vernachlässigt werden. Im vorliegenden Anwendungsfall des Alphamonitors ist die Plutoniumkonzentration im 2AW-Strom der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) zu überwachen. An dieser Stelle des Prozesses ist kein Einfluß von Beta- und Gammastrahlen zu erwarten.

Ein an den Prozeßstrom angeschlossenes Analysengerät soll eine kontinuierliche Überwachung ermöglichen. Die Anforderungen an das Meßgerät sind:

- einfache Konstruktion
- einfache Wartung
- gute Dekontaminierbarkeit
- möglichst wenig Verschleißteile im aktiven Bereich
- hohe Verfügbarkeit
- kleine Abmessungen
- kleines Prozeßlösungsvolumen
- hohe Betriebssicherheit
- kontinuierliche, verzögerungsfreie Anzeige
- schnell erkennbare Trendmessung
- gute Reproduzierbarkeit der Messungen
- Vermeidung des Reagentienzusatzes zur Prozeßlösung

2. MESSPRINZIP:

Die Konzentration des Plutoniums läßt sich bei Anwesenheit von Transplutoniumelementen durch die gesamte Alphaaktivität der radioaktiven Lösung bestimmen, wobei die Isotopenzusammensetzung des Plutoniums bekannt sein muß, was durch die Eingangsanalyse der Brennstofflösung gegeben ist. Das vorhandene Uran stört dabei kaum, da seine spezifische Alphaaktivität um den Faktor 10^5 geringer ist. Die Gammaaktivität der zu messenden Lösung sollte nicht über 5 Ci/l liegen. Solche Prozeßlösungen liegen schon nach der Extraktion im HA-Extraktor des PUREX-Prozesses vor.

Der Einfluß der sehr viel stärkeren Beta- und Gammaaktivität der Spaltprodukte, wie z.B. von Zr-95, Nb-95, Cs-137 und Ce-144 wird durch zwei Maßnahmen herabgesetzt. Zum einen wird ein dünner Silizium-Oberflächensperrschichtdetektor verwendet, dessen Dicke der Reichweite der ungebremsten Alphateilchen entspricht. Die sehr viel durchdringenderen Beta- und Gammastrahlen passieren diesen Zähler ohne merkliche Wechselwirkung und werden daher nicht nachgewiesen. Zum anderen wird unter den Detektor nur eine dünne Flüssigkeitsschicht gebracht und so die Beta- und Gammaaktivität im Meßvolumen begrenzt. Auf die zu messende Alphaaktivität hat diese Maßnahme keinen Einfluß, da nur die Alphateilchen aus der Lösung zum Detektor gelangen, die innerhalb einer maximalen Flüssigkeitstiefe von 0,05 mm emittiert werden.

Aus der Literatur sind folgende Typen von Alphamonitoren bekannt:

- Trommelmeßzelle: Diesem Typ entspricht das vorliegende Instrument. Sie geht im Meßprinzip auf ein altes englisches Muster zurück [1], das von CEA, Frankreich weiterentwickelt wurde [2]-[8].

- Wehrmeßzelle: Sie wurde im wesentlichen in Großbritannien entwickelt und in mehreren Exemplaren in Windscale II eingesetzt [9]-[11]. Sie ist wegen der möglichst exakten Durchflußkonstanthaltung relativ voluminös (0,3-0,5 Kubikmeter). Auch

bei Eurochemic, Mol, Belgien, wurde darüber gearbeitet [12].

- Meßzellen mit Kunststofffolienfenster: Dieser Typ wurde bei CEA, Frankreich entwickelt [13]-[17]. Vorher wurden auf diesem Gebiet schon Arbeiten bei Eurochemic, Mol, Belgien durchgeführt [12]. Eine ähnliche Entwicklung wurde auch in Savannah River eingesetzt [18]. Die größten Probleme bietet die Kunststofffolie, die, wie sich bei Versuchen im IHCh Karlsruhe zeigte, den zahlreichen Anforderungen nicht gewachsen ist.

- Meßzelle mit Detektoren in der Prozeßlösung: In Hanford wurden Cer-dotierte Glasszintillatoren entwickelt, die in direktem Kontakt mit der Prozeßlösung stehen können [9], [19]-[23]. Diese Meßzelle wird jetzt unter dem Namen OLAM von IRT Corp., USA in den Handel gebracht.*)

Es wurden auch andere Detektoren getestet, z.B. Szintillator auf Plexiglas [24], Siliziumdioden [25] oder mit Bor dotierte Diamantkristalle [26].

Der Meßbereich des in die WAK eingebauten Alphamonitors erstreckt sich von 1 bis 100 mg/l Plutonium. Die Meßgenauigkeit liegt bei einer Meßdauer von 10 Minuten im Bereich von 0,5 mg Plutonium pro Liter. In die Meßgenauigkeit geht unter anderem die Genauigkeit der Kenntnis der Isotopenzusammensetzung des Plutoniums ein, die neben dem Abbrand von der Vermischung mit Resten vorhergehender Chargen abhängt.

*) Dieses Instrument wird im Moment im IHCh getestet.

3. MESSGERÄTEAUFBAU:

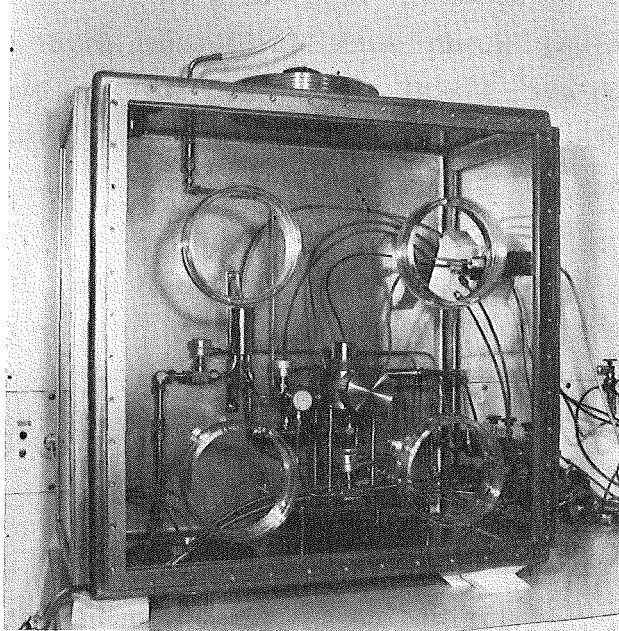


Abb. 1: Handschuhbox des Alphamonitors komplett eingerichtet.

Abb. 1 gibt den Alphamonitor, der für den Einbau in einer Wiederaufarbeitungsanlage in eine Handschuhbox eingebaut wurde, wieder.

Zum Zwecke der Austauschbarkeit des Alphamonitors ist die Handschuhbox über eine Doppeldeckelschleuse mit einer Ventilbox verbunden. Die Rohrleitungen mit der zu vermessenden Lösung enden in dieser Ventilbox an Ventilen, die von außerhalb der Box betätigt werden können. Durch diese Ventilbox ist eine Abkopplung der in der Handschuhbox eingebauten Analyseneinrichtung ohne Durchtrennen von Rohrleitungen möglich, was die Interventionszeit zum Auswechseln des Meßgerätes vermindert. Während des abgekoppelten Zustandes können die

Rohrleitungen und die durch einen Doppeldeckel verschlossene Ventilbox sicherheitshalber noch mit einem Blindflansch versehen werden.

Die Abluft dieser Ventilbox ist an das Behälterabluftsystem der Wiederaufarbeitungsanlage angeschlossen. Zur Kontrolle von Leckagen in der Handschuhbox oder Ventilbox ist die Ventilbox mit einer Sumpfüberwachung aus zwei Sumpfelektroden versehen. Mittels flexibler Metallschläuche sind die Rohrenden in der Ventilbox mit den Anschlüssen der Rohrleitungen in der Handschuhbox verbunden.

Sämtliche Armaturen des Meßgerätes sind mit pneumatischen Stellantrieben ausgerüstet. Behälter und Rohrleitungen sind aus rostfreien Werkstoffen.

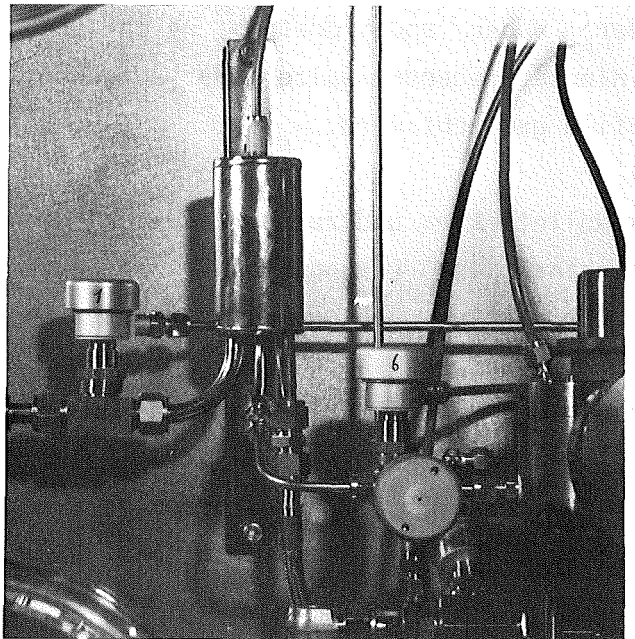


Abb. 2: Niveaugefäß mit Ventilen V1,V2 und V3 sowie L.I.1.

Die radioaktive Lösung, deren Plutoniumgehalt gemessen werden soll, wird in der erforderlichen Menge von mindestens 12 Liter pro Stunde vom Prozeßstrom abgezweigt und durch das Ventil V1 dem Niveaugefäß zugeleitet (Abb. 2.). Dieses Gefäß ist mit einem Überlauf versehen, der die den Durchfluß des Alphamonitors übersteigende Prozeßlösung nach Vereinigung mit dem für die Messung abgezweigten Aliquot wahlweise durch die Ventile V5a bzw. V5b direkt in die Endsammelbehälter führt.

Die schematisierte Schnittzeichnung des Alphamonitors ist in Abb. 3 wiedergegeben. Die im folgenden gegebene Teilenummerierung bezieht sich auf diese Zeichnung.

Die zu messende Lösung fließt vom Niveaugefäß durch das Ventil V2 und den Monitorzulauf (39) in die Monitorwanne (1), von wo sie mittels einer über der Wanne angeordneten, sich gleichmäßig mit 15 Umdrehungen pro Minute drehenden Walze (17) aufgenommen und unter den Detektor als Meßfilm gebracht wird.

Zur Messung des Nulleffektes und zur Durchführung der Eichung muß der Alphamonitor mit inaktiver Lösung gespült werden, deren chemische Zusammensetzung der aktiven Lösung entspricht, also z.B. für den 2AW-Strom etwa 3,5M Salpetersäure. Diese Lösung fließt durch das Ventil V3, wobei das Ventil V2 geschlossen sein muß. Da es sich hierbei pro Spülung um etwa 100 Milliliter handelt, fließt diese Lösung ebenfalls in die entsprechenden Prozeßlösungssammelbehälter, da diese Menge klein ist verglichen mit der in 12 Stunden durchgesetzten Prozeßlösung.

Da die emittierten Alphateilchen aus der Lösung in der Luft eine maximale Reichweite von nur 3,5 cm haben, muß der Detektor sehr nahe an den Flüssigkeitsfilm gebracht werden.

Die Oberfläche des Detektors wird durch eine Mylarfolie (2,5 Mikrometer, Typ Hostaphan RE, Fa. Kalle AG, Wiesbaden) die für

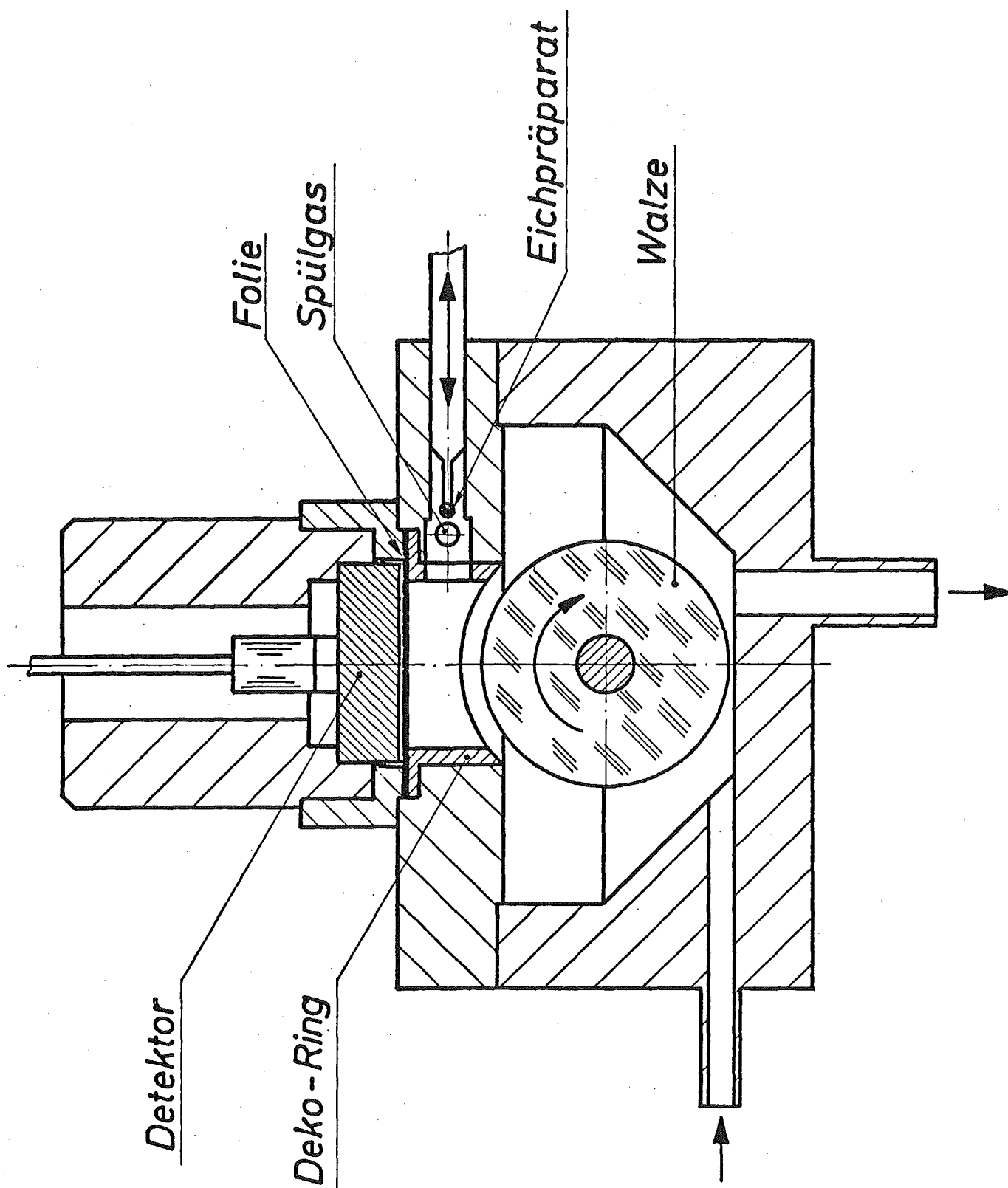


Abb. 3: Schnittzeichnung des α -Monitors.

Alphateilchen relativ gut durchlässig ist, gegen Korrosion und Kontamination geschützt. Diese Schutzfolie ist zwischen der Detektor-Aufnahme (9) und dem Folienring (10) eingespannt. Durch sie ist der Detektor gasdicht gegen den Meßraum vor korrosiven Gasen geschützt.

Das Beschlagen der Folie durch Kondensation der Lösungsmitteldämpfe wird durch Stickstoffspülung verhindert. Der Stickstoffanschluß ist so gestaltet, daß das Spülgas vor Erreichen des Meßraumes das Eichpräparat in seiner Ruhelage überstreicht, wodurch eine Kontamination des Eichpräparates verhindert wird. Benötigt werden mindestens 4 Liter Stickstoff (öl- und wasserfrei) pro Stunde.

Durch einen austauschbaren Dekontaminationsring aus PVC, der die Wand zwischen Walze und Schutzfolie abdeckt, ist auch der Meßraum oberhalb der Walze gegebenenfalls leicht zu dekontaminieren (12).

Der Detektor läßt sich bis zu einer Spaltproduktaktivität von 5 Curie pro Liter einsetzen.

Mit dem pneumatisch betätigten Schieber (7) kann ein Eichpräparat, das an der Spitze des Präparatehalters sitzt, unter den Detektor gebracht werden. Das Eichpräparat besteht aus einer Glasperle, in der kleinste Mengen an Plutonium eingeschmolzen sind. Die Energieverteilung der davon ausgesandten Alphateilchen ist ähnlich der Energieverteilung der Alphateilchen aus der zu messenden Lösung. Die Meßrate des Eichpräparates ist etwa in der Größenordnung der zu erwartenden Meßrate der Lösung, so daß nach der Nullmessung durch Einfahren des Eichpräparates jederzeit die Funktionsfähigkeit der Meßelektronik überprüft werden kann. Durch das Einschließen in Glas wird eine möglichst gute chemische Resistenz des Eichpräparates erzielt.

Die aus der Monitorwanne über den Monitorablauf (19) abfließende Lösung strömt durch das Ventil V4, das Durchflußanzeigergerät F.I.3 und nach Vereinigung mit dem das Niveaugefäß über den Überlauf

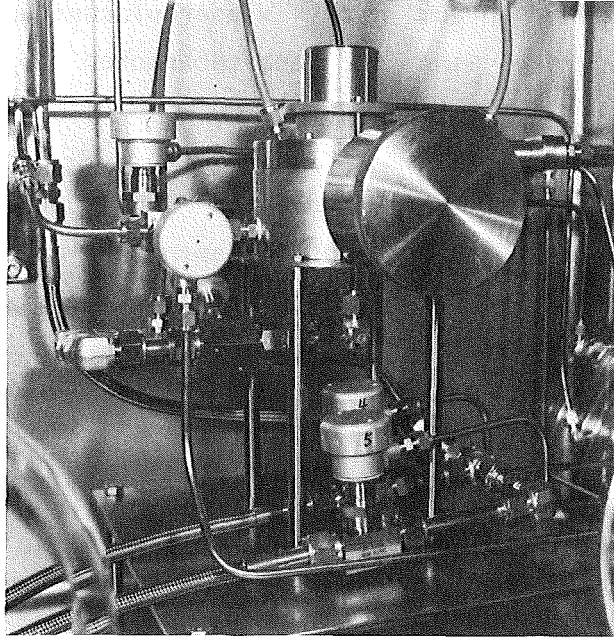


Abb. 4: Alphamonitor mit Ventilen V2, V3, V4, V5a und V5b.

verlassenden Teilstrom und Ventil V5a bzw. V5b in den entsprechend gewählten Endsammelbehälter (s. Abb. 4).

4. MESS- UND REGELTECHNIK:

Die Überwachung und Steuerung des Alphamonitors erfolgt von der Meßwarte im Meßwartenraum der Wiederaufarbeitungsanlage. Die Meßwerterfassungsgeräte sind in Schaltschränken in der Prozeßwarte untergebracht.

Die Schaltorgane für die fernbedienten Druckluftventile und den Walzenmotor sind im Steuergerät des Alphamonitors untergebracht. Die Registrierung und Anzeige der Meßwerte erfolgt in der Meßwarte.

Bei Betriebsstörungen können Messungen des Alphamonitors jederzeit unterbrochen werden. Der Alphamonitor geht dann in einen betriebssicheren Zustand.

- Niveauanzeigen und Überfüllsicherungen

erfolgen mittels Leitfähigkeitselektroden (L.I.2). Sie befinden sich im Niveaubehälter bzw. im Alphamonitor.

Elektrode	Gerät	Betriebsart	Ursache	Reaktion
L.I.1	Niveaugefäß	Messen		
		Nulleffekt	Verstopfung	V1 zu
		Eichen		
L.I.2	Alphamonitor	Messen	Verstopfung	V1 zu
		Spülen	Füllung für Spülung erfolgt	Fortsetzung der Spülung

Im Stromkreis der Leitfähigkeitselektroden werden elektronische Relais betätigt, wenn die Elektroden in die elektrolytische Flüssigkeit eintauchen.

- Durchflußanzeigen

werden bei Flüssigkeiten durch Niveauanzeigen, bei Gasen durch Druckanzeigen ersetzt. Bei Flüssigkeiten wird das Niveau mittels der Leitfähigkeitselektrode im Level-Indikator überwacht (F.I.3). Im Stromkreis der Leitfähigkeitselektroden werden elektronische Relais betätigt, wenn die Elektroden in leitende Flüssigkeit eintauchen. Dazu wird die Lösung mittels Wehr gestaut. Eine kleine Öffnung im unteren Bereich des Wehrs erlaubt das vollständige Entleeren des Durchflußanzeigegerätes, wenn der Zufluß unterbrochen ist.

Bei Gasen erfolgt die Durchflußanzeige mittels Druckschalter (F.I.5).

- Leckagesicherung

der Handschuhbox erfolgt ebenfalls mittels doppelter Leitfähigkeitselektroden (L.I.4).

- Gesamt-Alphaaktivitätsmessung

erfolgt mittels eines Silizium-Sperrschichtdetektors, der zur Gruppe der Halbleiterdetektoren gehört. Dieser Detektor besteht aus einer in Sperrichtung vorgespannten Halbleiterdiode. Die Verstärkung der Impulse des Detektors erfolgt ohne wesentliche Begrenzung der Bandbreite in einem rauscharmen Vorverstärker mit Feldeffekttransistoren. Der Vorverstärker ist an der Boxendurchführung angeordnet (Abb. 5). Der Vorverstärker ist ladungsempfindlich, also mit einer kapazitiven Gegenkopplung ausgestattet, damit die alters- und temperaturabhängige Sperrschichtkapazität nicht in die Langzeitinkonstanz der Impulshöhe bzw. der Energie eingeht. Der Ausgangsimpuls des Vorverstärkers hat eine steile Vorderflanke von etwa 0,1 Mikrosekunden Anstiegszeit und einen Abfall nach einer e-Funktion mit einer Zeitkonstanten im Bereich von einigen Millisekunden.

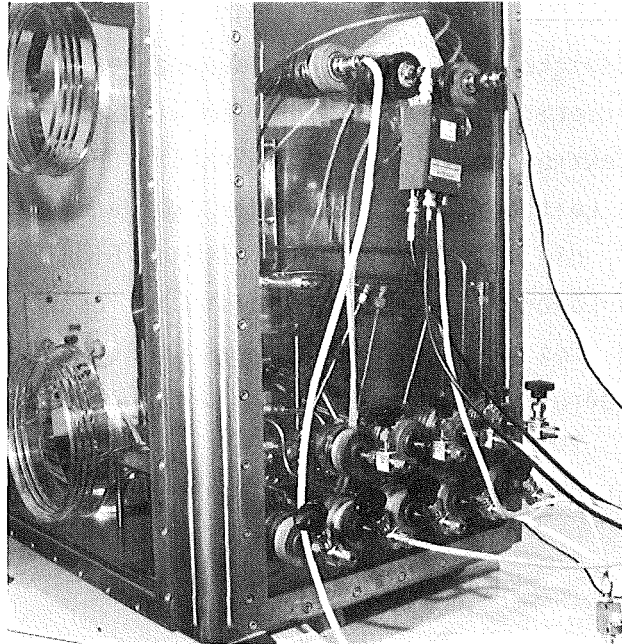


Abb. 5: Rechte Boxenseitenwand mit Vorverstärker.

Es wird der Impuls im Hauptverstärker zunächst differenziert, um die Impulsdauer herab- und damit das zeitliche Auflösungsvermögen heraufzusetzen. Im Anschluß folgt im Zuge der Weiterverstärkung die Integration der Impulse mit Aktivfiltern zur Begrenzung der Bandbreite gegenüber hohen Frequenzen, wobei eine starke Reduzierung des Rauschens bei unwesentlicher Verringerung der Nutzamplitude erreicht wird, jedoch eine Vergrößerung der Impulsdauer bzw. eine Verschlechterung des zeitlichen Auflösungsvermögens resultiert.

- Blindschaltbild

Im Blindschaltbild am Steuergerät sind alle wesentlichen Teile des Alphamonitors einschließlich der Instrumentierungssymbole dargestellt. Das Blindschaltbild enthält auch Anzeigeleuchten für

folgende Hinweismeldungen:

Betriebsart	"Betrieb"
Ventile	"auf"
Behälter	"voll"
Fluß	"vorhanden"
Boxabluft	"Betrieb"
	"Störung"
Programmwahl	"Vorwahl"
	"Betrieb"

5. INBETRIEBNAHME:

5.1. Voraussetzungen:

Bei Inbetriebnahme des Alphamonitors muß sichergestellt sein, daß alle Einrichtungen funktionsfähig sind. Weiterhin muß die elektrische Energieversorgung gewährleistet und das Druckluft-, Spülgas- und Abgassystem in Betrieb sein.

5.2. Inbetriebnahmeprovorgang:

1. Durch Drücken der Taste "Netz ein" am Steuergerät wird der Alphamonitor in Betrieb genommen. Das Gerät geht in Grundstellung:

- Netzspannung an Steuerung angelegt
- Walzenmotor läuft
- Ventile V1, V2 und V3 zu, V4 offen
- Magnetventil MVO offen, Druckluft für die pneumatische Steuerung freigegeben
- Ventil V6 offen, Meßraum im Alphamonitor wird mit Stickstoff gespült
- Magnetventil MV7 nicht beaufschlagt

2. Durch Drücken der Taste "Lampentest" am Steuergerät erfolgt die Kontrolle aller Lampen im Blockschalbild des Steuergerätes.

3. Durch Drücken der Taste "Start" am Steuergerät wird der Alphamonitor über das Steuergerät betrieben. Die Funktionstasten am Steuergerät "Messen", "Nulleffekt" und "Eichen" haben Vorrang vor der eingestellten Funktion des Drehschalters in der Meßwarte.

Durch Drücken der Taste "Stop" am Steuergerät wird die Vorrangstellung aufgehoben und der Alphamonitor kann über die Schalter im Meßraum betrieben werden, wie es bei Normalbetrieb auch sein muß.

6. NORMALBETRIEB:

6.1. Steuerung aus der Meßwarte:

Der Alphamonitor wird im Normalbetrieb von der Meßwarte einer Wiederaufarbeitungsanlage aus gesteuert. Voraussetzung ist, daß auf dem Blindschaltbild des Steuergerätes die Taste "Stop" gedrückt sein muß.

1. Stellen des Drehschalters in eine der 3 Betriebspositionen:

- Nulleffekt
- Eichen
- Messen

beginnend mit dem Nulleffekt.

2. Umstellen des Kippschalters von "Stop" (in dieser Stellung befindet sich der Alphamonitor in der Grundstellung) auf "Start".

3. Während des Betriebes erfolgt das Umschalten von einer Betriebsposition in die andere lediglich durch Umstellen des Drehschalters auf:

- Nulleffekt
- Eichen
- Messen

Zu jeder Betriebsposition des Drehschalters gehört eine Anzeigelampe. Die Nulleffektposition hat zusätzlich eine zweite Anzeigelampe. Diese erlischt, wenn die Nulleffektmessung beendet ist.

4. Umstellen des Kippschalters von "Start" auf "Stop" bringt den Alphamonitor in Grundstellung.

6.1.1. Nulleffektmessung:

Bei der Nulleffektmessung werden mehrere Spülphasen ausgelöst, wobei sich die erste von den nachfolgenden in ihrem Betriebsablauf unterscheidet.

6.1.1.1. Erste Spülphase:

Die Stellung der Ventile ist:

- Ventil V1 offen
- Ventil V2 zu
- Ventil V3 offen
- Ventil V4 schließt nach einer einstellbaren Zeitspanne von 2 - 10 Sekunden

Während Ventil V4 geöffnet ist, wird die Walze, die Wanne und die Zu- und Abflußleitungen mit Spüllösung vorgereinigt.

Nach Schließen des Ventils V4 steigt das Niveau der Spüllösung im Alphamonitor, bis die Niveauanzeige L.I.2 anspricht, worauf Ventil V3 schließt.

Nach einer einstellbaren Zeit von maximal 60 Sekunden, in der die erste Alphaaktivitätsmessung durchgeführt wird und in der die Walze weiter gereinigt wird, öffnet Ventil V4 wieder und die Spüllösung fließt ab. Dabei leuchtet die Anzeigelampe von F.I.3 auf dem Blindschaltbild des Steuergerätes.

Ist die Spüllösung aus der Wanne abgeflossen, erlischt die Lampe von F.I.3 und ein neuer Spülvorgang wird eingeleitet.

6.1.1.2. Nachfolgende Spülphasen:

- Ventil V4 schließt sofort im Gegensatz zur ersten Spülphase

- Ventil V3 öffnet
- Ventil V1 weiterhin geöffnet
- Ventil V2 weiterhin geschlossen

Das Niveau der Spüllösung in der Alphamonitorwanne steigt an bis die Niveauanzeige L.I.2 anspricht und Ventil V3 schließt.

Nach Messen der Gesamtalphaaktivität der Spüllösung öffnet Ventil V4 und die Lösung fließt ab.

Dieser Spülvorgang soll sooft wiederholt werden, bis die Nulleffektrate etwa einen konstanten Wert erreicht hat. Die Anzahl der Spülungen kann mit einem Digitalschalter eingestellt werden, der sich hinter dem Blindschaltbild des Steuergerätes befindet. Die maximale Anzahl der Wiederholungen beträgt 9. Die Zahl der notwendigen Spülphasen richtet sich nach dem Kontaminationsgrad der Apparatur bzw. der zuletzt gemessenen Alphaaktivität der radioaktiven Lösung. In der Regel werden 4 Spülphasen ausreichend sein.

In der letzten Spülphase, nach Füllen der Wanne des Alphamonitors mit Spüllösung und Messen der Gesamtalphaaktivität der Lösung, wird die Nulleffektrate durch Drehen der Schraubendreher Schlitz "fine" und "coarse" am Ratemeter abgeglichen, bis das Anzeigeinstrument auf Null steht. Damit erhält man für die nachfolgenden Eichmessungen und Messungen der radioaktiven Lösung sofort Nettowerte, da die Nulleffektrate abgezogen wird.

In der letzten Spülphase bleibt das Ventil V4 geschlossen. Die Spüllösung fließt nicht ab. Sie schirmt die Aktivität der Alphastrahlen von der kontaminierten Walzenoberfläche während der Nulleffektmessung ab. Deshalb verbleibt sie auch in der Wanne des Alphamonitors während der nachfolgenden Eichung.

6.1.2. Eichen:

Durch Stellen des Drehschalters in die Position "Eichen" wird die Eichmessung durchgeführt.

- Ventil V1 offen
- Ventil V2 zu
- Ventil V3 zu
- Ventil V4 zu
- Ventil V5a zu, dann Ventil V5b offen oder
- Ventil V5a offen, dann Ventil V5b zu
- Ventil V6 offen
- Magnetventil MV7 wird beaufschlagt, so daß das Eichpräparat pneumatisch unter den Detektor gefahren wird.

Der Eichmessung muß immer eine Spülung vorangehen. Mit dem Drehschalter ist diese Verriegelung schon berücksichtigt, da die Position "Eichen" nur durch Durchlaufen der Position "Nulleffektmessung" angewählt werden kann. Wird die Position "Eichen" sofort ohne eine vorhergehende Spülung angewählt, so läuft zuerst das Programm "Nulleffektmessung" und dann das Programm "Eichen" ab.

Ist die Eichmessung beendet, dann wird das Eichpräparat durch Drehen des Drehschalters auf die Position "Nulleffektmessung" oder "Messung" zurückgenommen.

6.1.3. Messen der radioaktiven Lösung:

Die Messung der Gesamtalphaaktivität in der radioaktiven Lösung wird durch Stellen des Drehschalters auf die Position "Messung" ausgelöst.

- Ventil V1 offen
- Ventil V2 öffnet
- Ventil V3 zu
- Ventil V4 öffnet
- Ventil V5a zu, dann Ventil V5b offen oder

- Ventil V5a offen, dann Ventil V5b zu
- Ventil V6 offen
- Magnetventil MV7 wird nicht mehr beaufschlagt

Das Eichpräparat geht zurück in die geschützte Stellung in der Spülgaseinmündung des Alphamonitors. Die Anzeigelampe von F.I.3 im Blindschaltbild des Steuergerätes leuchtet auf, sobald die Niveausonde in die Lösung eintaucht.

Die minimale Durchflußmenge beträgt 12 Liter pro Stunde.

Die Messung wird kontinuierlich durchgeführt und die Ergebnisse auf einem Schreiber aufgezeichnet.

6.2. Steuerung vom Blindschaltbild Steuergerät:

Der Alphamonitor kann bei Bedarf auch vom Blindschaltbild des Steuergerätes gesteuert werden.

Die Schaltbefehle auf dem Blindschaltbild haben Vorrang vor den Schaltbefehlen von der Meßwarte.

1. Drücken einer der drei Betriebstasten:

- Nulleffekt
- Eichen
- Messen

Die dazugehörige Lampe leuchtet rot.

2. Drücken der Taste "Start".

Die zur vorgewählten Funktion gehörende Lampe springt um auf grün, die gewählte Messung wird durchgeführt.

Der Ablauf der verschiedenen Funktionen wurde unter 6.1.1. bis 6.1.3. beschrieben.

6.3. Meßgerätesystem:

Im Normalbetrieb sind nachstehende Teilsysteme in Betrieb:

- Druckluft
- Spülgas
- Boxenabluft

6.4. Betriebsüberwachung:6.4.1. Meßwarte:

In der Meßwarte werden folgende Angaben angezeigt:

Betriebsstellung	Messen
Betriebsstellung	Nulleffekt
Betriebsstellung	Eichen
Gesamtalphaakt. Überschreitung	Alphamonitor

Des weiteren sind Anschlußklemmen vorgesehen für die Anzeige in der Schaltwarte von:

L. I. 1	Niveau	Niveaugefäß
F. I. 3	Niveau	Duchflußanzeigegerät
L. I. 4	Niveau	Sumpfüberwachung
	Stellung	Ventil V1
	Stellung	Ventil V2

Gemessen und registriert wird die Gesamtalphaaktivität in den Betriebsstellungen Messen, Nulleffekt und Eichen.

6.4.2. Blindschaltbild Steuergerät:

Auf dem Blindschaltbild des Steuergerätes brennen Lampen, wenn die entsprechenden Ventile offen sind, das Eichpräparat sich in

Meßstellung befindet, Stickstoffdruck ansteht, Flüssigkeit fließt oder sich ansammelt und der Walzenmotor in Betrieb ist.

L.I.1 Niveau	Niveaugefäß		Normalniveau überschritten
L.I.2 Niveau	Alphamonitorwanne		Normalniveau erreicht oder überschritten
F.I.3 Niveau	Durchflußanzeigergerät		Minimaler Fluß vorhanden
L.I.4 Niveau	Sumpf der Handschuhbox		Flüssigkeit vorhanden
F.I.5 Druck	Spülgasleitung		Spülgas vorhanden
Stellung	Ventil V0		auf
Stellung	Ventil V1		auf
Stellung	Ventil V2		auf
Stellung	Ventil V3		auf
Stellung	Ventil V4		auf
Stellung	Ventil V5a		auf
Stellung	Ventil V5b		auf
Stellung	Ventil V6		auf
	Gesamtalphaaktivitäts- Überschreitung		Meßraum Alphamonitor
Betriebsstellung	Messen	"rot"	Vorwahl
		"grün"	Betrieb
Betriebsstellung	Nulleffekt	"rot"	Vorwahl
		"grün"	Betrieb
Betriebsstellung	Eichen	"rot"	Vorwahl
		"grün"	Betrieb
Betrieb	Boxabluft	"grün"	an
Betrieb	Walzen- motor	"weiß"	an

- Warnungen

Das Warnsystem springt an, wenn Störungen an der Boxabluft auftreten oder Behälter voll sind.

L.I.1	Niveau	Niveaugefäß	Niveau überschritten
L.I.2	Niveau	Alphamonitor- wanne	Niveau überschritten
F.I.3	Messen	Alphamonitor- ablauf	Minimaldurchsatz unterschritten
L.I.4	Niveau	Handschuhbox- sumpf	Flüssigkeit vorhanden
	Betrieb	Boxabluft "rot"	Störung

7. AUSSERBETRIEBNAHME:

Eine Abschaltung des Alphamonitors aus dem Normalbetrieb heraus bedarf keiner besonderen Voraussetzung, d.h. im Falle einer Störung oder auch bei entsprechender Einwirkung von außen kann die Anlage abgeschaltet werden, ohne daß zusätzliche Störungen oder gar kritische Situationen auftreten.

8. BETRIEBSSTÖRUNGEN:

Störungen am Alphamonitor wie

- Spannungsausfall
- Druckluftausfall
- Spülgasausfall

sind nicht kritisch und führen lediglich zur Einstellung der Messungen.

8.1. Spannungsausfall:

Findet ein Spannungsausfall während des Betriebes des Alphamonitors statt, so wird die Abluftanlage vom Notstromnetz der Wiederaufarbeitungsanlage weiterbetrieben.

Ein Spannungsausfall während des Betriebes hat nachstehende Folgen:

- Sämtliche Magnetventile schließen.
- sämtliche Ventile gehen dadurch in Sicherheitsstellung.
- Der gerade ablaufende Meßvorgang wird gestoppt.
- Die Walze bleibt stehen.

Bei Spannungsrückkehr gehen alle Funktionen wieder in Betrieb. Der jeweils angefangene Meßvorgang muß neu gestartet werden.

8.2. Druckluftausfall:

Bei Druckluftausfall wird der ablaufende Meßvorgang unterbrochen:

- Die pneumatisch betriebenen Ventile können nicht mehr betätigt werden.
- Das Eichpräparat kann nicht mehr bewegt werden.

Bei Druckluftrückkehr gehen alle Funktionen wieder in Betrieb. Der

jeweils begonnene Meßvorgang muß neu gestartet werden.

8.3. Spülgasausfall:

Bei Spülgasausfall sollte der ablaufende Meßvorgang unterbrochen werden, da die Meßbedingungen sich geändert haben und die erhaltenen Meßwerte nicht direkt mit den Werten, die bei störungsfreiem Betrieb ermittelt wurden, vergleichbar sind. Eine Verfälschung der Werte tritt ein, wenn Säuredämpfe unter der Mylarfolie kondensieren.

8.4. Boxabluftausfall:

Bei Ausfall der Boxabluft wird die Netzspannung abgeschaltet und der Betrieb des Alphamonitors eingestellt. Das ist notwendig, da durch Ausfall der Boxabluft in der Handschuhbox kein Unterdruck mehr aufrecht erhalten werden kann. Das Magnetventil MVO schließt, dadurch wird die Druckluft abgestellt. Das Ventil V6 schließt, wodurch der Zustrom des Spülgases unterbrochen wird.

8.5. Niveauanzeigen:

Bei Ansprechen der Niveauanzeige L.I.1 schließt das Ventil V1, bei Ansprechen der Niveauanzeige L.I.2 schließen die Ventile V1 und V2.

Bei Ansprechen der Niveauanzeige L.I.4 wegen Leckagen in der Handschuhbox wird die Netzspannung des Alphamonitors abgeschaltet, dadurch schließen alle Ventile.

8.6. Lampen:

Es können die Anzeigen des Blindschaltbildes durch die Taste "Lampentest" auf ihre Funktion überprüft werden.

9. EINSATZGRENZEN DES MESSGERÄTES:

Der in dieser Ausführung hergestellte Alphamonitor kann nur dann für eine quantitative Aussage über den Plutoniumgehalt in Prozeßlösung eingesetzt werden, wenn die Konzentration von Americium-241 in der Lösung so niedrig ist, daß sie die Messung nicht beeinflußt.

10. LITERATUR:

- [1] D. Taylor, W. Abson
Radiation Measuring Instruments for X-Rays to Cosmic Rays
Proc. IEE 98, 760-770 (Dez. 1951).
- [2] E.C. Wingfield
An Alphamonitor for Waste Streams
DP-197 (1957).
- [3] M.J.Chabert
Verbesserung der nuklearen Verfahren für kontinuierliche Analysen
in Wiederaufarbeitungsfabriken (frz.)
CEA-NP-14343 (1965).
- [4] M. Marinet
Referat über die in Marcoule aufgetretenen Probleme und über die
mit den Instrumenten gewonnenen Erfahrungen (frz.)
CEA-NP-14343 (1965).
- [5] J. Chabert
In-line α -Counters.
Operation experience gained at the Marcoule plutonium extraction
plant.
11th Conference on Analytical Chemistry in Nucl Techn.,
Gatlinburg, Tennessee, october 10.-12., 1967.
AED-Conf 67-309-14 (1967).
- [6] J.M. Reneaud, J. Chabert, P. Hugony
Resultats de l'Exploitation de l'Analyse en Ligne a UPl.
Compte Rendu des Journees de Controle Chimique Automatique
CEA-N-1292, 53-106 (Mars 1969).
- [7] J. Chabert, A. Fontain
Le Controle Continu dans l'Usine de Marcoule
Bull.Inf.Scient.Techn. 110, 23-26 (1969).
- [8] J.C.Edeline
Mesures "en Ligne" dans les Usines de Retraitement des Combustibles
Nucleaires.
Ind. Atom. & Spat. 6, 40-47 (1972).
- [9] H. Bisby, F.D. Seymour, G.F.Snelling, J.H. Wilkins
In-Line Radiometric Process Monitors

- Nuclear Power june (59-61), august(64-68), october 1962 (66-70).
- [10] H. Bisby
Radiometric Techniques and Instrumentation for In-Line Process Monitoring
Progr. Nucl. Energ. IV(5), 251-281 (1963)
- [11] J.Y. Martin
Unpublished results (1964).
- [12] H.P. Wichmann, M. de Carolis, A. Mongon, H. Eschrich
Studies of the Applicability of a Zinc Sulphide Scintillation Detector and a Semiconductor Detector for on-Stream Alpha Activity Measurements.
EIR 115 (May 1965).
- [13] J. Tanguy
Detection des Particules Alpha par Semiconducteurs.
Application au Controle de l'Extraction du Plutonium
CEA-R-3442 (Mars 1968).
- [14] J.C. Edeline
Contribution du Departement d'Electronique general au Developpement de Capteurs pour l'Analyse en Ligne.
Compte Rendu des Journees de Controle Chimique Automatique
CEA-N-1292, 113-130 (Mars 1969).
- [15] P. Dedaldechamp, J. le Bouhellec
Analyse en Ligne etat d'Avancement des Etudes et Essais le 31. Decembre 1968.
Compte Rendu des Journees de Controle Chimique Automatique
CEA-N-1292, 29-52 (Mars 1969).
- [16] J.C. Edeline, J.E. le Devehat
Etude des Caracteristiques de quelques Membranes d'Etancheite Equipant les Teneurmetres a Detection Alpha des Solutions
CEA-N-1440 (Jan. 1971).
- [17] J.C. Edeline, J.E. le Devehat
Mesures en Ligne des Concentrations Respectives d'Am-241 et de Pu-239 au Moyen d'un Analyseur Alpha a Semiconducteur.
DEG/EI/R-2.893/J.C.E./J.C. (Nov. 1970).
- [18] H.W. Randolph
Monitor Cell for Alpha Activity in Liquid Process Streams
Nucl. Instr. Meth. 74, 351-352 (1969).

- [19] C.E. Huck, J.D. Lodge
In-Line Plutonium Analysis by Use of Alpha Scintillating Glass and
X-Ray Scintillation Techniques
HW 84251 (Oct. 1964).
- [20] O.H. Koski
The Optimization of Cerium-activated Glass Alpha Sensors.
BNWL-CC-2354 (Dec. 1969).
- [21] H.M. Jones, R.Y. Lyon
Use of In-Line Monitors for Process Control of the Hanford Purex
Plant.
ARH-SA-116 (1972).
- [22] F. Shahrokhi, J.C. Robinson, J.T. Mihalczko, N.J. Ackermann
The State-of-the-Art in Non-Destructive Assay Systems and their
Application to an LMFBR Aqueous Fuel Reprocessing Plant
ORNL-TM-4586 (1974).
- [23] G.M. Tucker, J.H. Gray, G.A. Huff
Application of on-line Alphasensors to Process Streams at the
Barnwell Nuclear Fuel Plant.
Proc. Am. Chem. Soc. Symp. : "Nondestructive and Analytical
Techniques for Nuclear Safeguards", Anaheim, 124-143 (1978).
- [24] W.L. Pillinger
An Alpha Monitor for Process Streams
DP-302 (1958).
- [25] V.V. Pevtsov
Immersible Alpha-Spectrometric Detector
Instr. Exp. Techn. 19(4), 1020-1021 (1976).
- [26] S.F. Kozlov, E.A. Konorova, M.I. Krapivin, V.A. Nadein, V.G. Yudina
Usage of Diamond Detectors as Immersed Alpha-Counters.
IEEE Trans. Nucl. Science NS-24(1), 242-243 (1977).