

**EUR 4050 d**

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

**COULOMETRISCHE BESTIMMUNG DES  
WASSERGEHALTES VON  
URAN-PLUTONIUMOXID UND URANOXID**

von

**W.J. BARTSCHER**

1968



**Gemeinsame Kernforschungsstelle  
Forschungsanstalt Karlsruhe - Deutschland**

**Europäisches Institut für Transurane**



## HINWEIS

Das vorliegende Dokument ist im Rahmen des Forschungsprogramms der Kommission der Europäischen Gemeinschaften ausgearbeitet worden.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, ihre Vertragspartner und die in deren Namen handelnden Personen :

keine Gewähr dafür übernehmen, daß die in diesem Dokument enthaltenen Informationen richtig und vollständig sind, oder daß die Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen, oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden und Verfahren nicht gegen gewerbliche Schutzrechte verstößt;

keine Haftung für die Schäden übernehmen, die infolge der Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen, oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden oder Verfahren entstehen könnten.

Dieser Bericht wird in den auf der vierten Umschlagseite genannten Vertriebsstellen

zum Preise von DM 3,20	FF 4,—	FB 40,—	Lit. 500	Fl. 3,—
------------------------	--------	---------	----------	---------

verkauft.

**Es wird gebeten, bei Bestellungen die EUR-Nummer und den Titel anzugeben, die auf dem Umschlag jedes Berichts aufgeführt sind.**

Gedruckt von Guyot, s.a.  
Brüssel, September 1968

Das vorliegende Dokument wurde an Hand des besten Abdruckes vervielfältigt, der zur Verfügung stand.



## EUR 4050 d

COULOMETRISCHE BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES VON URAN-PLUTONIUMOXID UND URANOXID von W.J. BARTSCHER

Europäische Atomgemeinschaft - EURATOM  
Gemeinsame Kernforschungsstelle - Forschungsanstalt Karlsruhe (Deutschland)  
Europäisches Institut für Transurane  
Brüssel, September 1968 - 16 Seiten - 2 Abbildungen - FB 40

Es wird die Bestimmung von Wasser in Spurenmengen in Uran- Plutoniumoxid und Uranoxid beschrieben. Die Probe wird auf 700° C erhitzt und der Wasserdampf wird mit einem Stickstoffstrom in eine phosphorpentoxidhaltige Zelle gespült. Die hierin gebildete Phosphorsäure wird elektrolysiert und die dazu aufgewandte Strommenge gemessen. Aus dieser Strommenge lässt sich der Wassergehalt errechnen. Resultate dieser Bestimmungen werden gegeben und die Eichung des Gerätes und der Methode wird beschrieben.

## EUR 4050 d

COULOMETRIC DETERMINATION OF THE WATER CONTENT OF URANIUM-PLUTONIUM OXIDE AND URANIUM OXIDE  
by W.J. BARTSCHER

European Atomic Energy Community - EURATOM  
Joint Nuclear Research Center - Karlsruhe Establishment (Germany)  
European Institute for Transuranium Elements  
Brussels, September 1968 - 16 Pages - 2 Figures - FB 40

The determination of traces of water in uranium-plutonium oxide and uranium oxide is described. The sample is heated at 700° C and the water vapor evolved is passed into a phosphor pentoxide containing cell with the aid of a current of nitrogen. The phosphoric acid formed is electrolysed and the amount of current necessary for this electrolysis is measured. From this amount the water content can be calculated. Results of this determination are given and the calibration of the apparatus and of the method is described.

## EUR 4050 d

COULOMETRIC DETERMINATION OF THE WATER CONTENT OF URANIUM-PLUTONIUM OXIDE AND URANIUM OXIDE  
by W.J. BARTSCHER

European Atomic Energy Community - EURATOM  
Joint Nuclear Research Center - Karlsruhe Establishment (Germany)  
European Institute for Transuranium Elements  
Brussels, September 1968 - 16 Pages - 2 Figures - FB 40

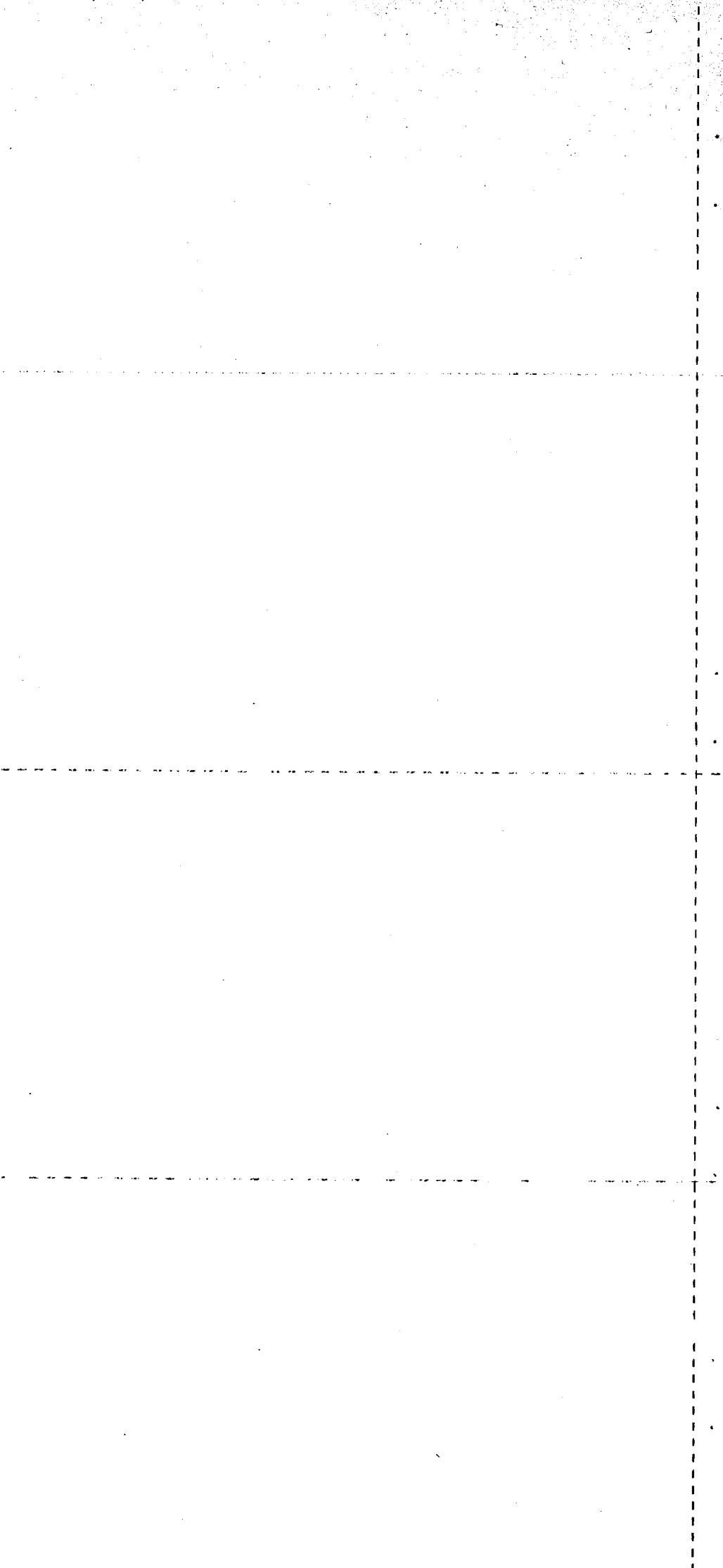
The determination of traces of water in uranium-plutonium oxide and uranium oxide is described. The sample is heated at 700° C and the water vapor evolved is passed into a phosphor pentoxide containing cell with the aid of a current of nitrogen. The phosphoric acid formed is electrolysed and the amount of current necessary for this electrolysis is measured. From this amount the water content can be calculated. Results of this determination are given and the calibration of the apparatus and of the method is described.

## EUR 4050 d

COULOMETRIC DETERMINATION OF THE WATER CONTENT OF URANIUM-PLUTONIUM OXIDE AND URANIUM OXIDE  
by W.J. BARTSCHER

European Atomic Energy Community - EURATOM  
Joint Nuclear Research Center - Karlsruhe Establishment (Germany)  
European Institute for Transuranium Elements  
Brussels, September 1968 - 16 Pages - 2 Figures - FB 40

The determination of traces of water in uranium-plutonium oxide and uranium oxide is described. The sample is heated at 700° C and the water vapor evolved is passed into a phosphor pentoxide containing cell with the aid of a current of nitrogen. The phosphoric acid formed is electrolysed and the amount of current necessary for this electrolysis is measured. From this amount the water content can be calculated. Results of this determination are given and the calibration of the apparatus and of the method is described.



**EUR 4050 d**

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

COULOMETRISCHE BESTIMMUNG DES  
WASSERGEHALTES VON  
URAN-PLUTONIUMOXID UND URANOXID

von

W.J. BARTSCHER

1968



Gemeinsame Kernforschungsstelle  
Forschungsanstalt Karlsruhe - Deutschland

Europäisches Institut für Transurane

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wird die Bestimmung von Wasser in Spuren Mengen in Uran- Plutoniumoxid und Uranoxid beschrieben. Die Probe wird auf 700° C erhitzt und der Wasserdampf wird mit einem Stickstoffstrom in eine phosphoroxidhaltige Zelle gespült. Die hierin gebildete Phosphorsäure wird elektrolysiert und die dazu aufgewandte Strommenge gemessen. Aus dieser Strommenge lässt sich der Wassergehalt errechnen. Resultate dieser Bestimmungen werden gegeben und die Eichung des Gerätes und der Methode wird beschrieben.

## SCHLAGWORTE

DETERMINATION  
TRACE AMOUNTS  
WATER  
URANIUM DIOXIDE  
PLUTONIUM OXIDES  
VAPORS

PHOSPHORUS OXIDES  
ADSORPTION  
ELECTROLYSIS  
CURRENTS  
NUMERICALS  
CALIBRATION  
LABORATORY EQUIPMENT

## INHALTSVERZEICHNIS

1. EINFÜHRUNG	5
2. PRINZIP DER AUSGEWÄHLTEN METHODE	6
3. EXPERIMENTELLER TEIL IM HANDSCHUHKASTEN	7
3.1. Aufbau der Apparatur	7
3.2. Eichung des Gerätes	9
3.3. Desorptionsverhalten von Uran-Plutoniumoxid	11
3.4. Arbeitsvorschrift	11
3.5. Ergebnisse	14
4. LITERATUR	15





COULOMETRISCHE BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES  
VON URAN-PLUTONIUMOXID UND URANOXID (+)

1. EINFÜHRUNG

Zur Abschätzung des unter Reaktorbedingungen in einem Brennelement auftretenden Druckes ist es unter anderem erforderlich, den Wassergehalt des eingesetzten Kernbrennstoffs zu kennen. Es wurde daher eine Methode gesucht, die es gestattet, den Wassergehalt mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen, und die genügend schnell ist, um die bei der Fabrikationskontrolle anfallende grosse Probenmenge bewältigen zu können.

Der Wassergehalt des Probenmaterials wurde zwischen 0 und 100 ppm erwartet; die zur Verfügung stehenden Probenmengen liegen im Gramm-bereich. Zur Erzielung einer hinreichenden Genauigkeit sollte die gesuchte Methode eine Erfassungsgrenze von 1 ppm haben. Das entspricht etwa 1  $\mu$ g. Zudem sollte das Verfahren unter den erschwerenden Bedingungen der Handschuhkastentechnik anwendbar sein, und also keine hohe manuelle Geschicklichkeit erfordern.

Zur Lösung dieses Problems stehen im Prinzip folgende Methoden zur Verfügung :

- a) Gravimetrie nach Absorption des Wassers in Magnesiumperchlorat oder Phosphorpentoxid
- b) Titration des Wassers mit Karl-Fischerlösung (4.1., 4.2.)
- c) Umsetzung des Wassers mit Calciumkarbid, Verbrennung des gebildeten Acetylens und Bestimmung des dabei gebildeten Kohlendioxids in einem handelsüblichen Kohlendioxid-Analysator (4.3.)
- d) Umsetzung des Wassers mit Magnesiumnitrid und Bestimmung des entstehenden Ammoniaks
- e) Ausfrieren des Wassers und spätere manometrische Bestimmung (4.4.)
- f) Absorption des Wassers in einer Keidelzelle (4.5.) an einem Phosphorpentoxidfilm, elektrolytische Zerlegung der gebildeten Phosphorsäure und coulometrische Bestimmung.

(+) Manuskript erhalten am 21. Mai 1968.

Letztere Methode ist schnell, hinreichend genau, ist leicht in einem Handschuhkasten auszuführen und erfordert nicht die Anwendung organischer Lösungsmittel oder sonstiger Reagenzien. Wir haben sie daher zur Lösung unseres Problems herangezogen.

## 2. PRINZIP DER AUSGEWÄHLTEN METHODE

Das Prinzip der Methode besteht, wie bereits oben angedeutet, darin, das Probematerial in einem Trägergasstrom zu erhitzen und das freigesetzte Wasser in einer Keidelzelle an einem Phosphoroxidfilm zu absorbieren. Die dabei gebildete Phosphorsäure wird elektrolytisch an Platinelektroden zerlegt. Aus der dazu aufgewandten Strommenge in Coulomb lässt sich durch Multiplikation mit dem elektrochemischen Äquivalent die freigesetzte Wassermenge errechnen. Anfänglich traten bei der Anwendung der Keidelzelle dadurch Schwierigkeiten auf, dass unter dem katalytischen Einfluss des Elektrodenmaterials eine Rekombination des elektrolytisch gebildeten Wasserstoffes und Sauerstoffs stattfand. Das dabei entstandene Wasser wurde erneut absorbiert und elektrolysiert, sodass schliesslich ein Vielfaches der theoretischen Strommenge verbraucht wurde. Dieser Effekt trat nur bei hohen Wassermengen auf, da hierbei, infolge der hohen Stromdichte, die zur Rekombination erforderlichen Temperaturen erreicht wurden. In dem von uns benutzten Gerät, einem Moisture Analyzer 26321 AMA, geliefert von der Consolidated Electrodynamics Corporation, werden diese Schwierigkeiten dadurch vermieden, dass die Zufuhr feuchten Trägergases in Abhängigkeit von der Elektrolysestromstärke durch ein Ventil geregelt wird.

Ursprünglich wurde die Keidelzelle zur Messung des Wassergehaltes von strömenden Gasen benutzt. Hierbei gestaltet sich die Messung besonders einfach. Bei einem konstanten Gasstrom ist die Stärke des Elektrolysestromes proportional der



Wassermenge. Durch Integration der Stromstärke über die Zeit ist jedoch auch eine Wasserbestimmung in Einzelproben möglich. Hierbei ist eine Konstanz des Gasstromes nicht mehr erforderlich. Zur Integration lässt MICHAELSON (4.6.) die Elektrolysestromstärke als Funktion der Zeit durch einen Linienschreiber aufzeichnen und ermittelt das Integral planimetrisch. WALKER und CAMPION (4.7.) benutzen eine ähnliche Anordnung zur Bestimmung des Wasserstoffgehaltes von Metallen. CHASTAGNER (4.4.) schaltet dem Linienschreiber einen elektrischen Integrator nach und ermittelt so den Wassergehalt von Uranoxid. Das von uns benutzte Gerät besitzt einen elektronischen Integrator, der eine dem Elektrolysestrom proportionale Impulsrate erzeugt. Die Summe der Impulse wird an einem Zählwerk angezeigt. Durch entsprechende Einstellung der Integratorempfindlichkeit erreicht man eine direkte Anzeige in  $\mu\text{g}$  Wasser, wobei ein Impuls  $0.1 \mu\text{g}$  Wasser entspricht.

### 3. EXPERIMENTELLER TEIL

#### 3.1. Aufbau der Apparatur im Handschuhkasten

Das Prinzip des Gerätes wird in Abb. 1 gezeigt. Wir haben das ursprünglich kompakte Gerät in einen elektronischen und einen mechanischen Teil aufgetrennt und nur letzteren im Handschuhkasten aufgestellt. Die Konstruktion des Gerätes kommt dem insofern sehr entgegen, als alle mechanischen Teile, nämlich Trockenrohr, Ofen mit Heizung und Gebläse, Ventile und Elektrolysezelle auf oder unter der leicht demontierbaren Ober- und Rückseite des Gerätes angeordnet sind. Die Verbindung zwischen beiden Teilen besteht aus neun elektrischen Leitungen, die durch gasdichte Durchführungen in den Handschuhkasten eingeführt werden.

Die Zufuhr des Trägergases erfolgt über einen in der Wand des Handschuhkastens eingebauten Hahn, H, der sowohl aussen als auch im Innern des Kastens durch Sintermetallfilter, F, gesichert ist. Infolge des Druckabfalls in den Filtern musste

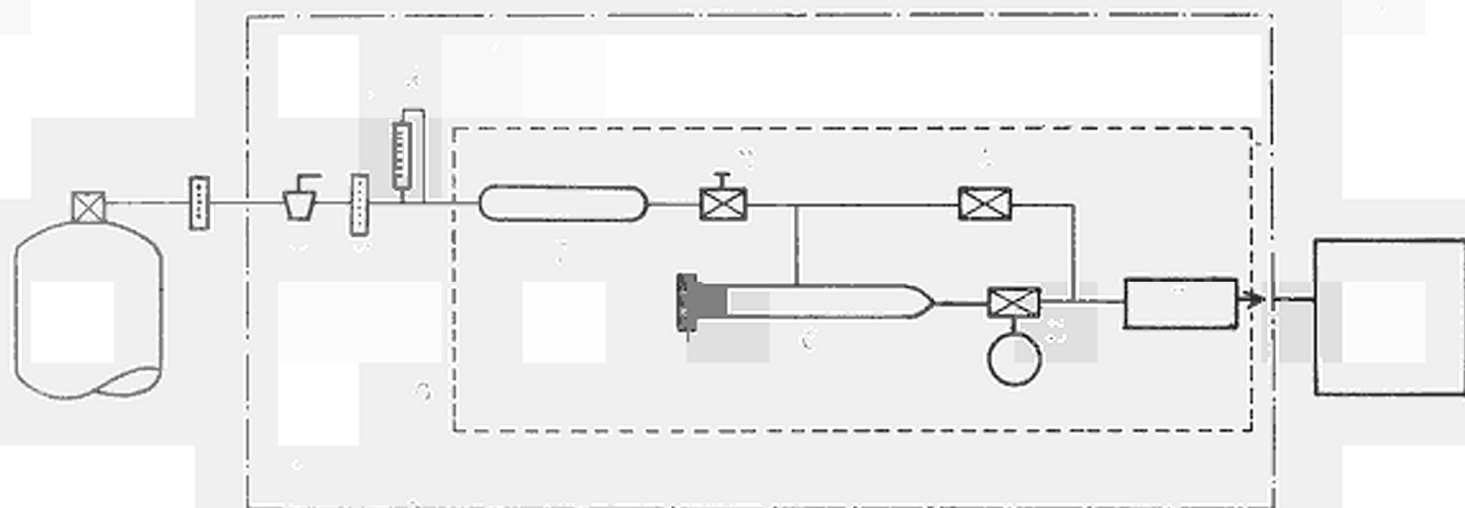


Abb. 1 - Prinzip der Wasserbestimmungsapparatur

- E = Elektronisches Steuergerät und Integrator
- F = Sintermetallfilter
- G = Gerät
- H = Hahn
- HK = Handschuhkasten
- M = Motorventil
- N = Nadelventil
- O = Ofen
- R = Rotameter
- T = Trockenrohr
- W = Strömungswiderstand
- Z = Elektrolysenzelle



eine Verringerung des Trägergasflusses eintreten. Zur Kontrolle des Flusses haben wir daher ein Rotameter, R, zwischen Filter und Trockenrohr geschaltet und den Fluss bei geöffnetem Motorventil durch Änderung der Nadelventileinstellung, N, auf  $90 \text{ cm}^3$  pro Minute eingestellt.

### 3.2. Eichung des Geräts

Im Prinzip gibt es zwei Verfahren zur Eichung des Gerätes und zwar :

- a) Erhitzen einer Verbindung mit bekanntem Wassergehalt im Ofen zur Prüfung der Funktion der gesamten Apparatur,
- b) Substitution der Messzelle durch einen  $2 \text{ k}\Omega$ -Widerstand und Messung des fließenden Stromes. Durch Messung der Integrationszeit lassen sich die Strommenge und aus dieser die Sollanzeige in  $\mu\text{g}$  Wasser errechnen.

Versuche, die unter a) genannte Eichung mit Natriumtartrat-Dihydrat durchzuführen, schlugen fehl, weil schon bei  $150^\circ\text{C}$  ein Teil dieser Verbindung zersetzt wurde und so zu ständiger Zunahme des gemessenen Wasserwertes führte. Daher haben wir Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat mit 36.08% Wasser als Eichsubstanz verwendet, und zwar eine Siebfraktion mit Korngrößen zwischen 0.5 und 1 mm. Der Wassergehalt wurde gravimetrisch durch Erhitzen auf  $300^\circ\text{C}$  ermittelt, wobei 36.07 bzw. 36.06% Wasser gefunden wurde. Danach wurde der Wassergehalt coulometrisch an Einwaagen zwischen 2,5 und 7 mg bestimmt. Aus 10 Messungen ergab sich ein mittlerer Wassergehalt von 34.08%. Die Standardabweichung einer Einzelmessung war 0,23%. Das Gerät zeigt also um 5,5% zu niedrige Werte an.

Die elektrische Eichung wurde so durchgeführt, dass die Messzelle durch zwei  $1 \text{ k}\Omega$ -Widerstände, wovon einer ein Präzisionswiderstand war, ersetzt und der Spannungsabfall am Präzisionswiderstand mit einem Kompensator gemessen wurde. Eine um 0,7% zu niedrige Anzeige am Zählwerk wurde festgestellt.

Der Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Eichverfahren ist auf eine bei einzelnen Zellen auftretende zu niedrige Aktivität der Phosphorpentoxidschicht zurückzuführen. Da wir jedoch eine gute Reproduzierbarkeit und im Verlauf einiger Wochen keine Änderung der Aktivität beobachten konnten, begnügen wir uns mit der Anwendung eines Korrekturfaktors, der monatlich überprüft wird.

Aus den obengenannten Ergebnissen folgt, dass eine Überprüfung der elektrischen Funktion des Gerätes allein nicht ausreichend ist. Es muss vielmehr, vor allem nach Austausch der Elektrolysezelle, die Funktion der gesamten Apparatur mit einem Standard, für den man mit Vorteil Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat verwendet, überprüft werden.

Nach diesen Eichungen wurde noch die Linearität des Integrators überprüft. In der Anordnung, die für die elektrische Eichung benutzt wurde, wurden die zwei  $1\text{ K}\Omega$ -Widerstände durch variable Präzisionswiderstände ersetzt, wodurch sich die Möglichkeit ergab, unterschiedliche Elektrolysestromstärken einzustellen. Die Abweichung der Istanzeige am Integrationszählwerk von der Sollanzeige wurde in Abhängigkeit von der Elektrolysestromstärke in einem Bereich von 6 bis 54 mA bestimmt. Die Istanzeige lag im Mittel um 0,85% unter dem errechneten Sollwert. Die Standardabweichung des Mittelwertes der Istanzeige beträgt 0,3%. Diese Streuung ist kleiner als die Streuung der eigentlichen Bestimmung wie in 3.5. gezeigt wird. Wenn man weiter bedenkt, dass fast während der gesamten Analysenzeit mit einer durch die Regelung bedingten konstanten und stets gleichen Elektrolysestromstärke gearbeitet wird, so kann man den Linearitätsfehler des Integrators als vernachlässigbar betrachten.



### 3.3. Desorption des Wassers von Uran-Plutoniumoxid

Zur Ermittlung der zur Desorption des gesamten Wassers notwendigen Temperatur und Zeit wurde ein mechanisches Gemisch von Urandioxid mit 15% Plutoniumoxid fein zermahlen. Das Gemisch wurde bei Zimmertemperatur eine Woche lang über Wasser aufbewahrt, um eine Sättigung der Oberfläche mit Wasser zu erreichen. Anschliessend wurde das Gemisch homogenisiert. Es wurden Einwaagen von etwa 100 mg auf jeweils andere Endtemperaturen zwischen 20 und 700°C gebracht und die Wassermenge als Funktion der Temperatur und der Zeit gemessen. Tab. I enthält die Ergebnisse. Abb. 2 zeigt die Desorptionskurven für einige der in Tab. I angegebenen Temperaturen. Sowohl aus Tab. I als aus Abb. 2 geht hervor, dass oberhalb 400°C praktisch keine Steigerung der abgegebenen Wassermenge mehr stattfindet. Sicherheitshalber ist in der untenstehenden Arbeitsvorschrift eine Erhitzungstemperatur von 700°C angegeben.

### 3.4. Arbeitsvorschrift

Auf Grund der bis jetzt erhaltenen Ergebnisse wurde folgende Arbeitsvorschrift aufgestellt.

Man schliesst das Wasserbestimmungsgerät 26321 AMA der Consolidated Electrodynamic Corporation an die Stickstoffflasche an und stellt den Fluss auf 90 ml/Min. ein. Während 10 Minuten wird die gesamte Apparatur mit dem Trägergas gespült, wonach man die Elektrolysezelle einsetzt und vorelektrolysiert bis ein konstanter Blindwert erreicht wird (Dauer etwa 30 Minuten). Nun wird die abgewogene Probe, die zwischen 5 und 10.000  $\mu\text{g}$  Wasser enthalten soll, in den Ofen eingeführt. Der Ofen wird auf 700°C erhitzt und es wird elektrolysiert bis wieder ein konstanter Blindwert erreicht ist. Die Höhe des Blindwertes in  $\mu\text{g}$  Wasser pro Minute wird bestimmt(p). Sodann werden Ofenheizung und Integrator abgeschaltet und die Probe wird nach dem Abkühlen des Ofens herausgezogen. Die Anzeige auf dem

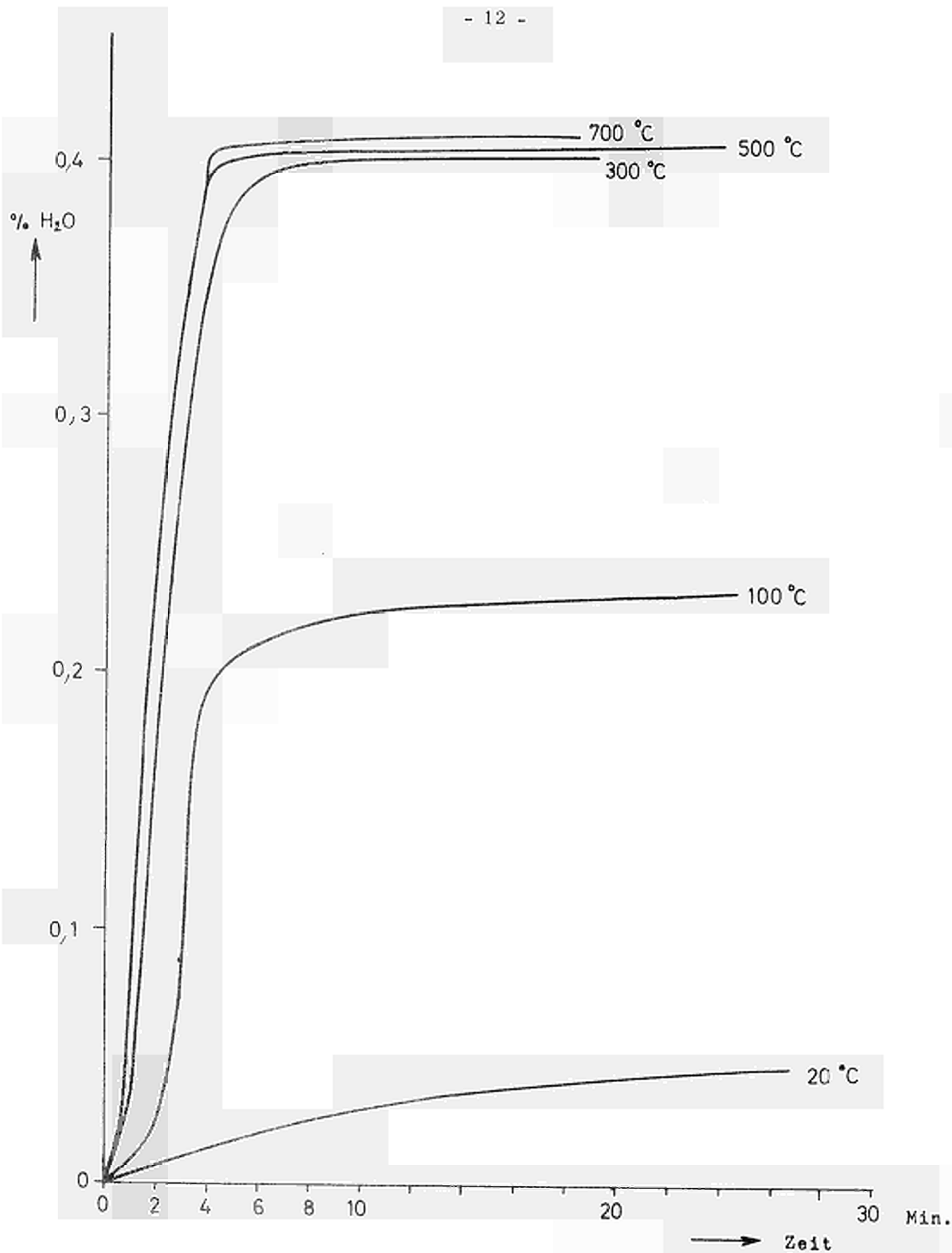


Abb. 2 - Gefundene Wassermenge als Funktion der Zeit bei verschiedenen Temperaturen





Integrator sei  $q$   $\mu\text{g}$  Wasser und die Analysenzeit sei  $t$  Min. Der Wassergehalt,  $W$ , beträgt dann :

$$W = \frac{(q - pt) C}{E} \text{ ppm}$$

wo  $C$  = Korrekturfaktor

$E$  = Einwaage in g.

### 3.5. Ergebnisse

Nach der in 3.4. gegebenen Arbeitsvorschrift wurden Spuren Wasser in 15 Uranoxidproben und 6 Uran-Plutoniumoxidproben bestimmt. Die Einwaagen lagen zwischen 0,5 und 3 g und die bestimmten Wassermengen lagen unterhalb 100  $\mu\text{g}$ . Aus den Ergebnissen der Doppelbestimmungen an diesen 21 Proben errechneten wir eine Standardabweichung einer Einzelbestimmung von 3,8  $\mu\text{g}$ .

Das in 3.4. genannte Verfahren wurde ebenfalls auf die Uran-Plutoniumoxidprobe, die für die in 3.3. beschriebenen Versuche benutzt wurde, angewandt. Die Probe wurde eine Woche unter trockenem Stickstoff aufbewahrt. Dann wurden 10 Bestimmungen an Einwaagen von je 200 mg durchgeführt. Der mittlere Wassergehalt war 0,257% oder 514  $\mu\text{g}$  und die Standardabweichung einer Einzelbestimmung war 0,0013% oder 2,6  $\mu\text{g}$  Wasser. Dieser Wert entspricht einem Variationskoeffizienten von 0,52%.

Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Standardabweichungen kann auf dem 0,05-Niveau nicht nachgewiesen werden. Die Werte dürfen also kombiniert werden. Gefunden wird dann 3,5  $\mu\text{g}$ .

Aus diesem Wert geht hervor, dass die untere Grenze des Anwendungsbereichs der Methode bei etwa 6  $\mu\text{g}$  liegt. Dies bedeutet, dass bei einer Einwaage von 10 g noch 0,6 ppm Wasser mit genügender Sicherheit erfasst werden können.

Die Richtigkeit der Ergebnisse hängt von der Richtigkeit der Eichung ab. Die Eichung wurde durchgeführt mit Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat, dessen gravimetrisch ermittelter Wassergehalt mit dem theoretischen Wert übereinstimmte. Die Bedingungen der Methode wurden so gewählt, dass ein Maximalwert erhalten wurde. Es gibt also keinen Grund zur Annahme, die gefundenen Werte seien nicht richtig.

Es ist durchaus möglich, die Bestimmung nicht nur an Pulvern, sondern auch an kompakten Proben (z.B. Pastillen) durchzuführen, die man nach der Bestimmung wieder als solche aus dem Ofen herauszieht. In diesem Sinne kann man die Methode ein zerstörungsfreies Verfahren nennen.

#### 4. Literatur

- 4.1. FISCHER K., Angew. Chemie 48 394 (1935)
- 4.2. MOYER A.S. und C.M. BOYD, Anal. Chem. 31 215 (1959)
- 4.3. MALISSA H., Microchim. Acta 1960, 127
- 4.4. CHASTAGNER P.J.F., Bericht DP - 766 (TID-4500) 1962
- 4.5. KEIDEL F.A., Anal. Chem. 31 2043 (1959)
- 4.6. MICHAELSON J.G., Bericht HW - 82487 (1964)
- 4.7. WALKER J.A.J. und P. CAMPION, Analyst 90 199 (1965)

Der Autor dankt den Herren Angeletti und Maurice für wertvolle Diskussionen und kritische Bemerkungen über die in diesem Bericht abgefaßte Arbeit.





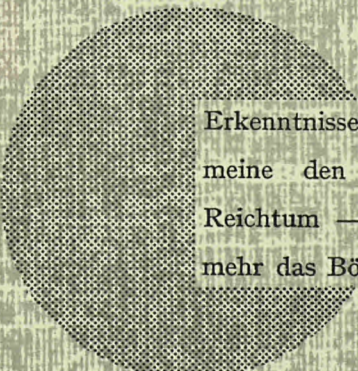
**AN UNSERE LESER**

Alle Euratom-Berichte werden nach Erscheinen in der von der Zentralstelle für Information und Dokumentation (CID) herausgegebenen Monatszeitschrift **EURATOM INFORMATION** angezeigt. Abonnements (1 Jahr : DM 60) und Probehefte sind erhältlich bei :

**Handelsblatt GmbH**  
**"Euratom Information"**  
**Postfach 1102**  
**D-4 Düsseldorf (Deutschland)**

oder

**Office central de vente des publications**  
**des Communautés européennes**  
**2, Place de Metz**  
**Luxembourg**



Erkenntnisse verbreiten ist soviel wie Wohlstand verbreiten — ich meine den allgemeinen Wohlstand, nicht den individuellen Reichtum — denn mit dem Wohlstand verschwindet mehr und mehr das Böse, das uns aus dunkler Zeit vererbt ist.

Alfred Nobel



## VERTRIEBSSTELLEN

Alle Euratom-Berichte sind bei folgenden Stellen zu den auf der ersten Rückseite des Umschlags angegebenen Preisen erhältlich (bei schriftlicher Bestellung bitte die EUR-Nummer und den Titel, die beide auf der ersten Umschlagsseite jedes Bericht stehen, deutlich angeben).

### OFFICE CENTRAL DE VENTE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

2, place de Metz, Luxembourg (Compte chèque postal N° 191-90)

#### BELGIQUE — BELGIË

MONITEUR BELGE  
40-42, rue de Louvain - Bruxelles  
BELGISCH STAATSBLAD  
Leuvenseweg 40-42 - Brussel

#### LUXEMBOURG

OFFICE CENTRAL DE VENTE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
9, rue Goethe - Luxembourg

#### DEUTSCHLAND

BUNDESANZEIGER  
Postfach - Köln 1

#### NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ  
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

#### FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
26, rue Desaix - Paris 15<sup>e</sup>

#### ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO  
Piazza G. Verdi, 10 - Roma

#### UNITED KINGDOM

H. M. STATIONERY OFFICE  
P. O. Box 569 - London S.E.1

EURATOM — C.I.D.  
51-53, rue Belliard  
Bruxelles (Belgique)

CDNA04050DEC