

**EUR 4927 d**

**KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN**

**AUTOMAT ZUR TRENNUNG VON URAN UND  
PLUTONIUM AUS SPALTPRODUKTEN DURCH  
IONENAUSTAUSCHER FÜR DIE  
MASSENSPEKTROMETRISCHE ANALYSE**

von

**D. BOL, B. BRANDALISE, A. BIER, M. DE ROSSI und L. KOCH**

1973



**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 BF 40,-

verkauft.

**Kommission der  
Europäischen Gemeinschaften  
GD XIII - ZID**  
29, rue Aldringen  
L u x e m b o u r g  
März 1973

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

## EUR 4927 d

AUTOMAT ZUR TRENNUNG VON URAN UND PLUTONIUM AUS SPALTPRODUKTEN DURCH IONENAUSTAUSCHER FÜR DIE MASSENSPEKTROMETRISCHE ANALYSE

von D. BOL, B. BRANDALISE, A. BIER, M. DE ROSSI und L. KOCH

Kommission der Europäischen Gemeinschaften  
Gemeinsame Kernforschungsstelle — Forschungsanstalt Karlsruhe (Deutschland)  
Europäisches Institut für Transurane  
Luxemburg, März 1973 — 14 Seiten — 9 Abbildungen — BF 40.—

Es wurde ein Automat für die Abtrennung von Uran und Plutonium aus bestrahlten Kernbrennstoffen zur massenspektrometrischen Isotopenanalyse entwickelt.

## EUR 4927 d

AUTOMATIC DEVICE FOR SEPARATION OF URANIUM AND PLUTONIUM FROM SPENT NUCLEAR FUEL BY ION EXCHANGERS FOR MASS SPECTROMETRY

by D. BOL, B. BRANDALISE, A. BIER, M. DE ROSSI and L. KOCH

Commission of the European Communities  
Joint Nuclear Research Centre — Karlsruhe Establishment (Germany)  
European Institute for Transuranium Elements  
Luxembourg, March 1973 — 14 Pages — 9 Figures — B.Fr. 40.—

An automatic device was developed which separates uranium and plutonium from nuclear fuel for their isotope analysis. Up to six samples can be separated by

## EUR 4927 d

AUTOMATIC DEVICE FOR SEPARATION OF URANIUM AND PLUTONIUM FROM SPENT NUCLEAR FUEL BY ION EXCHANGERS FOR MASS SPECTROMETRY

by D. BOL, B. BRANDALISE, A. BIER, M. DE ROSSI and L. KOCH

Commission of the European Communities  
Joint Nuclear Research Centre — Karlsruhe Establishment (Germany)  
European Institute for Transuranium Elements  
Luxembourg, March 1973 — 14 Pages — 9 Figures — B.Fr. 40.—

An automatic device was developed which separates uranium and plutonium from nuclear fuel for their isotope analysis. Up to six samples can be separated by

## EUR 4927 d

AUTOMATIC DEVICE FOR SEPARATION OF URANIUM AND PLUTONIUM FROM SPENT NUCLEAR FUEL BY ION EXCHANGERS FOR MASS SPECTROMETRY

by D. BOL, B. BRANDALISE, A. BIER, M. DE ROSSI and L. KOCH

Commission of the European Communities  
Joint Nuclear Research Centre — Karlsruhe Establishment (Germany)  
European Institute for Transuranium Elements  
Luxembourg, March 1973 — 14 Pages — 9 Figures — B.Fr. 40.—

An automatic device was developed which separates uranium and plutonium from nuclear fuel for their isotope analysis. Up to six samples can be separated by

Bis zu sechs Proben können gleichzeitig an Ionenaustauschersäulen getrennt werden. Die Zugabe der Wasch- und Eluierlösung, sowie das Sammeln von bis zu fünf Fraktionen je Säule erfolgt automatisch. Die Volumina der Wasch- und Eluierlösung und die der Fraktionen sind für jede Säule frei wählbar. Der Füllstand jeder Säule wird über eine Lichtschranke kontrolliert. Dosierpumpen, Ventile und Fraktionsssammler werden durch einen nach der Digitaltechnik aufgebauten Steuerteil bedient.

ion exchangers simultaneously. The addition of wash and elutrient as well as the collection of up to five fractions per column is automated. The volumes of wash, elutrient and fractions can be chosen individually for each column. The filling of the column is controlled by a light barrier. Pumps, valves and fraction collectors are operated by a control unit based on the digital technique.

ion exchangers simultaneously. The addition of wash and elutrient as well as the collection of up to five fractions per column is automated. The volumes of wash, elutrient and fractions can be chosen individually for each column. The filling of the column is controlled by a light barrier. Pumps, valves and fraction collectors are operated by a control unit based on the digital technique.

ion exchangers simultaneously. The addition of wash and elutrient as well as the collection of up to five fractions per column is automated. The volumes of wash, elutrient and fractions can be chosen individually for each column. The filling of the column is controlled by a light barrier. Pumps, valves and fraction collectors are operated by a control unit based on the digital technique.

**EUR 4927 d**

**KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN**

**AUTOMAT ZUR TRENNUNG VON URAN UND  
PLUTONIUM AUS SPALTPRODUKTEN DURCH  
IONENAUSTAUSCHER FÜR DIE  
MASSENSPEKTROMETRISCHE ANALYSE**

von

**D. BOL, B. BRANDALISE, A. BIER, M. DE ROSSI und L. KOCH**

**1973**



**Gemeinsame Kernforschungsstelle  
Forschungsanstalt Karlsruhe - Deutschland**

**Europäisches Institut für Transurane**

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Es wurde ein Automat für die Abtrennung von Uran und Plutonium aus bestrahlten Kernbrennstoffen zur massenspektrometrischen Isotopenanalyse entwickelt.

Bis zu sechs Proben können gleichzeitig an Ionenaustauschersäulen getrennt werden. Die Zugabe der Wasch- und Eluierlösung, sowie das Sammeln von bis zu fünf Fraktionen je Säule erfolgt automatisch. Die Volumina der Wasch- und Eluierlösung und die der Fraktionen sind für jede Säule frei wählbar. Der Füllstand jeder Säule wird über eine Lichtschranke kontrolliert. Dosierpumpen, Ventile und Fraktionsammler werden durch einen nach der Digitaltechnik aufgebauten Steuerteil bedient.

## **SCHLAGWÖRTER**

AUTOMATION  
ION EXCHANGE  
MASS SPECTROMETERS  
URANIUM  
PLUTONIUM  
SEPARATION PROCESSES  
ISOTOPE DILUTION  
ELECTRONICS

Automat zur Trennung von Uran und Plutonium aus Spaltprodukten durch Ionenaustauscher für die massenspektrometrische Analyse.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.	4
2. Chemisches Trennverfahren.	5
3. Aufbau und Wirkungsweise des Automaten.	6
4. Die Elektronische Steuerung und Programmierereinheit.	8
5. Zur Bedienung der Elektronik.	12
6. Beispiel einer Programmierung.	14

## 1. Zusammenfassung

Es wurde ein Automat für die Abtrennung von Uran und Plutonium aus bestrahlten Kernbrennstoffen zur massenspektrometrischen Isotopenanalyse entwickelt.

Bis zu sechs Proben können gleichzeitig an Ionenaustauschersäulen getrennt werden. Die Zugabe der Wasch- und Eluierlösung, sowie das Sammeln von bis zu fünf Fraktionen je Säule erfolgt automatisch. Die Volumina der Wasch- und Eluierlösung und die der Fraktionen sind für jede Säule frei wählbar. Der Füllstand jeder Säule wird über eine Lichtschranke kontrolliert. Dosierpumpen, Ventile und Fraktionssammler werden durch einen nach der Digitaltechnik aufgebauten Steuerteil bedient.



## 2. Chemisches Trennverfahren

Für die gleichzeitige Bestimmung der Isotopenzusammensetzung von Uran und Plutonium bei der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse müssen die Konzentrationen von Uran und Plutonium in der massenspektrometrischen Probe vergleichbar sein. Kernbrennstoffe enthalten jedoch im allgemeinen weitaus mehr Uran als Plutonium, sodass der Überschuss an Uran entfernt werden muss. Hierzu wurde das bekannte Trennverfahren [1] mittels Anionenaustauscher gewählt, in dem Uran und Plutonium am Anionenaustauscher sorbiert werden und das Uran anschliessend selektiv soweit ausgewaschen wird, dass bei der folgenden Elution beide Elemente in gleichen Mengen vorliegen. Die erforderliche Menge an Waschlösung  $8 \text{ M HNO}_3$  als Funktion des U/Pu Verhältnisses der Probe wurde experimentell für eine vorgegebene Säule bestimmt (Abb.1).

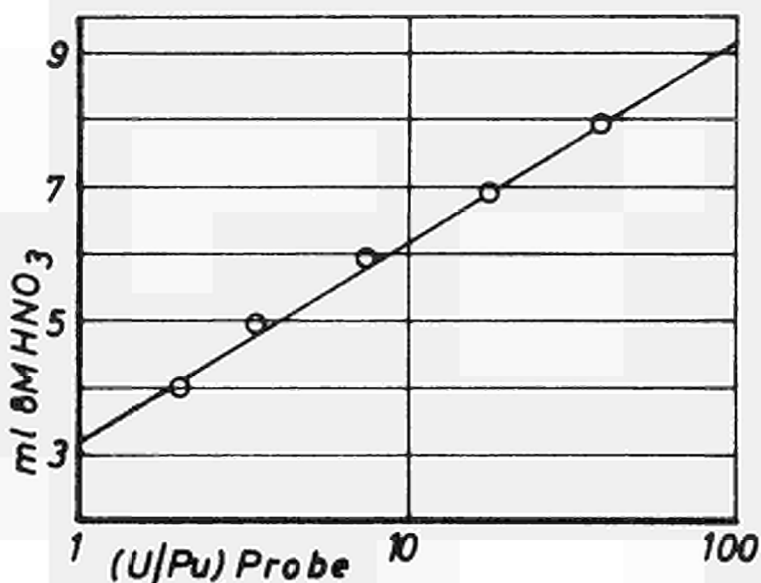


Abb.1 : Erforderliche Waschlösung in Abhängigkeit des U/Pu Verhältnisses.

Das selektive Auswaschen des Urans und die anschliessende Elution beider Elemente sind wegen der geringen Durchlaufgeschwindigkeit der Ionenaustauschersäulen sehr zeitraubend. Deswegen wurde ein

[1] L.Koch, Radiochim. Acta 12, 160-162 (1969)

Apparat (Abb.2) entwickelt, der die gesamte Trennung automatisch nach einem vorzugebenden Programm durchführt.

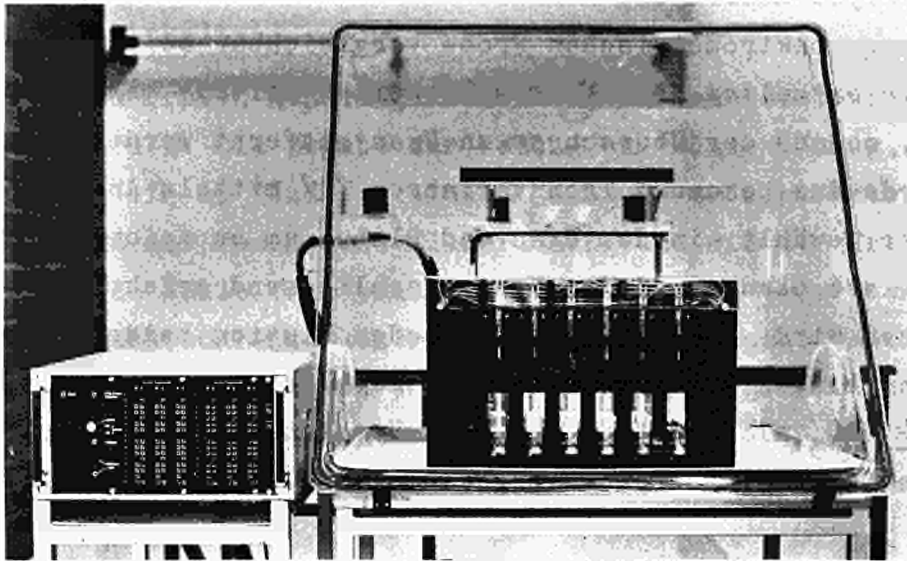


Abb.2 : Automat Gesamtansicht

### 3. Aufbau und Wirkungsweise des Automaten

Der Apparat setzt sich aus einem mechanischen und einem elektronischen Teil zusammen. Ersterer (Abb.3) besteht aus einem für sechs Ionenaustauschersäulen ausgelegten Kolonnenträger mit sechs fotoelektrischen Niveaumeldern und Fraktionssammlern, sowie einem Sechswegventil und einer Dosierpumpe mit Vorratsgefäß und zwei Einwegventilen jeweils für die Wasch- und Eluierlösung. Der elektronische Teil umfasst die Programm- und die Koordinationseinheit. Die Programmeinheit steuert einzeln für jede Kolonne, entsprechend dem gewählten Programm, den Ablauf der Trennung. Das Programm wird mittels Programmstecker für die einzelnen Kolonnen in die Einheit eingegeben. Die Koordinationseinheit steuert sämtliche Funktionen, die die sechs Kolonnen gemeinsam betreffen, wie Bedienung der Sechswegventile und Pumpen, Rücklauf der Probensammler, Start des automatischen Trennvorganges und die Reihenfolge der zuzugebenden Flüssigkeiten, nach Bedarf.

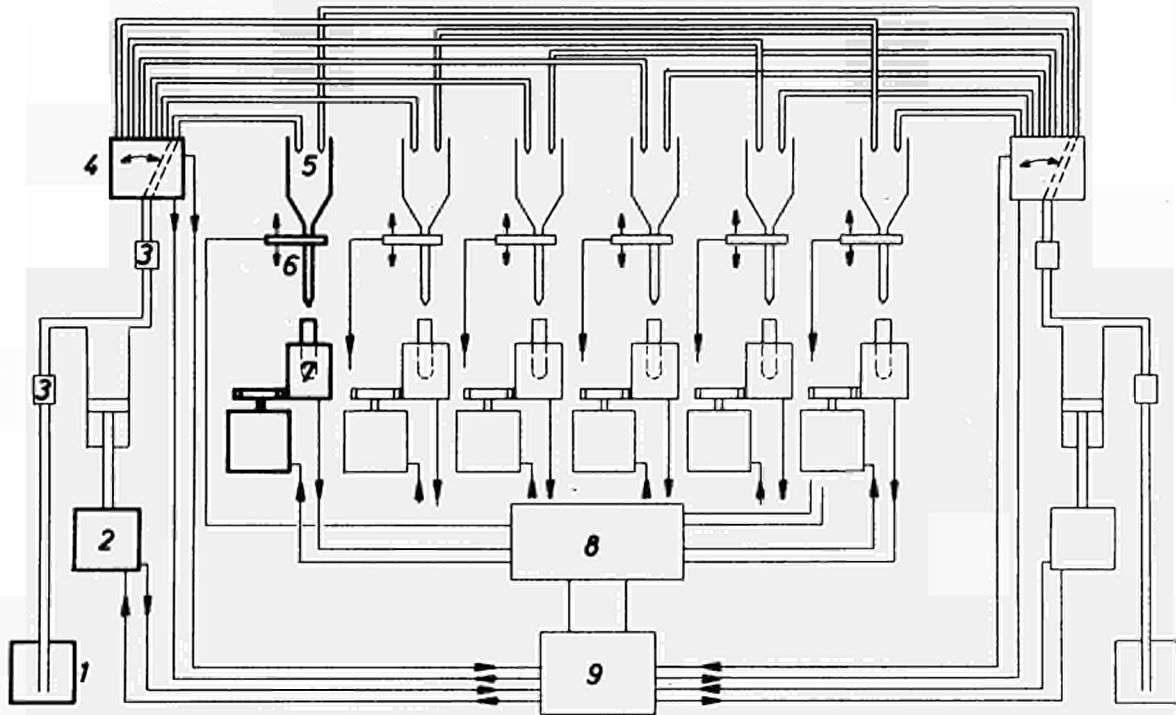


Abb. 3 : Schematische Darstellung des Gerätes

- |                          |                      |                          |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 : Vorratsgefäß         | 2 : Dosierpumpe,     | 3 : Einwegventil,        |
| +Waschlösung             | 4 : Sechswegventil,  | 5 : Trennsäule,          |
| 6 : Fotoelektrische      | 7 : Fraktionssammler | 8 : Programm-Steuerungs- |
| Niveaumelder,            | (Probensammler)      | einheit                  |
| 9 : Koordinationseinheit |                      | 10 : Vorratsgefäß        |
|                          |                      | + Eluierlösung.          |

Zu Beginn der Trennung werden die sechs Ionenaustauschersäulen eingesetzt. Nachdem die Lichtschranken adjustiert sind (siehe dazu Kapitel 4) wird die Probenlösung auf die Säulen gegeben. Das entsprechend der Probenzusammensetzung erforderliche Programm der Trennung gibt man für jede Säule einzeln ein (siehe dazu Kapitel 5) d.h. es können bis zu sechs unterschiedliche Proben individuell verarbeitet werden. In den automatisch aufeinander folgenden Trennschritten wird zuerst in kleinen Portionen die Waschlösung auf die Säulen gegeben, die aus dem Reservoir 1 (Abb.3) durch eine Dosierpumpe befördert und durch ein Sechswegventil auf die Säulen verteilt wird. Die Zugabe der Lösung erfolgt nur dann, wenn der Flüssigkeitspegel über dem Austauscherbett der Säule die Lichtschranke unterschreitet, und wird so oft wiederholt wie im Programm vorgesehen wird, bevor auf die Eluierlösung umgeschaltet wird. Die aus der Austauschersäule austretende Säure wird automatisch in bis zu fünf verschiedenen Fraktionen gesammelt, deren Volumen programmierbar ist. Der Ablauf

der Elution entspricht in seiner Schrittfolge dem des Waschvorganges, d.h. Elutionsvolumen und Anzahl der Fraktionen sind frei wählbar.

#### 4. Elektronische Steuerung und Programmierereinheit

Eine störungsfreie Steuerung wurde durch Verwendung der digitalen Steuerungstechnik erreicht. Es wurden hauptsächlich integrierte Logikbausteine verwendet. Zur Steuerung des Programmablaufes wurde für jede Kolonne eine gedruckte Schaltung (Ka-1) hergestellt (Abb.4), welche mittels "serial in parallel out" Schieberegister sechszehn Programmpositionen ermöglicht. Auf jeder dieser Positionen kann durch Stecken eines Steckstiftes ein Vorschub der Fraktionssammelgefäße,

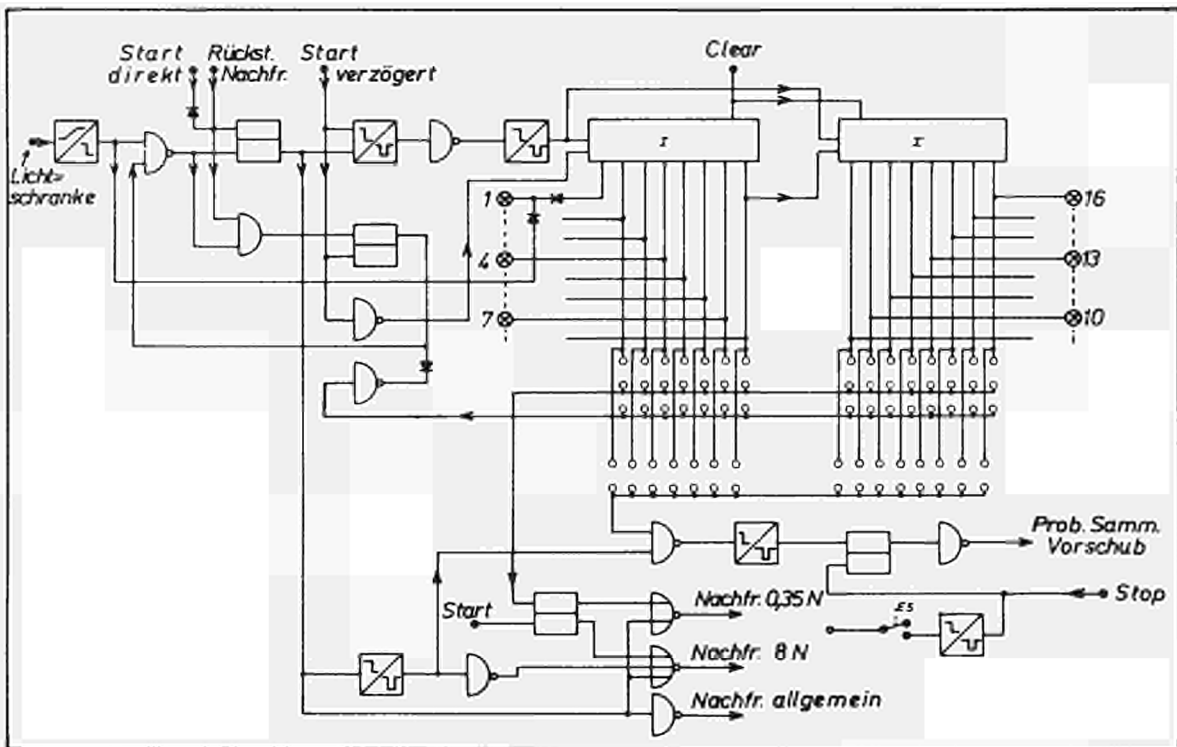


Abb.4 : Programm-Steuerungskarte (Ka-1)

I : "Serial-in/parallel-out" Schieberegister

Nr.1 bis 16 : Positions-Lämpchen

E<sub>5</sub> : Endschalter des Fraktionssammler-Vorschubes.

das Umschalten von Wasch- auf Eluierlösung oder der Programmstop erzielt werden. Alle sechszehn Signalausgänge der Schieberegister sind dazu auf der Frontplatte des Programmeinschubes ausgeführt (Abb.8). Sie werden dort mittels der obengenannten Steckstifte mit den Logikeingängen der Steuerelemente für Vorschub, Umstellung von Wasch- auf Eluierlösung und Programmende verbunden. Damit das so gesteckte Programm abgetastet werden kann, wird bei Betätigung des Druckknopfes "Start" das Niveau "1" in die erste Position des Schieberegisters eingegeben. Jede Flüssigkeitsnachfrage des fotoelektrischen Niveaumelders erzeugt einen Schiebeimpuls, welcher diese Information "1" auf die nachfolgende Programmposition schiebt. Befindet sich auf der

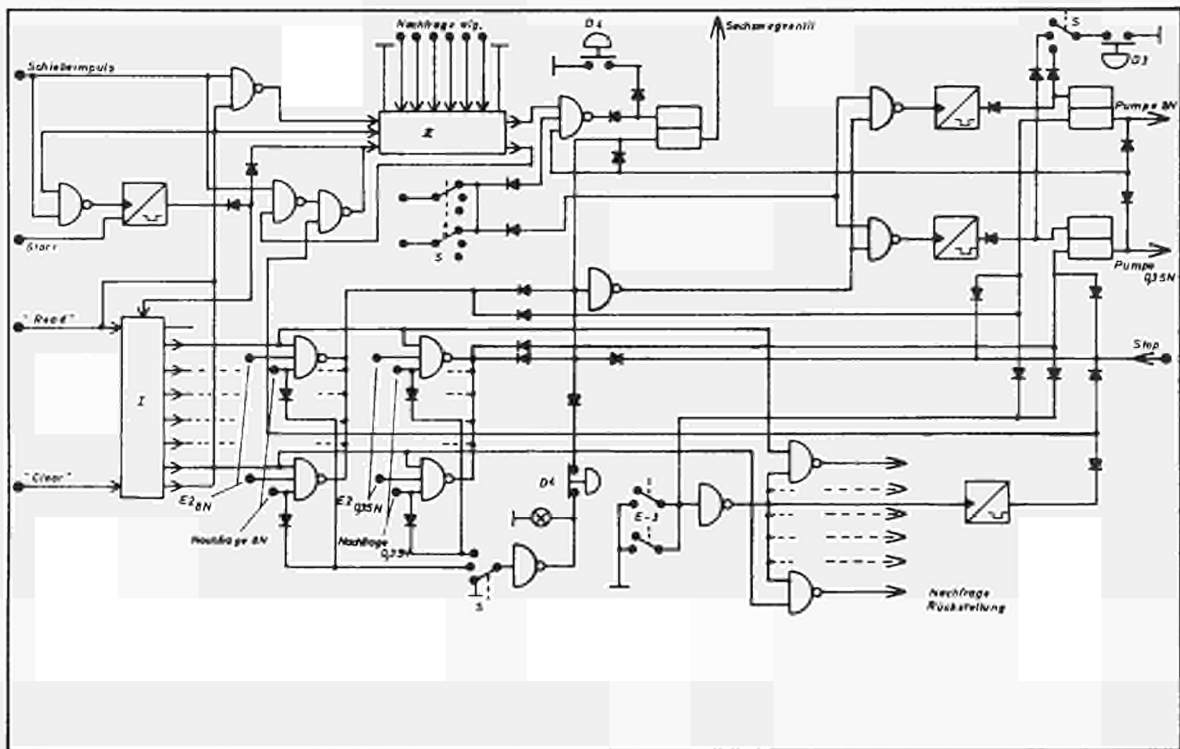


Abb. 5 : Koordinationskarte (Ka-2a)

- I : "serial-in/parallel-out" Schieberegister (Zähler)
- II : "parallel-in/serial-out" Schieberegister (Nachfrage-Gedächtnis)
- E2 : Endschalter der Sechswegventile
- E3 : Endschalter des Dosierpumpenvorlaufs
- D3 : Druckknopf für den Handstart des Pumpvorganges
- D4 : Druckknopf für die Kolonnenwahl
- S : Umschalter "Automatik/Hand"

neu erreichten Position ein Programmstecker, so wird die von diesem Stecker vorherbestimmte Funktion ausgeführt. Jede Position wird von einem Lämpchen markiert, das aufleuchtet, wenn der entsprechende Programmpunkt erreicht wird.

Für die Steuerung der Sechswegventile und Pumpen sowie der chronologischen Verarbeitung der eintreffenden Nachfragen wurde eine Koordinationseinheit entwickelt. Sie ist aufgebaut aus zwei gedruckten Schaltungen Ka-2a und Ka-2b (Abb.5 und 6). Zwei 8-bit Schieberegister auf Ka-2a, ein s-i/p-o Register als Zähler und ein p-i/s-o Register als Nachfragespeicher sind die hauptsächlich für die Koordination verantwortlichen Bausteine. Ein Impulsgenerator auf Ka-2b erzeugt die benötigten Schiebeimpulse ( $f = 1\text{kHz}$ )

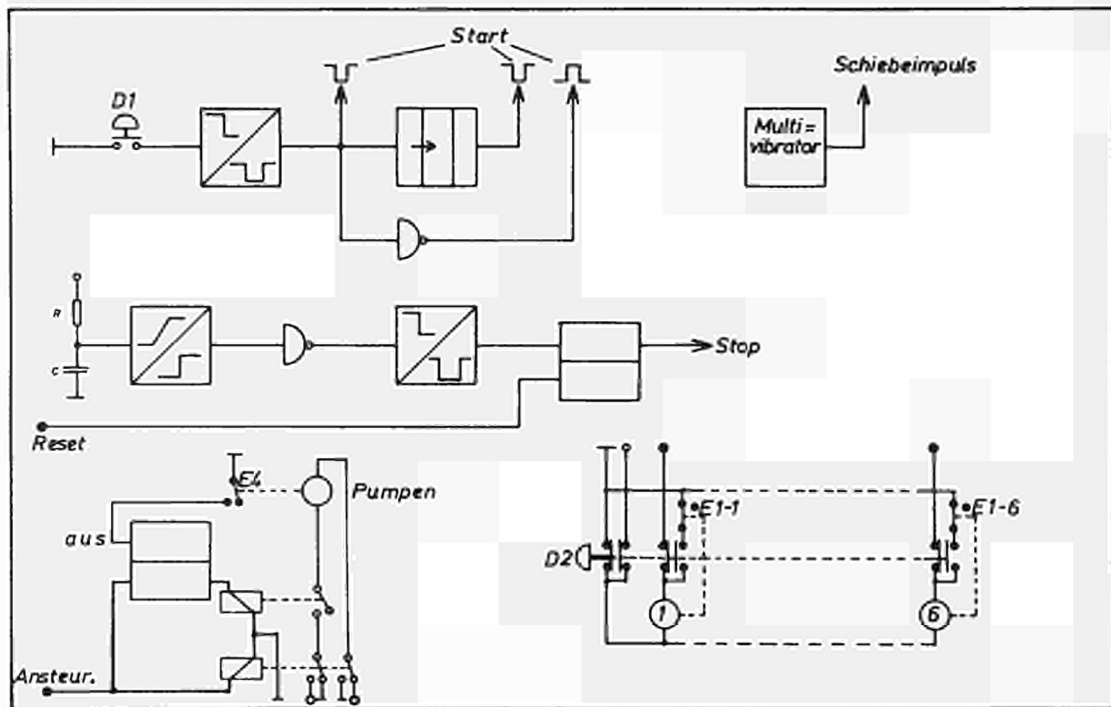


Abb.6 : Ka-2b

- D 1 : Start
- D 2 : Probensammlerrücklauf
- E 1 : Endschalter des Probensammlerrücklaufs
- E 4 : Endschalter des Dosierpumpenrücklaufs
- R/C : Verzögerungsglied zur "Stop"-Auslösung" nach der Netzeinschaltung.
- 1 bis 6: Motoren für den Fraktionssammlervorschub.

Trifft eine Nachfrage ein, so wird diese im Nachfragespeicher eingelesen sobald die letzte Position des Zählers erreicht wird, und bis zum Ausgang des p-i/s-o Registers weitergeschoben. Dieses Ausgangssignal startet beide Sechswegventile und sperrt die Schiebeimpulse für den Zähler und das Nachfragegedächtnis.

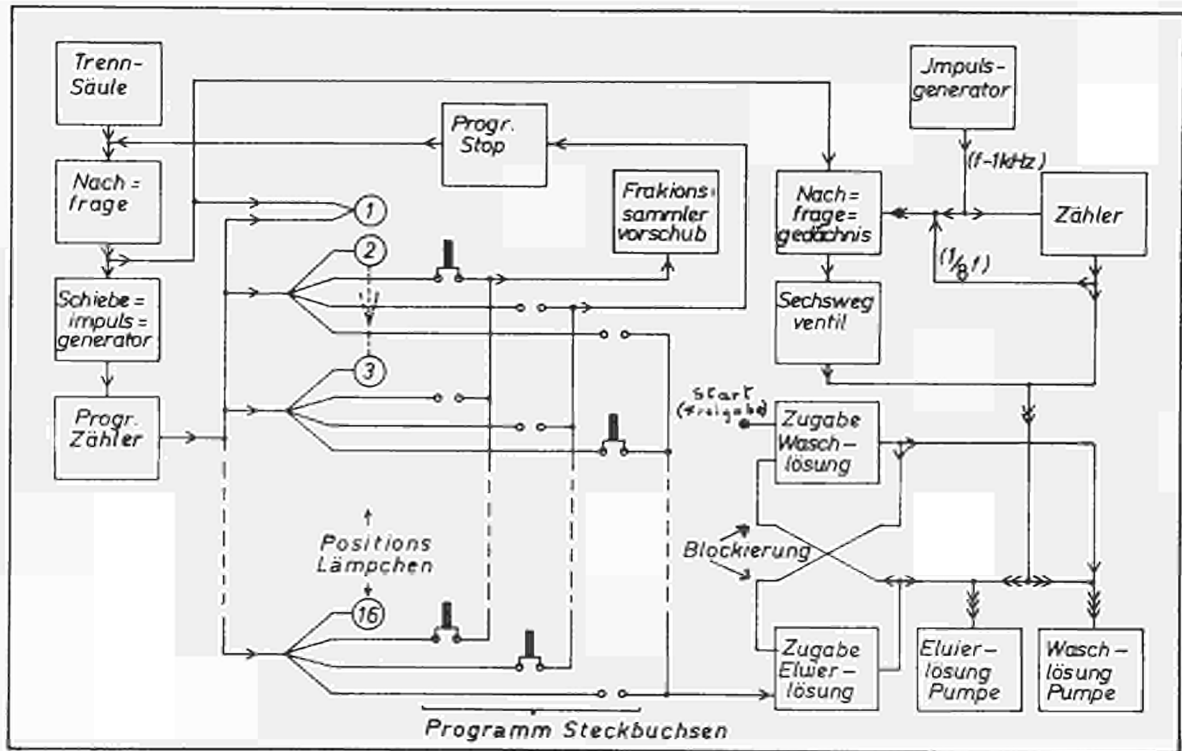


Abb.7 : Flussdiagramm.

Die Stellung des angehaltenen Zählers identifiziert die nachfragende Kolonne. Die zusätzliche Information, ob Wasch- oder Eluierlösung eingefüllt werden soll, wird von der Programmsteuerungskarte abgefragt. Diese zwei Informationen bestimmen somit die Halteposition des Sechswegventiles die rückgemeldet wird. Hält das Ventil an, wird das Startsignal für die betreffende Dosierpumpe ausgelöst. Die Kolbenpumpe entleert die vorgegebene Lösungsmenge in die anfragende Kolonne und läuft anschliessend in die Ausgangsposition zurück. Dabei wird die Schiebeimpulsperre aufgehoben, und die Nachfrage auf der betreffenden Programmkarte gelöscht. Sollte sich dabei herausstellen, dass die Nachfrage nach dem Einfüllvorgang immer noch vorhanden ist, so wird das weitere Nachfüllen dieser Kolonne blockiert. Hiermit wird vermieden, dass z.B. durch eine Störung im fotoelektrischen Niveaumelder die Kolonne ununterbrochen nachgefüllt wird.

## 5. Zur Bedienung der Automatik

### Die Programmeinheit

Entsprechend dem vorgegebenen Volumen der Wasch- und Eluierlösung, wird die abzugebene Menge an der Dosierpumpe eingestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass pro Kolonne höchstens fünfzehn Füllungen möglich sind. Die Programmiersteckbuchsen der ersten vertikalen Reihe (W) bestimmen den Fraktionssammlervorschub (Abb.8). Wird während des Programmablaufs ein in diese Reihe gesteckter Programmierstecker erreicht, so wird, ausser der üblichen Kolonnennachfüllung, der Fraktionssammlervorschub vorbewegt. Die jetzt anfallende Fraktion enthält später sowohl die gerade stattfindende Nachfüllung, als auch alle bis zum nächsten Vorschub erfolgenden Nachfüllungen. Für jede Kolonne können nicht mehr als vier Vorschübe programmiert werden, d.h. insgesamt fünf Fraktionen gesammelt werden.

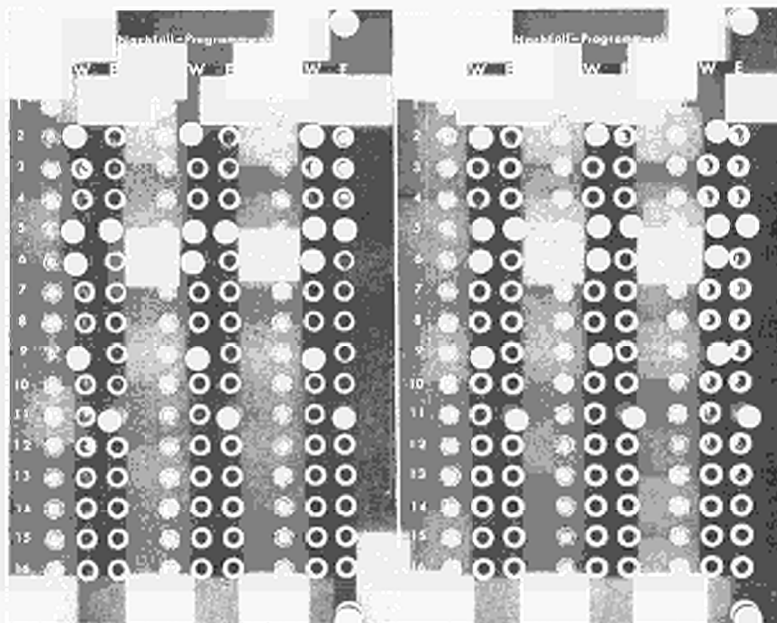


Abb. 8 : Programmierungseinheit

W → Waschlösung,    E → Eluierlösung

Die Programmiersteckbuchsen der zweiten vertikalen Reihe (E) sind zur Umschaltung von Wasch- auf Eluierlösung und markieren das Programmende. Die Umschaltung ist irreversibel d.h. es wird bis zum Programmende nur noch Eluierlösung eingepumpt.

Beim Erreichen des vom roten Stecker festgelegten Programmendes wird noch einmal Eluierlösung eingespeist und das Nachfragesystem blockiert sich. (s.4. Beispiel.)



### Die Koordinationseinheit

Nach Eingabe des Trennprogramms gibt man die Gefäße in die 6 Fraktionssammler, die durch Betätigung des Tasters "Probensammler Rücklauf" (Abb.8) in ihre Ausgangsposition gefahren werden. Weiterhin sind, falls notwendig, die Vorratsflaschen mit Wasch - und Eluierlösung nachzufüllen. Da hierbei Luft in die Zufuhrschläuche geraten kann, müssen diese entlüftet werden. Dies geschieht von Hand durch Ansteuerung der Pumpen ( $P_1$  und  $P_2$ ) und Sechswegventile. Dazu wird der Funktionsschalter auf "Hand- $P_1$ " gedreht und der Taster "Kolonnenwahl" solange gedrückt, bis das oberhalb dieses Tasters liegende Lämpchen aufleuchtet. Jetzt kann die Taste "Pumpen" gedrückt werden.

Für das Entlüften der mit  $P_2$  verbundenen Schläuche wird auf "Hand- $P_2$ " geschaltet und ebenfalls durch Betätigung der Taster "Kolonnenwahl"

und "Pumpen" entlüftet. Zuletzt werden die Trennkolonnen eingesetzt und die Schaltniveaus der fotoelektrischen Niveaumelder eingestellt. Dazu wird jeder Niveaumelder von Hand so weit nach unten gedreht, bis beim Erreichen des Austauscherbettes das zu der jeweiligen Kolonne gehörende Programmlämpchen Nr.1 aufleuchtet. Anschliessend muss der Niveaumelder ein wenig nach oben zurückgedreht werden, sodass erst bei einem Flüssigkeitsspiegel dicht über der Harzoberfläche frische Lösung nachgefüllt wird.

Nach diesen Vorbereitungen kann der Taster "Start" gedrückt werden. Alle Programmlämpchen Nr.1 zeigen an, dass die automatische Trennung angelaufen ist. Sind alle sechs Trennungen beendet, so leuchten die Programmlämpchen neben den Stop-Steckern und alle ersten Lämpchen auf.

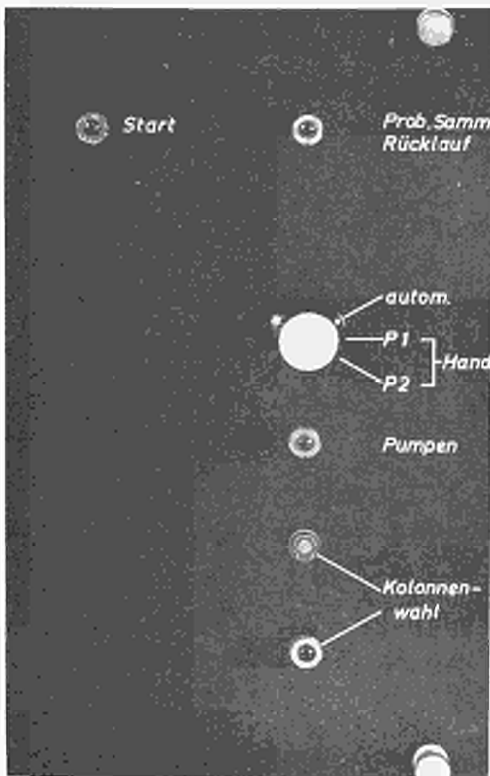


Abb.9 : Frontplatte der Koordinationseinheit.

## 5. Beispiel einer Programmierung

- Vorgaben :
1. Zum Waschen der zu behandelnden Lösung werden 3 ml Waschlösung gebraucht.
  2. Zur Elution werden 3.5 ml Eluierlösung benötigt
  3. Die Lösung der von Hand aufgegebenen Probe soll in dem ersten Fraktionsgefäß gesammelt werden.
  4. Die Waschlösung soll im zweiten Gefäß aufgefangen werden.
  5. Das Eluat soll in drei Fraktionen aufgeteilt werden und zwar :
    - a) 0.5 ml im dritten
    - b) 1.5 ml im vierten und
    - c) 1.5 ml im fünften Gefäß

Der Programmablauf stellt sich wie folgt dar :

- zu 1) Die Waschlösung kann auf einmal oder unterteilt eingegeben werden. In unserem Fall wird eine wiederholte Füllung von je 1 ml gewählt. Pumpe Nr.1 ist auf 1 ml einzustellen.
- zu 2) Pumpe Nr.2 muss auf 0.5 ml der kleinsten Fraktion eingestellt werden. Danach sind insgesamt sieben Eluierlösungsfüllungen erforderlich.
- zu 3) Beim Erreichen von Position 2 soll :
- a) 1 ml Waschlösung eingepumpt werden und
  - b) ein Vorschub stattfinden
- (das erste Gefäß enthält jetzt die Lösung der von Hand aufgegebenen Probe ).
- zu 4) Bei den Positionen 3 und 4 sollen je 1 ml Waschlösung eingespeist werden (kein Vorschub).
- zu 5a) Bei Position 5 soll zum erstenmal 0.5 ml Eluierlösung zugegeben und das 3. Gefäß vorgeschoben werden. Das 2. Gefäß enthält nun 3 ml Waschlösung.
- zu 5b) Bei Position 6 soll 0.5 ml Eluierlösung eingepumpt und das 4. Gefäß vorgeschoben werden. Das 3. Gefäß enthält ein Gemisch Wasch-/Eluierlösung.
- Bei den Positionen 7 und 8 sollen je 0.5 ml Eluierlösung eingepumpt werden.
- zu 5c) Bei Position 9 soll wieder 0.5 ml Eluierlösung eingepumpt und das 5. Gefäß vorgeschoben werden. Im 4. Gefäß sind 1.5 ml der Eluierlösung gesammelt worden. Bei den Positionen 10 und 11 wird Eluierlösung eingepumpt. Die 11. Füllung ist die letzte. Das 5. Gefäß enthält die letzte Fraktion von ca. 1.5 ml.

Das gesteckte Programm ist aus Abb.8 ersichtlich.



1. Die ...

... der ...

... der ...

... der ...

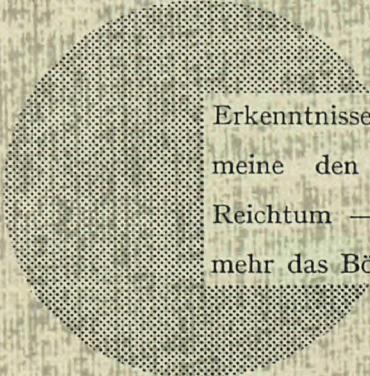
... der ...

... der ...

**AN UNSERE LESER**

Alle von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften veröffentlichten wissenschaftlichen und technischen Berichte werden in der Monatszeitschrift „**euro-abstracts**“ angezeigt. Abonnement (1 Jahr: BF 1 025,—) und Probehefte sind erhältlich bei :

**Amt für amtliche Veröffentlichungen  
der Europäischen Gemeinschaften  
Case postale 1003  
Luxembourg 1**



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 von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften veröffentlichten Dokumente werden durch das Amt für amtliche Veröffentlichungen bei den unten angegebenen Anschriften zu den auf dem Umschlage angegebenen Preisen verkauft. Bei schriftlicher Bestellung bitte die genaue Referenz und den Titel des Dokumentes deutlich angeben.

## DEUTSCHLAND (BR)

*Verlag Bundesanzeiger*  
5 Köln 1 — Postfach 108 006  
Fernschreiber : Anzeiger Bonn 08 882 595  
Tel. (0221) 21 03 48  
Postscheckkonto 834 00 Köln

## BELGIEN

*Moniteur belge — Belgisch Staatsblad*  
Rue de Louvain, 40-42 — Leuvenseweg 40-42  
1000 Bruxelles — 1000 Brussel. — Tel. 12 00 26  
CCP 50-80 — Postgiro 50-80

### *Nebenstelle :*

*Librairie européenne — Europese Boekhandel*  
Rue de la Loi 244 — Wetstraat 244  
1040 Bruxelles — 1040 Brussel

## GROSSHERZOGTUM LUXEMBURG

*Amt für amtliche Veröffentlichungen  
der Europäischen Gemeinschaften*  
Case postale 1003 — Luxembourg 1  
und 29, rue Aldringen, Bibliothek  
Tel. 4 79 41 — CCP 191-90  
Compte courant bancaire : BIL 8-109/6003/200

## FRANKREICH

*Service de vente en France des publications  
des Communautés européennes*  
26, rue Desaix  
75 Paris-15<sup>e</sup> — Tel. (1) 306 5100  
CCP Paris 23-96

## ITALIEN

*Libreria dello Stato*  
Piazza G. Verdi 10  
00198 Roma — Tel. (6) 85 09  
CCP 1/2640

### *Nebenstellen :*

00187 Roma — Via del Tritone 61/A e 61/B  
00187 Roma — Via XX Settembre (Palazzo  
Ministero delle finanze)  
20121 Milano — Galleria Vittorio Emanuele 3  
80121 Napoli — Via Chiaia 5  
50129 Firenze — Via Cavour 46/R  
16121 Genova — Via XII Ottobre 172  
40125 Bologna — Strada Maggiore 23/A

## NIEDERLANDE

*Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf*  
Christoffel Plantijnstraat  
's-Gravenhage — Tel. (070) 81 45 11  
Postgiro 42 53 00

## GROSSBRITANNIEN UND COMMONWEALTH

*H.M. Stationery Office*  
P.O. Box 569  
London S.E. 1

## VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA

*European Community Information Service*  
2100 M Street, N.W.  
Suite 707  
Washington, D.C., 20 037

## IRLAND

*Stationery Office*  
Beggars Bush  
Dublin 4

## SCHWEIZ

*Librairie Payot*  
6, rue Grenus  
1211 Genève  
CCP 12-236 Genève

## SCHWEDEN

*Libreria C.E. Fritze*  
2, Fredsgatan  
Stockholm 16  
Post Giro 193, Bank Giro 73/4015

## SPANIEN

*Libreria Mundi-Prensa*  
Castello 37  
Madrid 1

## ANDERE LÄNDER

*Amt für amtliche Veröffentlichungen  
der Europäischen Gemeinschaften*  
Case postale 1003 — Luxembourg 1  
Tel. 4 79 41 — CCP 191-90  
Compte courant bancaire : BIL 8-109/6003/200