

Vertraulich

28 Blatt

Bericht über die
gammaskpektrometrische Bestimmung von Einzelnuklidaktivitäten in Stoff-, Haut- und Organproben der Verunglückten des Reaktorzwischenfalls im Kernkraftwerk Gundremmingen
am 19.11.1975

von

~~_____~~

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
Institut für Strahlenschutz
Gruppe Radiochemie und Analytik

Neuherberg, April 1976

1. Einleitung

Im "Vorläufigen Bericht" vom 28. Nov. 1975 ("Vorläufiger Bericht über die Messung der Gammanuklidaktivitäten von Stoff-, Haut- und Organproben der beiden Verunglückten des Reaktorzwischenfalls im Kernkraftwerk Gundremmingen am 19.11.1975") war ein Überblick über erste orientierende Meßergebnisse einer Reihe von Proben gegeben worden. Desgleichen wurden Probenahme und Art der Proben beschrieben und gekennzeichnet. In diesem Bericht werden die endgültigen Meßergebnisse aller vorliegenden Proben zusammengestellt.

2. Experimentelles

Wie im "Vorläufigen Bericht" angegeben, war Probe 1 in mehreren Plastiktüten verpackt, während sich die Proben 2 bis 16 in Formalinlösung in zwei verschiedenen Arten von Zytologiegläsern befanden.

Hinzugekommen ist Probe Nr. 17 (Wirbelsäulenstück) von Objekt II, desgleichen unter Formalin in einem Zytologieglas aufbewahrt.

Meßanordnung (Gammaskpektrometer mit Ge(Li)-Detektor), geometrische Anordnung der Proben bei der Messung und die Abschirmung wurden beibehalten, wie im "Vorläufigen Bericht" beschrieben. Die Eichung der Photopeak-Zählausbeute ("efficiency") der Meßanordnung in Abhängigkeit von der Energie und der jeweiligen Meßgeometrie wurde mit einem PTB-Standardpräparat (Eu-152, PTB/205-74) angenähert, wobei die unterschiedliche Größe und die voneinander abweichende Lage der Proben in den verschiedenen Zytologiegläsern zu berücksichtigen war.

Es wurde nicht untersucht, ob und inwieweit Aktivität aus den Proben in die Formalinlösungen ausgetreten ist. Aus diesem Grund wurde auch auf eine Angabe der spezifischen Aktivität der Organ- bzw. Gewebeproben verzichtet.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Efficiency-Eichung in Abhängigkeit von der Photopeakenergie und den verschiedenen geometrischen Anordnungen des Standardpräparates sind in Tabelle 1 angegeben. Dabei wurden die mit Formalin gefüllten Zytologiegeläser durch mit Wasser gefüllte Bechergeläser gleicher Abmessungen und Füllhöhe simuliert und das in Polyäthylenfolie eingeschweißte Standardpräparat in die verschiedenen Positionen eingetaucht. Für die verschiedenen Probengeometrien wurden folgende Efficiency-Funktionen berechnet (E in keV):

1. Stoffprobe mit Haut (Probe Nr.1); G 1:

$$\eta = 0,067 \cdot E^{-0,83}$$

2. Organ- bzw. Hautproben am Boden der Gläser (Proben Nr.9, 11, 15, 16); G 2 / G 3:

$$\eta = 1,01 \cdot E^{-0,86}$$

(Kleine Stücke mit Geometrie G 2 ausgewertet, Probe Nr.3, 10)

3. Organ- bzw. Hautproben, oben im Glas schwimmend (Proben Nr. 2, 5, 6) ; G 3 / G 4:

$$\eta = 0,174 \cdot E^{-0,72}$$

4. Organ-bzw. Hautproben, in der Mitte der Gläser (Proben Nr. 7, 8, 12, 13, 14, 17); G 3 / G 5:

$$\eta = 0,295 \cdot E^{-0,76}$$

Die Meßergebnisse für die Proben Nr.1 bis 8 (Objekt I) sind in Tabelle 2, diejenigen der Proben Nr.9 bis 17 (Objekt II) in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Die Bezeichnung und Numerierung der einzelnen Proben ist dem "Vorläufigen Bericht" zu entnehmen.

Für die Nuklididentifizierung wurden mehrere Proben einer zweiten Messung unterzogen, um aus dem radioaktiven Zerfall die Zuordnung zu stützen.

4. Beurteilung

Auf Grund der Unsicherheit der Meßgeometrien, bedingt durch die unregelmäßige Form, Größe und Lage der Proben in den Gläsern und die Unsicherheit in der Verteilung der Aktivität auf Probe und Formalinlösung, können die Aktivitätswerte im ungünstigen Fall bis um den Faktor 2 vom angegebenen Wert abweichen.

Für eine Abschätzung der Gesamtaktivität der Organe und eine Berechnung der Organdosen bzw. der Gesamtkörperdosis ist dies zu berücksichtigen.

Gegenüber diesem Fehler kann der zählstatistische Fehler der einzelnen Messungen vernachlässigt werden.

Anlagen

3 Tabellen

Kopien der Gammaskpektren der Proben Nr.1 bis 17

Kopie des "Vorläufigen Berichts".

Tabelle 1: Efficiency-Eichung der Meßanordnung zur Untersuchung der Proben vom Reaktorzwischenfall im Kernkraftwerk Gundremmingen am 19. Nov. 1975
 Detektor: Ge(Li)-Detektor GTCW-137-25 (Getac Instrumententebau)
 Standardpräparat: Eu-152 (PTB/205-74) mit $0,680 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1} \pm 2\%$
 für die 1408 keV-Linie am 1. Jan. 1974

Energie (keV)	rel. γ -Em. wahrsch. w[1]	Efficiency η in Abhängigkeit von der Geometrie (G1 - G5)				
		G1	G2	G3	G4	G5
121,8	138,2	0,0011	0,024	0,0075	0,0033	0,0071
244,7	35,3	0,00079	0,013	0,0049	0,0019	0,0047
344,3	128,0	0,00057	0,010	0,0038	0,0015	0,0035
778,9	61,7	0,00026	0,0039	0,0019	0,00083	0,0018
964,0	69,9	0,00022	0,0036	0,0016	0,00076	0,0015
1112	64,5	0,00020	0,0033	0,0015	0,00070	0,0014
1408	100,0	0,00016	0,0028	0,0013	0,00059	0,0012
Funktion	(E in keV):	$0,067 \cdot E^{-0,83}$	$1,91 \cdot E^{-0,91}$	$0,29 \cdot E^{-0,75}$	$0,092 \cdot E^{-0,70}$	$0,29 \cdot E^{-0,76}$

G1: Präparat in Becherglas auf 20 cm-Schale auf der Abschirmung ohne Deckel +),
 Geom. wie Probe Nr. 1

G2: Präparat am Boden des Becherglases in der Abschirmung ++);

G3: in der Mitte; G4: oben, schwimmend, G5: in der Mitte seitlich
 [1] nach PTB-Angaben

+) Abstand zum Detektor: ca. 20 cm, ++)
 unmittelbar auf Detektor

Tabelle 2: Einzelnuklidaktivitäten von Stoff-, Haut- und Organproben von Objekt I () in nCi
 Bezugszeitpunkt der Aktivitätsangabe:
 19.11.1975 / 13.00 Uhr

Nuklid	Probe Nr.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Cr-51	$6,4 \cdot 10^3$	140	21	-	5,4	7,2	9,2	-
Mn-54	$6,6 \cdot 10^3$	170	24	-	7,8	4,6	7,9	1,9
Co-58	$18 \cdot 10^3$	520	69	-	27	18	28	6,1
Fe-59	$12 \cdot 10^3$	320	45	-	12	8,7	14	3,6
Co-60	$6,5 \cdot 10^3$	160	22	-	22	7,6	12,5	1,8
Cu-64	$110 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-	-	-
Zn-65	$0,7 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-	-	-
As-76	$3,1 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-	-	-
Nb-95	$0,8 \cdot 10^3$	18	2,5	-	1,0	0,8	1,0	-
Zr-95	$0,5 \cdot 10^3$	15	2,0	-	0,6	0,9	0,7	-
Mo-99/ Tc-99m	-	-	-	-	1,7	4,8	5,9	-
Ru-103	$0,9 \cdot 10^3$	10	2,6	-	1,1	0,6	1,3	-
Sb-122	$3,9 \cdot 10^3$	96	12	-	2,6	2,1	2,9	-
Sb-124	$1,0 \cdot 10^3$	21	2,8	-	1,1	0,7	0,8	-
J-131	-	-	0,8	-	1,8	3,0	3,9	-
J-133	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs-134	-	-	-	-	-	1	-	-
Cs-136	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs-137	-	-	-	-	0,3	0,6	1,0	-
Ba-140	-	-	-	-	-	-	-	-
La-140	$0,9 \cdot 10^3$	6,5	2,7	-	0,5	-	-	-
W-187	$2,9 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-	-	-
Np-239	$15 \cdot 10^3$	390	89	-	15	18	16	3,6

- : Unter den vorliegenden Bedingungen im Spektrum nicht bzw. nicht mehr nachweisbar

Tabelle 3: Einzelnuklidaktivitäten von Stoff-, Haut- und Organproben von Objekt II XXXXXXXXXX in nCi

Bezugszeitpunkt der Aktivitätsangabe:
20.11.1975 / 7.00 Uhr

Nuklid	Probe Nr.								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cr-51	76	-	-	-	-	-	-	-	1,3
Mn-54	100	0,3	-	0,1	-	1,0	0,3	0,3	0,6
Co-58	215	0,3	0,3	0,1	0,08	2,3	1,9	1,8	1,2
Fe-59	193	-	-	0,2	-	2,0	0,2	-	0,8
Co-60	74	0,2	0,1	0,6	0,05	1,0	0,6	0,7	0,5
Cu-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn-65	5,2	-	-	0,2	-	-	0,2	-	-
As-76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb-95	14	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr-95	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo-99/ Tc-99m	21	-	34	2,7	0,7	1,3	42	54	-
Ru-103	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb-122	29	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb-124	16	-	-	-	-	-	-	-	-
J-131	-	480	3,2	4,1	0,4	0,9	3,1	3,1	1,3
J-133	-	540	-	-	-	-	-	-	-
Cs-134	-	0,5	2,0	1,3	0,3	0,6	1,8	2,2	0,4
Cs-136	-	-	0,7	0,4	-	-	0,5	0,7	-
Cs-137	-	0,6	3,3	2,0	0,4	0,7	3,2	2,7	0,5
Ba-140	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-
La-140	1,8	-	-	-	-	1,3	0,2	0,2	-
Ta-183	80	-	-	-	-	-	-	-	-
W-187	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Np-239	41	-	-	0,3	-	-	12	12	-

- : Unter den vorliegenden Bedingungen im Spektrum nicht bzw. nicht mehr nachweisbar

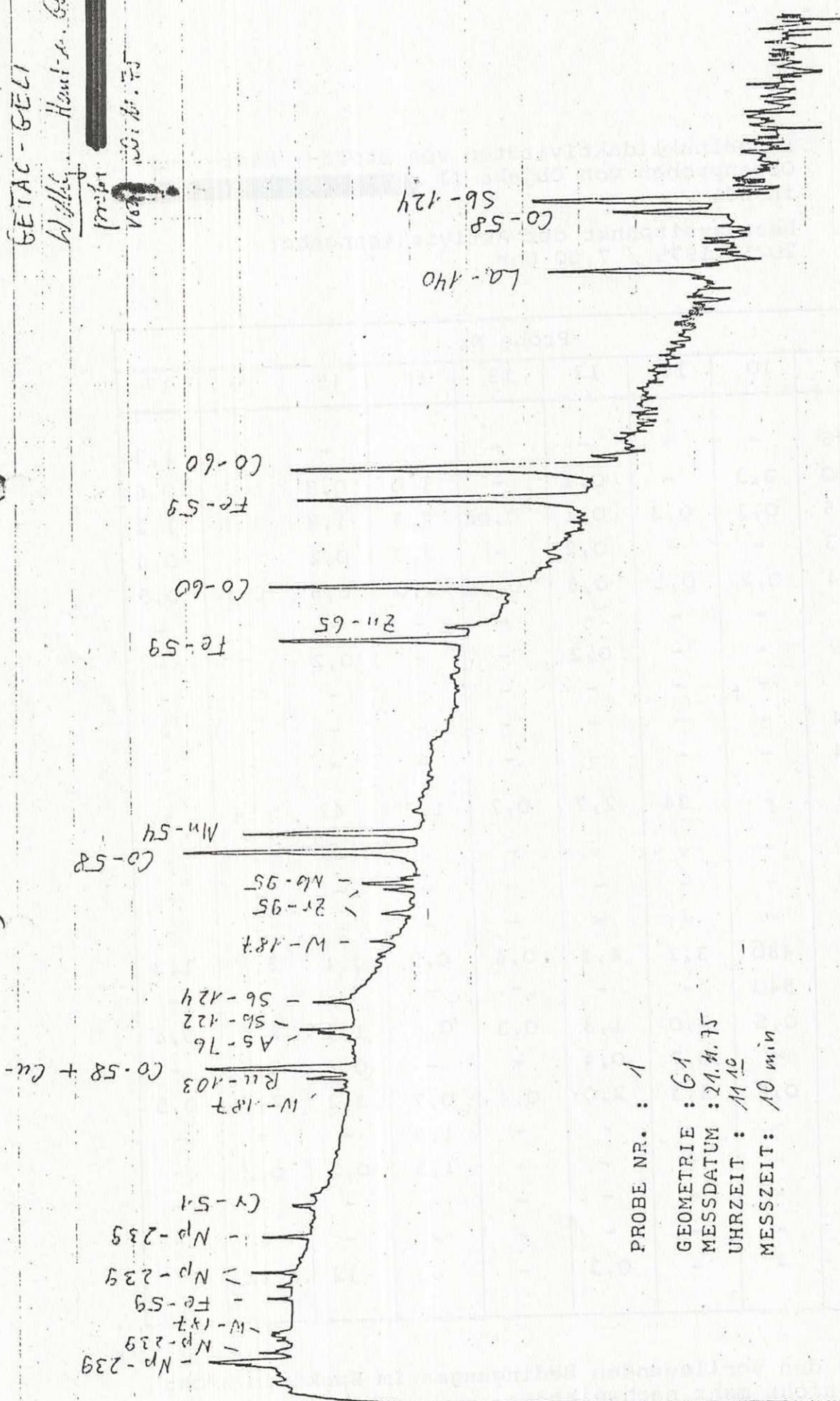
24.11.75 11-12.00

GETAC-BEL

Willy. Hunt-A. Gerdau

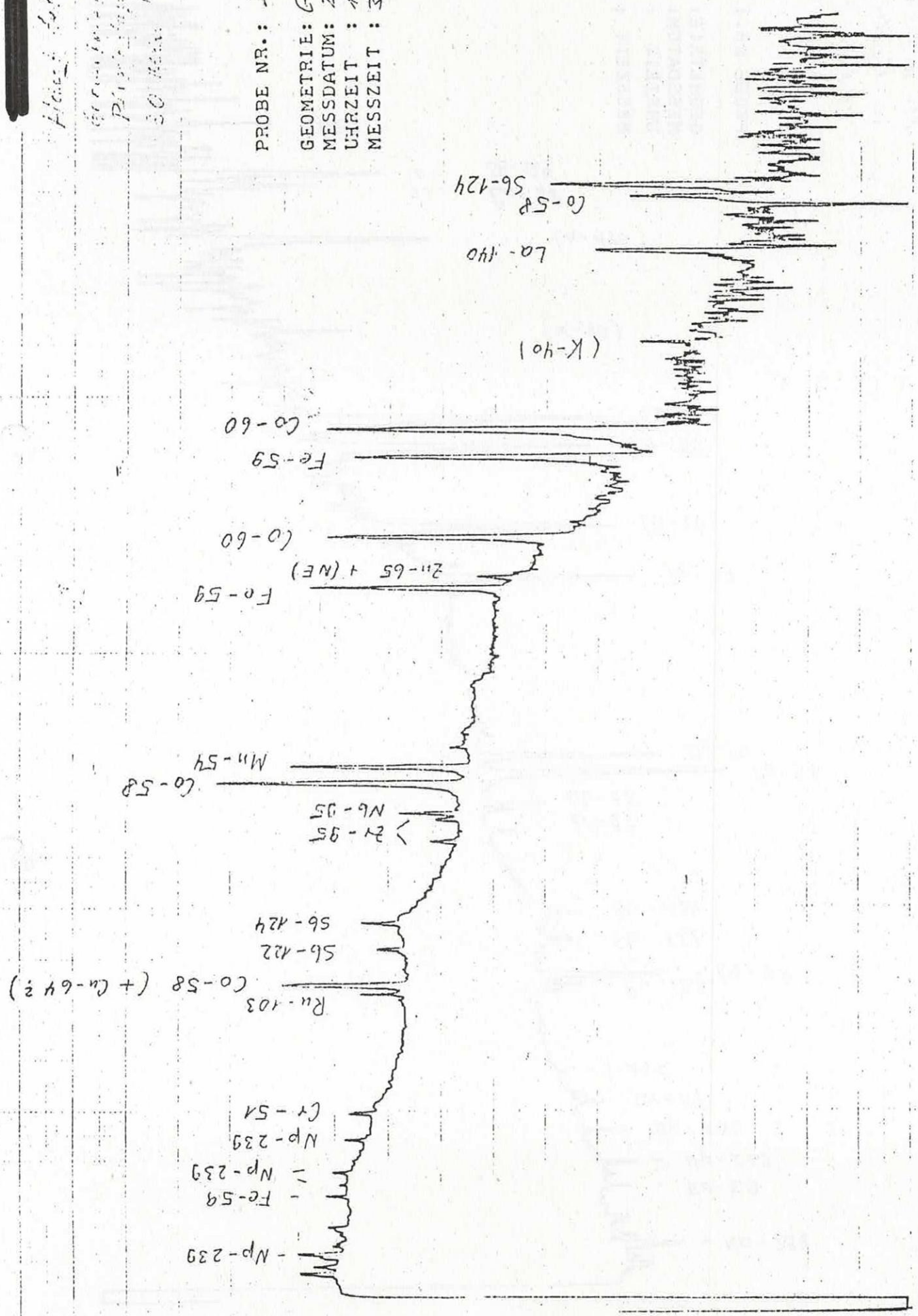
Probe

Vol. 10.11.75



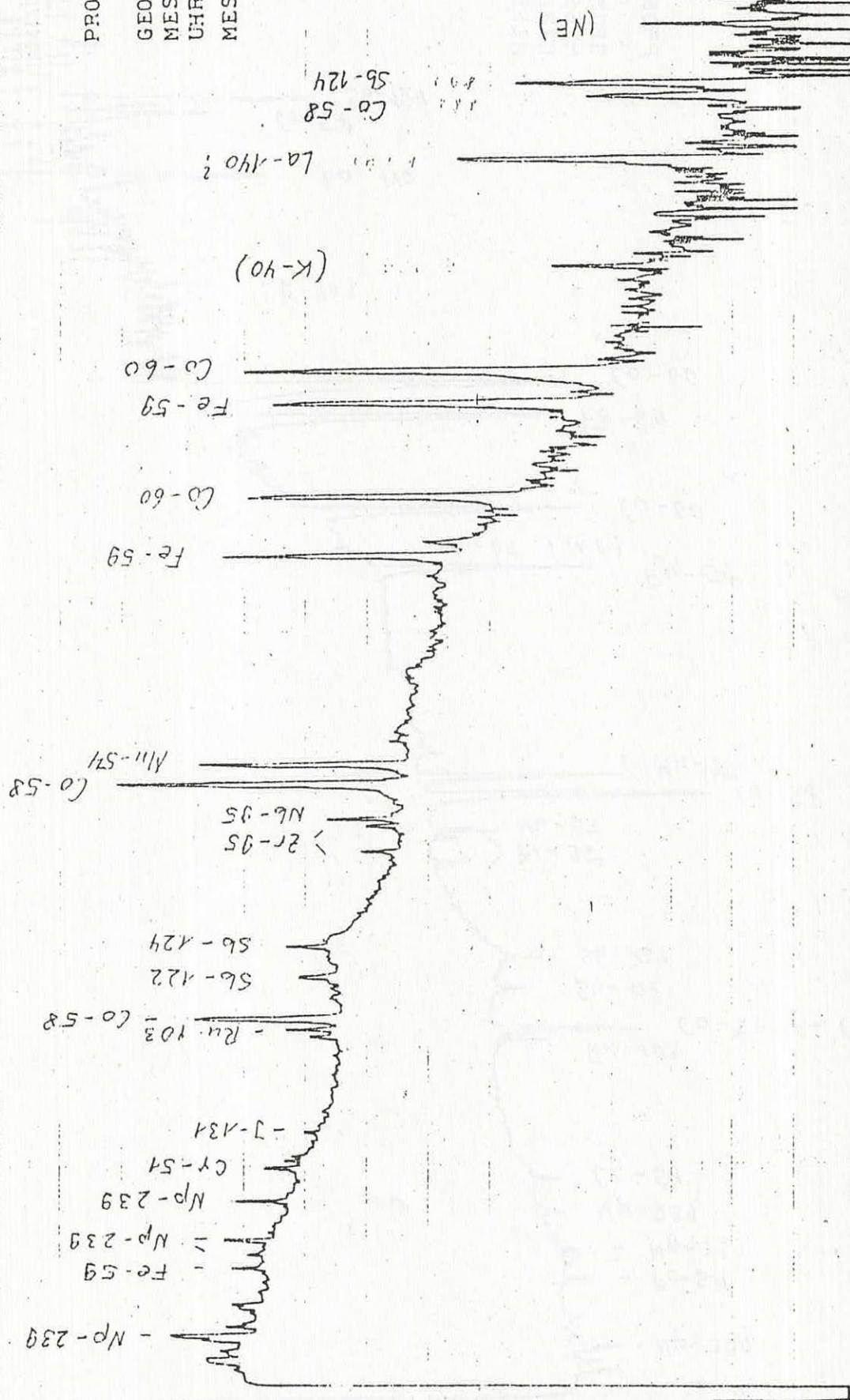
PROBE NR. : 1
GEOMETRIE : G1
MESSDATUM : 24.11.75
UHRZEIT : 11.10
MESSZEIT : 10 min

PROBE NR.: 2
GEOMETRIE: C-3/64
MESSDATUM: 24.11.75
UHRZEIT: 16³⁰
MESSZEIT: 30 min



Haupt: Seelen
 14 auf 14 ein
 in Beckenplan
 30 km

PROBE NR.: 3
 GEOMETRIE: G2
 MESSDATUM: 24.11.75
 UHRZEIT: 16:55
 MESSZEIT: 30 min



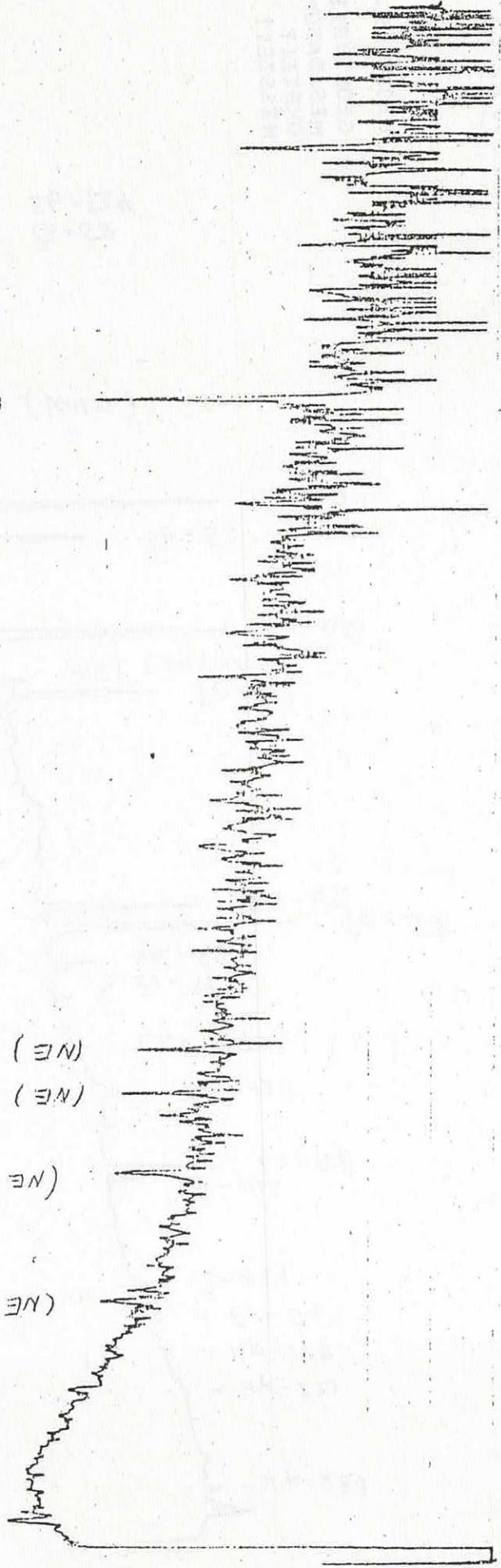
*Probe Schlögl
Geometrie für v.
Messzeit: 100 min*

PROBE NR.: 4

GEOMETRIE :
MESSDATUM: 24.11.77
UHRZEIT : 15²⁵
MESSZEIT : 100 min

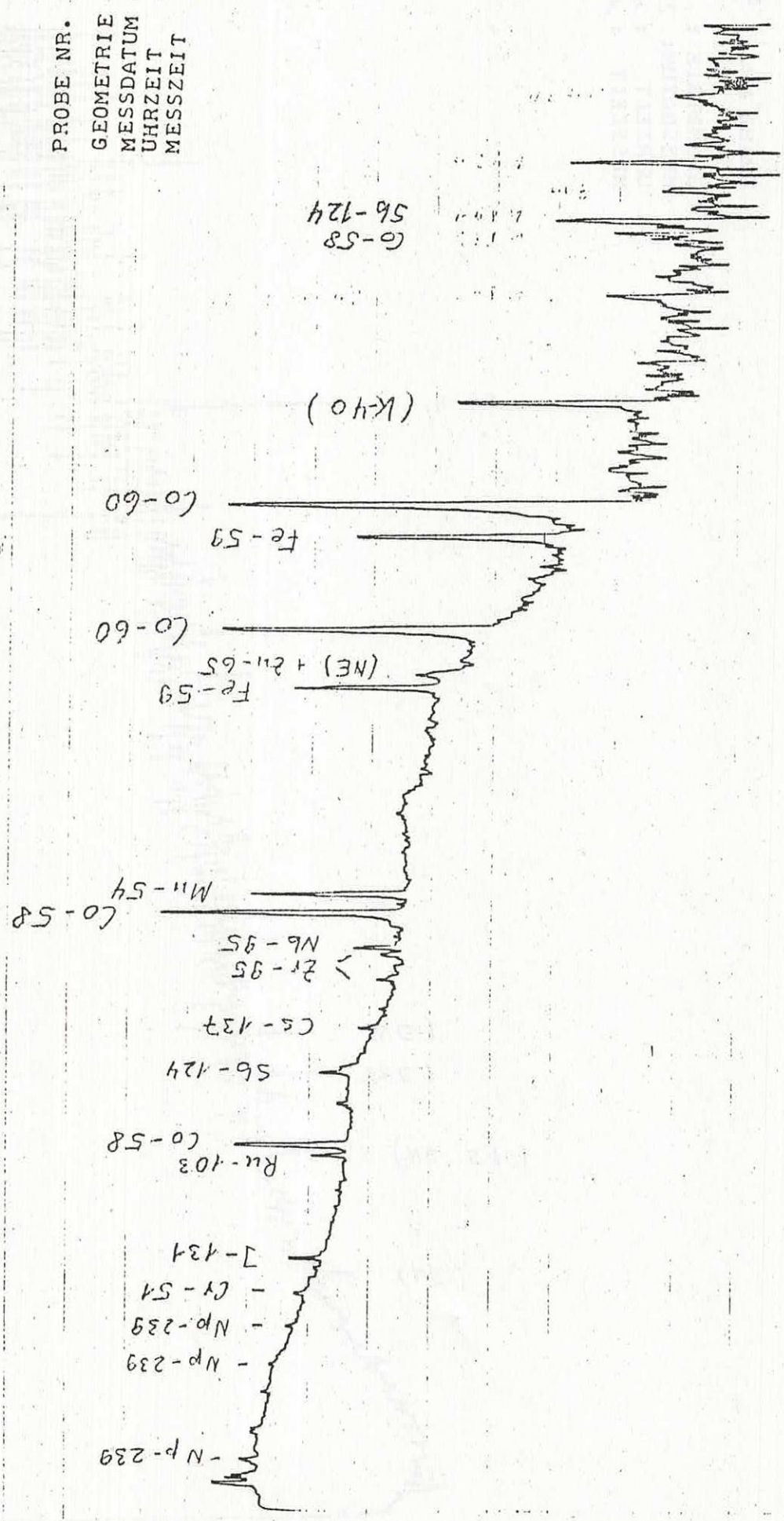
K-40

(NE)
(NE)
(NE 541)
(NE)

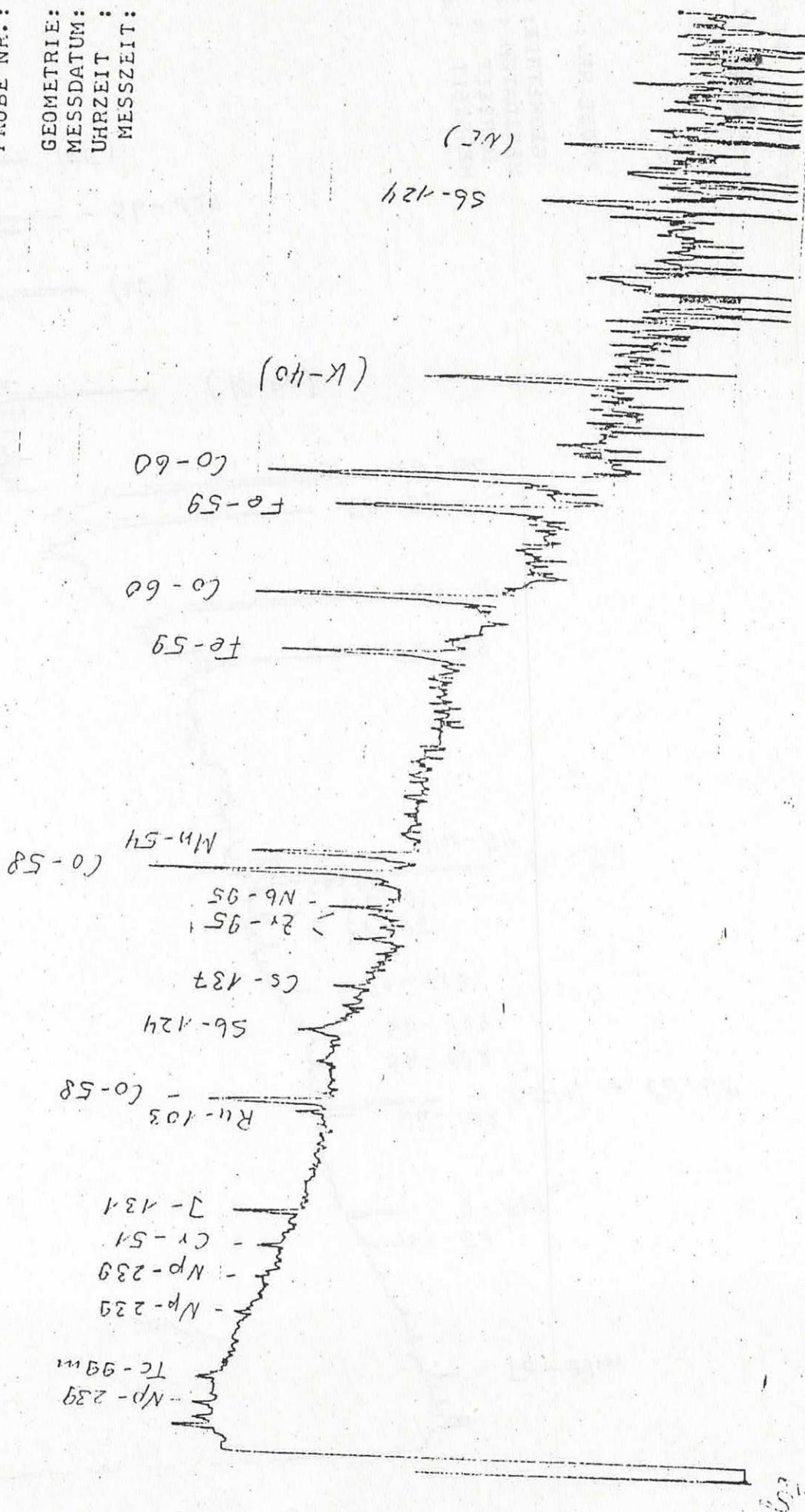


Fe. Lungen 656
 30.5.1961 / 46.

PROBE NR. : 5
 GEOMETRIE : G31
 MESSDATUM : 24.
 UHRZEIT : 17.
 MESSZEIT : 300



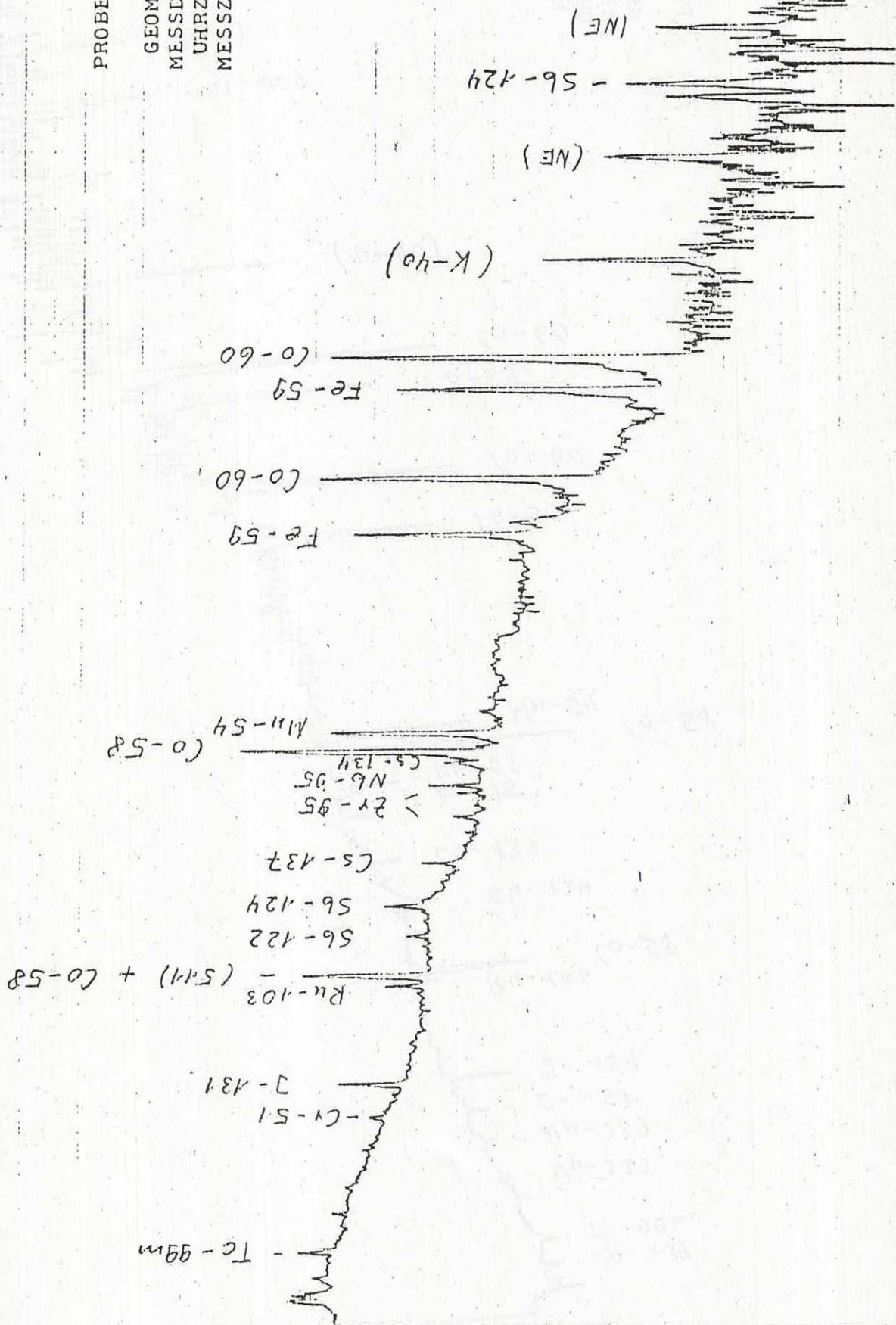
PROBE NR.: 6
GEOMETRIE: C-3/1
MESSDATUM: 25.11
UHRZEIT: 12⁰⁵
MESSZEIT: 100 s



LANGE
 BETAC - GELT
 LANGE / LANGE

PROBE NR.: 7

GEOMETRIE: 63/6
 MESSDATUM: 25.11.7
 UHRZEIT: 14.02
 MESSZEIT: 100 min



BETAC-GEL
/ Re. Diu-la E

PROBE NR.: 8

GEOMETRIE: G3/G5
MESSDATUM: 26.11.75
UHRZEIT: 9:29
MESSZEIT: 100 min

(5/11) + (0-58)

(0-58) 11/11-54

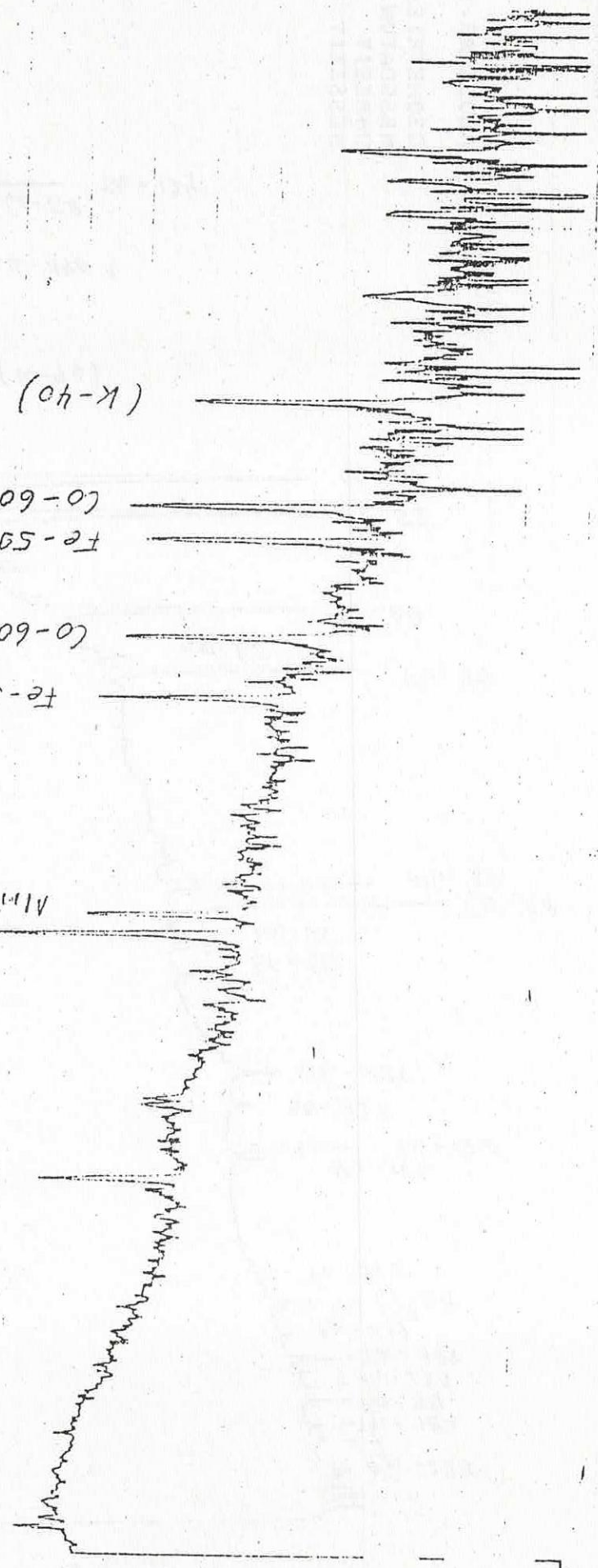
Fe-59

Co-60

Fe-59

Co-60

(K-40)



محمد حسن خان

UHRZEIT : 12-
MESSZEIT : 307.114



GEFAC - GEL

~~GEFAC - GEL~~ / Solubilität

Glas und Forderung

Werkstoff auf Filterpapier
(Organ auf dem Boden
el. Gefäß, etc.)

UG 1

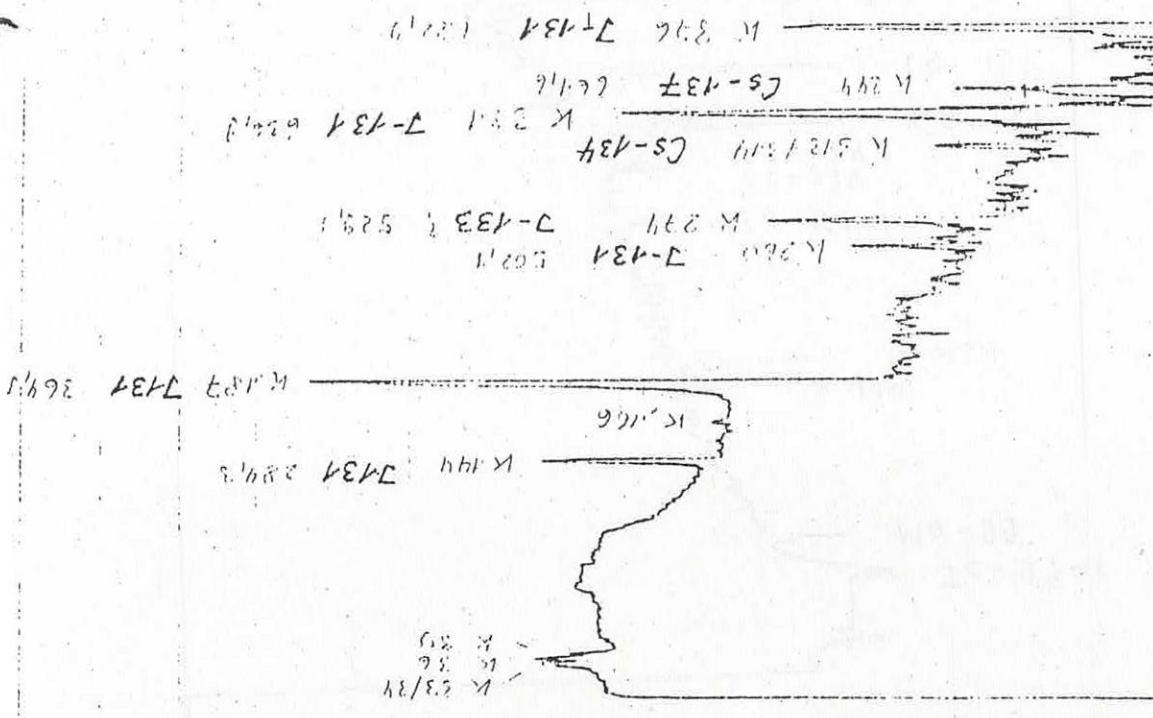
PROBE NR.: 10

GEOMETRIE: 62

MESSDATUM: 26.11.75

UHRZEIT: 15:15

MESSZEIT: 10 min



GETA C-GEL

1657

Clear mind - Transcendental

diverke + aafje de vriesdijk

Ergänzung d. Boden

Ed. Gefährd.

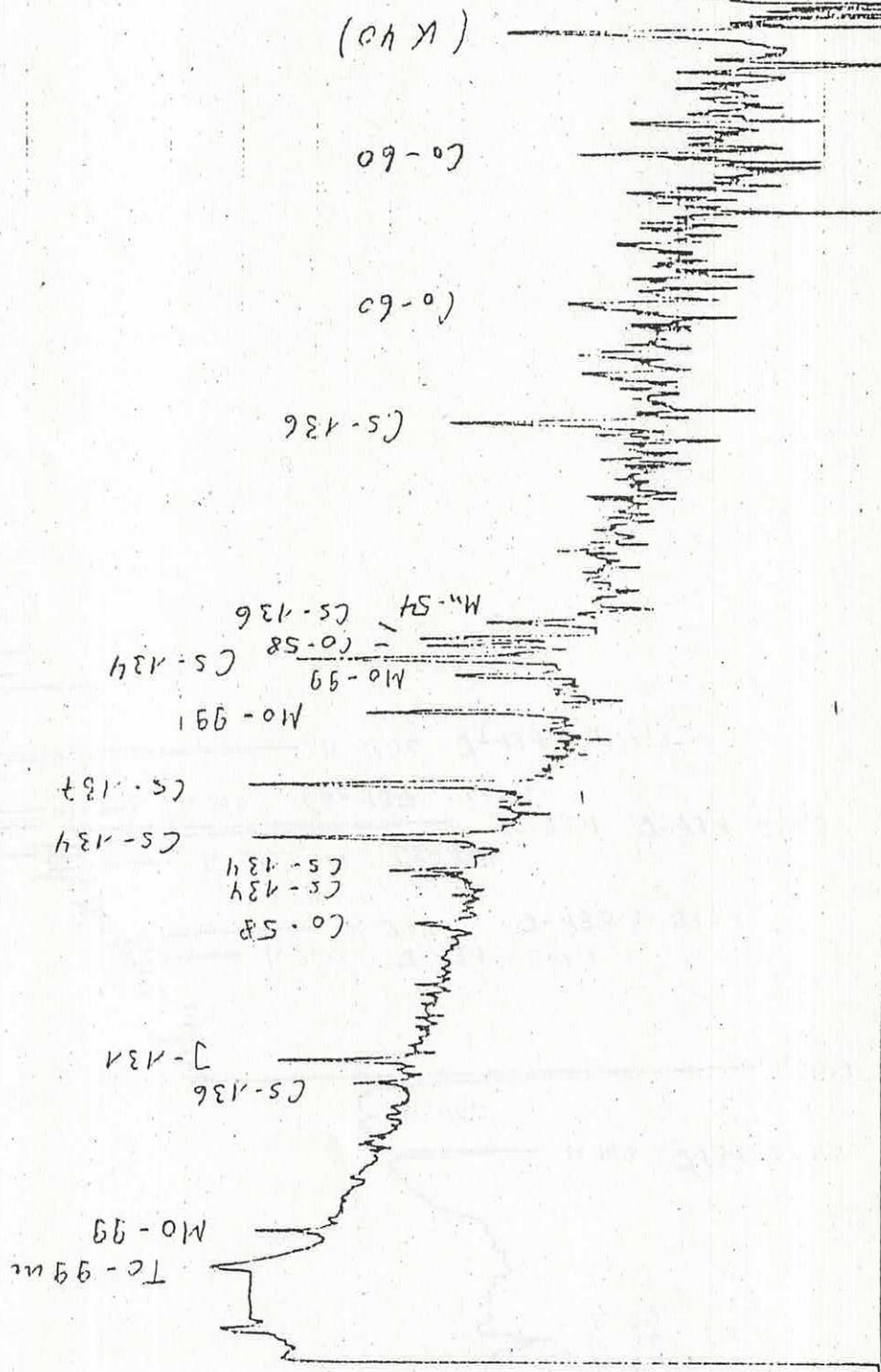
PROBE NR.: 11

GEOMETRIE: G2/6

MESSDATUM: 26.11

UHRZEIT : 16.05

60'



25

PROBE NR.: 12

GEOMETRIE: 63/65
MESSDATUM: 23.11.71
UHRZEIT: 9⁴²
MESSZEIT: 110 min

1407
Lange
Aufg. 1. 440 cm
Grenzf. 3. 0.0

(10. 21. 71)

1-154

1-158

1-134

1-134

1-134

1-134

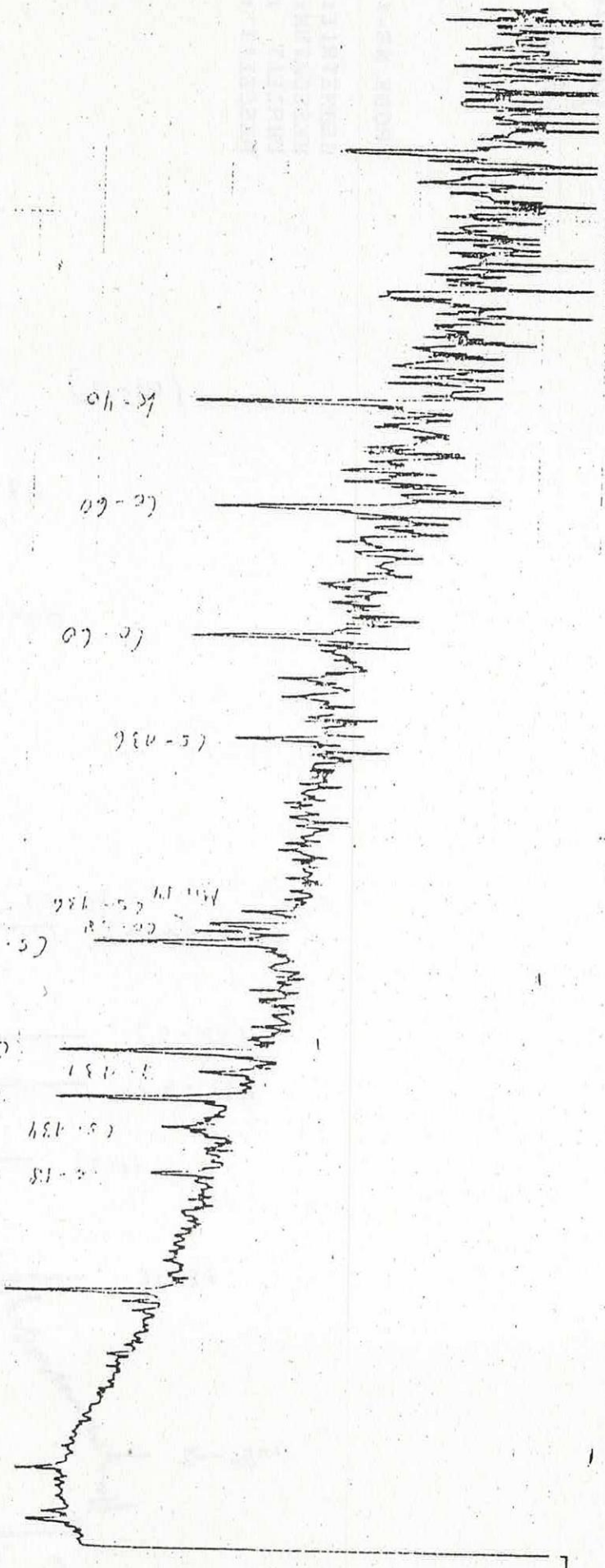
1-134

1-134

1-134

1-134

1-134



Witz

Geometrie: 9.6

Messzeit: 100

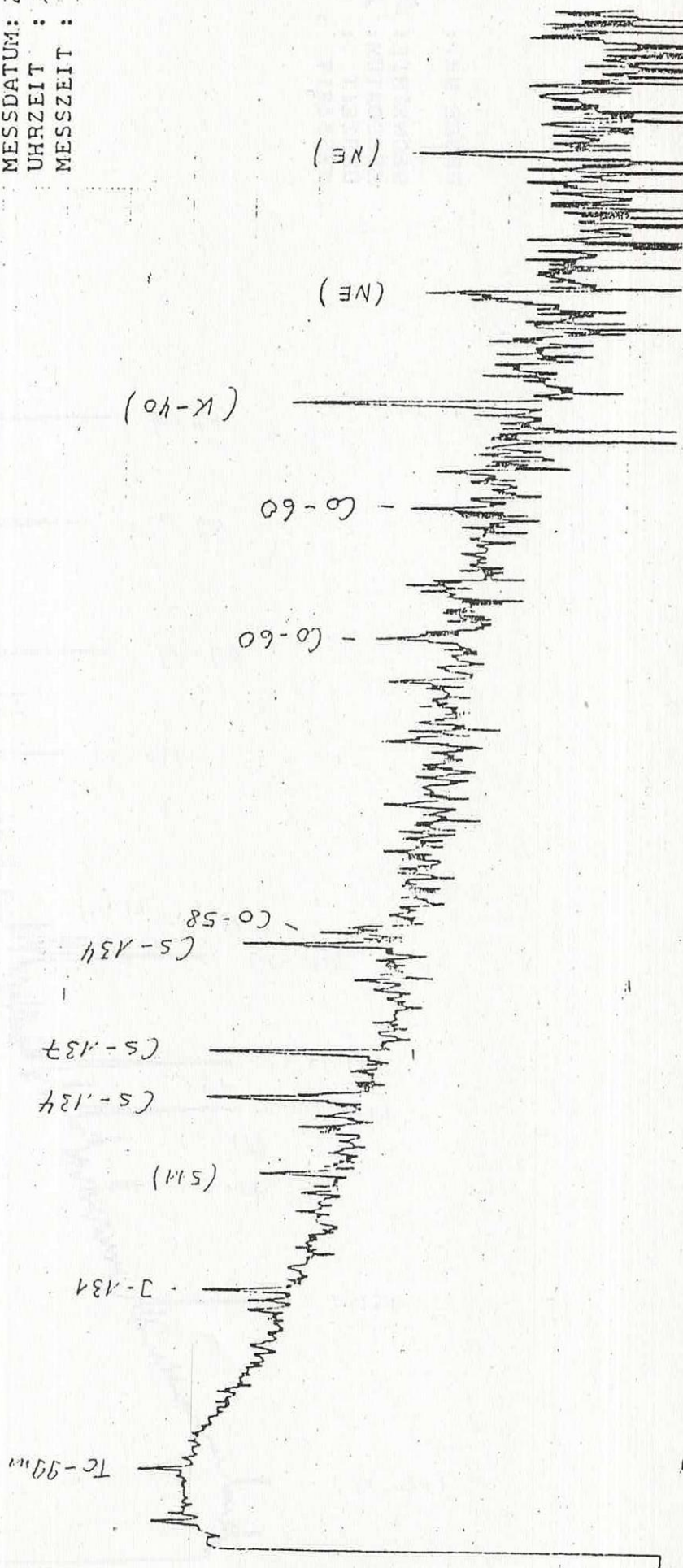
PROBE NR.: 13

GEOMETRIE: 62

MESSDATUM: 27.11.75

UHRZEIT: 15²⁰

MESSZEIT: 100 min



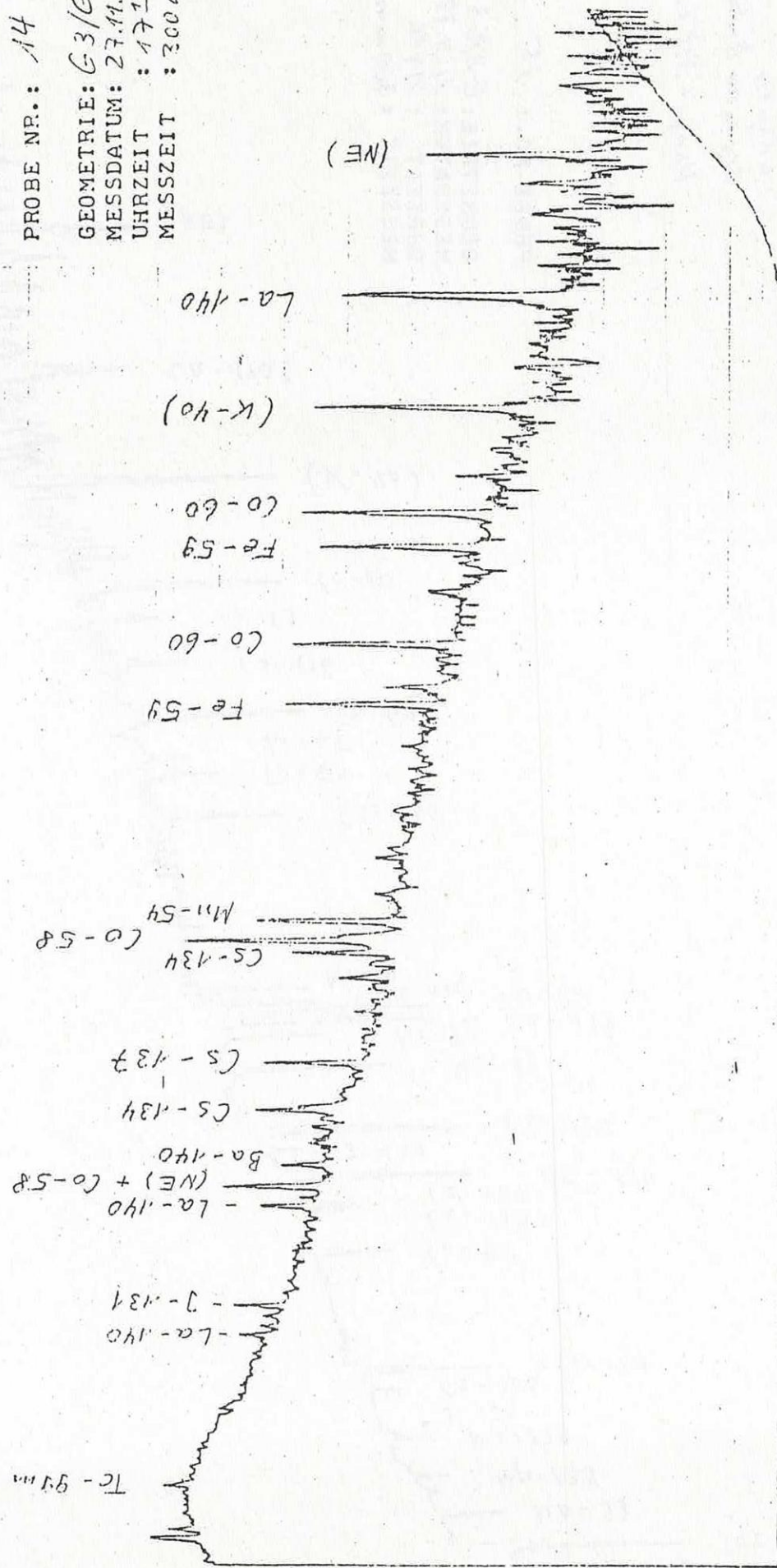
Darwin

Probe in Glas schmelze
glas abgelesen an
Polysilber

Messzeit: 300 h

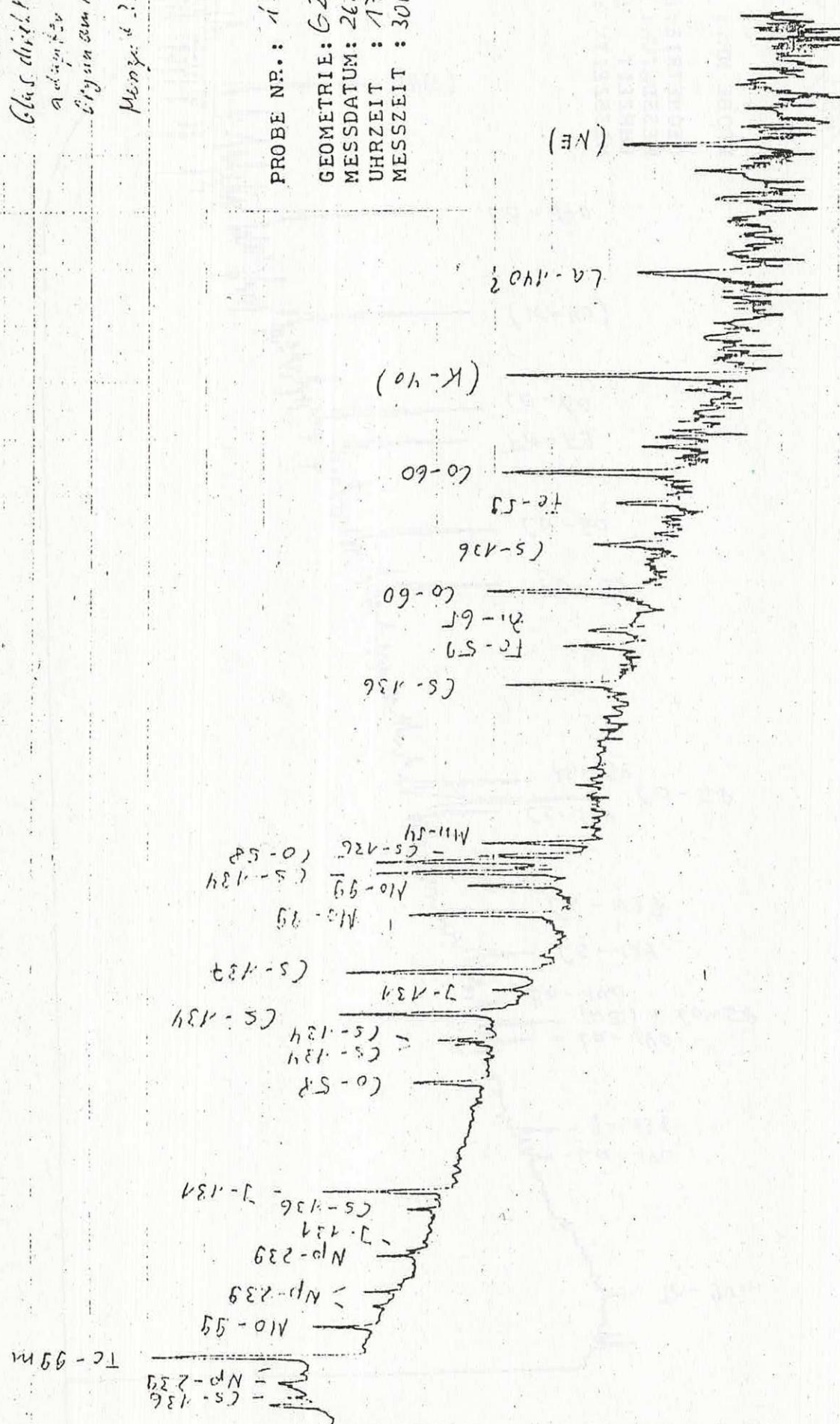
PROBE NR.: 14

GEOMETRIE: G3/G
MESSDATUM: 27.11.75
UHRZEIT: 17¹⁰
MESSZEIT: 300 h



[illegible]

MESECH • NOV 20 1964



2. Name

1000-1000-1000-1000

17. 17. 17

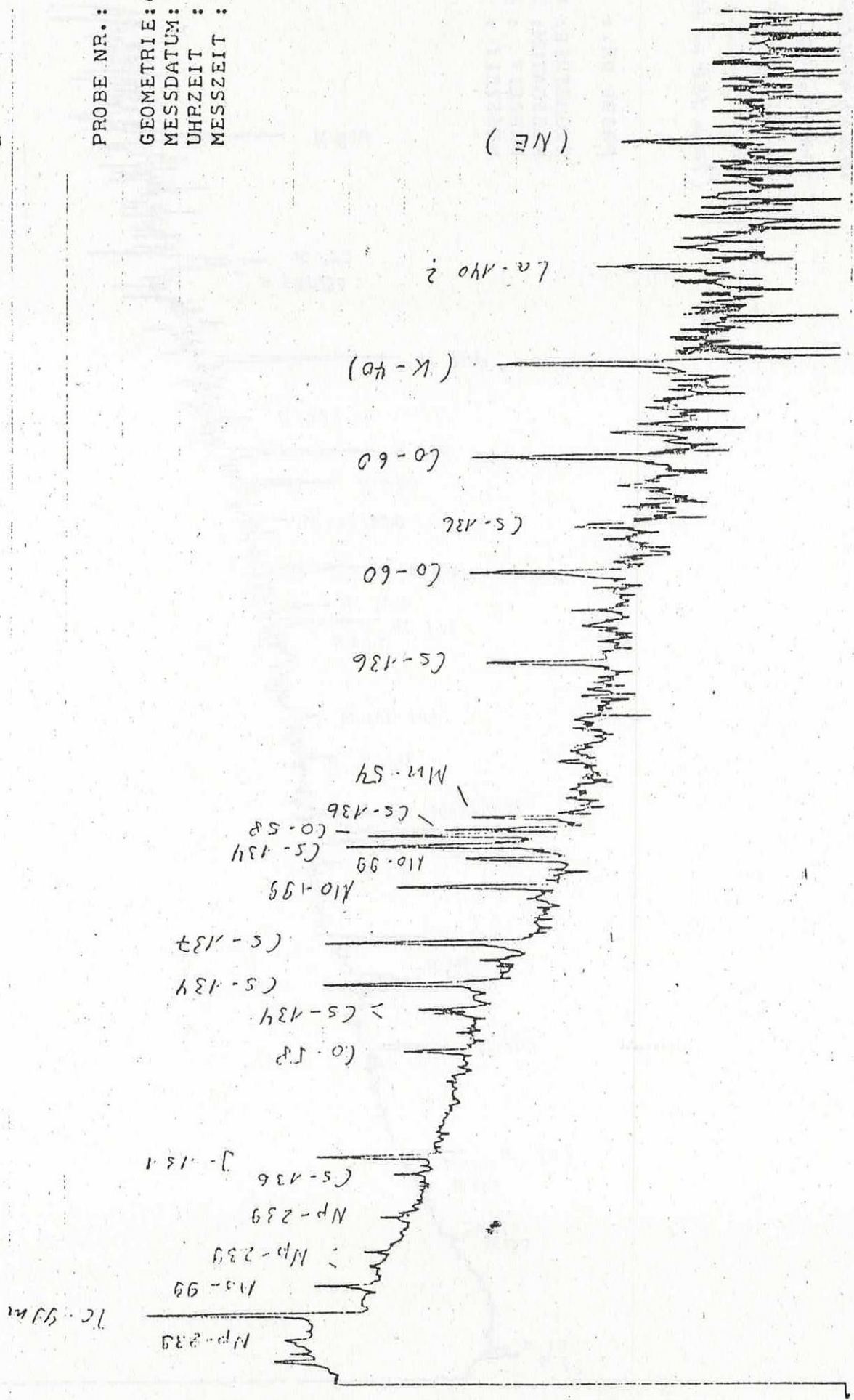
PROBE NR.: 46

GEOMETRIE: 62/63

MESSDATUM: 27.11.73

UHRZEIT: 11³⁰

MESSZEIT: 100 min



6.12.75 / 17:30 - 17:45

GETAC - GEL

Winkel

mark) Winkel

Formulär-Ges in

Platzierung des

Gepl. Projekt

(Probe sitzt in Glas)

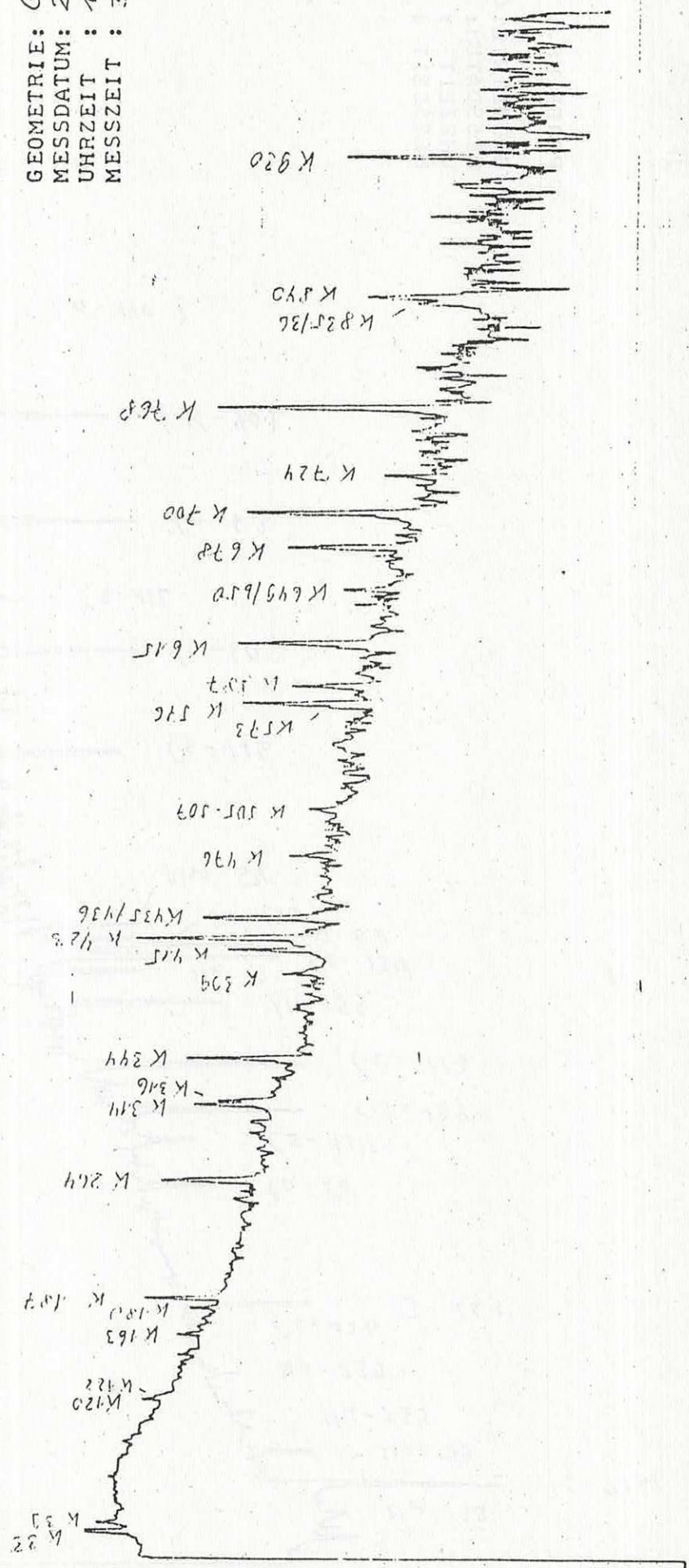
PROBE NR.: 17

GEOMETRIE: G 3/65

MESSDATUM: 2.12.75

UHRZEIT: 13:25

MESSZEIT: 300 min



GESELLSCHAFT
FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH
MÜNCHEN

Vertraulich

Institut für Strahlenschutz
Gruppe Radiochemie und Analytik

D-8042 Neuherberg
Ingolstädter Landstraße 1
Telefon (089) 38741
Durchwahl (089) 3874
Fernschreiber 05-23125

Vorläufiger Bericht über die Messung der Gammanuklidaktivitäten
von Stoff-, Haut- und Organproben der beiden Verunglückten des
Reaktorzwischenfalls im Kernkraftwerk Gundremmingen am 19. 11. 1975

von

[REDACTED]

1. Einleitung

Am 19. November 1975 ereignete sich im Kernkraftwerk Gundremmingen (KRB) bei Reparaturarbeiten an Ventilen des Reinigungskreislaufes nach Abschaltung des Reaktors ein Unfall, bei dem der [REDACTED] (Objekt I) nach Austritt von überhitztem Dampf aus dem Primärkreislauf sofort getötet wurde und der [REDACTED] (Objekt II) an den Folgen des Unfalls nach etwa einem Tag verstarb.

Die Gruppe Radiochemie und Analytik des Instituts für Strahlenschutz der GSF in Neuherberg bei München erhielt am 20. November 1975 gegen 17.45 Uhr vom [REDACTED], ein Päckchen mit einer Stoffprobe der Oberbekleidung von Objekt I mit anhaftenden Hautstückchen (Probe 1). Nach der Obduktion beider Objekte im Krankenhaus München Schwabing erhielten wir am 24. November gegen 9.30 Uhr wiederum von [REDACTED] die Proben Nr. 2 bis 16.

2. Beschreibung der Proben

Probe 1 bestand aus einer Plastiktüte mit ineinandergesteckten Plastiktüten, in denen sich nach Aussage von [REDACTED] eine Stoffprobe der Oberbekleidung aus der Gesäßgegend von Objekt I mit anhaftenden Hautstückchen befand. Die Verpackung wurde von uns nicht geöffnet und der Inhalt nicht nachgeprüft.

Die Proben 2 bis 16 befanden sich in Formalinlösung in zwei verschiedenen Arten von Zytologiegläsern, von denen die größeren einen Metall-, die kleineren einen Plastikdeckel mit Bajonettverschluß besaßen.

Es handelte sich im einzelnen um folgende Proben:

Probe 1	Oberbekleidung mit anhängender Haut aus der Gesäßgegend, etwa 100 cm ²	(Objekt I)
Probe 2	Haut, behaart	(Objekt I)
Probe 3	Haut, Schulter	(Objekt I)
Probe 4	Haut, linke Schläfe	(Objekt I)
Probe 5	Oberlappen rechte Lunge (etwa 100-200 cm ³)	(Objekt I)
Probe 6	Unterlappen rechte Lunge (etwa 100 - 200 cm ³)	(Objekt I)
Probe 7	Lungenbasis (etwa 100 cm ³)	(Objekt I)
Probe 8	Harte Hirnhaut aus dem Bereich der Schädelfraktur	(Objekt I)
Probe 9	Hinterkopfschwarte, etwa 20 cm ³	(Objekt II)
Probe 10	Schilddrüse, gesamtes Organ	(Objekt II)
Probe 11	Leberteil, etwa 300 cm ³	(Objekt II)
Probe 12	Lungenteile, etwa 300 cm ³	(Objekt II)
Probe 13	Milzteil, etwa 30 - 40 cm ³	(Objekt II)
Probe 14	zwei Dünndarmschlingen mit Darminhalt	(Objekt II)
Probe 15	Niere I, gesamtes Organ	(Objekt II)
Probe 16	Niere II, gesamtes Organ	(Objekt II)

Für vorliegenden eiligen vorläufigen Bericht wurden aus Zeitgründen zunächst nur die Proben 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 12 untersucht.

3. Experimentelles

Die Probengläser 2 bis 8 befanden sich zur Messung zusätzlich in Polyäthylenbeuteln, nicht jedoch die Probengläser 9 bis 16.

Von den angegebenen Proben wurden mit einem 60 cm³ Ge(Li)-Halbleiterdetektor und angeschlossenem Vielkanalanalysator (4096 Kanäle, Firma Intertechnique BM 96) ohne weitere Probenvorbereitungen Gammapektren aufgenommen.

Die Proben 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 12 wurden innerhalb einer ringförmigen Bleiabschirmung von 3 cm Wandstärke gemessen. Sie standen

auf einem Plexiglasadapter praktisch unmittelbar auf dem Detektor. Probe 1 stand wegen ihrer hohen Aktivität zur Messung auf dem obersten Ring der Abschirmung und hatte einen Abstand von 20 cm zum Detektor. Die Meßzeiten betrugen bei Probe 1 etwa 5, bei den anderen, je nach Aktivität 30 bis 300 min.

Die Probengläser wurden ohne weitere Reinigung gemessen wie sie angeliefert wurden, waren jedoch zum Schutz des Detektors in einem Polyäthylenbecherglas bzw. auf Kleenex gestellt. Lediglich die Gläser mit den Proben 2 bis 8 befanden sich zusätzlich in Polyäthylenbeuteln.

4. Ergebnis

Die gemessenen Gammapektren der Proben 1 bis 6 sowie 9 und 12 sind als Anhang beigelegt.

4.1 Probe 1 war mit Abstand am stärksten radioaktiv. In ihr konnten die folgenden Radionuklide gammapektrometrisch nachgewiesen werden. Die angegebenen Aktivitäten beziehen sich auf den 19. 11. 1975 um 13.00 Uhr.

etwa 6 μ Ci:	Cu-64
0,3 bis 1 μ Ci:	Cr-51, Mn-54, Co-58, Fe-59, Co-60, Np-239
unter 0,3 μ Ci:	Zr/Nb-95, Ru-103, Sb-124
unsicher, noch zu klären durch Abklinganalyse:	As-76, Mo/Tc-99, Sb-122, W-187

4.2 Die übrigen untersuchten Proben enthielten, mit Ausnahme von Probe 4 und 12 im wesentlichen die gleichen Radionuklide wie Probe 1; im einzelnen liegen folgende Abweichungen vor:

- Probe 2 wie 1, jedoch Cu-64 wegen seiner kurzen Halbwertszeit nicht mehr nachweisbar (n.n.)
- Probe 3 wie 1, dazu wenig J-131, jedoch Cu-64 n.n.
- Probe 4 keine Aktivität nachweisbar
- Probe 5 wie 1, dazu J-131 und Cs-137, jedoch Cu-64 n.n.
- Probe 6 wie 1, dazu J-131 und Cs-137, jedoch Cu-64 n.n.
- Probe 9 wie 1, jedoch Cu-64 n.n.
- Probe 12 Mn-54, Co-58, Fe-59, Co-60, J-131, Cs-134, Cs-136, wenig Np-239, wahrscheinlich Mo/Tc-99^m, jedoch Cu-64 n.n.

Mit Ausnahme von Probe 1 ist bisher eine Abschätzung der Aktivität der übrigen Proben noch nicht möglich, jedoch sind die Aktivitätsverhältnisse zwischen den einzelnen Radionukliden angebar.

5. Diskussion

Bemerkenswert sind die hohe Kontamination von Probe 1 und die im Gegensatz dazu nicht nachweisbare Aktivität von Probe 4.

An den Hautproben des Objektes I [REDACTED] wurden praktisch nur Neutronenaktivierungsprodukte, hingegen keine Spaltprodukte gemessen. Das gleiche gilt für die Lungenprobe [REDACTED], nicht jedoch die Lungenprobe [REDACTED].

6. Bemerkung

Als Fortsetzung dieser Studie sollen die Proben 1 bis 16 nochmals eingehender untersucht und auch die Aktivitäten zumindest halbquantitativ angegeben werden.

Anlagen

Gammapektren von Probe 1 bis 7, 9 und 12

Neuherberg, den 28. November 1975

[REDACTED]

[REDACTED]