

17. November 2000

## Bericht (SH/NS/ELB.)

### Stellungnahme zu Messungen der Radioaktivität in der Elbmarsch

#### Inhalt:

1. Zusammenfassung
2. Zu den Meßstellen
3. Zur Probennahme
4. Zu den Meßverfahren
5. Zur Datenauswertung
6. Zur Bewertung „Das Plutonium stammt überwiegend aus dem Atomwaffen-Fallout mit Beimengungen aus Tschernobyl“
7. Zur Plutonium 241-Komponente
8. Zu speziellen Meßergebnissen
9. Referenzen
10. Tabellen 1 - 5
11. Abbildungen 1 - 2

Dipl.-Ing. Gabriel  
Prof. Dr. Brandt  
Prof. Dr. Scharmann

## 1. Zusammenfassung

Institute der Universitäten Bremen, Krakau, Oldenburg und Mainz untersuchten die Radioaktivität in der Elbmarsch. Auf Wunsch dort ansässiger Landespolitiker und Mediziner wird zu den bislang vorliegenden Meßergebnissen eine Stellungnahme abgegeben.

Zusammenfassend lassen sich folgende Feststellungen treffen:

1. Die Behauptung, daß sich der Einfluß einer kerntechnischen Anlage auf die Radioaktivität in der Elbmarsch nicht nachweisen lasse, wird durch die Ergebnisse aller beteiligten Institute widerlegt: die Aktivitätskonzentration mehrerer Isotope erhöht sich bei Annäherung an die Anlagen. Beim Plutonium 241 beträgt dieser Effekt bis zu 50 Bq/kg pro Kilometer.
2. Probenorte, Meßverfahren und Datenauswertung sind nur ungenügend auf die Ortung des Emittenten der Radioaktivität ausgerichtet. In den vorliegenden Meßberichten fehlen selbst Angaben über Abstände zwischen Probenort und Nuklearanlage.
3. Die Feststellung, das gemessene Plutonium stamme überwiegend aus Atomwaffen-Fallout mit Beimengungen aus Tschernobyl wird durch die Meßergebnisse nicht bewiesen. Die Herkunft, insbesondere des Plutoniums und Americiums mit der Massenzahl 241, dürfte aufklärbar sein.

## 2. Zu den Meßstellen

Bei mehrjährigen Untersuchungen in Sachen Radioaktivität für Justizstellen wurden von der ARGE-PhAM bei mehreren Instituten vergleichende Untersuchungen gleicher Proben veranlaßt: Drei Universitätsinstitute (unter Einschluß der amtlichen Meßstelle des Landes Bremen) und das ITU/EU, Karlsruhe, erbrachten kompatible Ergebnisse. Zweifel an gelieferten Daten sind nicht erkennbar. Nach Datenvergleich gilt dies auch für das Institut an der Universität Krakau.

Einer gleichgewichtigen Nutzung der verschiedenen Meßergebnisse stehen keine sachlich begründbaren Vorbehalte entgegen.

Verflechtungen der Daten aus den verschiedenen Meßreihen und deren Vergleich mit Emissionen aus realen Tätigkeiten sind für eine Bewertung ausschlaggebend.

### 3. Zur Probennahme

Um das Ziel zu erreichen, einen in Verdacht geratenen Emittenten zu belasten oder zu entlasten, ist es erforderlich, neben Probennahme auf dem Gelände und um das Gelände auch Proben mindestens in einer Windrichtung bis zum Grundpegel zu untersuchen.

Beim Meßprogramm der Universitätsinstitute Bremen, Krakau, Oldenburg ist dieses Ziel nur zufällig verfolgt worden (4 Probestellen in Richtung NWW, auf der Südseite der Elbe, s. Tab. 3).

Beim Pu 241 und Am 241 deuten sich bis 3,8 km Abstand von den kerntechnischen Anlagen „Gradienten“ an, d.h. eine Abnahme der Konzentration der Radioaktivität mit zunehmender Entfernung. Dieser Effekt ist bei allen Plutonium-Isotopen mit unterschiedlicher Stärke feststellbar. Die zumindest partielle Herkunft aus den Nuklearanlagen ist nicht auszuschließen.

Beim Meßprogramm des Universitätsinstitutes Mainz und der LUFA, Kiel, ist die Untersuchung von Abstandsgradienten nicht erkennbar (siehe Tab. 4). Es ergeben sich nur einige Anhaltspunkte zur Abschätzung der Abstände zwischen Probenort und kerntechnischen Anlagen. Das Richtungskriterium wird nicht erfüllt.

Die gewählten Vergleichsregionen liegen bei beiden Meßprogrammen im W-NO-Richtungssektor, in 120 - 220 km Abstand von KKK und GKSS. Ob die entsprechenden Meßergebnisse anstelle des lokalen Nullpegels genutzt werden können, ist zu diskutieren.



Die auffällige Gleichheit der Ergebnisse von zwei Proben (Nr. 1, Nr. 7) bis hinter das Komma ist erklärungsbedürftig (Tab. 6):

Es ist äußerst unwahrscheinlich, daß in 120 km Abstand ein Dutzend von Immissionsparametern gleich sein sollen. Diese sind: die Konzentration und das Mischungsverhältnis mehrerer Aktivitätskomponenten, die Windrichtungen, die Windstärken, die Niederschlagsmengen, der Chemismus und die Körnigkeit der Böden, die Staubkorngröße der Böden, die Eindringmechanismen der Radioaktivität in die Häuser.

Erfahrungen zeigen, daß die Wahrscheinlichkeit für das Vertauschen von Proben an Universitätsinstituten bis zu 5 % reicht.

Die üblicherweise erforderliche Bestimmung der Abstands-Gradienten wurde nicht durchgeführt. Die Behauptung, daß sich ein Einfluß einer kerntechnischen Anlage nicht nachweisen läßt, wird durch die verfügbaren Daten nicht gestützt. Bei mehreren Isotopen erhöht sich die Radioaktivitätskonzentration mit Annäherung an die kerntechnischen Anlagen (siehe Abbildung 1 und 2), bei Pu 241 um 10 - 50 Bq/kg pro Kilometer.

#### 4. Zu den Meßverfahren

Um spezielle Emissionen (u. U. eine diskrete Gruppe von Isotopen) erkennen zu können, ist die Bestimmung eines möglichst breiten Isotopenspektrums unumgänglich.

Dies erfordert den Einsatz aller sich ergänzender Meßmethoden:

- a) Alphaspektroskopie
- b) Massenspektroskopie
- c) Gammaspektroskopie
- d) Beta-Meßtechnik



Die Gruppe Bremen, Krakau, Oldenburg stützt sich auf die Meßmethoden a,c,d.  
Eine Trennung von Pu 239 und 240 ist dabei nicht möglich.

Die Bewertungen im Abschlußbericht aus Kiel [1;2;8] beziehen sich ausschließlich auf Messungen gemäß b, c. Damit werden unverzichtbare Erkenntnisse über das Isotop Pu 238 und das Am-Spektrum vergeben, die durch die Standardmethode „Alphaspektroskopie“ zum Teil mit höherer Empfindlichkeit erschließbar sind.

Ein Seemann weiß, daß zur Positionsbestimmung nicht nur eine Richtungsbestimmung ausreicht, sondern eine Kreuzpeilung notwendig ist (d.h. mindestens zwei sich überlappende und ergänzende Verfahren sollten eingesetzt werden).

Als Gegenbeispiel werden die Untersuchungen des Plutoniums in der Kläranlage Hanau erwähnt [7]: Dort wurde nur über die Alphaspektroskopie (Erfassung von Pu 238 und Pu 239+240) die Behauptung aufgestellt, daß es sich bei der Eintragung von Plutonium um Waffen-Fallout handeln soll. Diese Feststellung kann aber nur gemeinsam mit der Massenspektroskopie d.h. dem Pu 239/240 - Verhältnis getroffen werden. Der Verdacht des Auftretens von reinem Pu 239 wurde so nicht ausgeräumt.

##### 5. Zur Datenauswertung

Auf die Unterlassung der Beschaffung und Auswertung von Daten aus dem Nahbereich, insbesondere aus einer Windrichtung, wurde schon verwiesen. Die praktizierte Bildung von Mittelwerten verdeckt erkennbare Abstandsgradienten im Nahbereich.

Aus Mittelwerten gewonnene Isotopenvektoren und deren Vergleich mit solchen aus sehr entfernten Regionen, haben für ein Nahbereichsproblem keine große Aussagekraft. Im vorliegenden Fall muß wohl die Aktivitätsverteilung durch schwache Fallwinde aus der höher liegenden Geest in die Marsch besonders beachtet werden.

Es ist auffällig, daß umfassende Bewertungen getroffen werden, obwohl diese nur auf der jeweils eigenen, meßtechnisch unvollständigen Meßserie beruhen. Sinnvolle mathematisch/physikalische Vernetzungen der Meßserien unterblieben.

## 6. Zur Bewertung „Das Plutonium stammt überwiegend aus dem Atomwaffen-Fallout mit Beimengungen aus Tschernobyl“

In Tabelle 1 sind die Massenspektren von Plutonium aus Tschernobyl, Bomben-Fallout und den Proben aus der Elbmarsch zusammengestellt.

Tabelle 2 gibt die Abweichungen der einzelnen Isotope der Proben vom entsprechenden Spektrum des Bomben-Fallouts wieder. Damit sind Mischungsmöglichkeiten überprüfbar.

Ergebnis ist, daß eine Mischung aus den genannten zwei Komponenten (92 % Waffen-Pu, 8 % Tschernobyl-Pu) wegen Größe der Meßfehler und systematischer Abweichungen bei Pu 241 im mathematischen Sinne nicht begründet sondern bestenfalls behauptet werden kann.

Mit gleicher Berechtigung kann behauptet werden, daß das Plutonium-Massenspektrum der Proben aus der Elbmarsch einem Reaktorbrennstoff mit ca. 5 GWd/t Abbrand entspricht (z.B. Fraktion des Kerns der „Otto Hahn“, gelagert auf dem GKSS-Gelände).

## 7. Zur Plutonium 241-Komponente

Eine Stärkung der These einer Mischung ergibt sich, wenn Plutonium 241 als Mischungskomponente berücksichtigt wird. Plutonium 241 stellt neben Am 241 das Isotop mit der dominierenden Aktivitätskonzentration dar (und mit der Andeutung eines Abstandsgradienten, siehe Tab. 3 und 4).

Die bislang durchgeführten Messungen können gewiß hinsichtlich Pu 241 noch gezielter ausgewertet werden. Vom noch vorhandenen Probenmaterial wäre das vollständige Am-Isotopenspektrum aufzunehmen um zu belegen/widerlegen, daß Am 241 als Folgeprodukt von Pu 241 auftritt. Nach Tabelle 5 streuen die Isotopenvektoren von Am 241/ Pu 241 etwa innerhalb einer Größenordnung. Altersbestimmungen können möglich werden. Aus der Probe Tespe 2/Nr. 7 kann auf ein Alter von ca. 18 Jahren rückgeschlossen werden.



#### 8. Zu speziellen Meßergebnissen

Die Laboratorien in Oldenburg und Bremen haben für die Nahbereiche Marschacht und Tespe neben leicht angereichertem Uran (ca. 1 % U 235) auch Spuren von Kobalt 60 und 57 (!) sowie Natrium 22 festgestellt.

Kobalt 60 wurde vom Institut in Kiel bestätigt. [ 2 ]

Für den Nahbereich Tespe und Marschacht 1 - 4 deutet der Isotopenvektor Cs 137/134 auf das Vorhandensein von jungem und altem Cs 137 (Erzeugung vor und nach 1986, siehe Tab. 5) hin.

Diese Meßergebnisse lassen keine Bewertung zu, wonach Cäsium ausschließlich oder überwiegend aus Tschernobyl stammen soll.



## 9. Referenzen

- [1] Plutoniumbestimmung und Gammaspektrometrische Bestimmungen an Hausstaubproben  
(Mf.FE.....Kiel/Okt. 2000)
  
- [2] Probenahme und Gammaspektrometrie von Hausstaub-Proben  
LUFA - ITL/Kiel, 15.9.00
  
- [3] End-Bericht Universität Mainz Feb. 2000  
Bestimmung des Gehaltes von Plutonium-Isotopen in Hausstaubproben  
mittels Lasermassenspektroskopie
  
- [4] Anfrage bei HEW wg. Einsatz von PAC Brennstoff (18.4./15.5.00)
  
- [5] Akte „Fachberichte Elbmarsch, Messungen“ der Universitäten Bremen,  
Oldenburg, Krakau
  
- [6] Mesures de plutonium et d'americium dans environnement  
(Univ. Lausanne, 1997)
  
- [7] Stahlschutztagung TU Darmstadt, 26.4.2000 / Linhart HLUG  
Kontamination von Klärschlamm der Kläranlage Hanau
  
- [8] Presseinformation MfFE/Kiel/18.10.00  
W. Voigt: Hausstaub stammt aus Atomwaffen-Fallout
  
- [9] Schreiben an Herrn Minister Möller vom 3.2.00  
Antwortschreiben v. 29.3.00

**Tabelle 1**

Plutonium in der Elbmarsch  
(Bericht Dr. Wolter/Kiel/Okttober 2000)

Zusammenstellung der Massenspektren für Meß- und Vergleichswerte  
bei denen mindestens Ergebnisse für 3 Isotope vorliegen (Zahlen in Gew %)

	(Pu 238)	239	240	241
1. Tschernobyl	(0,2)	67,6	26,2	6,0
2. Bomben-Fallout	(0,005)	84,4	14,8	0,7
3. Bomben-Mat.	0,005	94-97	3-6	0,1
4. Misch. 8 % v.1.	.....	83,1	15,7	1,1
5. Meßwerte Elbmarsch				
Nr. 7 Tespe 2	(0,01)	85,07	14,07	0,83
Nr.14 Tesperhude	(.....)	86,3	13,1	0,57
Nr.20 Tespe 3	(0,01)	84,2	13,5	2,3
6. Meßwerte Vergleichsber.				
Nr. 1 Bergenhs.	fehlt	85,12	14,04	0,83
Nr. 24 Kroop	fehlt	85,9	13,4	0,61

\*Pu 238 errechnet aus Alpha Messungen der Universität Marburg, Lausanne und Krakau

\*\*Spalte 1 und 2 errechnet auf Basis der Referenzen von [1, 2]  
Spalte 3 entnommen aus Nuclear Weapon Data-Book, USA/DOE

Tabelle 2

Abweichungen der Meßwerte  
„Elbmarsch“ vom Bomben-Fallout  
(gemäß Tab. 1)

	Pu 239	240	241
Tespe 2 (Nr. 7)	+ 0,67	- 0,73	+ 0,13
Tesperhude (Nr. 14)	+ 1,9	- 1,7	- 0,17
Tespe 3 (Nr. 20)	- 0,17	- 1,3	+ 1,6

Meßfehler 5 bis 20%

Um durch eine Mischung von Bomben-Fallout „mit etwas Tschernobyl-Pu“ das Massenspektrum von Tespe 3 (Nr. 20) zu erhalten, müßten bei Pu 241 1,6 Gew % aus aus Tschernobyl-Pu beigefügt werden (30% Mischanteil). Dabei verändern sich jedoch die Pu 239- und 240 Anteile auf 79 bzw. 18 Gew %. Bezüglich Pu 238 wäre gar ein 40 % iger Mischanteil erforderlich.

Bei einer Mischung von 8 % Tschernobyl-Pu mit 92 % Waffen-Pu werden bei allen Proben die Massenhäufigkeiten von Pu 240 systematisch um 15 % unterschätzt.

Fazit: Aus der Meßserie und deren Abweichungen kann mathematisch die unterstellte Mischstruktur nicht abgeleitet werden. Schon die Meßfehler von 5 bis 20 % hätten einen „kleinen Mischanteil“ (8 %) als Behauptung erkennen lassen müssen.



**Tabelle 3**

Pu-/ Trans-Pu in der Elbmarsch (Bq/kg) und  
deren Abstände von GKSS/KKK (km)  
(nach Messungen der Univers. Krakau und Bremen)

	Rtg.	Abstand GKSS/ KKK	Pu 238	239/40	241	Am 241/Cs 137
Tespe 2	SW	0,7/0,7	0,042	0,79	3,6	0,34 /152
Tespe 3	W	1,8/1,2	0,065	1,32	2,5	3,8 /144
Marsch.3NWW		3,0/2,0	0,189 ↑	5,86 ↑	15,3 ↑	10,7 /243
Marsch.1NWW		3,5/2,5				1,4 /560
Marsch.2NWW		3,7/2,7	0,072	1,34	4,5	0,88 / 32
Marsch.4NWW		3,8/2,8	0,046	0,93	2,5	2,10 / 59
Nr.2 Rö. NWW		5/4	.....	0,22	4,6	1,5 / 20
Adend.	SO	14	0,041	0,77	2,8	0,1
Bremen	SW	110	0,076	1,42	2,6	0,65 / 88
Aurich	W	220	0,038	1,05	2,3	0,16
Nr.1 Bergenh.		120	fehlt	2,55	26,4	0,91 /110
Nr.17 Bergenh.		120	fehlt	0,64	.....	0,4 / 26

Proben Nr. 1, 2, 17 aufgenommen aus Messungen der Universität, Mainz

Fazit: 1) Es fehlen statistisch verwertbare Messungen in Anlagennähe (<2 km)  
2) Eine Abnahme der Radioaktivität mit zunehmendem Abstand zeigt  
sich bei vier Meßpunkten in NWW-Richtung

**Tabelle 4**

Pu-/ Trans-Pu in der Elbmarsch (Bq/kg)  
und deren Abstände von GKSS/KKK (km)  
(n. Messungen Univ.Mainz und LUFA-ITL, Kiel)

	Rtg.	Abst. Km	Cs 137	Pu 239	Pu 240	Pu 241
Nr. 4 Tespe 1	S	.....	67	0,52	0,29	5,8
Nr.7 Tespe 2	SW	0,7 bis	270	1,44	0,89	23,7
Nr.20 Tespe 3	W	1,8	68	0,23	0,14	10,3
Nr.14 Tesperh.	O	1,0/2,0	111	0,88	0,47	9,0
Nr.3 Oberm.	W	3,8/2,8	84	0,69	0,32	.....
Nr.12 Avendorf	SO	3,5/4,5	28	0,21	0,13	.....
Nr. 2 Rönne	NWW	5/4	20	0,13	0,09	.....
Nr.1 Bergh. h.	N	120	.....	1,59	0,96	26

Fazit:

- 1) Orts- und Abstandsbestimmung ist aus Bericht (Mainz/Kiel) nicht möglich, Abschätzung aus Straßenkarte
- 2) Abstandsgradienten sind erkennbar, aber nicht ausreichend zu quantifizieren
- 3) Bewertungskriterium (Pu 238) fehlt
- 4) Probe Nr. 7, Tespe 2, ist mit einer Aktivitätskonzentration von 1,58 Bq/kg Am 241 festgestellt worden

**Tabelle 5**

Isotopenvektoren,  
welche für die Bewertung der Emissionsquelle unverzichtbar sind  
(Bq/kg/Bq/kg)

	<u>Pu 239(40)</u> Pu 238	<u>Am 241</u> Pu 238	<u>Am 241</u> Pu 241	<u>Cs 137</u> Cs 134	<u>Pu 240</u> Pu 239	<u>241</u> 239
Tespe 2	19	8,1	0,09	159	—	—
Tespe 3	20	58	1,5	159	—	—
Marschacht 3	12,6-31	56	0,7	268	—	—
Marschacht 1	...	...	...	69	—	—
Marschacht 2	19	12	0,2	320	—	—
Marschacht 4	20	46	0,8	<120	—	—
Nr.20 Tespe 3	fehlt	fehlt	-	159	0,60	44,7
Nr. 7 Tespe 2	fehlt	fehlt	0,06	160	0,66	16,4
Nr. 3 Obermarsch	fehlt	fehlt	-	130	0,48	-
Nr. 4 Tespe 1	fehlt	fehlt	-	130	0,59	11,1
Nr. 12 Avendorf	fehlt	fehlt	-	102	0,55	-
Nr. 14 Tesperhude	fehlt	fehlt	-	170	0,52	10,2
Nr. 2 Rönne	fehlt	fehlt	-	94	0,66	-
					0,57	
Adendorf	18	2,4	0,035	—	—	—
Bremen	19	8,5	0,25	160	—	—
Aurich	27	4,2	0,07	—	—	—
Nr. 1Bergenh.	fehlt	fehlt	0,03	147	0,63	16,6
Nr. 17Bergenh.	fehlt	fehlt	—	175	0,66	—
Nr. 15Kating 1	fehlt	fehlt	—	135	0,63	12,0
Nr. 18 Steinbg.	Fehl	fehlt	—	156	0,57	24,23



Bq/kg

Abb. 1

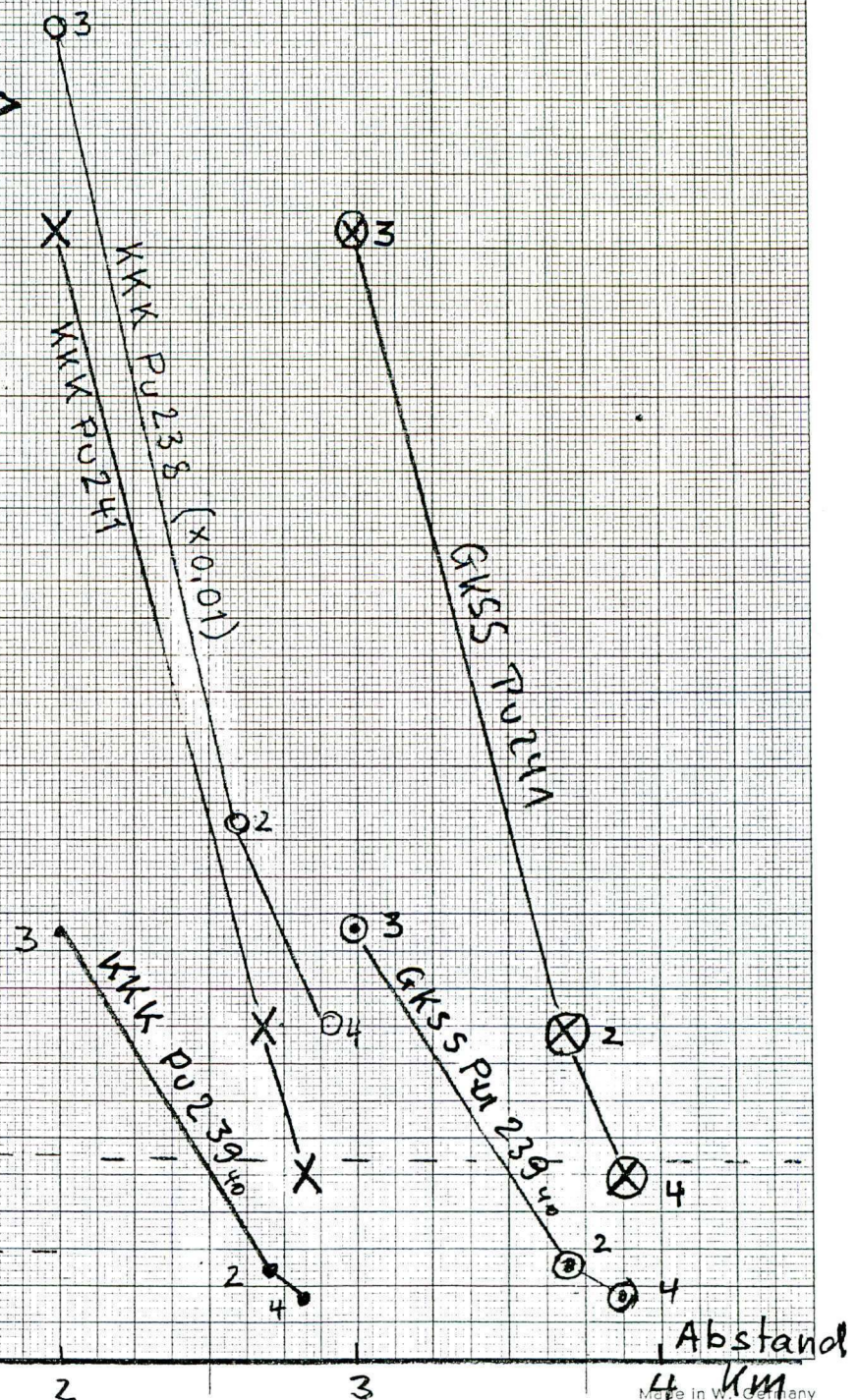
Aktivitätskonzentration  
(Bq/kg) im Abstand  
von GKSS u. KKK (in  
Windrichtung NWW), Daten  
m. Tab. 3: Prob. Moersch. 3/2/4  
Gruppe Bremen - Krakau

20

Datenmangel

10

Grund	Pu	
241	X	⊗
239	•	⊙
+ 40		





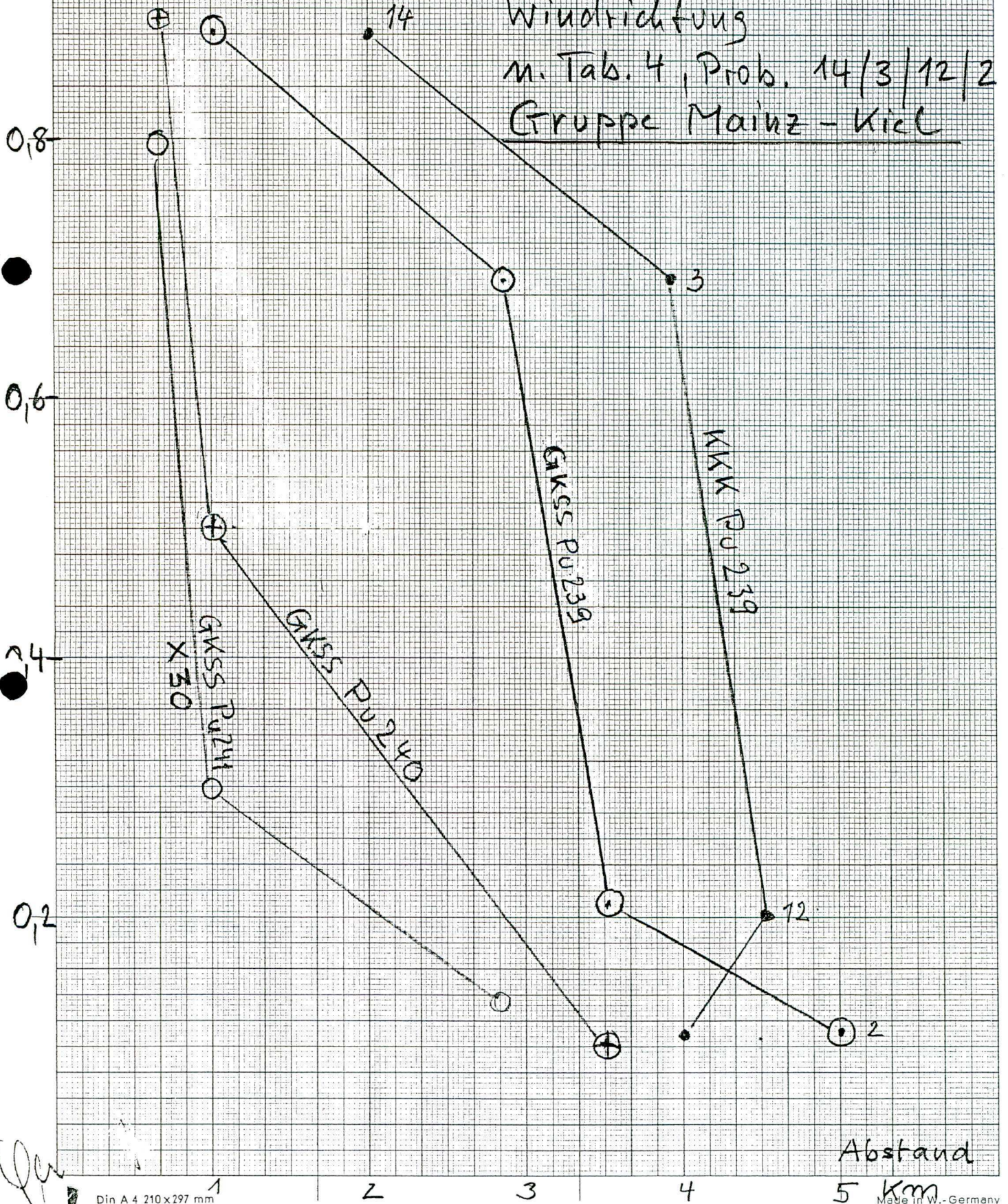
ARGE-Phan  
28.10.00

Abb. 2

Aktivitätskonzentration  
(Bq/Kg) im Abstand von  
GKSS u. KKK in variabler  
Windrichtung

n. Tab. 4, Prob. 14/3/12/2

Gruppe Mainz-Kiel





Ergänzung 24.11.2000

A: Bislang unterdrückte  
Orte der Probenahme  
(und damit Abstände zum/zur  
UKK/GKSS) wurden zugänglich  
gemacht:

Kreise ○ : Probenahme durch  
LUFA/Kiel - Auswertung  
Mainz/Kiel

Rechtecke □ : Probenahme durch  
Ziemer - Auswertung  
Ziemer/Obdauherg/Krakau

B (Tab 6) : Stammen Proben NR 1 u. 7  
aus dem gleichen Grundmaterial.



# Straßenplan ELBMARSCH

Maßstab 1:25 000

- 0 250 500 750 1000 1250 1500 m
- Bebaute Fläche
- Hauptverkehrsstraße
- Öffentliches Gebäude
- Gewässer
- Wald und Anlage
- Buslinie mit Haltest.
- Weg- u. Radweg
- Weg, Ausgangspunkt
- Eisenbahn
- Gemeindegrenze
- Öffent. Fernsprecher
- Kiel/Mainz 5. Aufl.
- Bremen/Krakau

Herausgeber und Verlag 63303 Dreieich Spandlingen

RECO Kartographie und Verlag 63303 Dreieich Spandlingen  
Vervielfältigung jeder Art, wie des Ab- bzw. Hochzuschneidens, Anfertigung von Reproduktionen, Vergleichen, Nachdruck, Verbreitung in irgendeiner Form, ist ohne schriftliche Genehmigung des Verlegers.  
© RECO Verlag

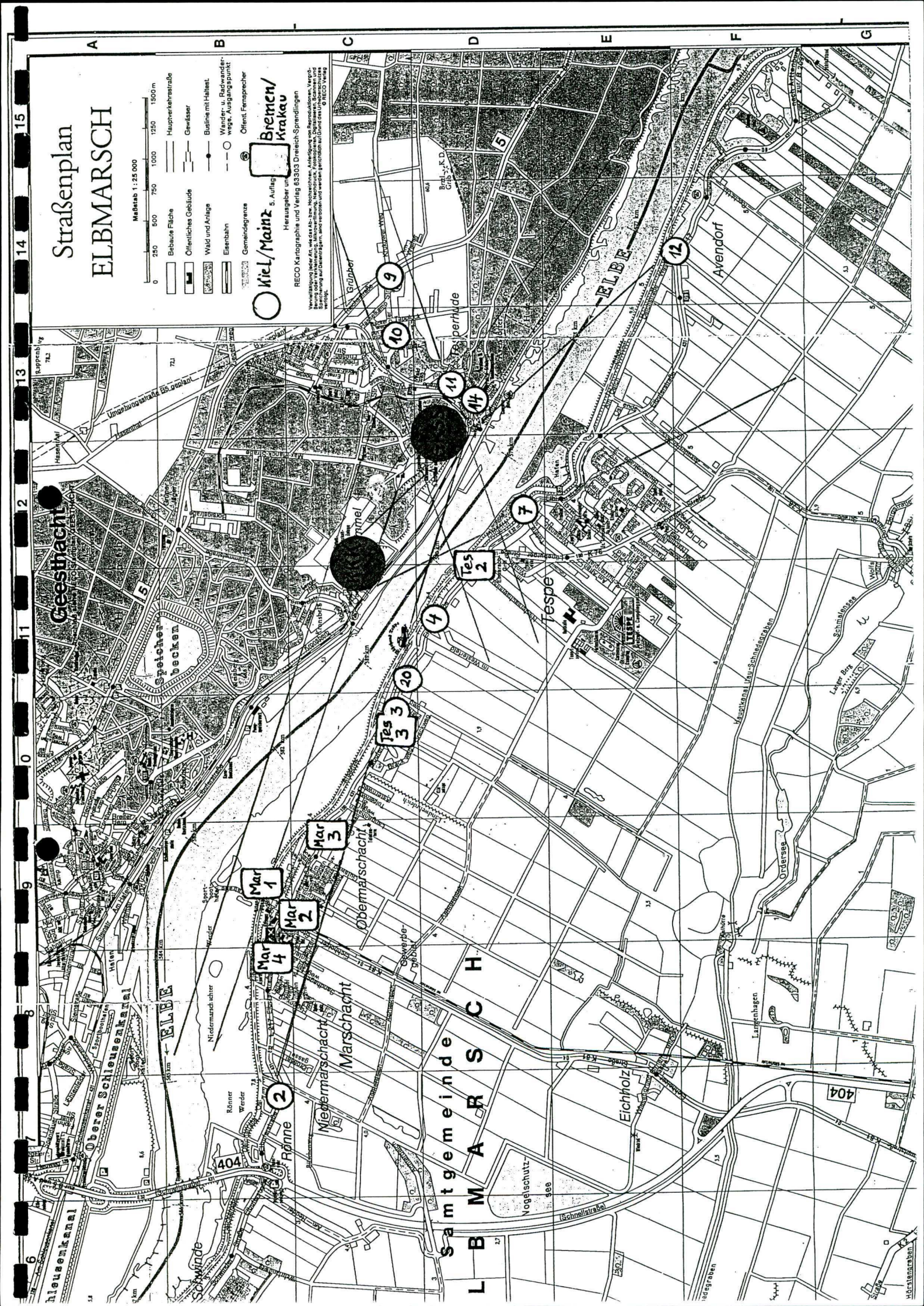




Tabelle 4 b

Abstandsgradienten: KKK – Probenort  
(Bezug: Analysen Kiel/Mainz)

Nr.	KKK Abst. (km)	Rtg.	Cs 137 Bq/kg	Pu239 ....	240 ....	241 ....	Am 241 ....
7	1,5	SOS	↑ 192	↑ 1,44	↑ 0,89	23,7	1,58
14	1,6	SO	↑ 111	↑ 0,88	↑ 0,47	9	<0,69
(11)	1,6	O	28,1	0,23	0,15	<4,6	—
12	3,5	SO	28,7	0,21	0,13	<4,6	<0,49
10	1,8	NO	↑ 67,5	↑ 0,40	↑ 0,24	<4,6	
9	2,3	NO	↑ 18,8	↑ 0,12	↑ 0,06	<4,6	
3	1,3	W	↑ 84,2	↑ 0,69	↑ 0,32	<4,6	
2	4,3	NWW	20,8	0,13	0,09	<4,6	
4	0,7	SWS	38,8	↑ 0,52	↑ 0,29	5,8	
20	1,0	SW	43,1	0,23	0,14	10,3	

Δ 300 m

Abstandsgradienten stimmig für 3 Sektoren (SO/SW/NW/NO), Prüfung der Isotopenvektoren notwendig.



Bq/kg

Abb. 2 b  
Abstandsgradienten KKK  
im Sektor SO (Proben  
Nr. 7/14/12)

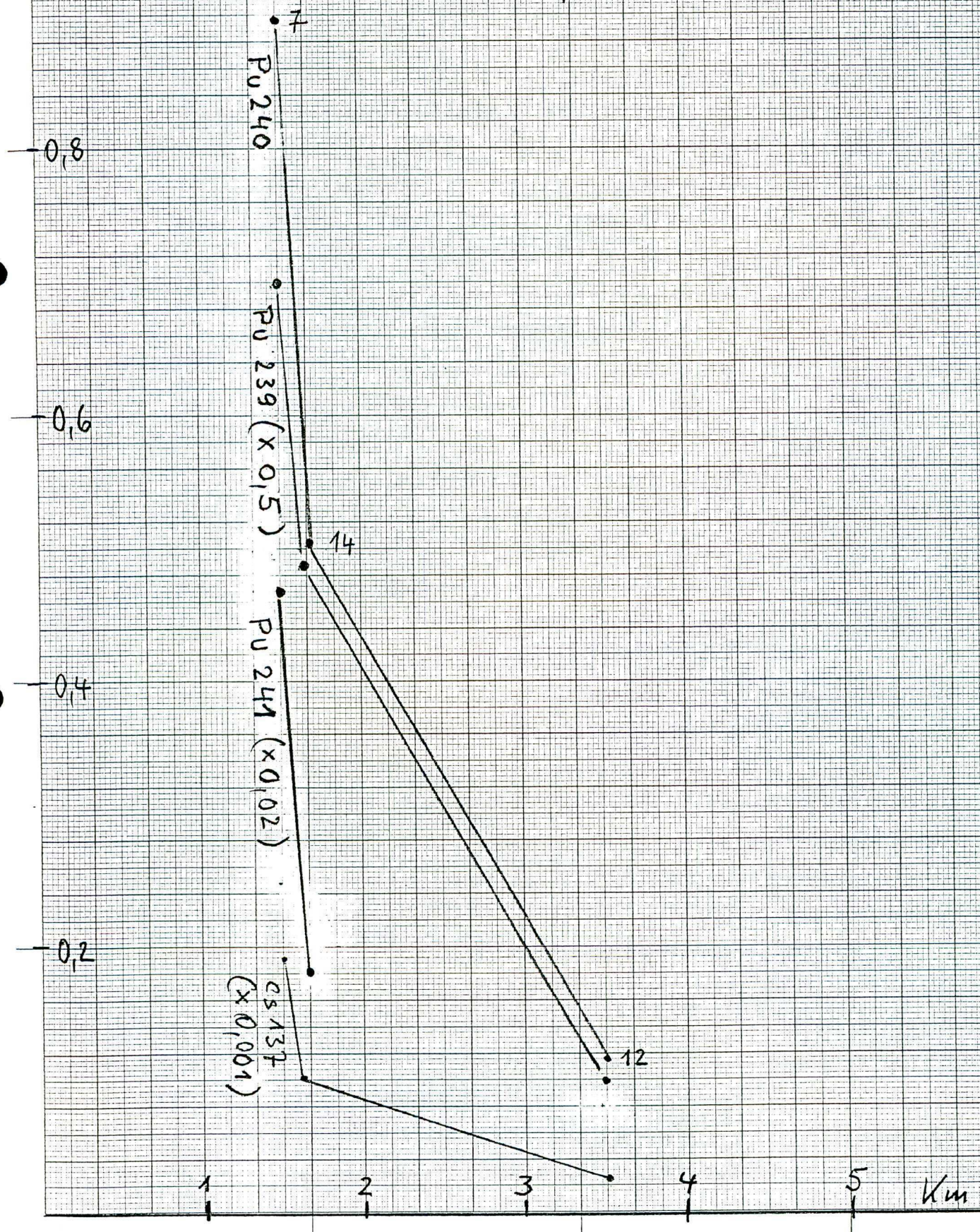




Tabelle 4 c

Abstandsgradienten: GKSS – Probenort  
(Bezug: Analysen Kiel/Mainz)

Nr.	GKSS Abst.(Km)	Rtg.	Cs 137 Bq/kg	Pu 239 ....	240 ....	241 ....	Am 241 ....
14	0,4	SO	↑ 111	↑ 0,88	↑ 0,47	9	<0,6
12	2,4	SO	28,7	0,21	0,13	<4,6	<0,4
11	0,4	O	28,1	0,23	0,15	<4,6	<0,81
10	0,8	NOO	↑ 67,5	↑ 0,40	↑ 0,24	<4,6	<0,40
9	1,3	NOO	↑ 18,8	↑ 0,12	↑ 0,06	<4,6	<0,73
4	1,6	NWW	38,8 (130)	0,52	0,29	5,8	
20	2,2	NWW	43,1 (159)	0,23	0,14	10,3	<0,58
3	2,5	NWW	<u>84,2</u> (130)	<u>0,69</u>	<u>0,32</u>	<4,6	
2	5,3	NWW	20,8 (94)	0,13	0,09	<4,6	
7	1,0	SW	192 (160)	1,44	0,89	23,7	1,58

$\bar{I}$   
 $\Delta$  300 m

Abstandsgradienten stimmig für zwei Sektoren (SO, NOO).



Bq  
Kg

Abb. 2a

Abstandsgradienten GKSS

- im Sektor SO (Proben Nr. 14/12)
- ⊙ im Sektor NOO (Proben Nr. 10/9)
- Sektor NWW (4/20/3/2)

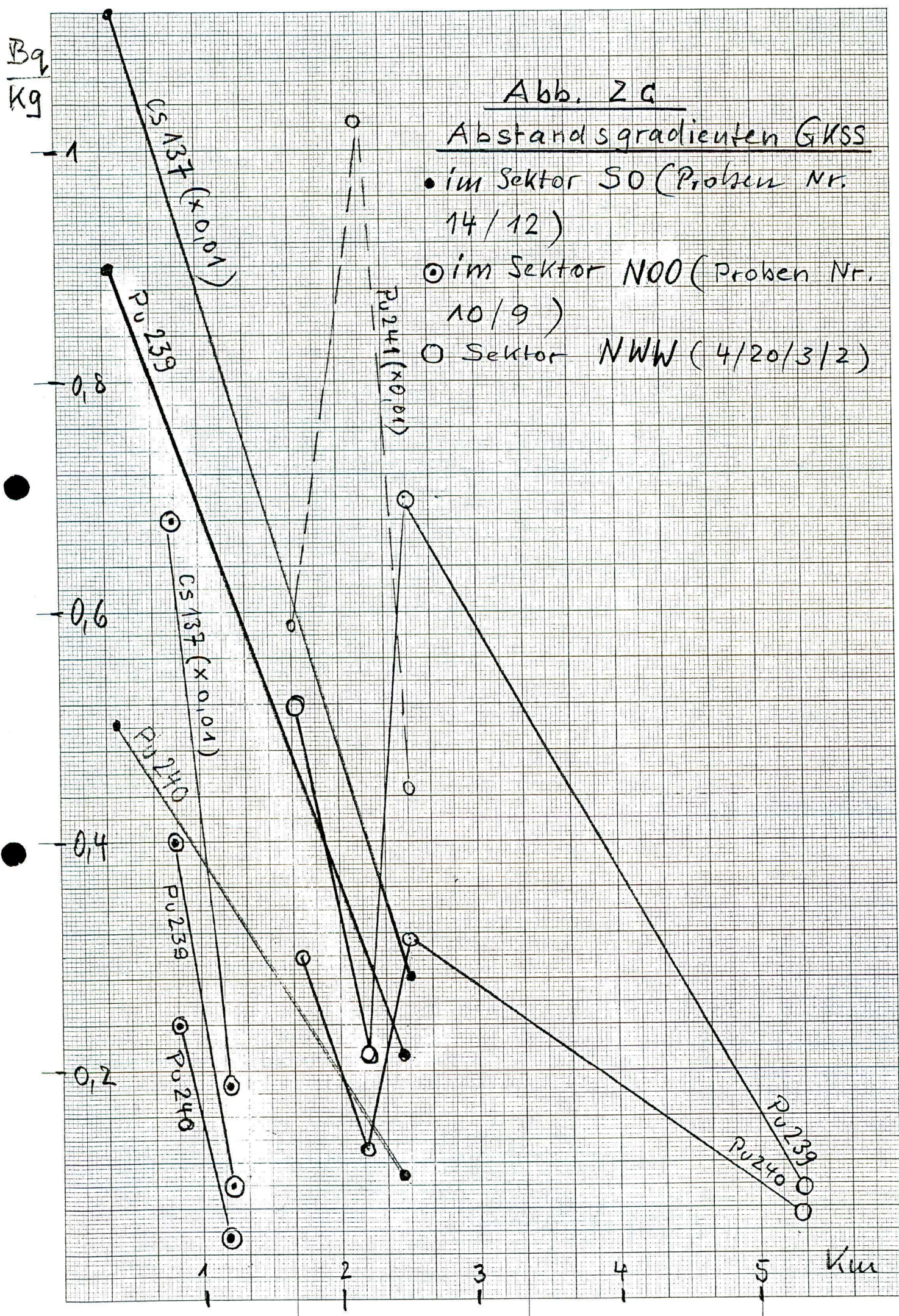




Tabelle 6  
Datenvergleich der Proben Nr. 7 und Nr. 1 (Bq/kg – Verh.)

1. Isotopenmassenspektrum	Pu 239	240	241
Nr. 7	85,07	14,07	0,83
Nr. 1	85,12	14,04	0,83
2. Isotopenvektoren	Cs134/137	Cs137/Am241	Cs137/Pu241
Nr. 7 } Nr. 1 }	0,0066 $\pm 8\%$	120,5 $\pm 0,8\%$	6,1 $\pm 30\%$
3. Absolutwerte			
Nr. 7 } Nr. 1 }	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cs 137 : } 151 \pm 27 \% \text{ Bq/kg} \\ \text{Am 241 : } 1,25 \pm 25 \% \text{ Bq/kg} \end{array} \right.$		
4. Aschenanteil			
Nr. 7 } Nr. 1 }	$69,15 \% \pm 2,7 \%$		
5. Schüttdichte:	$0,9 \pm 0,1$		
6. Probenmassen/Probenrest (Staub)/Gesamtrest GM			
Nr.7	$798 \text{ g} / 226 \text{ g}^* / 461 \text{ g}^*$		
Nr.1	$477 \text{ g} / 122 \text{ g}^* / 573 \text{ g}$		
	* muß noch vorhanden sein/ Prüfung		



