



Niedersächsisches
Landesamt für
Ökologie

Stellungnahme

zum Bericht von Frau Dr. Helga Dieckmann und Frau Professor Dr. Inge Schmitz-
Feuerharke an die Leukämiekommision des Landes Schleswig-Holstein/AG
Belastungsindikatoren beim Niedersächsischen Ministerium für Frauen, Arbeit
und Soziales mit dem Titel:

„Messen am Problem vorbei: die Untersuchungen des
Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie über heiße Teilchen
und Transurane in der Elbmarsch“

Berichterstatter: Dr. Wolfgang Städe

Hildesheim, den 23.03.2001

Im Auftrage



Niedersachsen

gez. Dr. Wolfgang Städe



Stellungnahme zum Bericht von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake „Messen am Problem vorbei: die Untersuchung des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie über heiße Teilchen und Transurane in der Elbmarsch“¹

Das NLÖ legte am 13.02.2001 den „Bericht über die Sonderuntersuchung der Belastung des Bodens der Elbmarsch mit Alphastrahlern“ vor.² Das NLÖ war auf Bitte der Ministerin für Frauen, Arbeit und Soziales (MFAS) vom Niedersächsischen Umweltministerium mit den Untersuchungen beauftragt worden. Zu diesem Bericht erfolgte am 27.2.01 eine Stellungnahme von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake an die Expertenkommission Leukämie des Landes Schleswig-Holstein/AG Belastungsindikatoren beim Niedersächsischen Ministerium für Frauen, Arbeit und Soziales. Zu diesem Bericht an die Leukämiekommision wird hier seitens des NLÖ Stellung genommen.

¹ „Messen am Problem vorbei: die Untersuchung des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie über heiße Teilchen und Transurane in der Elbmarsch“, Bericht an die Expertenkommission Leukämie des Landes Schleswig-Holstein, AG Belastungsindikatoren beim Nds. Ministerium für Frauen, Arbeit und Soziales, von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, vom 27.02.2001

² „Bericht über die Sonderuntersuchung der Belastung des Bodens der Elbmarsch mit Alphastrahlern“ im Auftrage des Nds. Umweltministeriums und des Nds. Ministerium für Frauen, Arbeit und Soziales, von Dr. W. Städte und Dipl.-Phys. H-Ch. Salfeld vom 13.02.2001



Vorbemerkung durch NLÖ:

Die gesamte Stellungnahme der Autorinnen der Entgegnung wird im Folgenden kursiv gedruckt wiedergegeben, die Anmerkungen des NLÖ zu den einzelnen Punkten werden jeweils durch unterschiedliches Schriftbild kenntlich gemacht.

Eine breite Diskussion der anstehenden Problematik wird von uns begrüßt. Das NLÖ leistete mit der breiten Streuung seiner Untersuchungsergebnisse und der Offenlegung der angewandten Verfahren einen Beitrag zur fachlichen Diskussion. Emotionen sind zwar bei der anstehenden Problematik verständlich, führen aber zu keiner weiteren Klärung des Sachverhaltes. Auf Vorwürfe der Autorinnen der Entgegnung, welche die Sachdiskussion verlassen, wird deshalb von uns nicht eingegangen.

Zur richtigen Einordnung der vom NLÖ durchgeführten Untersuchungen ist wichtig, dass sie auf von Herrn Dipl.-Ing. Gabriel dem Niedersächsischen Ministerium für Frauen, Arbeit und Soziales mündlich vorgetragene Untersuchungsergebnisse, Vermutungen und später auf Berichtsfragmenten beruhten. Der Abschlussbericht der ARGE PhAM (12.02.2001) lag erst nach Abschluss der Laboruntersuchungen des NLÖ vor (Abschlussbericht NLÖ 13.02.2001). Grundsätzlich wurden auch vom NLÖ bei seinen Untersuchungen die von Herrn Gabriel im Rahmen der Durchführung seiner eigenen Untersuchungen angekündigten Analysenverfahren eingesetzt. Wo immer möglich, wurden die von Herrn Gabriel angegebenen Verfahren durch eine konkretere, nuklid-spezifische Basis ersetzt (so sollten z.B. alle Effekte, die durch einfache Summenbestimmungen der Alpha-, Beta- und Gammaaktivität hervorgerufen werden, durch Einzelnuklidbestimmungen erhärtet werden).

Des Weiteren sei daraufhin gewiesen, dass nur von einer einzigen der fünf vom NLÖ untersuchten und von Herrn Gabriel als besonders belastet bezeichneten Stellen im späteren Bericht der ARGE PhAM Messwerte vorgelegt wurden. Messwerte darüber hinaus wurden von den zuständigen Ministerien in Kiel und Hannover von der ARGE PhAM angefordert.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake zum NLÖ-Bericht mit folgender Überschrift:

„Zusammenfassende Bewertung“

Das Niedersächsische Landesamt für Ökologie (NLÖ) befaßt sich in seinem Bericht vom 13.2.01: „Sonderuntersuchung der Belastung des Bodens der Elbmarsch mit Alphastrahlern!“ schwerpunktmäßig mit der Bestimmung von mittleren Nuklidkonzentrationen in Bodenproben (Bq/kg Boden). Anlaß für die Untersuchung waren jedoch die von der Arbeitsgemeinschaft Physikalische Analytik und Meßtechnik (ARGE PhAM) aufgefundenen heißen Teilchen mit fest partikelgebundener alpha- und betastrahlender Radioaktivität, also ein meßtechnisch völlig anders zu behandelndes Problem.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Der Anlass der Untersuchung wurde vom NLÖ ausführlich in seinem Bericht genannt. Anlass war vor allen Dingen die von Herrn Gabriel behauptete flächenhafte Kontamination mit Kernbrennstoff, den er als PAC (zitiert nach Herrn Gabriel: Plутonium, Americium, Curium als Namensgeber und Hauptbestandteile) bezeichnete. Da sich der einzige Hinweis auf den Betastrahler Tritium aus der Differenz der Betaaktivität der Proben vor und nach Trocknung ergab, schien also Tritium gerade nicht fest partikelgebunden zu sein.

Eine flächenhafte Kontamination mit mehreren hundert vermuteten Brennstoffkügelchen pro Kilogramm Boden - offensichtlich nicht mit den „heißen Teilchen“ oder „hot spots“ im allgemeinen Sprachgebrauch der Umgebungsüberwachung zu verwechseln - hätte zu messtechnisch sehr einfach mit anerkannten Methoden der Umgebungsüberwachung feststellbaren Messwerten für die einzelnen Radionuklide geführt.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Der ARGE PhAM-Gutachter Dipl. Ing. Gabriel hatte darauf hingewiesen, daß an bestimmten Stellen in der niedersächsischen Elbmarsch sowie auf der schleswig-holsteinischen Elbseite in unmittelbarer Nähe der beiden kerntechnischen Anlagen bei Geesthacht eine erhöhte **alpha- und betastrahlende** Radioaktivität durch tragbare Kontaminationsmeßgeräte nachgewiesen werden kann und dies exemplarisch an einem Dachabfluß für Regenwasser (Tennisplatz Tespe) im Beisein der NLÖ-Mitarbeiter demonstriert. Vom NLÖ wurden Steine aus dem Abtropfbereich des Regenwasserablaufs zur Untersuchung entnommen: Die Steine wurden zerkleinert, gemahlen und **gammaspectrometrisch** gemessen. Die erhöhte Ortsdosisleistung wird daraufhin vom NLÖ auf die für Gesteine übliche erhöhte Radioaktivität zurückgeführt. Zur Überprüfung der Hypothese einer Kontamination durch belastetes Regenwasser wäre es jedoch erforderlich gewesen, die Steinoberfläche genauer zu untersuchen.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Die Untersuchungen des NLÖ beschränkten sich auf den Bereich der Elbmarsch, zu dem Bereich der Geest in Schleswig-Holstein macht das NLÖ keine Aussagen.

Nach unserer Kenntnis wurden von Herrn Gabriel persönlich am 27.01.01 vor Ort in Tespe mit Kontaminationsmessgeräten keine Messungen durchgeführt. Hingegen wurden diese Messungen von der Mitautorin, Frau Dr. Dieckmann, bzw. deren Ehemann, Herrn Dr. Dieckmann, durchgeführt. Die Funktionsfähigkeit ihres dabei benutzten Messgerätes war uns nicht bekannt. Eigene Kontaminationsmessungen wurden vom NLÖ durchgeführt.

Die „einfachen Kontaminationsmessgeräte“ erfassen die Strahlung der Oberfläche und die der oberen Schicht, bei gammastrahlenempfindlichen Detektoren auch die der tieferen Schichten.

Eine Untersuchung des Regenwassers bzw. des Regenwassereinflusses, also eine Untersuchung der derzeitigen Radioaktivitätsbelastung der Umwelt, war nicht Bestandteil des Untersuchungsauftrages. Ein Zusammenhang mit einer postulierten etwa 15 Jahre zurückliegende Explosion mit/von Kernbrennstoff war nicht einzusehen. Von Herrn Gabriel wurde gerade bei der Untersuchung der Bodenproben die obere Schicht nicht in Erwägung gezogen, das NLÖ hat jedoch auch diese obere Bodenschicht ergänzend gemessen.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Die Autoren bestätigen die Existenz sphärischer Partikel in der von ARGE PhAM angegebenen Größenordnung. Laut ARGE PhAM dominiert bei den Kügelchen an der Oberfläche die Beta-Aktivität durch Plutonium 241 und Tritium. Eine Betastrahlungsuntersuchung der Partikel wird durch NLÖ jedoch nicht durchgeführt, geschweige denn eine betaspektrometrischen Analyse.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

„Eine Betastrahlungsuntersuchung der Partikel wird durch NLÖ jedoch nicht durchgeführt, geschweige denn eine betaspektrometrischen Analyse“. Diese Kritik ist unsachlich, denn, wenn eine weitergehende Analyse erforderlich gewesen wäre, hätte man eine Einzelnuklidbestimmung anschließen müssen. Die Aufnahme eines Betaspektrums kann nur nach radiochemischer Trennung der verschiedenen Betastrahler zu belastbaren Ergebnissen führen.

Die „angegebene Größenordnung“ bezieht sich nur auf den Durchmesser der Kügelchen. Die Anzahl der Kügelchen lag jedoch sehr weit unter der von Herrn Gabriel angegebenen Häufigkeit. Da bei den Untersuchungen des NLÖ die Untersuchung nach Kernbrennstoffpartikeln im Vordergrund stand, wurden auch primär Alphabestimmungen durchgeführt. Eine Beta-Bestimmung von Tritium nach einem Aufschluss und Eindampfen wäre völlig sinnlos gewesen.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Die separierten Kügelchen zeigen laut NLÖ keine vom Nullpegel abweichende Alpha-Aktivität. Im Gegensatz zu dieser Aussage weist jedoch die Tabelle 12 des NLÖ-Berichts für eines von nur fünf separierten Partikeln eine 50%ige Erhöhung auf. Wegen extrem kurzer Meßzeiten (10 Minuten) sind die angegebenen Negativ-Ergebnisse für die anderen vier Partikel ohne jede Aussagekraft.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Kurzzeitmessungen haben nur orientierende Aussagekraft. Nulleffekt-Schwankungen im angegebenen Bereich werden erwartet und sind ohne jede Bedeutung. Da hohe Belastungen mit Kernbrennstoffen erwartet wurden, hätte sich jede Kontamination auch durch hohe Messwerte zu erkennen gegeben. Jeder erwartete Kernbrennstoff - und es wurden Kugeln von einigen Milligramm Kernbrennstoff erwartet - wäre mit kürzesten Messzeiten erkannt worden. Im Übrigen sollte die Grundkenntnis der Messung radioaktiver Substanzen nicht unbeachtet bleiben: Die Höhe der Nachweisgrenze einer Messung ist der Wurzel aus der Messzeit umgekehrt proportional, d.h. dass bei Erhöhung der Messzeit von 1 auf 100 Stunden die Nachweisgrenze nur auf 1/10-tel absinkt.

Hier sei daraufhin gewiesen, dass von Herrn Gabriel nur mündlich allgemein gehaltene Angaben über die Oberflächenaktivität der Kügelchen gemacht wurden. Auch der Endbericht der ARGE PhAM enthält keine belastbaren Aussagen über Einzelnuclidaktivität der Kügelchen oder über angewandte Analysenverfahren.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Insgesamt sind die Messungen vom Ansatz her nicht geeignet, die Kontamination der Elbmarsch durch Transurane zu widerlegen. Kernbrennstoff in Form von angereichertem Uran wird sogar gefunden und dokumentiert, wenn auch nicht als solches identifiziert. Das Hauptproblem der heißen Teilchen wird vom NLÖ nur am Rande und völlig unzureichend behandelt.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Vom Ansatz her folgen die vom NLÖ eingesetzten Untersuchungsverfahren ziemlich genau den von Herrn Gabriel im Gespräch mit NMU/NMFAS erwähnten Verfahren (Bestimmung der Gesamtalpha- und Gesamtbetaaktivität, Gammaskopimetrie, Alphaspektrometrie, Bestimmung der Tritium- und Pu-241-Betaaktivität). Sie sollten, da Herr Gabriel mit dem Einsatz dieser Verfahren zu seinen Schlüssen kommen konnte, auch genau so gut geeignet sein. Wenn diese Methoden in Frage gestellt werden, müsste von den Autorinnen der gesamte Bericht der ARGE PhAM in Frage gestellt werden.

Herr Gabriel und später der Bericht der ARGE PhAM führten zu dem Problem der „heißen Teilchen“ viele Vermutungen, aber keine Analyseverfahren, geschweige denn belastbare Messwerte auf. Alle angeführten Messwerte beruhen auf Verfahren, die von beiden Institutionen angewandt wurden.

Keineswegs lässt sich aus den Messwerten des NLÖ auf das Vorhandensein von angereichertem Uran schließen. Unstrittig ist, dass Uran-235 der eigentliche spaltbare Anteil des angereicherten Urans ist, dass aber bei der Uran-235-Anreicherung immer Uran-234 mit angereichert wird. Uran-234 und Uran-238 sind im Natururan im Aktivitätsverhältnis 1:1 vorhanden, bei Anreicherung steigt dieses Aktivitätsverhältnis stark an. Da Uran-234 und Uran-238 zumindest im Bereich der Umweltradioaktivität deutlich besser messtechnisch zu erfassen sind als Uran-235, sind Berechnungen eines Anreicherungsgrades unter alleiniger Berücksichtigung der Aktivitätsgehalte von Uran-238 und Uran-235 reine Zahlenspielereien und ohne jede Belastbarkeit.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

„Einleitung“

Aufgrund der Befunde über Americium und Plutonium in Dachbodenstaub aus der Nahumgebung der beiden kerntechnischen Anlagen bei Geesthacht (1, 2) hatte der Kerntechnikexperte Dipl. Ing. Gabriel von der ARGE PhAM, Weinheim, auf die Abstandsgradienten in diesen Messungen hingewiesen, und damit auf die Möglichkeit, den Verursacher der Leukämien anhand von Umgebungscontaminationen festzustellen. Diese Stellungnahme wurde auch den zuständigen Ministerien und den Leukämiekommissionen vorgetragen (3).

*Die Bürgerinitiative gegen Leukämie in der Elbmarsch beauftragte Gabriel daraufhin, weitere Messungen im Nahbereich der Anlagen vorzunehmen. Im Januar des Jahres berichtete ARGE PhAM über radioaktive Kontaminationen, die sich in Bodenproben auffinden lassen (4). Die vorherrschenden Strahler seien **Tritium, Americium, Plutonium, Uran und Thorium**. Sie träten im Zusammenhang mit **strahlenden Partikeln** auf, die von ARGE PhAM einer Spezialentwicklung nuklearer Brennstoffe zugeordnet werden: sphärischem „Pac“-Material, das aus einer Uran-Plutonium-Mischung in Mikrokugeln hergestellt wurde.*

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Das NLÖ ging primär bei seinen Untersuchungen von den von Herrn Gabriel als PAC (**P**lutonium, **A**mericium, **C**urium) bezeichneten Kontaminationen aus. Dass mit PAC die in der Literatur beschriebenen „sphere-pacs“ auf der Grundlage von angereicherterem Uran – wie auch oben angeführt - gemeint sein konnten, wurde auch von uns vermutet. Aber selbst der Endbericht der ARGE PhAM nennt nicht die von den Autorinnen angegebene Uran-Plutonium-Basis. Über das Vorherrschen der genannten Radionuklide Tritium, Americium, Plutonium, Uran und Thorium gab es im Vorgespräch zu unseren Untersuchungen nur allgemeine Hinweise.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Das Energieministerium in Kiel und das niedersächsische Sozialministerium kündigten daraufhin eigene Untersuchungen an. Vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie wurden - z. Teil im Beisein von Gabriel - Bodenproben genommen. Die Proben wurden jedoch nicht wie vorgeschlagen in 5-15 cm Tiefe sondern 10-20 cm tief genommen. Als Ergebnis wurde im Februar mitgeteilt, dass der Verdacht einer Kontamination in der Elbmarsch sich nicht bestätigt habe und die aufgefundene Radioaktivität natürlichen Ursprungs sei (5). Das NLÖ legte dazu einen Bericht von 51 Seiten vor (6).

Wie begründet das NLÖ seine Aussagen?

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Alle Stellen der Bodenprobenahme und die jeweiligen Horizonte der Probenahme wurden sehr genau mit Herrn Gabriel abgestimmt. Herr Ministerialdirigent Dr. Sporn legte vor Ort besonderen Wert auf diese Grundbedingung. Die Mitautorin der Entgegnung, Frau Dr. Dieckmann, war selbst während der ganzen Zeit der Probenahme anwesend. Frau Dr. Dieckmann dürfte das Vorgehen bestens bekannt sein. Der Vorwurf, dass nicht die (von wem auch immer) vorgeschlagene Probenahmetiefe genommen wurde, entbehrt jeder Grundlage. Zu der Schwierigkeit der exakten Festlegung der Probenahmetiefe bei der Probenahme im unebenen Gelände, zwischen dem Wurzelwerk von Bäumen, sei erneut auf den Bericht des NLÖ hingewiesen.



„Tritium“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Tritium, radioaktiver Wasserstoff, entsteht in Kernreaktoren als Spaltprodukt und durch die Bestrahlung des Materials Bor, das zur Abbremsung von Neutronen eingesetzt wird. Normalerweise liegt es chemisch als Wasser vor und wird daher im Boden nicht gespeichert, da es durch Regen ausgewaschen wird. Das von ARGE PhAM gefundene Tritium muß daher an den Partikeln haften.

Zur Tritiumbestimmung hat das NLÖ die Erdprobe erhitzt, getrocknet, gesiebt, mit Wasser versetzt und dann die Feuchtigkeit durch Erhitzen von der Probe abdestilliert. In dem Destillat wurde dann kein Tritium gefunden ($\square 3$ Bq/kg Boden). Wenn jedoch das Tritium im Feuchtprobenmaterial und in der keramischen Matrix des Materials haftet, ist dies kein Gegenbeweis. An den isolierten Partikeln wurden vom NLÖ gar keine Tritiummessungen durchgeführt.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Die von den Autorinnen dem NLÖ unterstellte Vorgehensweise bei der Tritiumbestimmung (Erhitzen, Trocknen, dann mit Wasser versetzen) entspricht nicht im geringsten dem vom NLÖ beschriebenen Verfahren und ist auch aus der genauen Verfahrensbeschreibung nicht herauslesbar. Eine solche Vorgehensweise wäre in der Tat nicht nur eine vorgeworfene „messtechnische Verrenkung“, sondern völlig sinnlos.

Herr Gabriel berichtete mündlich - nicht anders als der spätere Bericht der ARGE PhAM - nur über Tritium, das bei Trocknung der Proben frei wurde. Einzig allein diese Flüchtigkeit hatte als Nachweis für Tritium gedient. Grundbedingung dieser, allerdings mehr als fragwürdigen Messtechnik war, dass Tritium eben nicht fest gebunden war. Verneint man dieses, hat die gesamte Aussage der ARGE-PAM über eine Tritiumbelastung nicht die geringste Grundlage mehr. Folgt man jedoch der Vorgehensweise von Herrn Gabriel, hätten auch die NLÖ-Untersuchungen eine messtechnisch nachweisbare Tritiumbelastung ergeben müssen.

Eine Messung des Tritiumgehaltes einzelner Partikel war schon deshalb nicht zielführend, da von Herrn Gabriel eine großflächige Kontamination vorausgesagt wurde, die sogar mit „einfachen Kontaminationsmessgeräten“ erkenntlich wäre.

Tritium, vor allem wenn es in der von Herrn Gabriel angegebenen Form vorliegt, ist sehr einfach nuklidspezifisch mit Hilfe der Flüssigkeitsszintillationsspektrometrie messbar. Viele Institutionen in Deutschland könnten derartige Messungen innerhalb von ein bis zwei Tagen durchführen. Alle anderen einfacheren Verfahren sind Spekulationen und unverantwortlich. Die Vermutung einer Tritiumkontamination ist durch nichts begründet.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

*Außerdem kann die spezifische Aktivität der Mikropartikel, die laut ARGE PhAM eine Größenverteilung von 10 mikro- bis 2 mm Durchmesser aufweisen, hoch sein, ohne dass sich dieses in der mittleren Aktivität der Erdprobe äußert. Bei 50 g Probenmaterial, wie von NLÖ verwendet, bedeutet ihre Aussage, dass die Probe bis zu **150 mBq Tritium** enthalten könnte.*

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Worin liegt allerdings das Problem, wenn die Probe bis zu 150 mBq Tritium enthält? Da jeder Liter Niederschlagswasser und Oberflächenwasser z.Zt. mindestens 1 Bq (1000 mBq) Tritium enthält, ist die Aussage über die möglichen 150 mBq in der Bodenprobe bedeutungslos.

Eine Betrachtung des Tritiumgehaltes einzelner Partikel und daran anschließende Hochrechnungen sind nicht zielführend, da von Herrn Gabriel eine großflächige Kontamination vorausgesagt wurde, die sogar mit „einfachen Kontaminationsmessgeräten“ erkenntlich wäre.

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Das Pac-Endmaterial hat nach Angaben eines Herstellers (EIR, Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung in Würenlingen, Schweiz) eine Dichte von 12 g/cm^3 , so dass ein Kügelchen mit nach EIR maximalem Durchmesser von 0,8 mm ein Gewicht von 3,2 mg hat. Unter der Voraussetzung, dass in der 50 g-Probe ein einziges solches Kügelchen mit ablösbarem Tritium enthalten war, so könnte dieses eine spezifische Aktivität bis zu 47000 Bq/kg aufweisen, ohne vom NLÖ entdeckt zu werden.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Hier gilt wieder die Aussage von Herrn Gabriel, dass eine großflächige Kontamination mit Tritium vorläge. Diese konnte auf jedem Fall vom NLÖ widerlegt werden. Alle Diskussionen über einzelne Kügelchen und Hochrechnungen aus eventuellen Schwankungen des Nulleffektes bei Messung eines Probenmaterials von 1 mg und Multiplikation mit dem Faktor 1.000.000 - um die Belastung pro Kilogramm Boden zu errechnen - lenken von dieser Grundaussage von Herrn Gabriel ab.



„Americium“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Americium 241 (Am 241) ist ein Folgeprodukt des kurzlebigen Plutoniumisotops 241 (Halbwertszeit 14,4 Jahre) und hat sich in den Dachstaubuntersuchungen auffällig erhöht gezeigt (1). Sein Aktivitätsverhältnis im Vergleich zu Plutonium 239/240 zeigt an, dass es in der Elbmarsch nicht durch übliche Hintergrundstrahlung (Atombombenfallout) erklärt werden kann.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Eine Diskussion der Ergebnisse der Dachbodenstaubuntersuchung wird von den Fachleuten der Leukämiekommission unterschiedlich gedeutet. Die hier vom NLÖ diskutierten Untersuchungen des NLÖ können schon vom Untersuchungsmaterial her nicht als Beitrag zu dieser Diskussion gesehen werden.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Das NLÖ findet kein Am 241, mißt es aber auch nicht mit der erreichbaren Genauigkeit und nennt Ergebnisse im Bereich von <0,25 bis <2,0 Bq/kg.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Die vom NLÖ bei der alphaspektrometrischen Bestimmung angegebenen Nachweisgrenzen sind sicherlich nicht das Letzte, was messtechnisch erreichbar wäre. Die zu klärende Frage war jedoch, ob Americium zu einer flächenhaften hohen Kontamination beiträgt. Dazu waren die erreichten Nachweisgrenzen bestens geeignet. Hier sei - wie auch an anderer Stelle - auf die ungenügende Verfahrensbeschreibung und das Fehlen belastbarer Messergebnisse im Bericht der ARGE PhAM hingewiesen.

Die Ergebnisse der Alphaspektrometrie sind im Zusammenhang mit der gammaspektrometrischen Untersuchung der Bodenproben zu sehen. Die gammaspektrometrisch ermittelten Messwerte für Americium-241 der fünf Hauptproben lagen unterhalb der Nachweisgrenzen zwischen 0,25 und 0,46 Bq/kg Trockenmasse des Bodens (vergl. Anlage Tabelle 1 und 2.1 – 2.5).

Nachmessungen mit teils noch verlängerten Messzeiten von etwa 60 Stunden ergaben für Am-241 einen Bereich der Nachweisgrenzen von 0,25 bis 0,46 Bq/kg. Etwas niedrigere Nachweisgrenzen (zwischen 0,15 und 0,21 Bq/kg) können – über den Bericht vom 13.02.01 hinausgehend – für Americium-243 angegeben werden.

Der Alphastrahler Americium-243 ist wie Americium-241 auch ein Gammastrahler mit einer Gammastrahlung im niederenergetischen Bereich (Am-243: 43,5 und 74,7 keV). Die für messtechnische Zwecke geeignete Linie bei 74,7 keV ist allerdings durch mehrere Linien der natürlichen Radionuklide überlagert, die – um Fehlinterpretationen zu vermeiden - bei der Auswertung berücksichtigt werden müssen.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

*Am 241 wird in deutschen Böden nicht routinemäßig bestimmt. Aus Messungen der Gesellschaft für Strahlenforschung, Neuherberg, ist jedoch ableitbar, dass die Konzentration in ungestörten Böden nicht höher als **0,1 Bq/kg** sein kann (7, 8).*

In Meßprogramm des NLÖ konnten daher 2-20 fache Erhöhungen von Am 241 gegenüber normal übersehen werden. Das NLÖ schließt jedoch eine Belastung mit Am 241 aus!

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Es war nicht das Ziel der Untersuchungen des NLÖ, jegliche Belastung des Bodens bzw. eine vor dem Hintergrund leicht erhöhte Belastung auszuschließen. Vielmehr war die Behauptung einer Kontamination großen Ausmaßes und die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Da auch von der ARGE PhAM im Endbericht keine Ergebnisse über eine Americiumbelastung vorgelegt wurden, kann es hier gar keinen Widerspruch bei den vorgelegten Ergebnissen geben. Die Nachweisgrenzen unserer gammaspektrometrischen Untersuchungen liegen übrigens nur geringfügig über den zitierten Erwartungswerten für Böden. Es ist allerdings davon auszugehen, dass diese Erwartungswerte für die einzelnen Probenahmetiefen/Bodenarten deutlich unterschiedlich sind.

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

ARGE PhAM berichtet auch über das Auftreten des Isotops Am 243. Dieses kommt ebenfalls nicht in der Natur vor, wird jedoch auch in normalen Kernreaktoren nicht nennenswert erzeugt und ist daher ein Anzeichen für besonderen Brennstoff (9). Die vom NLÖ für Am 243 angegebenen Nachweisgrenzen von 1,1 bis 9 (!) Bq/kg, die nicht überschritten wurden, lassen daher wegen ihrer Höhe keine Schlußfolgerungen zu.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Die ARGE PhAM legt im Gegensatz zur Vorankündigung keine Messwerte des Americiums-243 oberhalb der Nachweisgrenze vor – weder bei der alpha- noch bei der gammaspektrometrischen Untersuchung. Eine lapidare Bemerkung wie „vorhanden“ ist bei einer so brisanten Problematik völlig ungeeignet und bei einer Berichterstattung sehr ungewöhnlich. Somit berichtet die ARGE PhAM nicht über Americium-243, sondern spekuliert über das Vorhandensein. Die nunmehr beim NLÖ vorliegenden, bereits erwähnten gammaspektrometrischen Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben können, wie die Ergebnisse der ARGE PhAM selbst, die Spekulationen über das Vorhandensein von „Sonder-Kernbrennstoff“ nicht bestätigen.



„Plutonium“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Für die Plutoniumisotope Pu 238 und Pu 239/240 liegen die Konzentrationen im Boden laut NLÖ sämtlich unterhalb von 0,1 Bq/kg. Diesen Befund ordnet es als „unterhalb der zu erwartenden Kontamination der Umwelt“ ein. Die Frage ist allerdings, woher es die Gewißheit über die Erwartungswerte nimmt, da aus den letzten Jahren Bestimmungen aus Norddeutschland nicht vorliegen. Bei Messungen in der Nähe kerntechnischer Anlagen in Deutschland wurden 1995 Konzentrationen bis unter 0,02 Bq/kg festgestellt (10), also deutlich niedrigere Werte, als der NLÖ-Nachweisgrenze entspricht. Genauere Bestimmungen der Gehalte an Pu 238-240 sind in Böden sehr wohl durchführbar. Aussagen über die Herkunft des Materials sind nur durch quantitative Messungen und Erfassung der Isotopenverhältnisse möglich.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Hier war die Ausgangshypothese bei allen vom NLÖ durchgeführten Untersuchungen, dass im Bereich der Probenahmestellen eine flächenhafte starke Kontamination vorliegen sollte. Eine Untersuchung geringer Plutoniumspuren war bei dem angekündigten Verdacht nicht sinnvoll. Die vom NLÖ erreichten Nachweisgrenzen reichen – zumindest zur Überprüfung der von der ARGE PhAM angegebenen Messwerte – völlig aus. Ein Isotopenverhältnis im niedrigen Konzentrationsbereich sicher zu bestimmen, ist offenbar schwierig, denn sonst wären die Messwertangaben der ARGE PhAM sicherlich mit Angabe des Zählfehlers erfolgt. Dass Messwerte ohne Angabe von Methode und Zählfehler wenig belastbar sind, ist allgemeiner Wissensstand.

Das NLÖ ist wie manche andere Messinstitution sehr wohl in der Lage, alphaspektrometrisch gesicherte Isotopenverhältnisse der verschiedenen Plutoniumisotope in Bodenproben zu ermitteln. Die jüngste weltweite Ringanalyse der IAEA in Bezug auf Sedimentproben stellt dieses unter Beweis. Schwierig wird die Ermittlung natürlich dann, wenn man absolut nichts nachweisen kann.

Da nach allen uns bekannten Publikationen mit Fallout-Plutonium am ehesten in der oberen Bodenschichten zu rechnen wäre, hätten wir, wenn wir nicht der Hypothese der ARGE PhAM gefolgt wären, primär die obere, humushaltige Bodenschicht untersucht. Gerade diese kam aber nach Angabe von Herrn Gabriel nicht in Frage. Da sich Literaturwerte für Plutonium üblicherweise auf die obere Bodenschicht beziehen, sind sie für die hier vom NLÖ durchgeführten Untersuchungen tieferer Bodenschichten von geringerer Bedeutung.¹

¹ A. Albrecht EAWAG Überlandstr. 133 CH-8600 Dübendorf *et al.* „Archivierung atmosphärischer Radiocäsium- und Plutonium-Deposition in Bodenprofilen und deren Anwendung für atmosphärische Emissionsüberwachung“ Fachverband für Strahlenschutz e.V., „Radioaktivität in Mensch und Umwelt“, 30. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz gemeinsam mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, Lindau 28. Sep. – 2. Okt. 1998, Bd 2, Seite 581 ff.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Das Isotop Plutonium 241 (Pu 241) war in den Dachbodenstaubmessungen der Bürgerinitiative und der des Kieler Energieministeriums auffällig erhöht (1, 2). In den Messungen des NLÖ wird es ebenfalls nicht gefunden und mit <18 Bq/kg angegeben.

Die erwartete Konzentration aufgrund normalen Backgrounds entspricht dem 2-fachen des Pu 239/240-Werts (2) und dürfte daher nach den Messungen des NLÖ über Pu 239/240 höchstens 0,2 Bq/kg betragen. Die Auskunft des NLÖ über Pu 241 ist daher vollkommen irreführend.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Messwerte für Plutonium-241 werden von der ARGE PhAM ebenfalls ohne Angabe von Messmethode und zählstatistischem Fehler vorgelegt. Dass die Angabe der Ergebnisse bei den Alphastrahlern erfolgt, ist erstaunlich.

Die Plutonium-241-Betaaktivitätsmessungen des NLÖ können nicht losgelöst von den parallel durchgeführten Americium-241-Bestimmungen gesehen werden. Die oben unter „Americium“ erwähnten Messungen mit teils längeren Messzeiten und damit verminderten Nachweisgrenzen verringern die vom NLÖ genannte maximale Belastung mit Plutonium-241 noch weiter auf etwa 5 Bq/kg Boden. Diese Aussage ist vor allem vor dem Hintergrund der von Herrn Gabriel am 26./27.01.01 behaupteten Belastung mit Plutonium-241 als Hauptaktivitätsträger zu sehen. Von dieser Aussage ist jedoch der Endbericht der ARGE PhAM weit entfernt. Deshalb kann hier der Begriff „irreführende Auskunft des NLÖ“ nicht verstanden werden.



„Uran“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Im Gegensatz zur Aussage des NLÖ, nur das natürliche Uranvorkommen nachgewiesen zu haben, finden sie angereichertes Uran. Während im natürlichen Isotopengemisch das U 235: U 238- Aktivitätsverhältnis 4,4 % betragen müßte (Massenverhältnis 0,7 %), erhält das NLÖ an 5 von 12 Elbmarschstandorten Verhältnisse zwischen 5,6 bis 24,6 %, also eine bis zu 5-fache Anreicherung von U 235.

Damit bestätigen sie einen Einfluß der kerntechnischen Aktivitäten auf die Umgebung!

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Alle vom NLÖ nachgewiesenen spezifischen Uranaktivitäten des Bodens liegen im Rahmen der für Boden erwarteten Werte, eher noch im niedrigeren Bereich. Eine Aufstockung durch einen Eintrag von uranhaltigen Kernbrennstoff lässt sich in keinem Fall ableiten.

Es ist allgemein bekannt, dass Kernbrennstoff nicht ohne wägbare Mengen, z.B. an Uran-235, auskommt. Dass dabei, wenn es sich um angereichertes Uran als Brennstoff handelt, nicht nur Uran-235, sondern auch im starken Maße Uran-234 mit angereichert wird, welches sich wiederum durch ein stark anwachsendes Aktivitätsverhältnis von Uran-234 zu Uran-238 zu erkennen geben sollte. Wenn man mit einer Kontamination der Umgebung mit Kernbrennstoff rechnet, muss sich diese einfach messtechnisch durch eine Einzelnuklidbestimmung nachweisen lassen. Zahlenspielerien mit dem Aktivitätsverhältnis des alphaspektrometrisch messtechnisch schwieriger nachzuweisenden Uran-235 zu Uran-238-Verhältnisses ohne Berücksichtigung des in so einem Fall folgenden stark ansteigenden Aktivitätsverhältnisses von Uran-234 zu Uran-238 ist nicht sinnvoll.

Da alle alphaspektrometrisch vom NLÖ nachgewiesenen Verhältnisse Uran-234 zu Uran-238 bei 1 : 1 liegen und die spezifischen Aktivitäten der drei Isotope im unteren Bereich der für Böden typischen Werte liegen, ist die Aussage des NLÖ schlüssig, dass es sich bei dem nachgewiesenen Uran um natürliches Uran handelt. Die Aussagen widersprechen nicht den von der ARGE PhAM vorgelegten Messwerten der Stelle 1.1 (hier ist allerdings erneut der Hinweis auf fehlende Angaben zu Methoden und zu zählstatistischen Fehlern im Bericht der ARGE PhAM notwendig).

Die Ergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchungen der Bodenproben sind nur interpretierbar, wenn man tiefer in die Materie einsteigt. Es muss zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse kommen, wenn die messtechnischen Grundlagen, wie sie z.B. in den in unserem Bericht vom 13.02.01 zitierten „Messanleitungen für die Überwachung der Umwelt“, Herausgeber Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dargelegt werden, nicht berücksichtigt werden.



Zur Erläuterung werden hier die speziellen Angaben dieser Messanleitung für Uran in der Anlage wiedergegeben.

Gleichermaßen ist die Kenntnis der drei natürlichen Zerfallsreihen zur Beurteilung von Messergebnissen unerlässlich. Die wesentlichen Glieder der Zerfallsreihen werden in der Anlage noch einmal aufgeführt (ergänzt durch die Am-241-Zerfallsreihe).

Im Bericht des NLÖ vom 13.02.2001 wurde bei der Darstellung der Messergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchung vorerst auf die Angabe des zählstatistischen Fehlers verzichtet, da bei der Messung der Bodenproben noch nicht von einer Einstellung des radioaktiven Gleichgewichtes der Radionuklide der natürlichen Zerfallsreihen ausgegangen werden konnte.

Mit einer erneuten gammaspektrometrischen Messung der Bodenprobe der Stelle 1.27 (Kate) am 02.03.2001 (Erstmessung am 05.02.01) wurde ermittelt, dass die Ergebnisse der spezifischen Aktivitäten der natürlichen Radionuklide bei beiden Messungen gut übereinstimmen. Nachträglich belegt dieses, dass bei den Untersuchungen, über die in unserem Bericht vom 12.02.01 (Tabelle 6.3) berichtet wurde, radioaktives Gleichgewicht vorlag. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden nunmehr mit der Angabe des statistischen Zählfehlers in der Tabelle 1 bzw. in den Tabellen 2.1 – 2.7 berichtet.

Über unseren Bericht hinausgehend erfolgt die Angabe weiterer Radionuklide der Thorium-232- und Uran-235-Zerfallsreihen (Ra-224 und Ac-227). Auch diese Messergebnisse weisen auf das Vorliegen eines ungestörten Verhältnisses natürlicher Radionuklide hin.

In der Tabelle 3 der Anlage werden die verschiedenen Möglichkeiten der Spektrenauswertung bei der gammaspektrometrischen Ermittlung des Uran-235- und Uran-238-Gehaltes der untersuchten Boden- und Gesteinsproben gegenübergestellt. Nach Kenntnis der Empfehlungen der oben zitierten Messanleitungen ist bei den erwarteten niedrigen Uran-238-Gehalten die Gammalinie bei 63,3 keV der Uran-238-Tochter Thorium-234 am besten zur Auswertung geeignet. Es ist jedoch auch bei langen Messzeiten (hier 300 000 sec oder etwa 84 h) mit einem statistischen Zählfehler (1 Sigma) von etwa 20 % bei Uran-238 und etwa 10 % bei Uran-235 zu rechnen. Kenntnis dieser zählstatistischen Unsicherheiten verbietet es, aus den Verhältnissen der angegebenen Messwerte U-235/U-238 mögliche Anreicherungsgrade des nachgewiesenen U-235 zu errechnen.



„Thorium“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Das NLÖ beschäftigt sich ausschließlich mit dem natürlich vorkommenden Thorium 232 und seinen Folgeprodukten. Interessant wären aber die nach Brutprozessen zu erwartenden Verschiebungen im Verhältnis der Thoriumisotope.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Wiederholt sei daraufhin gewiesen, dass vom NLÖ keine Forschungsarbeit zu leisten war, sondern dem Hinweis auf eine nennenswerte Kontamination nachzugehen war. Im Rahmen dieser Untersuchungen konnte eine Kontamination durch Thoriumisotope ausgeschlossen werden.

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake mit folgender Behauptung:

„Widerlegung von Thesen, die niemand aufgestellt hat“

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Wie mehrfach erwähnt, lautete der Auftrag des NLÖ, die von Herrn Gabriel dargelegten Angaben über eine Belastung der Elbmarsch zu überprüfen. Es sollte wohl allgemeiner Standard sein, dass jede Messung reproduzierbar sein sollte. Also war der Auftrag des NLÖ, die Vorgehensweise von Herrn Gabriel von der Probenahme bis zur Messung möglichst zu reproduzieren. Es wurde in unserem Bericht und im Vorangehenden dargelegt, dass wir das Schritt für Schritt - soweit uns das Vorgehen der ARGE PhAM bekannt war - wiederholt haben. Da wir anerkannte, sehr gute Methoden der Umgebungsüberwachung zur Verfügung haben, setzten wir sie wo immer möglich ein. Wir verzichteten aber auf fragwürdige Methoden wie die von der ARGE PhAM angewandte „Löschblattmethode“ zum „qualitativen“ Tritiumnachweis. Ziel der Untersuchung war also nicht die „Widerlegung“, sondern die Überprüfung der Reproduzierbarkeit der eingesetzten Messverfahren – oder, falls die Verfahren nicht bekannt waren, zu überprüfen, ob sich die Angaben bestätigen ließen.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Einen großen Teil seiner Bemühungen widmet das NLÖ Gammastrahlungsmessungen vor Ort, wobei der Detektor im Freien auf den Boden gerichtet wird. Diese Methode ist für das hier zu behandelnde Problem besonders ungeeignet, weil Tritium und die Plutoniumisotope keine Gammastrahlung aussenden und die sehr schwache Röntgenstrahlung des Am 241 von dem gesamten Untergrund maskiert wird. Demgemäß findet es eine Menge natürlich vorkommender Strahler sowie Cäsium 137, das es Tschernobyl zuordnet.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Da von Herrn Gabriel angeblich Kernbrennstoff nach einer von ihm postulierten heftigen Explosion nachgewiesen wurde, war auf jeden Fall auch nach Spaltprodukten zu suchen, auch wenn diese von Herrn Gabriel nicht im Einzelnen angeführt wurden. Das vermutete Auftreten von Tritium legte seinerseits die Vermutung nah, dass auch eine Kontamination von gammaspektrometrisch nachweisbaren Spaltprodukten nicht auszuschließen war.

Den Untersuchungen mit der in-situ-Gammaspektrometrie wird nur ein relativ geringer – aber deshalb nicht unbedeutender - Teil der Umgebungsüberwachung des NLÖ gewidmet. Sie ist eine der anerkannten Methoden der Umgebungsüberwachung und wird in jedem Fall, so auch hier, durch gammaspektrometrische Untersuchungen im Labor ergänzt.

Für viele in der Umgebungsüberwachung eingesetzten Detektoren ist es schwierig, die niederenergetische Gammastrahlung des Am-241 nachzuweisen. Vom NLÖ bei der Laboruntersuchung eingesetzte sogenannte n-type-Reinstgermaniumhalbleiterdetektoren – sowie die vom NLÖ zusätzlich eingesetzten sogenannten semi-planaren Germaniumdetektoren - sind jedoch zur Registrierung der niederenergetischen Strahlung von Am-241 und Am-243 besonders gut geeignet. Von einer „Maskierung“ kann hier nur bedingt gesprochen werden: die Schwächung der niederenergetischen Strahlung wird schon bei der Kalibrierung der Messeinrichtung berücksichtigt.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

In diesem Zusammenhang fällt allerdings auf, dass für das Energiefenster, in dem das oben behandelte Americium 241 zu messen wäre, gar keine Ergebnisse aufgeführt sind (6; Tab.3).

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Da die in-situ-Gammaspektrometrie im Energiebereich unter etwa 100 keV keine repräsentativen Ergebnisse liefert, wird hier im Allgemeinen auf eine Wiedergabe der Ergebnisse verzichtet. Genauere Ergebnisse in diesem Energiebereich lieferten die vorhergehend geschilderten Laboruntersuchungen mit n-type-Reinstgermanium-Halbleiterdetektoren (vergl. Anhang, Tabelle 1 und Tabelle 2.6 und 2.7).



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

*Besonders unsinnig ist auch das Vorgehen des NLÖ am Meßort 1.27 bei einer Kate mit Reetdach in Tespe (Elbmarsch). Dort war auf Steinen unterhalb des Daches im Abtropfbereich eine besonders hohe Oberflächenaktivität von Alpha- und Betastrahlung durch ARGE PhAM demonstriert worden. Das NLÖ berichtet, dass es solche Steine zerkleinert, gemahlen und gammaspektrometrisch untersucht habe. Dabei habe sich eine typische Erhöhung des Gehaltes an natürlicher Radioaktivität gezeigt und dadurch sei die festgestellte Erhöhung der Ortsdosisleistung erklärt. In gleicher Weise wurde am Meßort 1.22, Tennisplatz Tespe, vorgegangen. **Eine Oberflächenaktivität kann man auf diese Weise aber gerade nicht erfassen.***

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Diese Behauptung wurde bereits oben zurückgewiesen. Die Untersuchung einer eventuell frischen Kontamination durch Regenwasser war nicht Bestandteil des Untersuchungsauftrages des NLÖ. Wie von uns ausgeführt, wäre bei einer solchen Untersuchung einer völlig anders gearteten Probenahmestrategie gefolgt worden. Verwunderlich ist, dass eine etwa 15 Jahre zurückliegende Kontamination durch kugelförmige Kernbrennstoffteilchen oder deren Bruchstücke auf runden Granitsteinen gesucht werden sollte. Der Zusammenhang mit einer Flächenkontamination ist nicht verständlich.

Eine Oberflächenaktivität war auch nicht mit den von Herrn Dr. Dieckmann eingesetzten „einfachen Kontaminationsmessgeräten“ nachzuweisen, sondern nur die Strahlung der Oberfläche und die der nicht genau definierbaren darunter liegenden Schichten. Nur durch eine Bestimmung der Einzelnuclide kann man eine vorliegende Kontamination erklären. Die ARGE PhAM legte aber zu einer ihrer Hauptthesen keine Messergebnisse vor. Es ist unmöglich, dass eine Strahlung einerseits mit einem Kontaminationsmessgerät gut messbar ist, andererseits sich aber einer gezielten Einzelnuclidbestimmung entzieht.

Die vom NLÖ bei der gammaspektrometrischen Untersuchung der zerkleinerten Steine eingesetzten Verfahren sind so empfindlich, dass sie auch eine nur an der Oberfläche haftende Kontamination leicht erkannt hätten. Eine „Maskierung“, oder, eine „Verdünnung“ (wie an anderer Stelle vorgeworfen wurde), wäre nur für eine Kontamination mit natürlichen Radionukliden eingetreten - und die wäre hier ohnehin ohne Bedeutung gewesen (zur Nachweisgrenze von Am-241 und Am-243 siehe Tabellen 1 und 2.6 und 2.7).

Ausserdem wurde bei den beiden Probenahmestellen von der ARGE PhAM versäumt zu überprüfen, seit wann diese Steine an den besagten Stellen lagen. Bei der Probenahmestelle 1.27 wies die Besitzerin zumindest auf die Neuaufschüttung des Geländes um das Reethaus hin.



„Partikelstrahlung“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Laut NLÖ-Bericht wurde zumindest ein Teil der von ARGE PhAM beschriebenen Mikrosphären mit Durchmessern bei 1 mm aufgefunden und separiert. Die Vermessung der Alphaaktivität mit einem Oberflächenzähler soll keine Abweichung vom Nulleffekt ergeben haben.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Es ist sehr fraglich, ob die vom NLÖ in sehr geringer Anzahl aufgefundenen sphärischen Partikel eine Beziehung zu den von Herrn Gabriel zitierten PAC-Kügelchen haben. Schwarz, rund und etwa 1 mm im Durchmesser, dann aber ohne nachweisbare Alpha- und Betaaktivität: das spricht eindeutig dagegen.

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Bei der Behandlung dieser Fragestellung fällt die sehr karge Berichterstattung im NLÖ-Bericht auf, die darin gipfelt, dass keinerlei Empfindlichkeitsangabe für die Meßmethodik gemacht wird. Die Meßzeit betrug nur 10 Minuten! Dabei zeigte eine von 5 Proben eine 50 %-ige Erhöhung der Alphaaktivität an (6; Tab. 12). Die ARGE PhAM gibt Meßzeiten von 10 -100 Stunden an.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Bei der Behandlung dieser Fragestellung geht das NLÖ, sowohl in der Beschreibung der Analysenmethode als auch in der Angabe der Messergebnisse, weit über das hinaus, was im Endbericht der ARGE PhAM veröffentlicht wurde.

Da primär Kernbrennstoff (Partikel und Partikelbruch) nachzuweisen war, reichten auf jeden Fall Kurzzeitmessungen aus. Dafür genügte 2x10 Minuten völlig. Wenn man Messzeiten bis zu 100 Stunden fordert, zweifelt man selbst am Vorliegen einer erhöhten Kontamination.

Im Übrigen führt die ARGE PhAM selbst in ihrem Endbericht in keinem Fall Messzeiten an. Des Weiteren fehlen die „Empfindlichkeitsangaben“, die von den Autorinnen der Entgegnung gefordert werden.

Den Autorinnen der Entgegnung dürfte in Hinblick auf Radioaktivitätsmessungen bekannt sein, dass sich der einfache statistische Zählfehler aus der Wurzel der Gesamtzahl der Impulse ergibt. Messwerte zwischen 0,1 und 0,15 Impulse pro Minute bei Messzeiten von 10 Minuten werden völlig durch die möglichen statistischen Schwankungen der Impulsrate des Nulleffektes abgedeckt, wie sich sehr einfach auch ohne Empfindlichkeitsangaben nachrechnen lässt.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Ferner wird über die Anfertigung eines Kombinationspräparates aus allen gefundenen Kügelchen „in dünner Schicht auf einer 20-cm-Meßschale“ berichtet. Zu diesem Präparat werden keine Meßwerte angegeben und keine Meßdauern genannt.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Im NLÖ-Bericht vom 13.02.01 wird unter der Überschrift „Art und Durchführung der Messungen“ auch das Verfahren zur Messung der Gesamtalphaaktivität auf 20-cm-Messschalen ausführlich beschrieben. Dieses Verfahren wurde auch zur Messung der aufgeschlossenen Kügelchen angewandt. Die Messzeiten betragen, wie bei der Verfahrensbeschreibung angegeben, 2 x 100 Minuten. Die Nullrate betrug 0,6 Impulse pro Minute.

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Zur Mitteilung von ARGE PhAM, dass eine Betastrahlung an der Oberfläche der Kügelchen feststellbar sei, wird überhaupt kein Meßvorgang beschrieben.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Hierzu sei vermerkt, dass von der ARGE PhAM selbst kein Messvorgang beschrieben wurde. Es erfolgte lediglich, wie von den Autorinnen der Entgegnung angegeben, eine „Mitteilung“. In dem Abschlussbericht der ARGE PhAM liegen keine belastbaren Ergebnisse zur Radioaktivitätsbestimmung der Kügelchen vor.

Erneut sei daraufhin gewiesen, dass die von Herrn Gabriel vermutete Radioaktivitätsbelastung der Elbmarsch durch Alphastrahler im Mittelpunkt der Untersuchungen des NLÖ stand. Wie angegeben, konnte unsere Untersuchung der Kügelchen diese Annahme nicht bestätigen. Der Bestimmung der Betaaktivität der Kügelchen wurde von uns geringere Bedeutung zugemessen, da alle von Herrn Gabriel aufgeführten reinen Betastrahler in großer Menge und mit „einfachen Kontaminationsmessgeräten“ nachweisbar vorliegen sollten und also auch von uns, ohne eine spezielle Untersuchung von einzelnen Kügelchen, durch Laboruntersuchung nachweisbar gewesen wären.

Für die aufgeschlossenen Kügelchen wurde vom NLÖ eine in unserem Abschlussbericht nicht ausdrücklich erwähnte Gesamtbetabestimmung mit Messzeiten von 2x10 Minuten durchgeführt. Es wurde keine vom Nulleffekt abweichende Betazählrate festgestellt.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Der Aussage des Berichts, dass keine strahlenden Partikel aufgefunden wurden, fehlt somit jegliche nachvollziehbare Begründung.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Die Begründung unserer Aussage ist unserem gesamten Bericht zu entnehmen.

„FAZIT“

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake :

Die in Rekordgeschwindigkeit gelieferten nuklidspezifischen Angaben des NLÖ über die Bodenradioaktivität in der Elbmarsch messen offensichtlich gezielt am Problem vorbei. Sie enthalten keine quantitativen Ergebnisse über den Gehalt an Transuranen im Boden, obwohl dieses meßtechnisch möglich wäre. Sie ergeben im einzelnen keinen Widerspruch zu den Ergebnissen der ARGE PhAM und der vorangegangenen Dachbodenstaubmessung der Bürgerinitiative.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Die diffamierende Äußerung der Autorinnen, dass das NLÖ gezielt am Problem vorbei gemessen hätte, wird scharf zurückgewiesen. Schon der Vergleich der Messmethoden der ARGE PhAM und des NLÖ hätte diesen Vorwurf vollständig entkräftet.

Zur Feststellung einer von Herrn Gabriel gegenüber dem Niedersächsischem Ministerium für Frauen, Arbeit und Soziales geäußerten Besorgnis einer Belastung mit Kernbrennstoff reichten die vom NLÖ erreichten Nachweisgrenzen bei weitem aus.



Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Die Schlußfolgerung des NLÖ, dass keine weitergehenden Untersuchungen erforderlich seien, lassen sich keinesfalls durch die Messungen begründen. Einen Widerspruch zu Messungen über erhöhte Transurane und heiße Partikel, die nuklearem Sonderbrennstoff entstammen, können sie nicht liefern, schon gar nicht eine Widerlegung.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Das Ziel der Arbeiten des NLÖ war, die Reproduzierbarkeit zu überprüfen oder, so lange die von der ARGE PhAM eingesetzten Messverfahren nicht bekannt waren, die von Herrn Gabriel mündlich angekündigten Ergebnisse des Endberichtes der ARGE PhAM zu bestätigen.

In keinem Fall, es sei denn, es handele sich um den ohnehin bekannten Radioaktivitätsgehalt der Umgebung, konnten die von Herrn Gabriel angekündigten Ergebnisse bestätigt werden.

Kritik von Dr. Helga Dieckmann und Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake:

Je deutlicher sich die außerbehördlichen Anstrengungen durch Kommissionsmitglieder und Bürgerinitiative auf eine Aufklärung der Leukämieursachen hinbewegen, desto beflissener werden die Bemühungen auf Seiten der Behörden, die Diskussionen in den Leukämiekommissionen per Dekret abzuwürgen. An den NLÖ-Untersuchungen ist zu erkennen, welche Verrenkungen im physikalischen Meßvorgang erforderlich sind, um politische Vorgaben zu erfüllen.

Anmerkung dazu vom NLÖ:

Zu dieser Diffamierung unserer Untersuchungen wird von uns jeder Kommentar abgelehnt.



Anlage 1

Literaturangaben zur „gammasspektrometrischen Bestimmungen ausgewählter natürlicher Radionuklide“ aus Messanleitungen für die Überwachung der Umwelt, Herausgeber Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:

Bestimmung von Uran-235

U-235 ist das Mutterradionuklid der Uran/Actinium-Zerfallsreihe und hat eine Halbwertszeit von $7,037 \times 10^8$ Jahren. U-235 kann über die in der nachstehenden Aufstellung dargestellten Linien bei 143,8 keV, 163,3 keV, 185,7 keV und 205,3 keV gemessen werden. Die Linie mit der höchsten Emissionswahrscheinlichkeit bei 185,7 keV ist ohne Kenntnis der Ra-226-Aktivität nicht geeignet. Die Linie mit der nächst höheren Emissionswahrscheinlichkeit bei 143,8 keV wird durch eine Ra-223-Linie bei 144,2 keV gestört. Die beiden anderen Linien besitzen niedrige Emissionswahrscheinlichkeiten, die bei einer Vielzahl der Proben, d. h. solchen mit geringen Gehalten an U-235, nicht zu deren Messung ausreichen.

Gammasspektrometrische Bestimmung von U-235

zu messendes Radionuklid	Energie in keV	P_γ in %	Störnuklid (E_γ , P_γ)
U-235	143,76	10,96	Ra-223 (144,23 keV-, 3,22 %)
	163,33	5,08	
	185,72	57,20	Ra-226 (186,10 keV, 3,51 %)
	205,31	5,01	

Bestimmung von Uran-238

U-238 mit seiner Halbwertszeit von $4,468 \times 10^9$ Jahren ist das Mutterradionuklid in der Uran/Radium-Zerfallsreihe. U-238 kann gammasspektrometrisch nicht direkt gemessen werden, sondern nur über seine Folgeradionuklide Th-234 und Pa-234m. Sehr oft wird die 63,28-keV-Linie des Th-234 benutzt. Bei dieser niedrigen Energie können jedoch Matrixunterschiede zwischen Kalibrier- und Messprobe infolge unterschiedlicher Selbstabsorption einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis haben und müssen berücksichtigt werden (siehe Kapitel 1V 1.1). Die Linie bei 63,28 keV wird zudem durch eine Linie vom Th-232 bei 63,81 keV mit einer Emissionswahrscheinlichkeit von 0,263 % gestört. Nicht zu empfehlen ist die Doppellinie des Th-234 bei den Energien 92,37 keV und 92,79 keV mit einer Emissionswahrscheinlichkeit von 4,81 % (2,42 % + 2,39 %).

Die Linien des Pa-234m bei 1001,03 keV und 766,37 keV sind infolge ihrer höheren Energien zur Auswertung besser geeignet, wenngleich ihre Emissionswahrscheinlichkeiten sehr gering sind. Bei der Auswertung der 1001,03-keV-Linie muss beachtet werden, dass die Emissionswahrscheinlichkeit 0,839 % beträgt. Ältere Angaben sind um 30 % niedriger und ergeben zu hohe Werte für die Aktivität. In der folgenden Aufstellung sind die für die Auswertung geeigneten Linien zusammengefasst.



Gammastrahlenspektrometrische Bestimmung von U-238

zu messendes Radionuklid	Energie in keV	P_{γ} in %	Störnuklid (E_{γ} , P_{γ})
Th-234	63,28	4,1	Th-232 (63,81 keV, 0,263 %)
Th-234	92,37	2,42	Th-K α 1 (93,35 keV;5,6%)
Th-234	92,79	2,39	
Pa-234m	766,37	0,316	
	1001,03	0,839	

Eine hilfreiche Zusatzinformation bei der Bestimmung von U-238 bietet die Kenntnis des nahezu konstanten natürlichen U-238/U235-Aktivitätsverhältnisses von 21,7 bei Proben, die natürlichen Ursprungs sind.



Gammaskpektrometrische Untersuchung mit n-type-Halbleiterdetektor

Tabelle 1

Messprogramm: Sonderprogramm Tespe

Auswertung mit erweiterter Nuklidliste bzw. Nachmessung der Bodenprobe Kate 1.27 mit längerer Messzeit (200 000 sec)

Probenart: Boden (Probenahmetiefe 10 – 20 cm) und Steine aus Abtropfbereichen

Angaben in Bq/kg Trockenmasse

Probenr	Ort	Stelle	Art	Datum(1)	Co-60	Cs-137	Am-241	Am-243	K-40	Tl-208	Pb-210	Pb-212	Pb-214	Bi-212	Bi-214	Ra-224	Ac-227	Ac-228	U-235	U-238
01#0098	Tespe	Faehrhaus 1.1	Boden	27.01.01	<1.5E-01	5.1E+00	<4.3E-01	<2.0E-01	2.9E+02	4.6E+00	2.5E+01	1.4E+01	1.6E+01	1.5E+01	1.4E+01	1.3E+01	1.1E+00	1.4E+01	1.1E+00	1.8E+01
01#0099	Tespe	Tennisplatz 1.22	Boden	27.01.01	<1.9E-01	5.3E+00	<4.6E-01	<2.1E-01	2.7E+02	4.4E+00	2.5E+01	1.4E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.1E+01	1.2E+01	6.3E-01	1.3E+01	<1.0E+00	1.4E+01
01#0100	Tespe	Kriegerdenkmal 1.2	Boden	27.01.01	<1.8E-01	2.0E+01	<4.2E-01	<1.9E-01	2.6E+02	4.1E+00	3.9E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.4E+01	1.0E+01	9.1E+00	<7.5E-01	1.2E+01	7.3E-01	1.3E+01
01#0101	Tespe	Tespe Hafen 1.34	Boden	27.01.01	<1.0E-01	2.1E+01	<2.5E-01	<1.5E-01	2.3E+02	3.0E+00	3.3E+01	9.6E+00	8.7E+00	9.9E+00	7.8E+00	8.2E+00	9.5E-01	8.9E+00	5.6E-01	1.0E+01
01#0102	Tespe	Kate 1.27	Boden	27.01.01	<1.3E-01	5.7E+00	<3.3E-01	<1.6E-01	3.7E+02	6.6E+00	3.3E+01	2.1E+01	2.2E+01	2.2E+01	2.0E+01	6.5E+00	1.6E+00	1.9E+01	1.3E+00	2.7E+01
01#0114	Tespe	Kate 1.27	Steine	27.01.01	<3.9E-01	2.8E-01	<1.0E+00	<4.9E-01	1.1E+03	3.0E+01	5.6E+01	9.5E+01	3.6E+01	1.0E+02	3.2E+01	9.3E+01	3.5E+00	8.9E+01	<2.3E+00	3.5E+01
01#0115	Tespe	Tennisplatz 1.25	Steine	27.01.01	<3.3E-01	3.2E+00	<8.0E-01	<3.8E-01	1.2E+03	1.7E+01	6.4E+01	5.3E+01	5.4E+01	5.4E+01	4.8E+01	4.9E+01	4.1E+00	4.8E+01	2.6E+00	5.1E+01



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie			TESPE				Tabelle 2.1		
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme/ Messort	Probenahme-/Mess- datum oder Sammel- Messintervall	Messergebnis			Erreichte Nachweisgrenze	interne Nr.	
				Maßeinheit		Messfehler (1σ)			
				Bq/kg TM	%		Bq/kg TM		
Boden	spezifische Aktivität	Tespe Faehrhaus 1.1	27.01.01	Co-60	5.1E+00	1.7E+00	<1.5E-01	01#0098	
				Cs-137					
				Am-241					<4.3E-01
				Am-243					
				K-40			2.9E+02		1.6E+00
				Tl-208			4.6E+00		1.9E+00
				Pb-210			2.5E+01		5.0E+00
				Pb-212			1.4E+01		1.9E+00
				Pb-214			1.6E+01		2.5E+00
				Bi-212			1.5E+01		4.5E+00
				Bi-214			1.4E+01		1.7E+00
				Ra-224			1.3E+01		5.2E+00
				Ac-227			1.1E+00		1.2E+01
				Ac-228			1.4E+01		2.0E+00
				Th-228			3.0E+01		1.2E+01
				U-235			1.1E+00		1.9E+01
U-238	1.8E+01	2.1E+01							



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie			TESPE					Tabelle 2.2	
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme/ Messort	Probenahme-/Messdatum oder Sammel-Messintervall	Messergebnis Maßeinheit Messfehler (1σ)			Erreichte Nachweisgrenze	interne Nr.	
				Bq/kg TM	%	Bq/kg TM			
Boden	spezifische Aktivität	Tespe Tennisplatz 1.22	27.01.01	Co-60			<1.9E-01	01#0099	
				Cs-137	5.3E+00	1.8E+00			
				Am-241					<4.6E-01
				Am-243					
				K-40	2.7E+02	1.7E+00			
				Tl-208	4.4E+00	2.0E+00			
				Pb-210	2.5E+01	5.6E+00			
				Pb-212	1.4E+01	2.0E+00			
				Pb-214	1.2E+01	2.6E+00			
				Bi-212	1.3E+01	5.2E+00			
				Bi-214	1.1E+01	2.0E+00			
				Ra-224	1.2E+01	5.8E+00			
				Ac-227	6.3E-01	2.1E+01			
				Ac-228	1.3E+01	2.3E+00			
				Th-228	2.1E+01	2.0E+01			
				U-235					<1.0E+00
U-238	1.4E+01	2.1E+01							



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie		TESPE					Tabelle 2.3		
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme/ Messort	Probenahme-/Mess- datum oder Sammel- Messintervall	Messergebnis Maßeinheit Messfehler (1σ)			Erreichte Nachweisgrenze	interne Nr.	
				Bq/kg TM	%	Bq/kg TM			
Boden	spezifische Aktivität	Tespe Kriegerdenkmal 1.2	27.01.01	Co-60			<1.8E-01	01#0100	
				Cs-137	2.0E+01	1.2E+00			
				Am-241					<4.2E-01
				Am-243					<1.9E-01
				K-40	2.6E+02	1.6E+00			
				Tl-208	4.1E+00	2.0E+00			
				Pb-210	3.9E+01	3.8E+00			
				Pb-212	1.3E+01	2.0E+00			
				Pb-214	1.2E+01	2.6E+00			
				Bi-212	1.4E+01	4.7E+00			
				Bi-214	1.0E+01	1.9E+00			
				Ra-224	9.1E+00	7.0E+00			
				Ac-227					<7.5E-01
				Ac-228	1.2E+01	2.2E+00			
				Th-228	3.4E+01	7.1E+00			
U-235	7.3E-01	2.9E+01							
U-238	1.3E+01	2.1E+01							



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie		TESPE					Tabelle 2.4		
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme/ Messort	Probenahme-/Mess- datum oder Sammel- Messintervall	Messergebnis Maßeinheit Messfehler(1σ)			Erreichte Nachweisgrenze	interne Nr.	
				Bq/kg TM	%	Bq/kg TM			
Boden	spezifische Aktivität	Tespe Tespe Hafen 1.34	27.01.01	Co-60			<1.0E-01	01#0101	
				Cs-137	2.1E+01	1.0E+00			<2.5E-01
				Am-241					
				Am-243					
				K-40	2.3E+02	1.6E+00			
				Tl-208	3.0E+00	1.7E+00			
				Pb-210	3.3E+01	3.1E+00			
				Pb-212	9.6E+00	1.9E+00			
				Pb-214	8.7E+00	2.5E+00			
				Bi-212	9.9E+00	3.9E+00			
				Bi-214	7.8E+00	1.7E+00			
				Ra-224	8.2E+00	4.9E+00			
				Ac-227	9.5E-01	1.3E+01			
				Ac-228	8.9E+00	1.8E+00			
				Th-228	8.7E+00	3.2E+01			
				U-235	5.6E-01	2.2E+01			
				U-238	1.0E+01	2.1E+01			



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie			TESPE				Tabelle 2.5			
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme/ Messort	Probenahme-/Mess- datum oder Sammel- Messintervall	Messergebnis Maßeinheit Messfehler (1σ)			Erreichte Nachweisgrenze	interne Nr		
				Bq/kg TM	%					
Boden	spezifische Aktivität	Tespe Kate 1.27	27.01.01	Co-60	5.7E+00	1.3E+00	<1.3E-01	01#0102		
				Cs-137						
				Am-241						
				Am-243						
				K-40					3.7E+02	1.5E+00
				Tl-208					6.6E+00	1.4E+00
				Pb-210					3.3E+01	3.4E+00
				Pb-212					2.1E+01	1.8E+00
				Pb-214					2.2E+01	2.4E+00
				Bi-212					2.2E+01	2.7E+00
				Bi-214					2.0E+01	1.4E+00
				Ra-224					6.5E+00	1.5E+01
				Ac-227					1.6E+00	8.7E+00
				Ac-228					1.9E+01	1.4E+00
				Th-228					1.4E+01	2.8E+01
U-235	1.3E+00	1.2E+01								
U-238	2.7E+01	2.0E+01								



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie		TESPE					Tabelle 2.6		
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme/ Messort	Probenahme-/Mess- datum oder Sammel- Messintervall	Messergebnis Maßeinheit Messfehler(1σ)			Erreichte Nachweis- grenze	interne Nr	
				Bq/kg TM	%				
Steine im Abtropf- bereich	spezifische Aktivität	Tespe Kate 1.27	27.01.01	Co-60			<3.9E-01	01#0114	
				Cs-137	2.8E-01	2.8E+01			
				Am-241					<1.0E+00 <4.9E-01
				Am-243					
				K-40	1.1E+03	1.5E+00			
				Tl-208	3.0E+01	1.3E+00			
				Pb-210	5.6E+01	4.9E+00			
				Pb-212	9.5E+01	1.8E+00			
				Pb-214	3.6E+01	2.4E+00			
				Bi-212	1.0E+02	2.3E+00			
				Bi-214	3.2E+01	1.6E+00			
				Ra-224	9.3E+01	2.5E+00			
				Ac-227	3.5E+00	1.2E+01			
				Ac-228	8.9E+01	1.2E+00			
				Th-228	2.0E+02	3.5E+00			
				U-235					<2.3E+00
				U-238	3.5E+01	2.1E+01			



Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Dezernat 1.7 Radioökologie		TESPE					Tabelle 2.7		
Überwachtes Medium	Art der Messung, Messgröße	Probenahme / Messort	Probenahme-/Messdatum oder Sammel-Messintervall	Messergebnis Maßeinheit Messfehler(1σ)			Erreichte Nachweisgrenze	interne Nr.	
				Bq/kg TM	%				Bq/kg TM
Steine im Abtropfbereich	spezifische Aktivität	Tespe Tennisplatz 1.25	27.01.01	Co-60			<3.3E-01	01#0115	
				Cs-137	3.2E+00	2.7E+00			
				Am-241					<8.0E-01
				Am-243					<3.8E-01
				K-40	1.2E+03	1.5E+00			
				Tl-208	1.7E+01	1.4E+00			
				Pb-210	6.4E+01	3.9E+00			
				Pb-212	5.3E+01	1.8E+00			
				Pb-214	5.4E+01	2.4E+00			
				Bi-212	5.4E+01	2.7E+00			
				Bi-214	4.8E+01	1.4E+00			
				Ra-224	4.9E+01	3.0E+00			
				Ac-227	4.1E+00	1.0E+01			
				Ac-228	4.8E+01	1.4E+00			
				Th-228	7.7E+01	1.3E+01			
				U-235	2.6E+00	1.4E+01			
U-238	5.1E+01	2.0E+01							



Gammaskpektrometrische Uranbestimmung von Boden und von Steinen

Tabelle 3

Darstellung der Eignung verschiedener Linien des Gammaskpektrums bei Messung mit einem n-type-Detektor

und Ergebnisse der Messung einer Bodenproben (Nr. 01#0102, Probenahmestelle Kate 1.27) zur Überprüfung der Gleichgewichtseinstellung der natürlichen Radionuklide.

Die Gesamtergebnisse dieser Untersuchungen sind der Tabelle 1 bzw. 2.1 – 2.7 zu entnehmen.

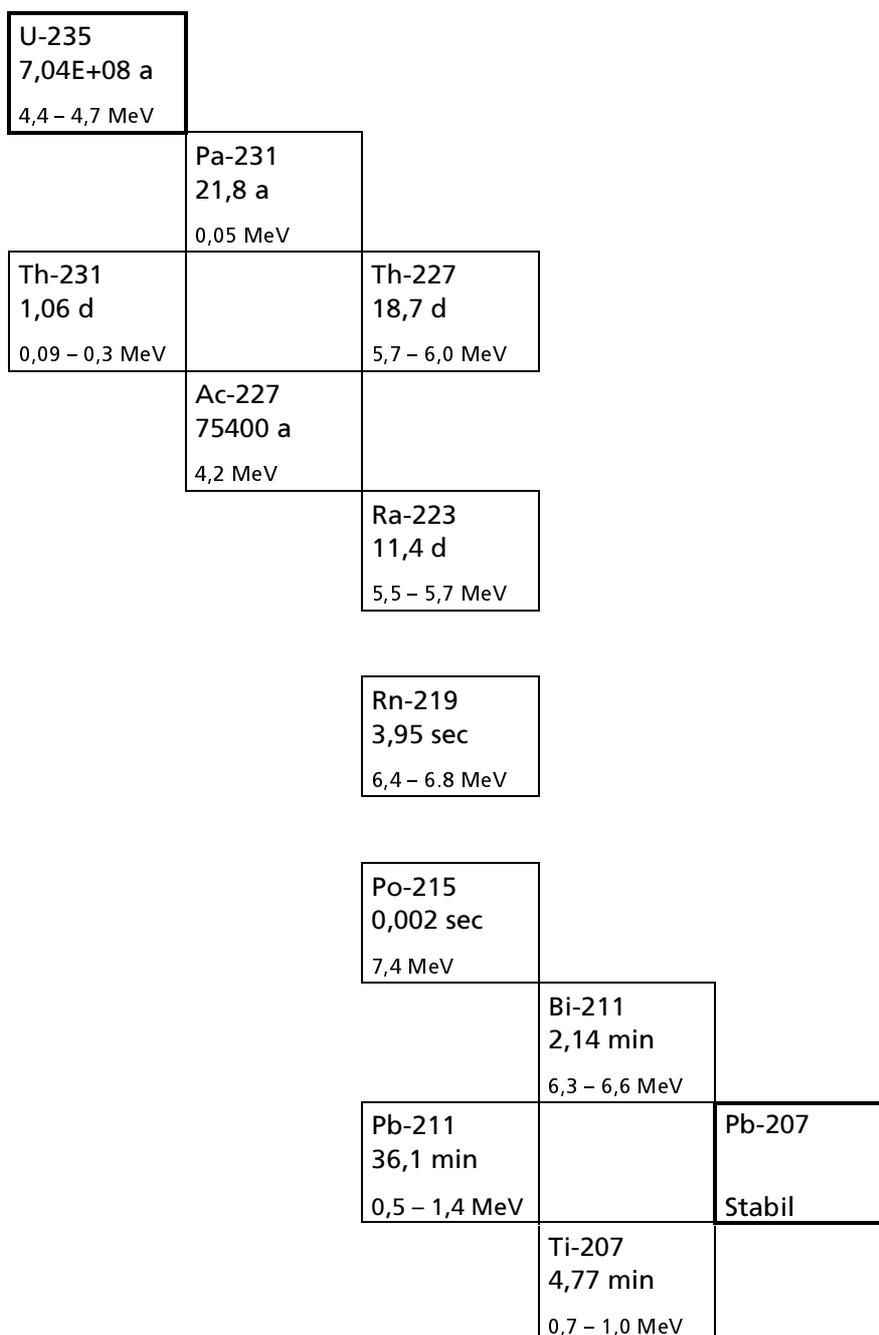
		Uran-235		Uran-235		Uran-238						Uran-238					
		143,8 keV		143,8 keV		1001,0 keV		92,5 keV		63,3keV		1001,0 keV		92,5 keV		63,3keV	
Probe-Nr	Medium	1. Messung Bq/kg	1 σ in %	2. Messung Bq/kg	1 σ in %	1. Messung Bq/kg	1 σ in %	1. Messung Bq/kg	1 σ in %	1. Messung Bq/kg	1 σ in %	2. Messung Bq/kg	1 σ in %	2. Messung Bq/kg	1 σ in %	2. Messung Bq/kg	1 σ in %
01#0098	Boden	1,1	19			13,2	33	9,9	5	18,0	21						
01#0099	Boden	< 1,0				13,5	35	7,4	4	14,0	21						
01#0100	Boden	0,7	29			18,2	27	8,2	4	12,7	21						
01#0101	Boden	0,6	22			< 18,0		12,6	5	10,0	21						
01#0102	Boden	1,6	15	1,3	12	38,5	22	13,5	4	20,0	21	19,0	18	27,5	6	27,1	20
01#0114	Steine	< 2,3				33,0	28	14,8	5	35,0	21						
01#0115	Steine			2,7	14							51,0	17	36,0	3	47,0	20



(Pu-239) – URAN-235-ZERFALLSREIHE

Erläuterung: Senkrecht: Alphazerfall Diagonal: Betazerfall

Nuklid	Pu-239
Halbwertszeit	24131 a
Energie der Strahlung	5,0 – 5,16 MeV





(Pu-240) – THORIUM-232-ZERFALLSREIHE

Erläuterung: Senkrecht: Alphazerfall Diagonal: Betazerfall

Nuklid
Halbwertszeit
Energie der Strahlung

Pu-240
6,537E+03 a
5,01 – 5,16 MeV

U-236
2,342E+07 a
4,3 – 4,5 MeV

Th-232
1,45E+10 a
4,0 MeV

Th-228
1,91 a
5,3 / 5,4 MeV

Ac-228
6,13 h
0,4 – 2,2 MeV

Ra-228
5,75 a
0,01 – 0,04 MeV

Ra-224
55 sec
5,4 – 5,7 MeV

Rn-220
3,96 sec
6,3 MeV

Po-216
0,15 sec
6,8 MeV

Po-212
3E-07 sec
8.8 MeV

Zwei Drittel
Bi-212
60,6 min
6,3 / 6,6 MeV

Pb-212
10,64 h
0,3 / 0,6 MeV

Ein Drittel
Pb-208
Stabil

Tl-208
3,05 min
1,0 – 1,8 MeV



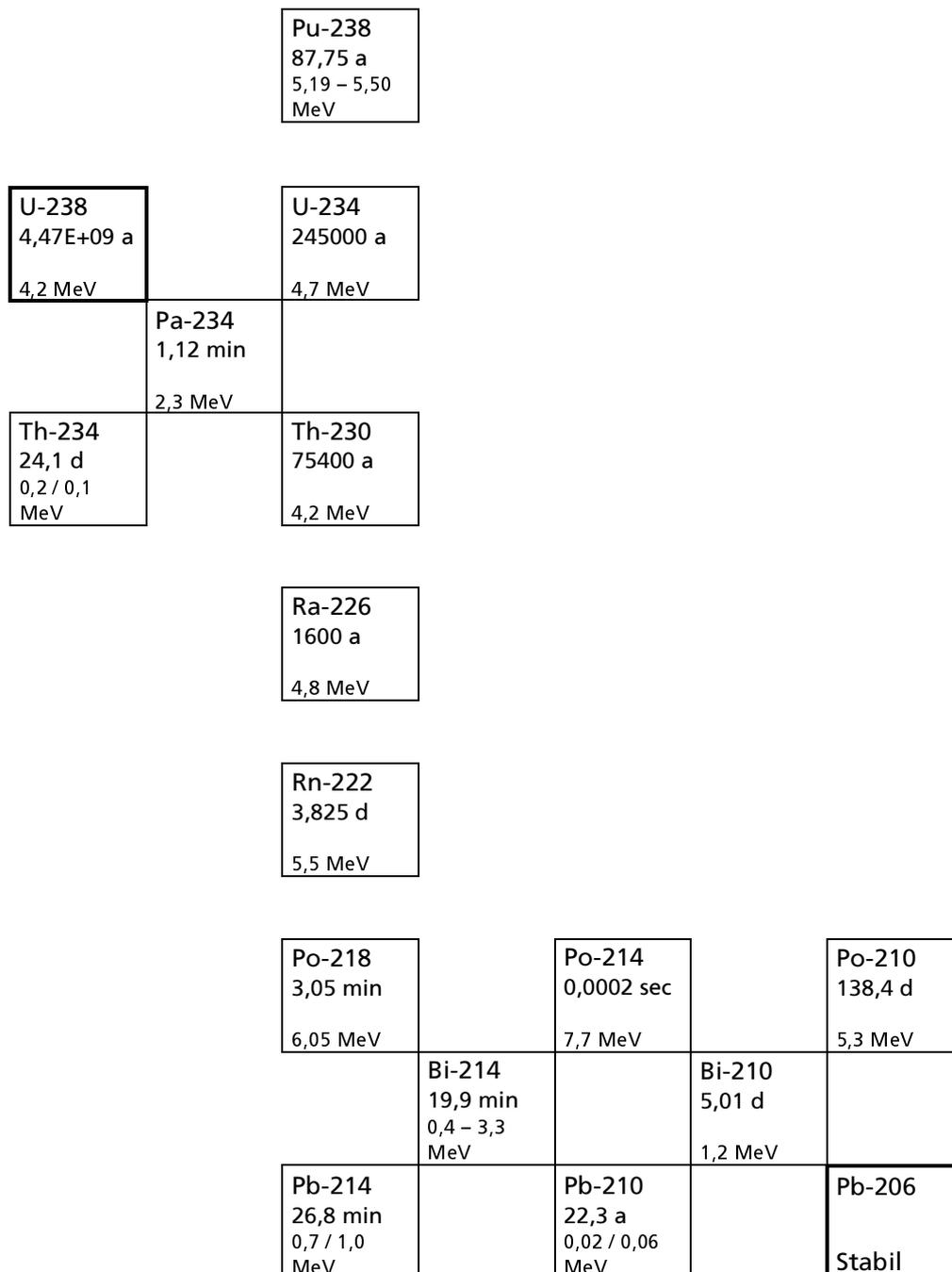
(Pu-238) – URAN-238-ZERFALLSREIHE

Erläuterung:

Senkrecht: Alphazerfall

Diagonal: Betazerfall

Nuklid
 Halbwertszeit
 Energie der Strahlung





AMERICIUM-241-ZERFALLSREIHE

Erläuterung:

Senkrecht: Alphazerfall

Diagonal: Betazerfall

Nuklid
Halbwertszeit
Energie der Strahlung

