

Fachverband für Strahlenschutz E. V.

Mitgliedsgesellschaft der International Radiation Protection Association (IRPA)

Arbeitskreis "Umweltüberwachung" (AKU)



Aufgaben der Radioaktivitätsmessung in der Umwelt
nach weiträumiger Verteilung als Folge einer unfallbedingten
Freisetzung radioaktiver Stoffe

- Forderungen und Vorschläge des AKU zur
Verbesserung der Vorsorge -

Oktober 1987

Zusammengestellt von einer am 02. 04. 87 in Neuherberg eingesetzten Arbeitsgruppe des FS-AK "Umweltüberwachung"; diskutiert, überarbeitet und verabschiedet bei der AKU-Sitzung am 15. und 16. 10. 1987 in Stuttgart.

Redaktion: R. Maushart, Wildbad

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

F. Cartier, Würenlingen; N. Czerwinski, Karlsruhe; P. G. Fischer, Düsseldorf;
R. Kretner, Neuherberg; R. Maushart, Wildbad; A. Neu, Karlsruhe; M. Winter,
Karlsruhe; C.-D. Wüneke, Hannover.

Inhalt:

1. Ausgangslage und Aufgabenstellung
2. Ziele und Konzepte der Messungen
3. Probenarten und Probennahmeverfahren
4. Probenvorbereitung und Probenmanagement
5. Meßverfahren und Meßgeräte
6. Datendarstellung und Datenmanagement
7. Ausbildung, Übung, Qualitätssicherung
8. Zusammenfassung und Empfehlungen
9. Schlußbemerkung
10. Literaturverzeichnis

Vorwort

Das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) vom 19. 12. 1986 weist dem Bund unter anderem die Aufgabe zu, Verfahren zur Bestimmung der Radioaktivität in der Umwelt zu entwickeln und festzulegen. Damit wird zwar generell unterstellt, daß Neuentwicklungen notwendig seien. Jedoch bleibt offen, wo konkret Handlungsbedarf besteht.

Die im Arbeitskreis "Umweltüberwachung" (AKU) des Fachverbands für Strahlenschutz (FS) vereinigten Fachleute aus der Bundesrepublik und der Schweiz verfügen durchweg über eigene, unmittelbare und intensive Erfahrungen auf allen Ebenen der Aktivitätsbestimmungen sowohl in der Vor- wie in der Nach-Tschernobyl-Zeit. Sie sehen es daher als ihre ureigenste Aufgabe und als Verpflichtung an, diese Erfahrungen in die Diskussion mit einzubringen.

Dazu hat der AKU die vorliegende Studie erstellt, in der systematisch Konzepte und Ziele der Messungen in der Umwelt nach "Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen" (StrVG) untersucht werden. Er leitet weiter daraus Vorschläge und Anregungen für Verbesserungen, Weiter- und Neuentwicklungen von Meßverfahren ab. Unter "Meßverfahren" werden dabei nicht nur die eigentlichen Meßabläufe verstanden; auch die Organisation der Messungen von der Probengewinnung bis zur Datenverarbeitung und -verbreitung sowie die Qualitätssicherung der Meßergebnisse sind mit einbezogen. Angestrebt wurde damit eine Art Lastenheft für notwendige Verbesserungen zur Vorsorge im Sinne des StrVG.

Dabei sind bewußt auch diejenigen Teilgebiete oder Problemkreise mit in die Auflistung einbezogen worden, auf denen Bundeseinrichtungen oder andere Institutionen bereits tätig geworden sind. Nur dadurch entsteht ein Gesamtbild der zu lösenden Aufgaben und ihrer jeweiligen Bedeutung im Zusammenhang.

Die Studie enthält zwar auch zahlreiche Anregungen und Beispiele dazu, wie im Einzelfall eine Lösung der offenstehenden Fragen beschaffen sein könnte; sie will und kann aber keineswegs fertige Antworten geben. Sie ist vielmehr ein Appell an alle kompetenten Fachleute oder Gremien, sich mit den dargestellten Problemen zu befassen, damit soviel Sachverstand wie möglich in die Verbesserungen einfließen kann.

Der AKU hat selbst im Rahmen seiner Loseblatt-Sammlung "Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität" Meßanleitungen zur Bestimmung der Aktivität auf der Bodenoberfläche mit Kontaminationsmonitoren (Abschnitt 8.3.2 der Studie) und zur in-situ-Gammaspektrometrie (Abschnitt 5.3 der Studie) in Bearbeitung. Ferner hat er in seiner Sitzung am 15./16. 10. 1987 in Stuttgart Arbeitsgruppen eingesetzt, von denen die Problemkreise "Schnellmethoden zur Radiostrontium- und Alphanuklid-Bestimmung" (Abschnitt 8.2.4 der Studie) und "Datenmanagement" (Abschnitte 6.1 und 6.2 der Studie) bearbeitet werden sollen.

Oktober 1987

M. Winter
Sekretär des AKU

R. Maushart
Redaktion der Studie

1. Ausgangslage und Aufgabenstellung

1.1 Gründe für die Entstehung der Arbeitsgruppe "StrVG".

Das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) vom 19. 12. 1986 schreibt vor, "die Radioaktivität in der Umwelt zu überwachen" und "die Strahlenexposition der Menschen und die radioaktive Kontamination der Umwelt im Falle von Ereignissen mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen ... durch angemessene Maßnahmen so gering wie möglich zu halten".

Zu diesem Zweck weist das StrVG dem Bund und den Ländern unterschiedliche Aufgaben zu. Zu den Aufgaben des Bundes gehören "die Entwicklung und Festlegung von Probenahmen-, Analysen-, Meß- und Berechnungsverfahren, die Durchführung von Vergleichsmessungen und Vergleichsanalysen".

Das Bundesministerium für Umwelt, vertreten durch Herrn Dr. v. Gadow, hat auf der Sitzung des FS-AK "Umweltüberwachung" am 02. 04. 87 in Neuherberg angeregt, der AKU solle zu diesem Punkt Vorschläge machen, die Bedarf und Umfang solcher Entwicklungen erkennen lassen. Der AKU hält dies für eine Aufgabe, die in den Bereich seiner Fachkompetenz fällt. Er hat deshalb eine ad-hoc-Arbeitsgruppe "StrVG" mit der Ausarbeitung beauftragt.

1.2 Gründe für die Entwicklung und Festlegung neuer Konzepte und Verfahren

Die Radioaktivität in der Umwelt wird schon seit Jahrzehnten meßtechnisch überwacht (1, 2). Es bedarf daher einer Begründung, weshalb überhaupt eine Notwendigkeit gesehen wird, bestehende Verfahren zu überprüfen und zu ändern, oder neue Verfahren zu entwickeln oder festzulegen.

Solche Gründe gibt es in der Tat. Sie liegen einerseits in den unmittelbaren Erfahrungen aus dem Tschernobyl-Ereignis, wie sie schon verschiedentlich beschrieben wurden (3, 4, 5, 8). Es hat sich gezeigt, daß in einem derartigen Fall ganz andere Bedingungen maßgebend sind als bei der "routine-mäßigen" Umweltüberwachung:

- die Messungen sind Grundlage unmittelbarer Entscheidungen
- die Probenzahlen sind viel höher
- die Probennahmestellen können nur zum Teil schon vor dem Ereignis festgelegt werden; vielfach sind sie nur aus der unmittelbaren Situation heraus zu bestimmen.

- Probennahme und Messungen werden teilweise von ungeschulten Hilfskräften gemacht
- die Messungen müssen unter Zeitdruck gemacht werden
- die Ergebnisse müssen direkt vergleichbar und leicht interpretierbar sein
- es besteht ein enormes öffentliches Interesse an den Meßergebnissen

Andererseits haben die Abläufe der Messungen nach Tschernobyl dazu geführt, über "Ereignisse mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen" grundsätzlich neu nachzudenken. Man kann bei diesen Überlegungen nicht nur von Freisetzungen aus einer kerntechnischen Anlage mit bekanntem Ursprungsort ausgehen, sondern muß auch unvorhersehbare Entstehungsorte mit einbeziehen, wie Transportzwischenfälle zu Lande, zu Wasser und in der Luft, Satellitenabstürze, Havarien atomantriebener Schiffe und nicht zuletzt kernwaffenbedingte Freisetzungen.

Es scheint daher gerechtfertigt und notwendig, die Meßverfahren für die Radioaktivität in der Umwelt stärker und gezielter und die Organisation dieser Messungen weit mehr als bisher nach den Gegebenheiten der zwar unwahrscheinlichen, aber bei ihrem Eintreten "nicht unerheblichen" Ereignisse auszurichten.

1.3 Zielsetzung der Arbeitsgruppe

Ausgehend von der geschilderten Situation hat sich die Arbeitsgruppe zur Aufgabe gestellt zu untersuchen, inwieweit

- a) bestehende und eingeführte Meßverfahren für die Umweltradioaktivität (6,7) optimiert werden können und müssen, um den besonderen Bedingungen nach einer weiträumigen Freisetzung besser gerecht zu werden, oder
- b) neue Verfahren entwickelt und erprobt werden müssen.

Unter dem Begriff "Meßverfahren" dürfen dabei nicht nur die eigentlichen Meßabläufe verstanden werden; auch die Organisation der Messungen von der Probengewinnung bis zur Datenverarbeitung und -verteilung sowie die Qualitätssicherung der Meßergebnisse ist mit einzubeziehen.

Als Ergebnis der Untersuchungen sollen soweit wie möglich konkrete Empfehlungen gegeben werden, wo und mit welcher Dringlichkeit weitere Arbeiten notwendig sind.

2. Ziele und Konzepte der Messungen

2.1 Die strategischen Ziele der Messungen

Die Messungen sind Hilfsmittel dazu, die Auswirkungen des Schadensereignisses zu erkennen, zu begrenzen und nach Möglichkeit und Notwendigkeit zu minimieren. Überlegungen zur Optimierung von Probenahme- und Meßverfahren müssen von diesen strategischen Meßzielen ausgehen. Konkret sollen die Meßergebnisse dazu dienen,

- Prognosen über die voraussichtliche Strahlenbelastung der Bevölkerung zu erstellen, um Entscheidungen über Sofortmaßnahmen treffen zu können, z. B. Aufenthalt im Haus, Kühe nicht weiden lassen etc.;
- die Grundlagen für Empfehlungen und konkrete längerfristige Maßnahmen zu liefern, - welche Lebensmittel sind vom Markt zu nehmen oder zu lagerfähigen Produkten zu verarbeiten, welche Bevölkerungsgruppen sollen vorübergehend ihre Lebensgewohnheiten ändern;
- die rechtzeitige, kompetente und zutreffende Information der Bevölkerung zu gewährleisten - nach den Erfahrungen von Tschernobyl scheint dies ein sehr wichtiger Punkt zu sein;
- im Verlauf des Ereignisses die tatsächliche Strahlenbelastung zu ermitteln, um gegebenenfalls die ersten Prognosen korrigieren zu können.

2.2 Art und Umfang der Messungen

Um die unter 2.1 genannten Ziele zu erreichen, sind eine Reihe von Messungen notwendig, die nach Art und Umfang im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Diese Auflistung dient zunächst der "Bestandsaufnahme" und erfolgt unabhängig davon, ob im Einzelfall genormte Meßverfahren bereits vorliegen oder ob Entwicklungen notwendig sein könnten.

Dosisleistungsmessungen

Dosisleistungsmessungen haben ihre Berechtigung im wesentlichen in der Frühphase, um erste Anhaltspunkte über Schwere und räumliches Ausmaß des Aktivitätsbefalls zu gewinnen und die zu erwartende externe Dosisleistung abzuschätzen. Die Hauptinformation erfolgt über die festinstallierten Meßnetze. Allerdings hat die Aufstellung der Detektoren - Höhe über Grund - und ihre Energie- und Richtungsabhängigkeit großen Einfluß auf das Meßergebnis. Hier muß auf stärkere Vereinheitlichung als bisher gedrängt werden, um die Meßwerte vergleichbar zu machen. Ebenso müssen dazu Erfahrungen über den jeweiligen Nullpegel am Meßort und seine wetterbedingten und jahreszeitlichen Schwankungen vorliegen.

Die Daten der stationären Meßnetze werden jedoch in der aktuellen Situation durch Einzelmessungen zu ergänzen und zu bestätigen sein. Dies dient einerseits der räumlichen Verdichtung der Meßpunkte, andererseits der Kontrolle von Meßwerten, die bei stationären Detektoren durch Kontamination verfälscht sein könnten. Zur Abschätzung der realistischen Dosisbelastung der Bevölkerung kann es auch notwendig sein, im Inneren von Gebäuden Messungen zu machen.

Die ergänzenden Messungen werden größtenteils mit tragbaren Handgeräten durchgeführt werden. Es sollte aber rechtzeitig geprüft werden, ob Messungen aus Fahrzeugen oder Hubschraubern erforderlich sein könnten. Ebenso ist an den Einsatz von ortsbeweglichen Sonden mit Datenspeicherung oder Datenübertragung durch Funk zu denken.

Dosismessungen mit Festkörper-Detektoren

Festkörperdetektoren sind zur Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen bereits routinemäßig im Einsatz. In bestimmten Situationen könnte es sinnvoll sein, Festkörperdosimeter bei Beginn des Aktivitätsbefalls auszulegen, um die akkumulierte Dosis durch externe Bestrahlung im weiteren Verlauf des Ereignisses mit hoher Empfindlichkeit zu bestimmen.

Aktivitätsmessungen von Luft und Niederschlägen

Diese Messungen sind in der Frühphase von entscheidender Bedeutung. Sie dienen einer genaueren Ermittlung der Auswirkungen des Ereignisses, vor allem indem aus diesen Messungen die Nuklidzusammensetzung des Fallouts und die Anteile der einzelnen Nuklide bestimmt werden. Die Kenntnis der Nuklidzusammensetzung beeinflusst nicht nur die Maßnahmen, sondern ist auch Voraussetzung für die nachfolgenden, dann u. U. stark vereinfachten Aktivitätsmessungen auch in anderen Medien. Luft- und Niederschlagsmessungen werden, wie auch die Dosisleistungsmessungen, primär durch Meßnetze oder durch Fachinstitutionen (Forschungszentren, Umweltschutzämter) an vorgegebenen Orten durchgeführt werden.

Bestimmung der Aktivitätsbelegung der Bodenoberfläche vor Ort

Hier handelt es sich um "bewegliche" Messungen, die an Ort und Stelle gemacht werden müssen, d. h. Transport des Meßgerätes zum Meßort. Es erscheint wichtig, Referenzorte für solche Messungen festzulegen. Genormte Verfahren - wie ermittle ich z. B. den Nulleffekt? - sind erforderlich.

Zur Messung der Aktivitätsbelegung der Bodenoberfläche werden in der Regel tragbare Kontaminationsmonitoren verwendet. Zunehmend kommen aber auch die aus der kerntechnischen Umgebungsüberwachung bekannten tragbaren oder mobilen hochauflösenden Gamma-Spektrometer zum Einsatz, die eine detaillierte nuklid-spezifische Messung erlauben. Vor- und Nachteile sowie typische Einsatzbereiche beider Verfahren sollten vorab geklärt sein, um die zweckmäßige Anwendung im Ernstfall zu gewährleisten.

Messung der Aktivität in Bewuchs- und Bodenproben

Probenahme und Transport der Probe in das Meßlabor erforderlich. Auch hier sollten Referenzorte festgelegt werden.

Messung der Aktivität in Proben der Nahrungskette

Diese Proben machen die große Masse der zu untersuchenden Proben aus. Hier bestehen auch die größten Probleme, da sich einerseits die Proben kaum vorher festlegen lassen und andererseits die Ergebnisse dieser Messungen zu Entscheidungen mit weitreichenden wirtschaftlichen Folgen führen können.

Zu einem Grundprogramm der amtlichen Meßstellen, das zu einer Abschätzung der durchschnittlichen Dosisbelastung größerer Bevölkerungsgruppen ausreichend sein sollte, können zur individuellen Bestimmung spezifischer Proben je nach der Situation noch teils recht umfangreiche Zusatzprogramme hinzukommen.

Außerdem haben die Ereignisse nach Tschernobyl gezeigt, daß das Informationsbedürfnis der Bevölkerung innerhalb und außerhalb der amtlichen Meßstellen eine Vielzahl weiterer Messungen zur Folge haben kann.

Die Planung muß berücksichtigen, daß bei einem stärkeren Aktivitätsbefall, der in den Grundnahrungsmitteln Nuklidkonzentrationen im Bereich der festgelegten Grenzwerte verursacht, auch zusätzlich Messungen direkt beim Erzeuger oder Verarbeiter (Molkereien, Schlachthöfe) notwendig sein können.

Messung der Aktivität im Menschen

Diese Messungen dienen im weiteren Verlauf des Ereignisses dazu, die Dosisbelastung durch Ingestion genauer abzuschätzen, die Realität mit den Prognosen zu vergleichen, Risikogruppen zu ermitteln und gegebenenfalls die Wirksamkeit von Maßnahmen zu verifizieren. Es ist vorteilhaft, wenn man dann auf vorangegangene Messungen von bekannten Referenzgruppen zurückgreifen kann.

Aktivitätsmessungen im Grenzverkehr

Tschernobyl hat gezeigt, daß Messungen im Grenzverkehr notwendig werden können (Personen, Fahrzeuge, Lebensmittel), die hinsichtlich Meßtechnik und Organisation der Messungen rechtzeitig geplant werden müssen.

2.3 Ingangsetzen und Abstoppen der "Meßmaschinerie"

Es muß nicht nur durchgespielt sein, wer im Ernstfall die Messungen durchführt. Auch das Anlaufenlassen der ganzen Meßvorgänge muß geplant - und auch geübt - werden.

Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Jahreszeit bei Eintreten des Ereignisses, die ganz verschiedene Meßprogramme erforderlich machen kann. Diese Unterschiede müssen berücksichtigt werden.

Die geforderte Planung sollte aber auch Überlegungen einschließen, wann und wie in der Auslaufphase die Meßprogramme wieder reduziert werden können und welche Messungen langfristig weitergeführt werden müssen.

2.4 Überprüfung der Meßkonzepte

Es wird angeregt zu überprüfen, ob die im Routinefall überwachten Meßgrößen auch für den Fall erhöhten Aktivitätseintrags sinnvoll sind. Zur Diskussion stehen:

- Aktivitätskonzentrations-Zeitintegral für die Luftüberwachung
- Flächenbezogener Aktivitätseintrag für Niederschlag und Boden
- Dosisleistungs-Integral (akkumulierte Dosis ab Zeitpunkt X) für die Ortsdosis-Überwachung.

3. Probenarten, Probennahmeorte, Probennahmeverfahren

3.1 Probenarten

Man kann unterscheiden zwischen

- Proben, die ständig und ereignisunabhängig genommen werden, z. B. Aerosolproben in Meßnetzen;
- Proben, die erst bei Eintritt eines Ereignisses, dann aber auf jeden Fall zu nehmen sind und die weitgehend vorher festgelegt werden können;
- Proben, die erst durch Art oder Verlauf des Ereignisses bestimmt werden können.

- Proben, die man nicht zu nehmen braucht, (weil sie vorhersehbar keine Aussagekraft haben oder weil bei bereits großem N die (N+1) Probe das Bild nicht mehr ändern, die Erkenntnis nicht verbessern kann.

Es wird als notwendig erachtet, im Hinblick auf diese Gegebenheiten einen Satz von typischerweise relevanten Umweltproben zu erarbeiten.

3.2 Probennahmeorte

Die Probennahmeorte für vorhersehbare Proben sollen im voraus katastermäßig festgelegt werden. Dazu gehört natürlich auch: wer nimmt die Probe? wie wird die Probe transportiert?

3.3 Probennahmeverfahren

Für die "typischen Umweltproben" im Sinne von Abschnitt 3.1 sind Probennahmeverfahren festzulegen. Das Probennahmeverfahren kann vom Meßzweck abhängen, z. B. ob die Probe Teil einer wissenschaftlichen Studie ist oder einer Schnellentscheidung dient, ob sie Beweiskraft haben muß oder nur orientierenden Charakter hat.

Zur Probennahme gehört auch Transport bzw. Aufbewahrung der Probe, ebenso - besonders wichtig! - die Kennzeichnung: Art, Ort, Zeitpunkt etc. In jedem Fall sollte ein Formular verfügbar sein, das soweit irgend möglich nur Ankreuzen erforderlich macht. Ein Codesystem, das für die folgende Rechnerfassung der Kenndaten dient, sollte logisch aufgebaut und leicht durchschaubar sein.

4. Probenvorbereitung und Probenmanagement

4.1 Probenvorbereitung

Die Probenvorbereitung - von der Gewinnung bzw. Anlieferung bis zur Messung - ist Teil des jeweiligen Meßverfahrens. Die Beschreibung der Probenvorbereitung gehört zur Meßanleitung.

Das gilt ganz besonders für Vor-Ort-Messungen, beispielsweise Gemüse auf dem Wochenmarkt oder - auch eine Art Probenvorbereitung! - die Oberfläche einer Wiese oder eines Ackers zur Bestimmung der Oberflächen-Kontamination. Für derartige Methoden existiert zwar einige Literatur; sie ist aber den probenehmenden Stellen entweder nicht bekannt oder die Vorschriften werden aus Bequemlichkeit nicht beachtet.

4.2 Probenmanagement

Bei einem hohen Probenanfall müssen Prioritäten für Messungen gesetzt werden:

- a) Proben von welchem Medium haben hier und jetzt Vorrang?
- b) Welche Proben eines Mediums haben hier und jetzt Vorrang?

Es muß an Lagerkapazitäten gedacht werden. Welche Proben sind auch noch nach der Messung aufzubewahren, welche nicht?

5. Meßverfahren und Meßgeräte

5.1 Optimierung bekannter Verfahren aufgrund der besonderen Meßbedingungen erforderlich

Es ist bereits mehrfach darauf hingewiesen worden, daß die Meßbedingungen bei einem Schadensereignis wie Tschernobyl auf ganz andere Anforderungen ausgerichtet sind als bei der routinemäßigen Umweltüberwachung. Dominierend sind

- schnelle Ergebnisse trotz hoher Probenzahlen
- Einsatz unter Umständen, die vom gewohnten Routineablauf der Messung erheblich abweichen
- Einsatz von ungeübtem Personal und von Hilfskräften
- teilweise bewußter Verzicht auf Genauigkeit, um zu raschen Abschätzungen zu kommen.

Bekannte Meßverfahren müssen unter diesen Gesichtspunkten betrachtet und optimiert werden. Teilweise kann eine Neuentwicklung von Verfahren erforderlich sein. Die Meßgeräte müssen entsprechend ausgelegt sein.

5.2 Verschiedene Meßzwecke: Nuklid-Identifizierung, Aktivitätsbestimmung

Unbedingt erforderlich sind Analysen des Nuklidgemischs. Sie dienen zwei Zielen: einerseits kann die Strahlenbelastung und damit die Gefährdung nur bei Kenntnis der Nuklidzusammensetzung zuverlässig ermittelt werden. Andererseits können Gesamt-Aktivitätsbestimmungen mit umso einfacheren Geräten und Verfahren gemacht werden, je besser die Nuklide bekannt sind. Das schließt auch besonders in der Frühphase eines Ereignisses die zeitliche Änderung der Nuklidgemisch-Zusammensetzung mit ein.

In den meisten Fällen kann man Leitnuklide, also Nuklide mit einem überwiegenden Anteil an der Gesamtaktivität, festlegen, nach denen primär geschaut werden muß. Für die Ermittlung dieser Leitnuklide sind (Schnell-) Verfahren zu standardisieren, - und zu üben! Bei Kenntnis des oder der Leitnuklide können zur Aktivitätsbestimmung in vielen Proben Gesamt-Gamma- bzw. Gesamt-Beta-Messungen herangezogen werden. Das bedeutet

- schnellere Messung
- einfachere und billigere Meßgeräte
- einfachere Bedienung.

Es ist zu untersuchen, wann und unter welchen Bedingungen Gesamt-Aktivitätsmessungen möglich und sinnvoll sind. Ein typisches Beispiel sind Screening-Messungen, um niederaktive Proben auszusondern und so die hochwertigen Meßeinrichtungen zu entlasten.

5.3 Verfahren zur Nuklididentifizierung

Das wichtigste Verfahren zur raschen Nuklididentifizierung ist die hochauflösende Gammaskopie. Ihr Einsatz in großen Meßlabors ist weitgehend bekannt und üblich. Dagegen muß viel mehr Aufmerksamkeit der in-situ-Gammaskopie gewidmet werden, was die Auswahl geeigneter Geräte, die Standardisierung der Meßverfahren und die Ausbildung des Meßpersonals betrifft. Die in-situ-Gammaskopie ist deshalb von Wichtigkeit, weil sie drei Meßaufgaben gleichzeitig erfüllen kann:

- frühzeitige, einfache und schnelle Erkennung von Einzelnucliden
- Bestimmung der Bodenbelegung, bezogen auf Einzelnuclide, als Ausgangsinformation für die zu erwartende Belastung der Nahrungskette
- Bestimmung der externen Dosisbelastung, bezogen auf Einzelnuclide.

Der Industrie - oder gezielter gesagt, den Stellen und Einrichtungen, die Festkörperphysik betreiben - wird nahegelegt, für diese Meßaufgabe Detektoren zu entwickeln, die keine Kühlung benötigen, wobei für die hier in Betracht stehenden Meßaufgaben eine geringere Energieauflösung als mit Germaniumkristallen durchaus ausreichend wäre.

Soweit zur Nuklididentifizierung chemische Verfahren erforderlich sind, sollte zunächst in einer Literaturstudie überprüft werden, ob die derzeit bekannten Verfahren einfach genug, schnell genug und ausreichend dokumentiert sind, um für den hier besprochenen Einsatz geeignet zu sein. Daraus könnten dann Vorschläge für Neuentwicklungen entstehen.

5.4 Schnellverfahren

In vielen Fällen ist es von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Ergebnisse so rasch wie möglich vorliegen, auch unter Verzicht auf hohe Genauigkeit. Für alle Meßmethoden ist daher eine Fehleranalyse notwendig, insbesondere der Zusammenhang zwischen Meßzeit und statistischem Fehler.

Es ist empfehlenswert, solche Meßgeräte bevorzugt einzusetzen - bzw. auf die Entwicklung solcher Meßgeräte hinzuwirken - die nicht mit fester Meßzeitvorwahl arbeiten, sondern die jeweils erreichte Meßgenauigkeit laufend anzeigen und/oder eine Meßgenauigkeits-Vorwahl zulassen.

Darüberhinaus sollte der Verkürzung der Gesamtzeit eines Meßablaufs - also einschließlich der Probenvorbereitung - mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Auch hier ist zunächst eine Literatur-Studie empfehlenswert.

5.5 Nachweisgrenzen

In engem Zusammenhang mit dem Meßfehler steht die Nachweisgrenze. Es sollte festgelegt werden, welche Nachweisgrenzen bei den einzelnen Meßverfahren wirklich erforderlich sind in Abhängigkeit von

- dem Meßzweck, d.h. der Aussage, die aufgrund des Meßergebnisses gemacht werden soll
- Nuklid bzw. Nuklidgemisch
- Probenart bzw. Probenbedeutung
- Verlaufsphase des Ereignisses

Selbstverständlich stehen die Nachweisgrenzen auch in engem Zusammenhang mit den nach § 6 Abs. 1 StrVG festzulegenden Grenzwerten.

5.6 Einsatz beweglicher, zentraler Meßlabors

Es sollte überlegt werden, ob der Einsatz - durch welchen Betreiber? - einer oder mehrerer, eventuell auch schienengebundener Meßlabors vorteilhaft sein kann. Auch ein Einsatz aus der Luft - "Bundes-Strahlenmeß-Hubschrauber" - scheint sehr erwägenswert.

5.7 Regionaler Einsatz von Meßfahrzeugen

Es wird vorgeschlagen, für den Einsatz von Meßfahrzeugen im regionalen Bereich eine geeignete Kombination von Fahrzeug (geländegängig) und Meßausrüstung (robust, für Einsatz im Freien geeignet) exemplarisch auszuarbeiten.

6. Datendarstellung und Datenmanagement

6.1 Einheitlichkeit der Datendarstellung

Unterschiedliche Meßwertangaben waren einer der Gründe für Verwirrung und Unsicherheiten nach Tschernobyl. Die Beschreibung von Meßverfahren muß daher künftig auch Aussagen über die zweckmäßige Art der Datendarstellung enthalten. Es bleibt zu überlegen, wie eine solche Darstellung aussehen muß. In jedem Fall ist eine Gesamt-Fehlerangabe erforderlich. Falls über die Fehlereinflüsse bei der Probennahme keine gesicherten Informationen verfügbar sind, muß die Fehlerbetrachtung mindestens alle Fehlerbereiche ab Einlieferung der Probe in das Labor einschließen.

Natürlich müssen dabei die unterschiedlichen Belange der einzelnen Meßkategorien berücksichtigt werden. Am notwendigsten ist die Vereinheitlichung für die Vor-Ort-Messungen (Oberflächenaktivität, Nahrungsmittel auf Märkten etc.).

6.2 Datenverdichtung und Datenweitergabe

Hier trifft man auf Schwierigkeiten grundsätzlicher Art. Einerseits sind für den Bürger oftmals punktuelle Messungen (Beispiel eigener Garten, Pilzsammler, Milch-Direktverbraucher) besonders wichtig. Andererseits sind endlose Listen ("Datengräber") aller möglichen Meßwerte nahezu wertlos. Es müssen vernünftige Wege gefunden werden, um Meßdaten zu bewerten, zu verdichten und weiterzugeben.

6.3 Veröffentlichung der Meßdaten

Unmittelbar anschließend ergibt sich die Frage nach dem Darstellungsmedium der Meßdaten für die Öffentlichkeit. Um sicherzustellen, daß die Daten unmanipuliert die Öffentlichkeit erreichen, ist der Weg über amtliche Mitteilungen, evtl. über bezahlte Anzeigen in großen Tageszeitungen zu prüfen. Des weiteren ist zu überlegen, ob nicht bürgernahe Institutionen - Verbraucherverbände, Kommunalbehörden - bevorzugt informiert werden sollten.

Außerdem bietet sich in einer modernen Kommunikationsgesellschaft das BTX-Netz oder der Video-Text an.

Es erscheint wichtig, daß der Bürger die Information regelmäßig, d. h. immer zur gleichen Tageszeit im Fernsehen, oder immer an der gleichen Stelle einer Tageszeitung, erhält.

6.4 Datenfernübertragung

Es ist bekannt, daß die Datenfernübertragung über Netze der Deutschen Bundespost sowohl im Routine- wie im Ernstfall Probleme mit sich bringt. Vor allem müssen die Bedingungen über die Einspeisung in das Netz überprüft werden (FTZ-Nr. für Geräte mit V.24-Interface). Es wird angeregt, ein Konzept für einen optimalen Datenübertragungsweg zu erstellen. Dieses Konzept sollte auch den grenzüberschreitenden Datenverkehr mit einbeziehen.

7. Ausbildung, Übung, Qualitätssicherung

7.1 "Schubladen-Verfahren" sind wertlos

Das ist ein ganz wesentlicher Punkt; alle Verfahren müssen ständig geübt werden, wenn sie im Ernstfall erfolgreich angewandt werden sollen. Schubladen-Verfahren, die irgendwann einmal entwickelt und dann der Literatur anvertraut werden, nützen gar nichts. Das bedeutet aber auch, daß die Verfahren entsprechend einfach sein müssen.

7.2 Schulung und Übung

Ausbildung und Übung ist am ehesten bei den Angehörigen von Einsatzorganisationen wie Feuerwehr, Technisches Hilfswerk, Katastrophenschutz, Wirtschaftskontrolldienste etc. gewährleistet. Aber das ist nicht ausreichend. Gerade bei den Meßstellen muß nicht nur die Messung selbst, sondern der gesamte Ablauf des Einsatzfalls geübt werden. Diese Übungen müssen nicht nur Labor- und Hilfspersonal, sondern auch das Führungspersonal mit einbeziehen.

7.3 Vereinfachung der Bedienungsanleitungen

Eine wesentliche Rolle spielen dabei Bedienungsanleitungen von Meßgeräten und Beschreibungen von Meßverfahren. Sie müssen so gestaltet sein, daß a) auch Nicht-Fachleute damit arbeiten können und b) jemand, der längere Zeit nicht mit dem Gerät oder Verfahren gearbeitet hat, sofort wieder die wesentlichen Punkte erkennt.

Es wäre sicher wertvoll, eine "Muster-Bedienungsanleitung" auszuarbeiten.

7.4 Ringversuche zur Qualitätssicherung

Ein unerläßlicher Bestandteil der "Übungen" ist das regelmäßige Ausmessen von Proben bekannter Radioaktivität. Dabei sollten - von wem auch immer, das müßte gesondert geklärt werden - auch Proben mit unterschiedlicher Nuklidzusammensetzung verschickt werden, um den einzelnen Meßstellen Gelegenheit zu geben, selbst Korrekturfaktoren zu ermitteln.

Nochmals ganz deutlich: das ist kein Wettmessen unbekannter Proben nach dem Motto "wer ist der Genaueste", im Gegenteil. Es muß erklärtes Ziel dieser Aktionen sein, das Vertrauen und die Sicherheit der einzelnen Meßstellen in ihre Verfahren zu stärken und ihnen die Möglichkeit zu geben, Fehlerquellen und Störeinflüsse abzugrenzen und einzukreisen.

7.5 Kurse über Meßtechnik und Strahlenschutz

Es wird angeregt, vermehrt Kurse über Grundlagen der Meßtechnik und über Strahlenschutzfragen allgemein anzubieten, die sich vor allem an Multiplikator-Gruppen wie Lehrer oder Journalisten wenden. Dafür kommen natürlich in erster Linie diejenigen Einrichtungen in Frage, die bereits Kurse durchführen.

8. Zusammenfassung und Empfehlungen

8.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Arbeitsgruppe kommt zu folgenden Ergebnissen:

- die rein meßtechnische Abwicklung in den professionellen Labors und Institutionen hat, bei Würdigung aller erschwerenden Umstände, zur Abschätzung der radiologischen Auswirkungen sachgerechte und ausreichende Ergebnisse geliefert;
- Meßtechnische Probleme entstanden dagegen bei den Vor-Ort-Messungen teils aufgrund der Verwendung ungeeigneter Meßgeräte, teils durch den falschen Einsatz an sich geeigneter Meßgeräte durch nicht genügend fachkundiges Personal.
- In allen Fällen traten zum Teil erhebliche Mängel und Schwierigkeiten bei der Auswertung, Bewertung, Übermittlung und Veröffentlichung der Meßwerte auf.

- Insgesamt gesehen, sind die bestehenden Verfahren keineswegs auf die Erfordernisse eines weiträumigen Aktivitätsbefalles abgestellt. Ihre Effektivität, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit kann und sollte verbessert werden. Dazu sind teils Neuüberlegungen grundsätzlicher Natur, teils Weiterentwicklungen im Detail notwendig.
- Dazu enthält das vorliegende Arbeitspapier zahlreiche Anregungen und Vorschläge, die sowohl die Organisation wie die praktische Durchführung von Radioaktivitätsmessungen in Umweltproben betreffen. Diejenigen davon, die der Arbeitsgruppe als vordringlich erscheinen, sind im folgenden nochmals herausgestellt.

8.2 Überlegungen und Studien grundsätzlicher Natur

8.2.1 Entwicklung einer Strategie zur Überwachung der luftgetragenen Aktivität

Zur weiträumigen Überwachung der luftgetragenen Aktivität gibt es bisher weder einheitliche Anforderungen noch einheitliche Meßverfahren. *)

Es wird deshalb empfohlen, eine Studie auszuarbeiten, die unter anderem folgende Fragen beantworten soll:

- ist eine ständige Überwachung erforderlich?
- welche Meßgröße soll angegeben werden?
- wie dicht muß das Meßnetz sein?
- wird die Aerosol-Beta- oder Gamma-Komponente gemessen?
- ist ein Kompensationsverfahren für die natürliche Radioaktivität erforderlich, und wenn ja, welches?
- ist getrennte Jodsammlung und/oder Direktmessung erforderlich, und mit welchem Sammelmedium?

*) Im Rahmen der Erstellung des "Integrierten Meß- und Informationssystems zur Überwachung der Umweltradioaktivität" wird auf Bundesebene an einem Konzept zur Luftüberwachung gearbeitet, ebenso an einem einheitlichen Code für die Übermittlung von Meßergebnissen.

- ist ständige Messung der Jodkomponente erforderlich, oder genügt automatische Zuschaltung erst nach Erkennen einer Aerosol-Aktivität?
- muß das Verhältnis aerosolgebundenes/nichtgebundenes Jod bestimmt werden, und wenn ja, wie?

8.2.2 Entwicklung einer Strategie zur in-situ-Nahrungsmittelmessung

Mit das größte meßtechnische Problem nach Tschernobyl war die schnelle und zuverlässige Bestimmung des Aktivitätsgehalts von Nahrungsmitteln, wie Milch und Blattgemüse auf dem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher.

Es wird deshalb empfohlen, eine Studie auszuarbeiten, in der die Aussagekraft von Feldmessungen mit dem Kontaminationsmonitor untersucht wird. Ziel soll der Aufbau einer Meßhierarchie sein. Sie könnte beispielsweise aus flächendeckenden Kontaminationsmessungen - Ringschalenmessungen mit (tragbaren) Szintillationsdetektoren - gammaspektrometrische Messungen an repräsentativen Einzelproben bestehen.

8.2.3 Überlegungen und Empfehlungen zum Einsatz und zur gerätetechnischen Ausrüstung von ortsbeweglichen Meßlabors

Einige Mitglieder der Arbeitsgruppe halten es für sinnvoll, stärker als bisher ortsbewegliche Meßlabors in die Überlegungen mit einzubeziehen. Das betrifft sowohl zentral betriebene Labors nach Art des ehemaligen kerntechnischen Hilfszugs, als auch kleinere, geländegängige Meßfahrzeuge zum Einsatz beispielsweise direkt beim Erzeuger oder auf Wochenmärkten, und schließlich den Einsatz von Hubschraubern.

Es wird empfohlen, eine Studie auszuarbeiten mit zwei Aufgabenstellungen. Zunächst soll geklärt werden, ob und unter welchen Umständen der Einsatz solcher Meßlabors hilfreich sein kann; des weiteren soll - eventuell in Abhängigkeit vom Einsatzzweck - eine Muster-Meßgeräteausrüstung, bevorzugter Fahrzeugtypen etc. zusammengestellt werden.

- 8.2.4 Vergleichende und wertende Überprüfung der bisherigen Schnellmethoden zur Gesamtaktivitätsmessung einerseits, zur nuklidspezifischen Messung andererseits.

In der Literatur finden sich zahlreiche (mehr oder weniger "Schnell-") Methoden zur Aktivitätsbestimmung im Störfall, also zur Messung unter Zeitdruck und/oder an extrem hohen Probenzahlen. Aus den Erfahrungen nach Tschernobyl zu schließen, sind diese Methoden jedoch nicht immer praxisgerecht. Vor allem waren sie größtenteils vorher nie geübt worden; dadurch sind sie besonders fehleranfällig.

Es wird empfohlen, in einer Studie diese Methoden zu sichten, zu vergleichen und zu werten mit dem Ziel, praktisch brauchbare und einfach zu handhabende Verfahren herauszufinden, Lücken aufzudecken und eventuell Verbesserungs- und Neuentwicklungsvorschläge zu machen.

Ein besonderes Anliegen muß es sein, solche Methoden auszuwählen, die auch im "Normalfall" als Routinemessungen benutzt werden können.

- 8.2.5 Entwicklung einer Strategie zur Veröffentlichung von Meßdaten

Tschernobyl hat das enorme Informationsbedürfnis der Bürger deutlich werden lassen. Es führte zur Veröffentlichung einer Flut von - einander teils widersprechenden - Meßdaten aus allen möglichen Quellen und über alle denkbaren Kanäle. In Zukunft sollten die "amtlichen" Meßwerte rascher verfügbar und deutlicher als solche erkennbar sein.

Es wird daher empfohlen, eine Studie auszuarbeiten zur Beantwortung der Frage, welche Meßwerte wie zu veröffentlichen sind. Dabei ist nicht nur an die bekannten Medien wie Presse, Funk und Fernsehen zu denken, sondern es sind auch andere bürgernahe Institutionen einzuschalten wie etwa Verbraucherzentralen, Naturschutzverbände, Kommunalverwaltungen etc.

8.3 Probennahme- und meßtechnische Einzelfragen

8.3.1 Vereinheitlichung von Probennahme- und Probenvorbereitungsverfahren

Es gibt bisher keine genügend detaillierten und vor allem praktikablen Vorschriften für die Entnahme von Lebensmitteln-, Bewuchs- und Bodenproben im Falle eines weiträumigen, akuten Befalls mit Radioaktivität.

Es wird daher empfohlen, solche Vorschriften auszuarbeiten. Hierzu einige Stichworte:

- Flächengröße?
- Entnahmetiefe (Boden)?
- Trocknen?
- Sieben (Boden)?
- Putzen, Waschen (Lebensmittel)?
- Probenmenge?

8.3.2 Meßanleitung zur direkten Bestimmung der Aktivitätsbelegung der Bodenoberfläche mit Kontaminationsmonitoren

Zwar sind nach Tschernobyl unzählige Messungen der Boden-Aktivitätsbelegung gemacht worden; ihre Ergebnisse waren aber meist Hausnummern, gerade weil diese Messungen auch dem Nichtfachmann besonders einfach erscheinen.

Es wird daher empfohlen, eine Meßanleitung auszuarbeiten. Hierzu einige Stichworte:

- Gras schneiden?
- Ackerboden glätten oder stampfen?
- wie den Nulleffekt bestimmen?

8.3.3 Überarbeitung der Bedienungsanleitungen von Meßgeräten

Zwar gibt es umfangreiche Literatur darüber, wie die Bedienungsanleitung eines technischen Gerätes auszusehen hat. Die Umsetzung dieser Vorgaben in den praktischen Fall der Aktivitätsmessung scheint aber Schwierigkeiten zu machen.

Es wird daher empfohlen, für einige exemplarische Meßgeräte oder -verfahren Muster-Bedienungsanleitungen auszuarbeiten, an denen sich dann auch Gerätehersteller oder Labors für interne Anweisungen orientieren können.

9. Schlußbemerkung

- 9.1 Die Festlegung von Grenz- oder Richtwerten der Aktivitätskonzentrationen nach unfallbedingten Freisetzungen ist notwendig, weil die Werte die Leistungsdaten von Meßsystemen beeinflussen.

Die in diesem Arbeitspapier formulierten Forderungen an Ziele und Konzepte der Messungen lassen sich ebenso wie die Technik der Meßgeräte selbst nur dann in allen Konsequenzen präzisieren, wenn es von vornherein bekannte und verbindliche "Grenzwert"-Vorgaben gibt. Die Höhe der Grenzwerte beeinflußt beispielsweise die erforderliche Nachweisgrenze von Meßverfahren für die in Abschnitt 2.2 für Nahrungsmittelproben erwähnten Zusatzprogramme. Die Arbeitsgruppe würde es deshalb begrüßen, wenn diese Werte im Sinne von StrVG § 6 bald und verbindlich festgelegt würden. Politische Erwägungen sollten dafür kein Hinderungsgrund sein.

Dabei wäre es allerdings sicher hilfreich, sprachlich mehr zu differenzieren. Das Wort Grenzwert wird allzuschnell gleichgesetzt mit Grenze der gesundheitlichen Unbedenklichkeit. Daneben werden andere Begriffe gebraucht wie z.B. Schwellwert, Richtwert, Eingreifrichtwert usw. Mit anderen Worten, es muß ganz offensichtlich auch so etwas wie eine "Grenzwert"-Hierarchie entwickelt werden. Hier ist zumindest eine Vereinheitlichung des Sprachgebrauchs und der Bedeutungsinhalte erforderlich. Ferner bedarf es einer verstärkten Öffentlichkeitsarbeit, um diese Begriffe zu erläutern.

9.2 Die Festlegung von Probenahme- und Meßverfahren darf keinen staatlichen Monopolcharakter annehmen.

Aus der StrVG könnte man für staatliche Einrichtungen (im wesentlichen den sogenannten Leitstellen) das Privileg herauslesen, Probenahme- und Meßverfahren festzulegen. Eine solche Auslegung des Textes würde in der Praxis einen gesetzlich festgeschriebenen Verzicht auf die Einbeziehung des Know-hows und der Mitwirkung von anderen Gremien, Institutionen und Fachleuten bedeuten, wie z.B. Großforschungseinrichtungen wie KfK und KFA, Universitäten, DIN und last but not least des Fachverbandes. Dies erscheint bedauerlich, ja bedenklich oder gar schädlich im Hinblick auf die künftige Entwicklung des Strahlenschutzes auf dem Gebiet, das durch das StrVG umrissen wird. Natürlich kann den genannten Stellen eine eigene Initiative nicht direkt untersagt werden. Der genannte Sachverhalt könnte aber Auswirkungen auf die Finanzierung der Forschung auf den von der StrVG abgedeckten Gebieten haben und ganz allgemein zu einer Demotivierung führen, mitzudenken und mitzuwirken. Die Kreativität, die aus wissenschaftlicher Konkurrenz erwächst, geht verloren, die Vielfalt unterschiedlicher Konzepte und Ansätze bis hin zu konkreten Geräteentwicklungen droht langfristig ebenfalls verloren zu gehen. Nicht die Meßverfahren in allen Details gilt es per Gesetz von privilegierten Stellen einheitlich festlegen zu lassen, sondern "nur" die Rahmenbedingungen, Prinzipien und Qualitätsanforderungen an die Meßverfahren. Nicht zuletzt sollte auch die Abstimmung auf internationaler Ebene nicht außer acht gelassen werden.

10. Literaturverzeichnis

1. 30 Jahre Überwachung der Umweltradioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland. Erarbeitet von den Leitstellen für die Überwachung der Umweltradioaktivität, herausgegeben vom Bundesminister des Inneren. Ohne Datum, vermutlich 1986.
2. Berichtsbände der Fachgespräche "Radioaktivität und Umwelt", insbesondere 6. Fachgespräch vom März 1986 in Karlsruhe; Berichtsband herausgegeben von der Bundesanstalt für Ernährung, Karlsruhe.
3. Radioaktivitätsmessungen in der Schweiz nach Tschernobyl und ihre wissenschaftliche Interpretation. Tagungsbericht Bern, 20. - 22. 10. 1986, herausgegeben vom Schweizerischen Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern (2 Bände).
4. R. Maushart, Radioaktivitätsmessungen nach Tschernobyl, - Fehler, Lehren, Folgerungen.
Lab. med. 11, Januar 1987, S. 40 - 43
5. J. Narrog, Ein GAU für den Strahlenschutz?
- Bemerkungen zum Kommentar von R. Maushart; Mitteilungsblatt Nr. 3/86 des Fachverbands für Strahlenschutz.
6. Meßanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (Hrsg.): Leitstellen für die Überwachung der Umweltradioaktivität im Auftrag des Bundesministers des Inneren, (Red.) G. Kanisch, H. Rühle, R. Schelenz, Teil 1 und Teil 2, 1984
7. Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität. Hrsg.: Fachverband für Strahlenschutz e.V., CH-5303 Würenlingen (Red.) M. Winter, J. Narrog, M. Friedrich, FS-78-15-AKU, Beginn Dez. 1979
8. M. Winter u.a., Die Radioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland und in der Schweiz nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl; Ergebnisse einer Meßwerterhebung des Arbeitskreises Umweltüberwachung.
FS-86-39-AKU, Oktober 1986