

DIE RADIOAKTIVITÄT IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IN DER SCHWEIZ
NACH DEM REAKTORUNFALL IN TSCHERNOBYL

ERGEBNISSE EINER MESSWERTERHEBUNG DES ARBEITSKREISES UMWELTÜBERWACHUNG

M. Winter¹⁾, H. Völkle²⁾, J. Narrog³⁾, P. Meyer¹⁾, K. Kirchhoff⁴⁾

- 1) Hauptabteilung Sicherheit, Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe
- 2) Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität, Fribourg
- 3) Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten, Stuttgart
- 4) Niedersächsisches Landesamt für Immissionsschutz, Hannover

1. EINLEITUNG

Am 19. und 20. Juni 1986 trat der Arbeitskreis Umweltüberwachung (AKU) des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V. aus Anlaß des Reaktorunfalles in Tschernobyl zu einer Sondersitzung in Karlsruhe zusammen. Diese Sondersitzung sollte dem Austausch von Erfahrungen und Meßergebnissen unter den Mitgliedern des AKU dienen. Eine Woche vorher hatte das Direktorium des Fachverbandes beschlossen, den AKU mit der Erarbeitung einer Übersichtsdarstellung der Auswirkungen von Tschernobyl auf die Gebiete der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz für den Kongreß in Salzburg zu beauftragen.

Die Mitglieder des AKU erfuhren auf der eingangs erwähnten Sondersitzung von diesen Beschlüssen des Direktoriums. Angesichts der damals bevorstehenden Sommerurlaubszeit und der ohnehin schon bestehenden Arbeitsüberlastung aller Kolleginnen und Kollegen im Arbeitskreis wurde die fristgerechte Durchführbarkeit des Auftrages bezweifelt. Wie berechtigt diese Skepsis war, sollte das aus den Reihen des AKU berufene Autorenteam noch zu spüren bekommen. Darüberhinaus war von vornherein klar, daß vom AKU eine wirklich flächendeckende und für alle Regionen gleichermaßen gut statistisch abgesicherte Gesamtdarstellung der Auswirkungen von Tschernobyl nicht erwartet werden konnte. Wenn sich der AKU trotz dieser Bedenken entschloß, sich dieser Aufgabe zu stellen, so deshalb, weil auch bei den Mitgliedern des AKU angesichts der verwirrenden Fülle von Einzelmeßergebnissen das Bedürfnis nach einer Übersicht in Form einer radikal zusammenfassenden Darstellung bestand.

Der AKU beschloß deshalb auf seiner Sondersitzung Ende Juni, in seinen eigenen Reihen eine Meßwerterhebung durchzuführen, über deren Struktur und Ergebnisse hier berichtet werden soll.

2. ZEITLICHER VERLAUF DES EINTREFFENS UND DER ABLAGERUNG DER RADIOAKTIVITÄT UND DIE NUKLIDZUSAMMENSETZUNG

Die Radioaktivität der ersten starken Freisetzung in Tschernobyl gelangte nach Skandinavien und die der letzten nach Südosteuropa sowie in die Türkei, während Mitteleuropa durch die zeitlich in der Mitte liegenden Emissionen beaufschlagt wurde. Bereits am 29.04. gelangte Radioaktivität nach Berlin und ins östliche Bayern. In der Nacht und in den Morgenstunden des 30. April wurden Südbayern, das südöstliche Baden-Württemberg, die Bodenseeregion, die Ost- und die Nordschweiz relativ massiv beaufschlagt, vor allem dort, wo Niederschläge die Radioaktivität auswaschen und dem Boden zuführten. Die Niederschläge bewirkten andererseits, daß am 30. April nur relativ geringe Radioaktivitätskonzentrationen weiter westwärts vordrangen und erst am 1. Mai mit einem neuen Schwall radioaktiv kontaminierter Luft die Westschweiz, das übrige Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz höhere Aktivitätskonzentrationen erhielten. Diese Wolke driftete dann nach Norden und Westen ab und überstrich dabei u. a. noch Nordrhein-Westfalen, das westliche Niedersachsen und Frankreich.

Generell ist ein ausgeprägtes Süd-Nord-Gefälle der radioaktiven Kontamination festzustellen, was einerseits darauf zurückzuführen ist, daß die am 30.04. und 01.05. in Süddeutschland und der Schweiz eingetroffene radioaktive Wolke unter günstigen Transportbedingungen (gleichmäßige Luftströmung mit 30 - 50 km/h) dorthin gelangte und andererseits die Niederschläge dort in der Nacht zum 30.04. viel Radioaktivität auswaschen. Da die Niederschläge dem Boden und Bewuchs wesentlich mehr Radioaktivität zugeführt haben als die trockene Ablagerung aus der radioaktiven Wolke, sind entsprechend der Niederschlagsintensität erhebliche regionale Unterschiede zu beobachten. Obwohl die Radioaktivität der Luft in der gesamten Schweiz etwa gleich war, führten die Niederschläge vom 1. Mai vor allem im Tessin und in den Bündner Südtälern zu einer deutlich stärkeren Ablagerung von Radioaktivität.

In der Nacht zum 7. Mai erreichten eine kräftige Westströmung und ein ausgedehntes Niederschlagsgebiet Mitteleuropa, wodurch die Atmosphäre von künstlicher Radioaktivität weitgehend gereinigt wurde. Danach gab es keinen weiteren Zustrom radioaktiv kontaminierter Luft aus Tschernobyl.

Die in der bodennahen Luft und im Niederschlag nachgewiesenen Radionuklide und ihre Anteile an der Gesamtaktivität können der Abb. 1 entnommen werden. Strontium-90 wurde in der Luft Süddeutschlands und der Schweiz zu weniger als 1 % der Aktivität des Cäsium-137 gefunden. Im Bewuchs wurden um 1 %, in Milch und verschiedenen Milchprodukten bei höherer Kontamination zwischen 0,3 und 2 % Strontium-90 in Bezug auf Cäsium-137 gemessen.

3. VORGABEN UND ZIELE DER MESSWERTERHEBUNG

Der AKU beschloß auf seiner Sondersitzung, unter seinen Mitgliedern eine Meßwerterhebung mittels geeigneter Tabellen durchzuführen, um sicherzustellen, daß alle angeforderten Daten in einheitlicher Form geliefert werden.

Mit der Bezeichnung Meßwerterhebung wurde eine erste wichtige Abgrenzung vorgenommen. Obwohl von zahlreichen AKU-Mitgliedern bereits erste Dosisabschätzungen vorgenommen worden waren, sollte sich die Erhebung auf solche Größen beschränken, die einer Messung unmittelbar zugänglich waren. Das Abfragen und Zusammenfassen der von vielen messenden Institutionen gewonnenen Aktivitätsmeßergebnisse erschien bereits schwierig genug. Eine Erhebung von rechnerisch ermittelten Dosiswerten zur Abschätzung der Strahlenexposition der Bevölkerung in verschiedenen Orten oder Landesteilen hätte hingegen mit Sicherheit dazu geführt, daß miteinander völlig unvergleichbare Dosiswerte geliefert worden wären.

Man war sich einig, daß es darum geht, die riesige Anzahl von Einzelmeßwerten zu

möglichst repräsentativen Mittelwerten für größere Regionen oder Landesteile oder gar Länder zu verdichten. Nach kontroverser Diskussion entschloß sich die Mehrheit des AKU für die Bildung arithmetischer Mittelwerte unter Angabe der einfachen Standardabweichung in %. Unter der Nachweisgrenze liegende Werte sollten bei der Mittelbildung mit Null bewertet werden. Die Mittelbildungen sollten sowohl räumlich als auch zeitlich für vorgegebene Zeitintervalle vorgenommen werden. Die Details der räumlichen Mittelung blieben den Datenlieferanten überlassen. Klare Angaben des Ortes bei nur punktuell gültigen Meßergebnissen sowie Angaben der ungefähren räumlichen Ausdehnung des Gebietes, für das der Mittelwert gelten soll, wurden ausdrücklich gefordert.

Als Gesamt-Berichtszeitraum für die Meßwerterhebung wurde festgelegt: ca. 28. April bis einschließlich 20. Juni 1986.

Die Diskussion über die Frage, welche Meßgrößen für welche der überwachten Medien erhoben werden sollen, erbrachte folgende Ergebnisse: Neben Meßwerten zur Bestimmung der externen Strahlenexposition (Ortsdosisleistung, Ortsdosis und Untergrunddosis) sollten nuklidspezifische Aktivitätsmeßergebnisse für die Medien Luft, Niederschlag, Gras, Boden, Kuhmilch, Blattgemüse und sonstige Nahrungsmittel (z. B. Fleisch und andere Nahrungsmittel von besonderer regionaler Bedeutung) erhoben werden.

Die Erhebung sollte sich auf die sog. Leitnuklide I-131 und Cs-137 beschränken. Ergänzend sollten für verschiedene Medien typische γ -Spektren und womöglich zeitintegrierte Nuklidspektren für Luft und Niederschläge geliefert werden.

Auf eine Erhebung der mit Kontaminationsmonitoren gemessenen Gesamt- β -Aktivitätsflächenbelegung der Bodenoberfläche sollte trotz der sehr großen Zahl vorhandener Meßergebnisse verzichtet werden. Verzichtet wurde auch auf die Erhebung von Meßergebnissen für Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser, da in diesen Medien nirgendwo nennenswerte Konzentrationen künstlicher Radionuklide festgestellt wurden.

4. ERGEBNISSE DER MESSWERTERHEBUNG

Das Ziel einer flächendeckenden Darstellung der radioaktiven Kontaminationen in den Ländern und Regionen der Bundesrepublik und der Schweiz konnte nur teilweise erreicht werden. Da die Meßwerterhebung bis auf wenige Ausnahmen nur unter den Mitgliedern des Arbeitskreises Umweltüberwachung durchgeführt werden konnte und sollte, standen für verschiedene Länder, Regionen und Zeitintervalle keine oder nur wenige Meßergebnisse zur Verfügung. Diesem Mangel konnte z. T. durch mühsame Auswertungen bereits veröffentlichter Berichte einzelner Institutionen abgeholfen werden.

Als gravierender erwies sich die Tatsache, daß viele der gelieferten Daten miteinander nicht vergleichbar waren oder nicht glaubwürdig erschienen. Gründe für die Unvergleichbarkeit von Meßdaten, die deshalb zur Bildung von Mittelwerten nicht benutzt werden konnten, waren vor allem die Uneinheitlichkeit der angewandten Meß- und Probenahmeverfahren und fehlende Angaben über die genaue Herkunft der Proben, der Art der Probenahme und Probenahme- und Meßdatum. So erwiesen sich z. B. zahlreiche Jodmeßergebnisse als unbrauchbar, weil die zwischen Probenahme und Messung vergangene Zeit entweder unbekannt oder, bei nicht erfolgter rechnerischer Zerfallskorrektur, zu ausgedehnt war. Meßergebnisse der spezifischen Cs-137-Aktivität von Bodenproben waren in besonders vielen Fällen miteinander nicht vergleichbar, weil die Probenahmetiefe zwischen 2 cm und 40 cm variierte oder nicht bekannt war. Aus diesen hier beispielhaft erwähnten und aus vielen anderen Gründen konnten sehr viele der gelieferten Daten für die Bildung repräsentativer Mittelwerte nicht verwendet werden.

Angesichts der z. T. erheblichen Streubreiten der zu Mittelwerten zusammenzufassenden Daten wurden für die synoptische Darstellung in Länderumrißkarten die gebildeten

Mittelwerte verschiedenen Größenklassen der spezifischen Aktivität zugeordnet. Für die Einteilung der Größenklassen wurde folgende Stufung gewählt: 0-5, >5-10, >10-20, >20-50, >50-100 usw. Eine Auswahl der auf dem Kongreß in Salzburg in graphischer Form präsentierten Ergebnisse wurde in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Das Gebiet der Schweiz wurde in 4 Regionen aufgeteilt, entsprechend der Strahlenexposition in den einzelnen Landesgegenden. Zur Darstellung der Ergebnisse für das Gebiet der Bundesrepublik wurde von den Bundesländern ausgegangen. Allerdings wurden die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Niedersachsen in je 2 Regionen unterteilt. Die "Grenze" zwischen Bayern-Süd und Bayern-Nord entspricht etwa der Verbindungslinie zwischen Ulm und Passau. Der durch Tschernobyl deutlich höher belastete Südosten von Baden-Württemberg wurde als Region I bezeichnet, der übrige, bei weitem größere Landesteil als Region II. Die "Grenze" zwischen Niedersachsen-Ost und -West entspricht etwa dem Lauf der Weser.

Auf eine Erläuterung der in den beiden Tabellen dargestellten Ergebnisse und auf eine Darstellung der umfangreichen Daten der spezifischen Cs-137-Aktivität in verschiedenen Nahrungsmitteln muß hier aus Platzgründen verzichtet werden. Eine vollständige Darstellung der Ergebnisse der Meßwerterhebung durch den Arbeitskreis Umweltüberwachung wird vom Fachverband für Strahlenschutz e. V. veröffentlicht (Zitier-Sigel: FS-86-39-AKU, Oktober 1986).

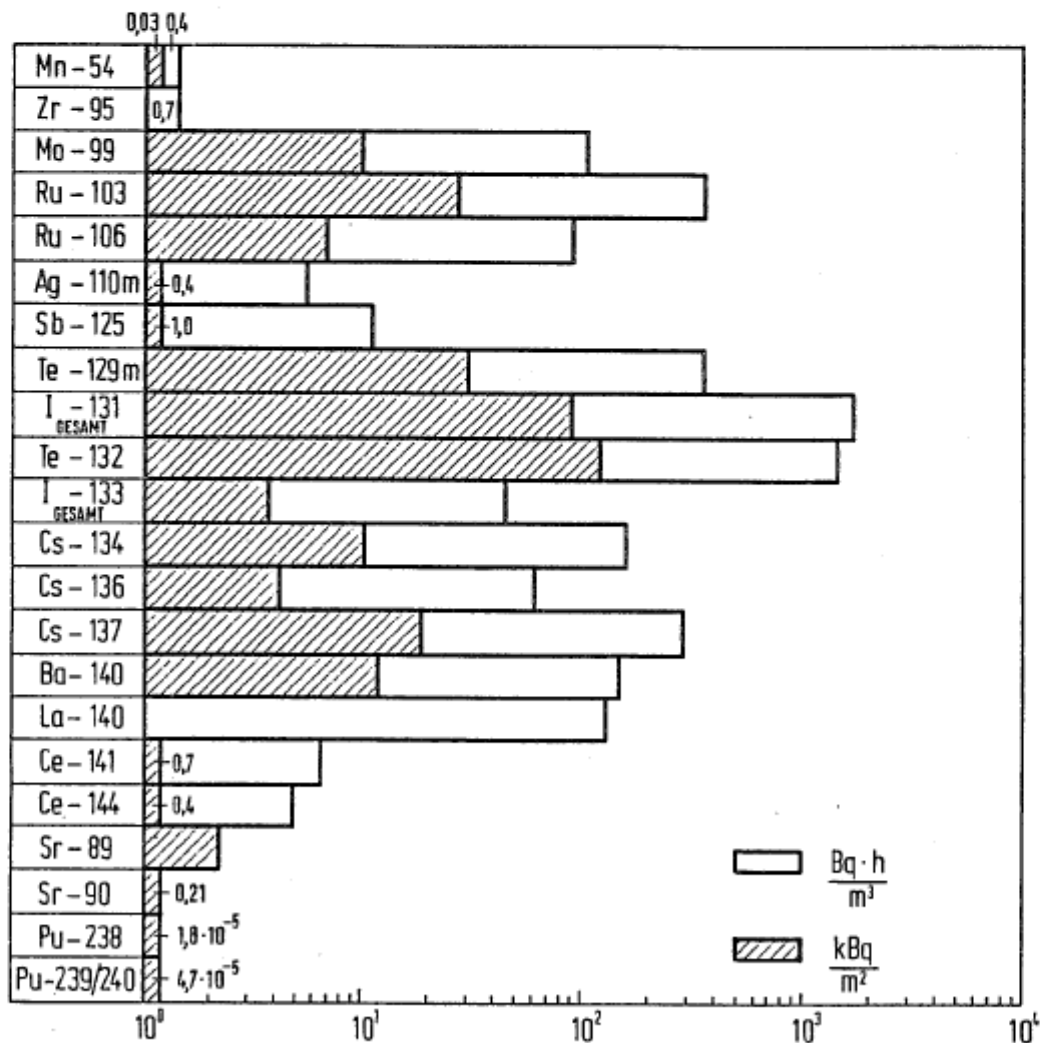


Abb. 1: Zeitintegrierte Nuklidspektren für die bodennahe Luft und für den Niederschlag vom 29.04. bis 09.05.1986 (gemessen in München/Neuherberg von der GSF).

Bundesland oder Region	Netto-Ortsdosen 28.4.-20.6. µSv	Zeitintegrierte Aktivitätskonzentration in Luft in Bq h/m ³ 28.4.-8.5.86		Aktivitätskonzentration in Kuhmilch in Bq/l					
		I-131 (aerosolgeb.)	Cs-137	I-131			Cs-137		
				28.4.-15.5.	16.5.-4.06.	5.6.-20.6.	28.4.-15.5.	16.5.-4.6.	5.6.-20.6.
Tessin/Südbünden	200-500	100-200	50-100	500-1000	50-100	5-10	200-500	200-500	100-200
Ostschweiz	100-200	100-200	50-100	200-500	50-100	10-20	100-200	50-100	10-20
Zentral/Nordschweiz	50-100	100-200	100-200	200-500	50-100	10-20	100-200	20-50	10-20
Westschweiz	50-100	100-200	50-100	50-100	20-50	5-10	20-50	10-20	5-10
Bayern-Süd	200-500	500-1000	200-500	200-500	-	-	-	-	-
Bayern-Nord	50-100	200-500	200-500	100-200	10-20	0-5	-	20-50	5-10
Baden-Württemberg I	100-200	500-1000	200-500	200-500	20-50	5-10	100-200	50-100	20-50
Baden-Württemberg II	20-50	200-500	100-200	20-50	20-50	0-5	5-10	10-20	5-10
Saarland	20-50	100-200	100-200	20-50	-	-	-	-	-
Rheinl.-Pfalz	20-50	100-200	100-200	20-50	10-20	0-5	5-10	10-20	5-10
Hessen	20-50	100-200	50-100	20-50	-	-	20-50	10-20	10-20
Nordrhein-Westfalen	20-50	100-200	50-100	20-50	5-10	0-5	5-10	5-10	0-5
Niedersachsen-Ost	20-50	50-100	20-50	20-50	5-10	0-5	5-10	10-20	10-20
Niedersachsen-West	-	20-50	10-20	-	-	-	-	-	-
Schleswig-Holstein	10-20	50-100	20-50	10-20	5-10	0-5	5-10	20-50	5-10
Berlin-West	20-50	100-200	50-100	50-100	20-50	-	20-50	20-50	-

Tab. 1: Zeitintegrale der zusätzlichen Ortsdosisleistung bis zum 20. Juni 1986 (Netto-Ortsdosis) und der Aktivitätskonzentration der Luft bis zum 8. Mai 1986, sowie Aktivitätskonzentrationen der Kuhmilch für 3 Zeitintervalle bis zum 20. Juni 1986.

Bundesland oder Region	Spezifische Aktivität in Bq/kg _{FS}						im Boden Cs-137 Mai/Juni
	I-131			Cs-137			
	im Gras			im Gras			
	28.04.-15.05.	16.05.-04.06.	05.06.-20.06.	28.04.-15.05.	16.05.-04.06.	05.06.-20.06.	
Tessin/Südbünden	2000- 5000	200- 500	50-100	1000-2000	1000-2000	200-500	200-500
Ostschweiz	2000- 5000	200- 500	20- 50	500-1000	100- 200	50-100	50-100
Zentral-/Nordschweiz	2000- 5000	200- 500	20- 50	500-1000	100- 200	20- 50	20- 50
Westschweiz	1000- 2000	50- 100	20- 50	200- 500	50- 100	20- 50	20- 50
Bayern-Süd	5000-10000	200- 500	-	2000-5000	500-1000	-	200-500
Bayern-Nord	2000- 5000	200- 500	20- 50	1000-2000	200- 500	200-500	50-100
Baden-Württemberg I	2000- 5000	500-1000	-	1000-2000	200- 500	-	200-500
Baden-Württemberg II	1000- 2000	200- 500	10- 20	200- 500	100- 200	100-200	50-100
Saarland	2000- 5000	-	-	500-1000	-	-	-
Rheinland-Pfalz	1000- 2000	100- 200	0- 10	200- 500	200- 500	20- 50	20- 50
Hessen	2000- 5000	-	-	500-1000	-	-	-
Nordrhein-Westfalen	500- 1000	100- 200	0- 10	100- 200	50- 100	20- 50	20- 50
Niedersachsen-Ost	500- 1000	50- 100	0- 10	200- 500	100- 200	50-100	50-100
Niedersachsen-West	500- 1000	20- 50	0- 10	200- 500	50- 100	20- 50	50-100
Schleswig-Holstein	500- 1000	50- 100	0- 10	100- 200	50- 100	20- 50	20- 50
Berlin-West	1000- 2000	-	-	-	-	-	-

Tab. 2: Die spezifische I-131- und Cs-137-Aktivität im Gras für 3 Zeitintervalle bis zum 20.6.1986 und die spezifische Cs-137-Aktivität der oberen Bodenschicht (0-5 cm) im Mai und Juni 1986.