



Bundesamt für Gesundheitswesen
Office fédéral de la santé publique

Verstrahlungslage in der Schweiz nach dem Unfall in Tschernobyl

Herausgegeben von der Gesamtleitung Tschernobyl in Zusammenarbeit mit der Beratergruppe KAC (Kommission für AC-Schutz), der Nationalen Alarmzentrale, der Sektion Überwachungszentrale, der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen und dem Bundesamt für Veterinärwesen.

Le point sur la contamination radioactive en Suisse à la suite de l'accident de Tchernobyl

Rapport de la Direction générale Tschernobyl, en collaboration avec les spécialistes de la COPAC (Commission pour la protection AC), la Centrale nationale d'alarme, la Section centrale de surveillance, la Division principale de la sécurité des installations nucléaires et l'Office vétérinaire fédéral.

Inhaltsverzeichnis:

1.	Einleitung	1
2.	Chronologischer Ueberblick	3
2.1.	Ereignisse im Kernkraftwerk Tschernobyl	3
2.2.	Lage-Entwicklung in der Schweiz	4
3.	Organisation in der Schweiz	6
3.1.	Alarmorganisation	6
3.2.	Messorganisation	6
3.3.	Organisation Tschernobyl	10
4.	Messergebnisse	16
4.1.	Externe Verstrahlung	16
4.1.1.	Einleitung	16
4.2.	Interne Verstrahlung	19
4.2.1.	Einleitung	19
4.2.2.	Milch (Einzel-, Sammel-, Schaf-, Ziegenmilch, Milchprodukte)	22
4.2.3.	Gemüse	23
4.2.4.	Gras	24
4.2.5.	Wasser	25
4.2.6.	Erdboden	25
4.2.7.	Fleisch (Rind, Kalb, Schwein, Schaf, Ziegen, etc.)	26
4.2.8.	Weitere Proben von Lebensmitteln	27
4.2.9.	Weitere Proben	28
5.	Weitere geplante Messungen	29
6.	Dosisberechnungen	30
6.1.	Dosis-Massnahmekonzept	30
6.2.	Grundlagen für die Dosisberechnung	30
6.2.1.	Externe Dosis	31
6.2.2.	Inhalationsdosis	31
6.2.3.	Ingestionsdosis	31
	Integralaktivitäten bis 20. Juli 1986	32
	Konsumraten	33
	Dosisfaktoren	34
	Berücksichtigte Radionuklide	35
	Berücksichtigte Nahrungsmittel	36
6.3.	Dosisbilanz bis 20. Juli 1986	37
	Vergleich mit Ganzkörpermessungen	38
	Figuren	39
	Anhang 1: Liste der beteiligten Stellen	1-2
	Anhang 2: Zusammenstellung der bis zum 31. Juli 1986 erlassenen Empfehlungen	1-5

Texte français voir page 40 (Traduction de l'allemand)

1. Einleitung

Am Samstag, den 26. April 1986 ereignete sich im Kernkraftwerk Tschernobyl ein Unfall. Tschernobyl liegt in Russland, in der Ukraine, etwa 120 km nördlich von Kiew, ungefähr 1500 km von der Schweiz entfernt. Der Unfall führte während 18 Tagen zur Freisetzung grosser Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt. Die zum Zeitpunkt des Unfalls herrschende Wetterlage und der im Kraftwerk wütende Brand waren die Ursache dafür, dass die freigesetzten radioaktiven Stoffe in grosse Höhen gelangten. Dies ermöglichte die weiträumige Verbreitung der Radioaktivität über viele Länder.

Die radioaktive Wolke erreichte Mittwoch, den 30. April 1986 die Schweiz. Sie verursachte hier, vor allem wegen starken Niederschlägen, eine Ablagerung von radioaktiven Nukliden am Boden. Die Nuklide gelangten aus der Luft ins Wasser, in den Boden, auf das Gras, ins Gemüse, in die Milch, ins Fleisch u.a.

Um über die Verstrahlungslage in der Schweiz einen Ueberblick zu erhalten, die Verstrahlungslage zu verfolgen und allfällig notwendig werdende Empfehlungen und Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu erlassen, waren die Eidg. Kommission für AC-Schutz (KAC), die Nationale Alarmzentrale (NAZ) sowie zahlreiche weitere Stellen, Labors und Messwagen auf Bundes- und Kantonsebene im Einsatz (siehe Anhang 1). Am 9. Juni 1986 übernahm die "Gesamtleitung Tschernobyl" beim Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG) die Aufgaben der KAC und NAZ, unterstützt von einer Beratergruppe der KAC.

Der vorliegende Bericht über die Verstrahlung der Schweiz durch den Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl gibt Auskunft:

- über die zeitliche Abfolge der Ereignisse im Kraftwerk und in der Schweiz;
- er beschreibt die Organisation und den Einsatz der Stellen zur Messung und Beurteilung der Verstrahlungslage und zur Erarbeitung von Empfehlungen für den Schutz der Bevölkerung;
- er gibt eine Uebersicht über die Messwerte, die die Verstrahlungslage für die Zeit vom 30. April bis 31. Juli 1986 charakterisieren;
- er erklärt, welche Probleme mit radioaktiven Nukliden in naher Zukunft noch auftreten können und welche Messungen noch vorgesehen sind;

- er zeigt, welche Dosis Personen in der Schweiz bis Ende Juli 1986 akkumuliert haben und welche Dosis in Zukunft noch zu erwarten ist.

Die in diesem Bericht zu findenden Messwerte, Beurteilungen und Berechnungen gingen aus der Arbeit der oben erwähnten und im Anhang 1 genannten Stellen hervor. Ohne den grossen Einsatz der Mitarbeiter all dieser Stellen wäre die Abfassung dieses Berichts nicht möglich gewesen. Für die Berichterstattung der Ereignisse zwischen dem 28. April und dem 6. Juni 1986 beruht der vorliegende Bericht auf dem Schlussbericht der NAZ.

Die "Gesamtleitung Tschernobyl " des BAG dankt allen beteiligten Laboratorien und Stellen, die zur Bewältigung der Auswirkungen des Unfalles in Tschernobyl in irgendeiner Form beigetragen haben für ihren grossen Einsatz und die gute Zusammenarbeit. Insbesondere seien die Verdienste von Herrn Professor Huber, Präsident der Eidgenössischen Kommission für AC-Schutz und der Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität am Aufbau der Alarmorganisation und bei der Leitung der Einsatzgruppe der KAC hervorgehoben.

2. Chronologischer Ueberblick

2.1. Ereignisse im Kernkraftwerk Tschernobyl

Das Kernkraftwerk Tschernobyl ist ein graphitmoderierter Siedewasser-Druckröhrenreaktor mit einer elektrischen Leistung von 1000 MW. Am Standort Tschernobyl waren vier Kraftwerksblöcke in Betrieb. Vom Unfall betroffen wurde der Block 4, der im Jahre 1984 den Betrieb aufgenommen hatte.

An einem Expertentreffen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) in Wien wurde in der letzten Augustwoche von der UdSSR über den Unfallhergang im Detail berichtet. Ursache ist ein plötzlicher Leistungsanstieg im Reaktorkern im Zusammenhang mit Experimenten, die mit der Reaktoranlage durchgeführt wurden. Am 26.4.1986 um 01.23 Uhr Ortszeit führte dieser Leistungsanstieg zu einer Dampfexplosion, in deren Folge das Reaktorgebäude beschädigt und radioaktives Material aus dem Reaktorkern geschleudert wurde. Es kam zum Brand des Graphitblockes; während 10 Tagen wurden grosse Mengen radioaktiver Stoffe in die Umgebung freigesetzt und stiegen teilweise in Höhen bis mehr als tausend Meter auf.

Der zerstörte Reaktorkern wurde mit Sand, Ton, Dolomit, Kalkstein, einer Borverbindung und Blei überschüttet und soll vollständig einbetoniert und von der Umwelt abgeschlossen werden.

2.2. Lage-Entwicklung in der Schweiz

Am Montag, den 28. April 1986 wurde abends in den Medien bekannt, dass am Vorabend in Skandinavien erhöhte Radioaktivität in der Luft festgestellt worden war. Als Ursache wurde ein Unfall in einem Kernkraftwerk in der Ukraine bekanntgegeben. Eine erste Beratung am gleichen Abend durch die Landeswetterzentrale der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA, Zürich) über die aktuelle Wettersituation liess für die Schweiz in den nächsten Tagen keine Auswirkungen befürchten.

Eine Konsultation der NADAM-Messwerte¹⁾ am Dienstag, 29. April, zeigte noch keine Erhöhung der Radioaktivität. Die Frühwarnposten (siehe Kapitel 3) wurden durch die KUeR²⁾ orientiert und auf erhöhte Alarmbereitschaft gesetzt. Ein Wechsel von Luftfiltern wurde ab Mittwoch angeordnet.

Eine weitere, am Dienstag durchgeführte Wetterberatung bei der Landeswetterzentrale liess darauf schliessen, dass die am Sonntag und Montag über Skandinavien gemessene radioaktive Wolke nach Süden bis Südosten abgetrieben werde, d.h. wieder in die UdSSR. Gleiche Prognosen wurden, nach Agenturmeldung, auch von ausländischen Wetterdiensten, wie z.B. denjenigen der Bundesrepublik, bzw. Italiens, gestellt. Eine Umfrage bei den Frühwarnposten Stein, Weissfluhjoch und Romanshorn ergab keine erhöhten Messwerte. Eine Anfrage beim Lagezentrum des Innenministeriums in Bonn zeigte für das Gebiet der Bundesrepublik das gleiche Bild, ebenso eine Anfrage in Oesterreich.

Am Mittwochmorgen, dem 30. April, meldete der Frühwarnposten Weissfluhjoch einen leichten Anstieg der Messwerte während der Nacht. Ein markanterer Anstieg wurde noch im Verlaufe des Morgens gemessen, der dann um 12.30 Uhr zum Alarm führte. Der Frühwarnposten Romanshorn meldete gleichzeitig jedoch nur einen unbedeutenden Anstieg der Luftaktivität und der Frühwarnposten Morges vorläufig überhaupt noch keinen. Schon gegen 10 Uhr zeigten die Dosisleistungsmessgeräte bei den Kernkraftwerken Beznau und Leibstadt sowie beim Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR) in Würenlingen einen Anstieg der Dosisleistung auf das Dreifache des natürlichen Untergrundes an. Zwischen 11 und 13 Uhr stiegen die Messwerte an den NADAM-Stationen in Zürich-SMA, Luzern, Engelberg und Altdorf um das Zwei- bis Vierfache an.

1) NADAM: Netz für Automatischen Dosis-Alarm und -Messung

2) KUeR: Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität

Sobald Angaben über den möglichen Zeitpunkt des Unfalls vorlagen, wurde bei der Landeswetterzentrale der SMA eine Analyse der Zugbahn der radioaktiven Wolke in Auftrag gegeben. Eine erste Trajektorie auf 1500 m ü.M. mit Startzeit am 26.4., 12.00 Uhr, in Kiew, ergab eine Zugbahn der radioaktiven Wolke nach Skandinavien, die wieder nach Süd-/Südost zurückdrehte. Aufgrund der Zunahme der Luftaktivität auf dem Weissfluhjoch wurde eine Rückwärtsanalyse in Auftrag gegeben. Die Trajektorie auf dem 500 Millibar-Niveau (ca. 5000 m ü.M.) führte zurück nach Kiew mit einem Startpunkt am 26.4., mittags. Eine Diskussion dieser beiden Ergebnisse mit den Meteorologen ergab folgende Interpretationsmöglichkeit:

Zum Zeitpunkt des Ereignisses und in den folgenden Tagen herrschte im Gebiet der Ukraine eine labile Schwachwindsituation, die durch starke Gewittertätigkeit gekennzeichnet war. Die beim Unfall freigesetzte Radioaktivität wurde durch die starke Vertikalbewegung auch in höhere Schichten transportiert. Das im Raum Kiew vorhandene Windfeld führte in der Folge radioaktiv kontaminierte Luftmassen im unteren Niveau Richtung Skandinavien und im oberen Niveau in west/südwestliche Richtung nach Mitteleuropa. Die in höheren Schichten abtreibende Luftmasse kam vorerst nur zögernd voran, wurde dann aber ab Dienstag mit wesentlich höherer Geschwindigkeit weggetrieben.

Die im Verlauf des Mittwochs, 30.4.86 in der Zentral-, Nordwest- und Nordostschweiz einsetzenden Regenschauer führten dann zum Auswaschen der Aktivität in der Luft und somit zum Anstieg der Ortsdosisleistung. In grossen Teilen des Mittellandes, der Westschweiz, des Wallis und des Tessins wurden zu diesem Zeitpunkt keine Niederschläge registriert. Es kam in diesen Gegenden daher am 30.4.86 zu einer wesentlich kleineren Ablagerung radioaktiver Stoffe am Boden. Als Folge der ab dem 3. Mai einsetzenden Niederschläge im Tessin, in Südbünden und im Waadtländer Jura wurden auch in diesen Gebieten erhöhte Radioaktivitätswerte registriert. Die am 30. April und 1. Mai betroffenen Gebiete der Nordwest-, Nordost- und Zentral-schweiz blieben von weiteren Niederschlägen verschont, so dass hier kein weiterer Anstieg der Radioaktivität mehr registriert wurde.

Bis zum 10. Mai 1986 war bei Niederschlägen mit einem Auswaschen von radioaktiven Nukliden aus der Luft zu rechnen. Dies liess sich auch anhand von Dosisleistungsmessungen feststellen. Ab diesem Zeitpunkt befanden sich keine nennenswerten Aktivitätsmengen mehr in der Luft, so dass weitere Niederschläge die Bodenkontamination nicht erhöhten.

3. Organisation in der Schweiz

3.1. Alarmorganisation

Das leitende Organ der Alarmorganisation ist die Eidgenössische Kommission für AC-Schutz. Sie untersteht dem Eidg. Departement des Innern (EDI).

Der KAC steht zur Durchführung von Vorbereitungs- und Planungsaufgaben die Sektion Ueberwachungszentrale (SUWZ) zur Verfügung.

Beim Ereignis Tschernobyl bestand die Alarmorganisation aus einer Einsatzgruppe KAC (EiGr KAC), der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) sowie einer Mess- und Labororganisation zur Feststellung der externen und internen Verstrahlungslage.

Die EiGr KAC leitete die Alarmorganisation und vertrat sie nach aussen. Sie gab im Einvernehmen mit dem EDI Empfehlungen an die Bevölkerung zur Verminderung der Personendosen heraus und informierte das EDI laufend über die Entwicklung der Verstrahlungslage in der Schweiz.

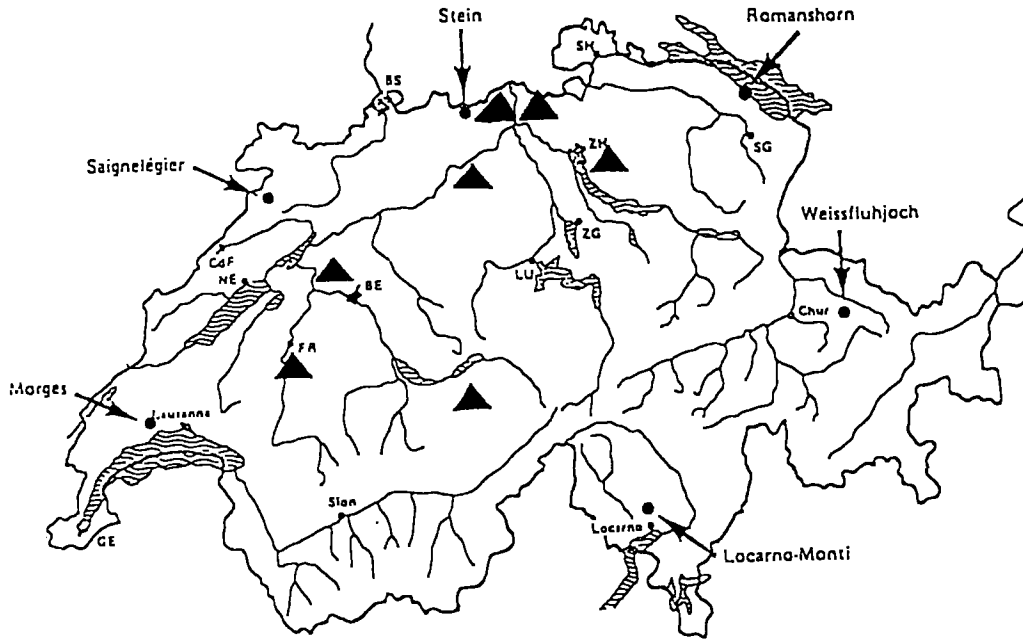
Die NAZ ist die Fachstelle für Warnung und Alarmierung der Behörden und die Alarmierung der Bevölkerung in Friedenszeiten und im aktiven Dienst. Sie nahm Meldungen und Messresultate entgegen, wertete sie aus, beurteilte sie und informierte laufend die EiGr KAC und stellte Anträge für Empfehlungen.

3.2. Messorganisation

Zur Feststellung einer Verstrahlungslage können folgende Mittel eingesetzt werden:

- Frühwarnposten

Sechs Frühwarnposten (FWP) sind in der Nähe der Landesgrenzen aufgestellt. Zur permanenten Ueberwachung der Luftaktivität sind sie mit einem Luftfiltergerät ausgerüstet, mit dem Staub und Aerosolteilchen aus der Luft abgeschieden und laufend ausgemessen werden. Bei Ueberschreiten eines eingestellten Aktivitätspegels wird lokal ein Alarm ausgelöst. Dieser wird vom Betreuungspersonal an das Labor Fribourg der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUeR), bzw. an das Pikett der SUWZ weitergeleitet.



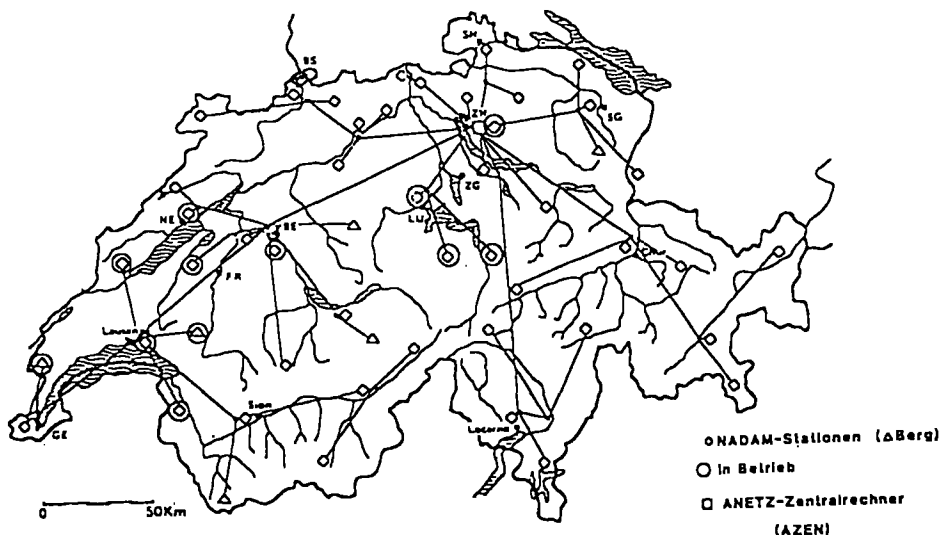
Figur 3.1 Frühwarnposten

Neben den 6 FWP gibt es noch 7 weitere Stationen (▲), ohne automatischen Alarm, auf dem Jungfrauojoch, bei der SMA Zürich, in Fribourg, beim EIR und bei den KKW Mühleberg, Gösigen und Leibstadt.

Zudem betreibt die KUeR in der Schweiz 7 Regensammler-Stationen zur Erfassung der Radioaktivität der Niederschläge.

- NADAM

Das Netz für automatischen Dosis-Alarm und -Messung (NADAM) ist ein dauernd messendes Ueberwachungs- und Alarmnetz. Der Vollausbau des NADAM-Netzes auf 55 Stationen ist für Ende 1986 geplant. Einsatzfähig waren 12 Stationen (8 in der Westschweiz). Alle 10 Minuten werden diese Stationen über ein Telefon-Mietleitungsnetz abgefragt und auf Ueberschreiten eines einstellbaren Alarmpegels überprüft. Gegebenenfalls wird ein Alarm ausgelöst, der an das Pikett der SUWZ weitergeleitet wird.



Figur 3.2. NADAM-Stationen

Im Mai 1986 waren folgende 12 Stationen einsatzfähig:

Stationsname	Abkürzung	Koordinaten	Höhe m ü.M.
Payerne	PAY	562 100/184 700	490
Aigle	AIG	560 120/130 630	381
Moleson	MLS	567 740/155 200	1972
Altdorf	ALT	690 960/191 700	449
Neuchâtel	NEU	563 150/205 600	485
Pully	PUY	540 820/151 570	461
Zürich SMA	SMA	605 125/248 090	556
La Fretaz	FRE	534 230/188 080	1202
Bern-Liebefeld	BER	598 610/197 470	565
Engelberg	ENG	674 150/186 060	1035
Luzern	LUZ	665 520/209 860	456
La Dôle	DOL	497 050/142 380	1670

- Atomwarnposten

111 Atomwarnposten (AWP) sind über das ganze Gebiet der Schweiz verteilt. Sie werden von Polizeiposten, von der SBB, sowie vom Festungs- und Grenzwachkorps gestellt. Zur Messung einer Geländeverstrahlung sind sie mit dem Spürgerät A-73 ausgerüstet, das auch vom Zivilschutz und der Armee verwendet wird. Im Falle einer Gefährdung durch Radioaktivität werden die AWP vom Pikett SUWZ aktiviert. Diese Massnahme war nach dem Unfall in Tschernobyl nicht sinnvoll, da die Geräte A-73 der AWP für einen höheren Dosisbereich (ab 1 mR/h) ausgelegt sind.

- Messwagen

Das Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR), die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), beide in Würenlingen, das Labor Freiburg der KUeR und das Institut de Radio-physique Appliquée (IRA) in Lausanne verfügen je über ein Fahrzeug, das mit den notwendigen Mess- und Probenahmeeinrichtungen für den Einsatz bei Unfällen mit Radioaktivität ausgerüstet ist. Der Einsatz ist vorgesehen bei Verlust von radioaktiven Quellen, bei Transport- und Industrieunfällen und bei KKW-Störfällen.

- Probenahme- und Messorganisation Intern

Für die Feststellung der Gefährdung durch interne Verstrahlung infolge Einnahme von verstrahlten Lebens- oder Futtermitteln, bzw. Trink oder Tränkewasser stützte sich die EiGr KAC auf Speziallaboratorien, welche bereits im Normalfall solche Messungen vornehmen. Sie können ab 1987 durch die AC Laboratorien der Armee verstärkt werden.

Diese Laboratorien sind durch Vereinbarungen verpflichtet, selbst Proben in ihrer Region zu erheben, die Messungen durchzuführen und die Resultate der NAZ mitzuteilen. Im weiteren kann die NAZ in Zusammenarbeit mit den Kantonschemikern weitere gezielte Probenerhebungen anfordern.

- Einsatz von Mitteln der Armee

Das Eidg. Militärdepartement bestimmt im Einvernehmen mit der KAC die militärischen Mittel, die der Alarmorganisation bei einer Gefährdung durch Radioaktivität in Friedenszeiten zur Verfügung gestellt werden und ist für dessen Bereitstellung verantwortlich.

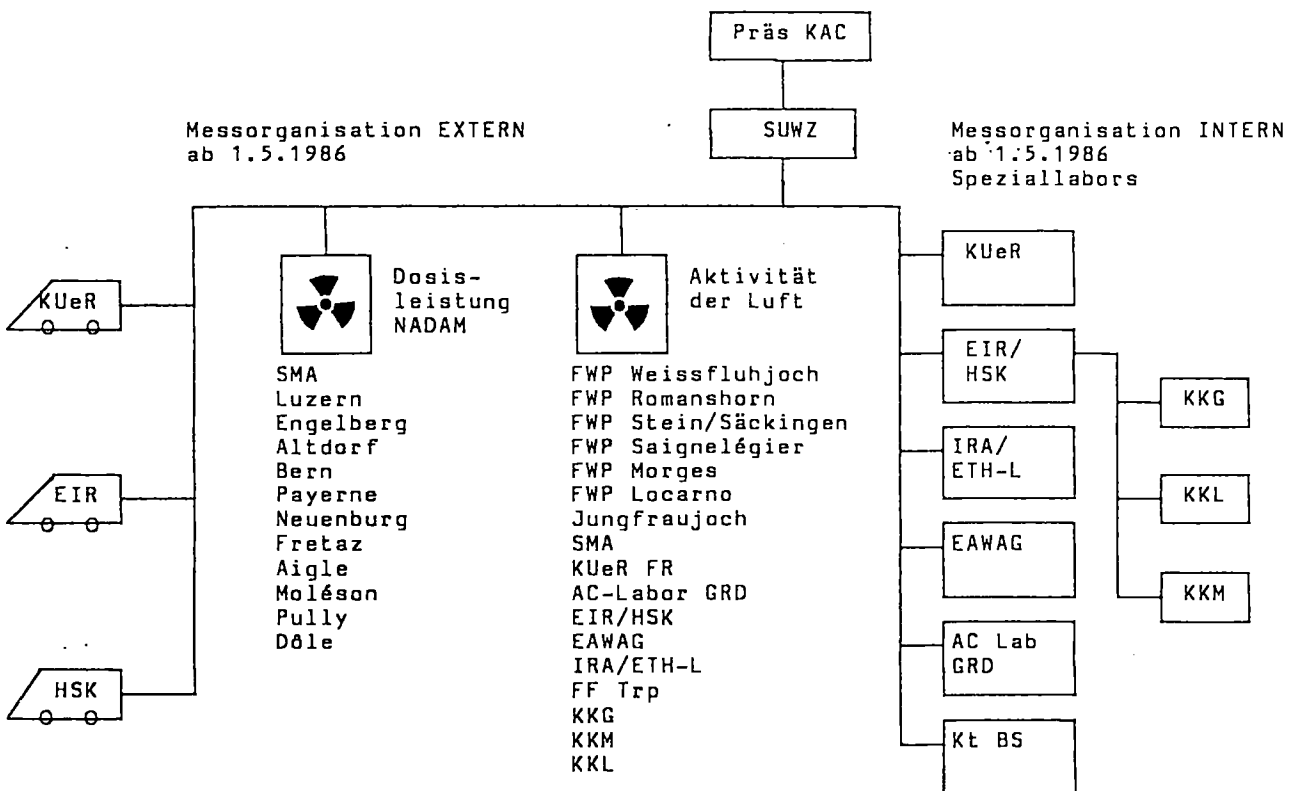
Auf Antrag der EiGr KAC kamen neben dem Astt NAZ folgende militärische Mittel zum Einsatz:

- AC Schutzzoffiziere (Unterstützung der NAZ)
- AC Schutzspezialisten (Unterstützung der zivilen Labors)
- Teile des ALAB 86
- Spürhelikopter

3.3. Organisation Tschernobyl

PHASE I, 28.4. - 2.5.86

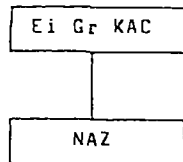
In der Anfangsphase trat die Alarmorganisation wie folgt in Aktion.



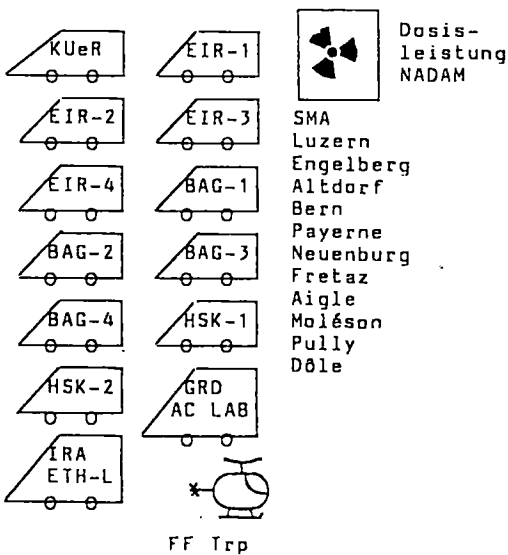
Am ersten Mai waren drei Messwagen im Einsatz. Das im Aufbau befindliche NADAM-System hatte 12 ständig messende Stationen. Die Frühwarnposten arbeiteten einwandfrei und die Messorganisation nahm ihre Arbeit auf.

PHASE II, 2.5. - 6.6.86

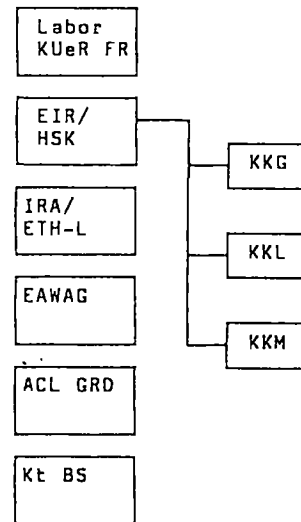
Nachdem die Einsatzgruppe der KAC einberufen und die Nationale Alarmzentrale aufgebildet worden war, kam die ganze Alarmorganisation zum Tragen.



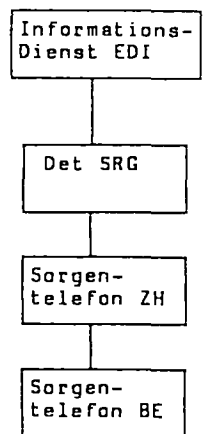
MESSORGANISATION EXTERN



MESSORGANISATION INTERN



INFORMATION DER BEVÖLKERUNG



In Zusammenarbeit mit dem Eidg. Departement des Innern, den beteiligten Bundesstellen und den Kantonen hat die Einsatzgruppe der KAC laufend die Lage beurteilt, die wichtigen Entscheide über Empfehlungen getroffen und Pressemitteilungen zuhanden Chef Informationsdienst EDI vorbereitet. Eine weitergehende Orientierung an die Kantone erfolgte durch die NAZ.

Die Nationale Alarmzentrale hat die Messorganisation koordiniert. Sie hat die Messresultate ausgewertet und beurteilt und der Einsatzgruppe KAC Anträge gestellt.

Da in der Anfangsphase an allen Messposten der Schweiz erhöhte Radioaktivitätskonzentrationen in der Luft gemessen wurden und sich die Situation infolge Niederschläge rasch änderte, mussten zusätzliche Messwagen des BAG, EIR und der HSK zur Messung der Dosisleistung und für Probenahmeerhebungen eingesetzt werden. In erster Priorität wurde in jenen Gebieten gemessen, in denen aufgrund der Niederschläge mit erhöhter Radioaktivität zu rechnen war. So rasch als möglich wurde im Sinne einer Kontrollmessung auch in jenen Gebieten gemessen, in denen keine Niederschläge gefallen waren.

Bis zum 15. Mai wurden Messfahrten bzw. Messflüge grundsätzlich auf dem ganzen Gebiet der Schweiz durchgeführt. Ab diesem Zeitpunkt im Prinzip nur noch in jenen Gebieten, in denen die Ortsdosisleistung noch nicht unter 20 Mikroröntgen pro Stunde gefallen war. Da gleichzeitig der Jodbeitrag zur externen Strahlung nicht mehr von Bedeutung war, und somit die Radioaktivität langsamer abnahm, konnte von der täglichen Messung auf eine wöchentliche Messung übergegangen werden. Infolge Pressemeldungen über eine erneute (nicht bestätigte) Zunahme der Radioaktivität in Oberitalien, im Gebiete von Como, wurden zusätzliche Messfahrten im Tessin vorgenommen, die keine zusätzliche Erhöhung zeigten.

In der Zeit vom 1. Mai bis zum 2. Juni 1986 wurden 62 Messfahrten durchgeführt.

Die Helikopterflüge waren eine wertvolle Ergänzung zu den Messfahrten. Sie ermöglichten die zeitgerechte Erfassung der Daten aus Gebieten, die durch die Messwagen nur mit Verzögerung erreicht werden konnten.

Die Probenahme von Lebens- und Futtermitteln, von Wasser, Boden etc. erfolgte anfangs durch die Messwagen und Speziallaboratorien, später vorwiegend durch die kantonalen Laboratorien und durch Bundesämter.

Die Probenahmepläne wurden direkt mit den Speziallabors abgesprochen. Die anschliessende Messung der Proben in den Laboratorien und die Uebermittlung der Resultate an die NAZ klappte trotz einigen Engpässen ausgezeichnet.

Im Monat Mai wurden etwa 5000 Proben gemessen. Die folgende Tabelle gibt einen Ueberblick über die durchgeführten Messungen.

Tabelle: Einsatz der Speziallabors im Mai 1986

Labor	Anzahl im Mai gemess. Proben	Anzahl Mann- Monate (inkl.. Ueberzeit)	eingesetzte Messgeräte	Spezial- messungen
Kant.Labor (BS-Stadt)	230	4	1 Ge β	- Cs-137 Sr-90 Mess- reihen - Transfer- faktoren
EIR/HSK (Würenlingen)	2000	8	4 Ge 4 α 1 Whole Body Schilddrü- senzähler	- Ganzk.mess. - Schilddrüse - Messreihen - Alpha-Messun. - Messfahrten
LDU (EAWAG) (Dübendorf)	200	6,1	1-2 Ge (Li) 1	- Transferfak- toren - Messreihen Sr-90
OMURA (EPFL/IRA) (Lausanne)	230	4	1 Ge (Li)	- SR-90/Sr-89 - Messfahrten
ALAB (GRD, Spiez ALAB 86)	1200	ziv. 5 mil. 13	5 Ge 2 NaI	- Messreihen - Transf.fakt. - Messfahrten
Labor KUEr (Fribourg)	1000	ziv. 9 mil. 2	3 Ge (Li)	- Höhenflug- filter - Messreihen - Transf.fakt. - Filter - Niederschl. - Messfahrten
<u>Total</u>	ca. 5000	51	15 Ge (Li)	

Legende: Ge, Ge(Li) : Germanium - Gammaskpektrometer

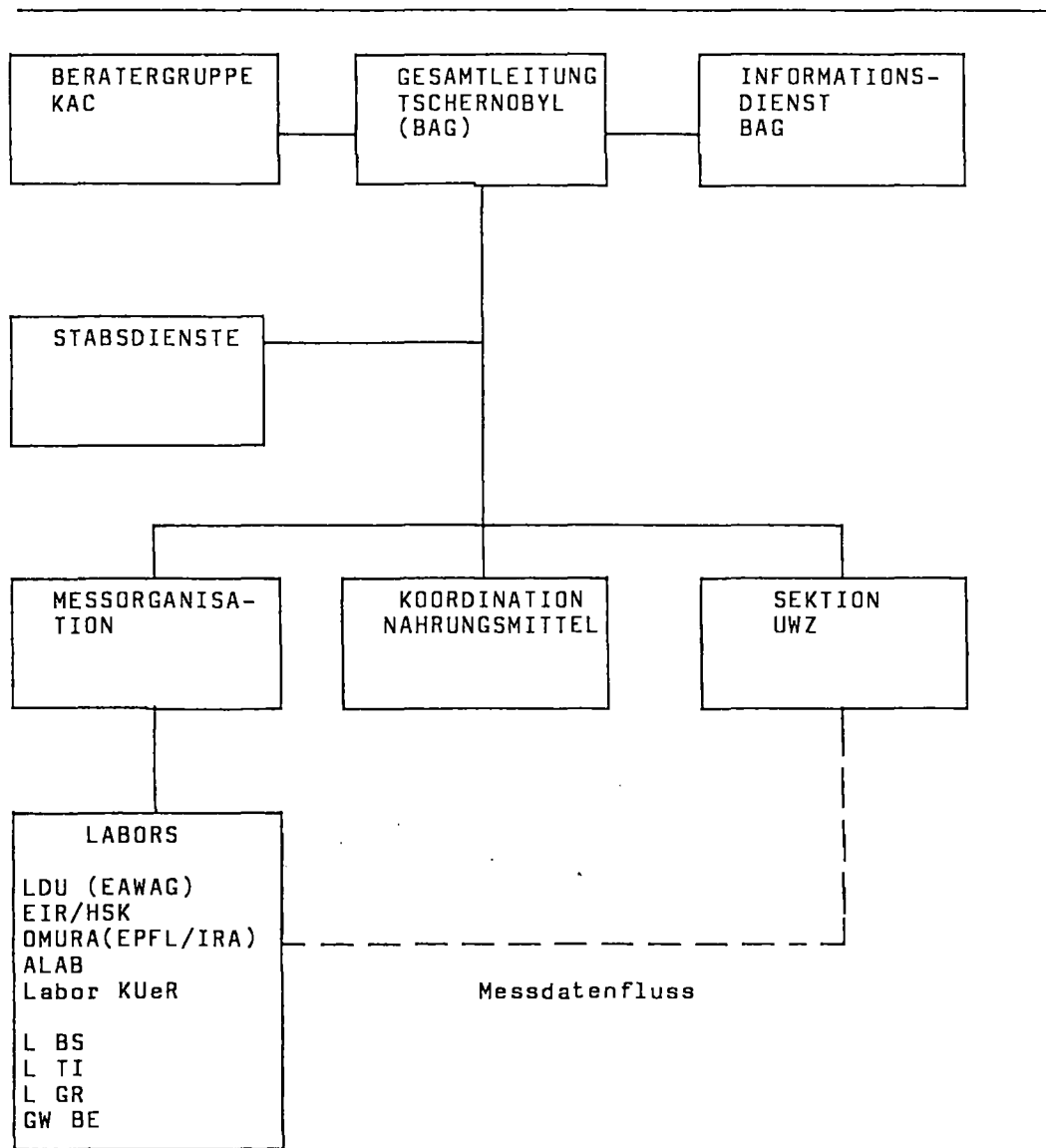
β : Beta- Messplatz
α : Alpha-Messplatz

PHASE III, ab 9.6.86

Anfangs Juni hatte sich die Verstrahlungslage in der Schweiz soweit normalisiert, dass die Einsatzgruppe der KAC und die NAZ am 6. Juni durch Bundesratsbeschluss von ihrer Aufgabe entbunden werden konnten.

Die Gesamtleitung wurde dem Bundesamt für Gesundheitswesen übertragen. Eine Beratergruppe der KAC steht der Gesamtleitung zur Verfügung. Die Aufgabe der NAZ wird seither von der SUWZ wahrgenommen.

ORGANISATION "TSCHERNOBYL" ab 9.6.1986



* Abkürzungen s. Anhang 1

Im Verlauf des Ereignisses Tschernobyl haben sich die Prioritäten für die Messorganisation verlagert. Da die externe Dosisleistung fast in der ganzen Schweiz praktisch wieder auf normale Werte zurückgegangen war, hat sich der Einsatz von Messwagen erübrigt. Im Vordergrund standen in den Monaten Juni/Juli Messungen von langlebigen Isotopen (insbesondere Cäsium) in Nahrungsmitteln. Nach wie vor werden die inländische Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln überwacht und Nahrungsmiteleinfuhrer stichprobenweise überprüft. Wöchentlich werden etwa 300 Proben analysiert.

4. Messergebnisse

4.1. Externe Verstrahlung (Figuren 4.1-4.11)

4.1.1. Einleitung

Die anfängliche Beurteilung der radioaktiven Verstrahlung in der Schweiz war durch folgende Umstände erschwert:

- Fehlende Information über Zeitpunkt und Ausmass der Ereignisse in Tschernobyl.
- Komplexe meteorologische Situation in Europa.

Die Erfassung der externen Verstrahlung erfolgte mittels der NADAM-Sonden und den Messfahrten bzw. Messflügen. Aufgrund dieser Daten wurden die täglichen Verstrahlungskarten erstellt. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, erfolgte der erste Anstieg der Radioaktivität in der Luft in der Nacht zum Mittwoch (30.4.86) mit einem deutlichen Anstieg am Vormittag desselben Tages in der Ostschweiz. Im Verlauf des Nachmittags wanderte die Wolke weiter nach Westen und erreichte am 1. Mai auch die Westschweiz. Regenschauer am 30.4. in der Zentral-, Nordwest- und Nordostschweiz führten zum Auswaschen von Aktivität. In den übrigen Teilen der Schweiz stieg die Dosisleistung zu diesem Zeitpunkt noch nicht an, da es damals dort nicht regnete.

Erst die Niederschläge ab 3. Mai im Tessin, in Südbünden und im Waadtländer Jura führte in diesen Gebieten zu einem Anstieg der Dosisleistung (Tabelle 4.1, Seite 18). Die übrigen Gebiete der Schweiz, die in den ersten Tagen keinen Niederschlag hatten, zeigten auch nachher keine starke Erhöhung der Dosisleistung, dies obwohl die Luftaktivität in der ganzen Schweiz fast überall gleich gross war. Als Vergleich sei die Station Morges erwähnt, deren Frühwarnanlage am 1. Mai Alarm auslöste, wegen erhöhter Radioaktivität der Luft, während die nicht weit davon entfernte NADAM-Sonde in Pully keine nennenswerte Zunahme der Dosisleistung zeigte.

Die Radioaktivität der Luft in der Schweiz wies am 1. Mai das Maximum auf und nahm bis am 3. Mai auf etwa 1/5 ab. Beim Jod wurde auf den Filtern nur das aerosolgebundene Jod erfasst. Das gesamte Jod, d.h. inklusive das elementare Jod dürfte etwa 3 bis 5 mal höhere Werte aufgewiesen haben. Vom 3. bis zum 7.5. nahm die Radioaktivität der Luft noch einmal um das ca. 10-fache ab. Sie sank z.B. in Fribourg von ca. 550 pCi/m³ am 1. Mai auf ca. 10 pCi/m³ am 7. Mai. Nach dem 10. Mai lag die Summe der Luftaktivitäten in Fribourg durchwegs unter 0,25 pCi/m³ (Figuren 4.1-4.4); es war auch keine nennenswerter Zuwachs der Bodenkontamination mehr festgestellt worden.

Da die radioaktive Wolke in den ersten Mai-Tagen die ganze Schweiz überstrich, war die Radioaktivität der Luft, wie aus den entsprechenden Messwerten ersichtlich, an allen Stationen in der Schweiz etwa gleich gross, im Gegensatz zur Höhe der Bodenverstrahlung, die von der Intensität der Niederschläge abhängt.

Am 27./28. Mai zog die Wolke nach einer Erdumkreisung wieder vorbei. In der Schweiz wurde kein radioaktiver Ausfall festgestellt.

Tabelle 4.1.: Radioaktivität der Niederschläge:
Mit den Niederschlägen abgelagerte Aktivität (in nCi/m²) für den Monat Mai.

Station:	Cs-137	J-131 [*]
Cernier/NE	16	15
Davos/GR	17	52
Fribourg	23	26
Gösigen/SO	44	144
Leibstadt/AG	85	211
Locarno/TI	270	170
La Valsainte/FR	8	47

*) Während Cäsium und andere Nuklide zum grossen Teil mit den Niederschlägen abgelagert wurden, scheint beim Jod ein nicht unerheblicher Anteil durch trockene Ablagerung erfolgt zu sein, der mit der Messung der Niederschlagsproben nicht quantitativ erfasst wird.

4.2. Interne Verstrahlung

4.2.1 Einleitung

Abgelagerte radioaktive Nuklide können über kontaminierte Lebensmittel in den menschlichen Körper gelangen, dort z.T. eingebaut und zu einer internen Strahlenexposition führen. Bei einer Verstrahlung muss daher die Radioaktivität in den Nahrungsmitteln gemessen werden, um die interne Verstrahlung und ihre zeitliche Entwicklung zu erfassen und - falls notwendig - durch geeignete Massnahmen zu vermindern. Innerhalb der NAZ befasste sich die Sektion Radioaktivität INTERN in Zusammenarbeit mit den Kantonschemikern, Bundesämtern und Speziallaboratorien mit der Organisation der hierzu erforderlichen Probenahmen und Messungen.

Es zeigte sich bald, dass im Falle Tschernobyl die internen Dosen, zumindest für die meist betroffenen Bevölkerungsteile, grösser waren als die externen Dosen durch die Bodenverstrahlung.

Schon bevor die NAZ im Dienst war, begannen die Speziallaboratorien entsprechend ihren Vereinbarungen mit den Messungen. Die verschiedenen Probenarten wurden zu folgenden Zeiten erstmals gemessen: Niederschläge und Luftfilter (ab 30.4.), Milch, Gemüse, Gras (ab 1.5.), Trinkwasser (ab 2.5.), Schafmilch (ab 3.5.), Ziegenmilch (ab 4.5.) und Fleisch (ab 10.5.).

Der westliche Teil der Schweiz (etwa W einer Linie Basel-Furka) war von radioaktivem Niederschlag nur in vergleichsweise geringem Ausmass betroffen. Die Höchstwerte der Radioaktivität in Gras, Milch, Blattgemüse und weiteren Nahrungsmitteln, fanden sich im östlichen Teil, am meisten betroffen waren der Tessin und die italienisch sprechenden Täler des Kantons Graubünden, in etwas vermindertem Ausmass auch die Kantone AG und ZH und die Ostschweiz. Dieses Bild entspricht grob der geographischen Verteilung der Ortsdosisleistung. Demzufolge kann die Schweiz in vier Regionen eingeteilt werden: Tessin und Südbünden, Ostschweiz, Zentral- und Nordschweiz sowie Westschweiz.

Von den abgelagerten Nukliden waren vom radiologischen Standpunkt aus I-131 und Cs-137 die wichtigsten. Die nächstwichtigsten waren Cs-134 und Ru-103, wobei das erstere mit ziemlicher Konstanz 50 - 55 % der Cs-137-Aktivität aufwies. Die weiteren Spaltprodukte in den Proben waren teils wegen ihrer kurzen Halbwertszeit, teils weil sie radiologisch weniger gefährlich sind, teils weil sie nur in sehr geringen Mengen auftraten von geringerer Bedeutung. Die nachfolgende Tabelle 4.2. gibt eine Zusammenstellung der wichtigsten Nuklide und deren Aktivitäten in verschiedenen Proben. Diese Nuklide können mit den Gamma-Spektrometern (meist Germanium-Detektoren, z.T. auch NaJ-Kristalle) gemessen werden, wobei keine besondere Probenaufbereitung erforderlich ist. Gras und Gemüse zeigten eher ein unfraktioniertes Gemisch, während in Milch - noch mehr in Schafmilch - Jod relativ zu anderen Isotopen angereichert war.

Die Isotope Sr-89 und Sr-90 sind ebenfalls beachtet worden. Ihre Messung ist allerdings aufwendiger, da sie eine chemische Abtrennung erfordern. Die vorgenommenen Analysen zeigten, dass das Verhältnis Sr-89 + Sr-90 / Cs-137 in unfraktioniertem Gemisch bei 0,2 lag während es in der Milch bei 0,05 bis 0,1 lag. Das Verhältnis Sr-89 / Sr-90 lag bei 10. Für Sr-90 kann somit als grobe Schätzung rund 1 % der Cs-137-Aktivität angenommen werden.

Die Radioaktivitätsgehalte in Gras, Milch und anderen Produkten zeigen eine grosse Schwankungsbreite, selbst an Proben aus derselben Region. Diese Variationen können also nur teilweise mit einer unterschiedlichen Depositionsrate der Radioaktivität oder mit unterschiedlichem Abwaschen durch Regen erklärt werden. Viel mehr bestimmen viele weitere Faktoren die Radioaktivitätsgehalte; zum Beispiel:

- Anbaumethode,
- Pflanzenart und Wachstumsstand bei Pflanzen
- Fütterungsart und Fressgewohnheiten der Tiere
- Physiologische Faktoren für verschiedene Nuklide beim Einbau in Pflanzen, Tiere und den Menschen.

Zusätzlich ist bei der Aufnahme der Nuklide in den Menschen die Merkmalskarte verschiedener Bevölkerungsgruppen mitbestimmend. Deshalb ist ein Streubereich von praktisch radioaktivitätsfrei bis zu jeweiligen Maximalwerten nicht verwunderlich. Bei der Beurteilung und Interpretation der Messwerte sind deshalb zu beachten:

- Zur Bestimmung der zeitlichen und örtlichen Abläufe und von Uebergangsfaktoren z.B. Luft, Gras, Milch sind Messserien am gleichen Standort am aussagekräftigsten.
- Für die Berechnung der Personendosen muss die Gesamtheit der Einzelmessungen herangezogen werden.
- Für die Erfassung der Verstrahlungslage müssen Aktivitätsmittelwerte durch die Angabe der Streubereiche ergänzt werden; den besten Ueberblick geben die beiliegenden Diagramme.

Tabelle 4.2: Aktivität einzelner Nuklide in ausgewählten Proben (nCi/kg Frischgewicht bzw. nCi/l; Strich bedeutet keine Angabe).

Nuklide	HWZ	Gras Sessa/TI 4.5.86	Gras Amriswil/TG 2.5.86	Salat Agnuzzo 9.5.86	Milch Spiez 4.5.86	Schafmilch Spiez 3.5.86
Zr-95	65d	--	--	0.35	--	--
Nb-95	35d	--	--	0.47	--	--
Ru-103	40d	37	86	22	1.1	--
Mo-99	2,78d	4	21	--	--	--
Te-132	77 h	15	122	2.3	1.8	0.15
I-131	8.08d	65	193	16	15.2	158
I-132	2.3h	13	105	1.8	2.3	0.08
Cs-134	2.1a	11	28	6.5	0.45	0.1
Cs-136	13d	--	--	1.4	0.11	0.01
Cs-137	29.7a	20	50	12	0.76	0.31
Ba-140	12.8d	16	37	18:7	--	--
La-140	1.67d	30	54	17	0.35	--
Ce-141	33d	2	6	1.1	--	--
Ce-144	285d	--	--	1.2	--	--
K-40 (natür- lich)	1.28 $\times 10^9$ a	--	--	2.5	1.3	1.4

Sobald Angaben über den möglichen Zeitpunkt des Unfalls vorlagen, wurde bei der Landeswetterzentrale der SMA eine Analyse der Zugbahn der radioaktiven Wolke in Auftrag gegeben. Eine erste Trajektorie auf 1500 m ü.M. mit Startzeit am 26.4., 12.00 Uhr, in Kiew, ergab eine Zugbahn der radioaktiven Wolke nach Skandinavien, die wieder nach Süd-/Südost zurückdrehte. Aufgrund der Zunahme der Luftaktivität auf dem Weissfluhjoch wurde eine Rückwärtsanalyse in Auftrag gegeben. Die Trajektorie auf dem 500 Millibar-Niveau (ca. 5000 m ü.M.) führte zurück nach Kiew mit einem Startpunkt am 26.4., mittags. Eine Diskussion dieser beiden Ergebnisse mit den Meteorologen ergab folgende Interpretationsmöglichkeit:

Zum Zeitpunkt des Ereignisses und in den folgenden Tagen herrschte im Gebiet der Ukraine eine labile Schwachwindsituation, die durch starke Gewittertätigkeit gekennzeichnet war. Die beim Unfall freigesetzte Radioaktivität wurde durch die starke Vertikalbewegung auch in höhere Schichten transportiert. Das im Raum Kiew vorhandene Windfeld führte in der Folge radioaktiv kontaminierte Luftmassen im unteren Niveau Richtung Skandinavien und im oberen Niveau in west/südwestliche Richtung nach Mitteleuropa. Die in höheren Schichten abtreibende Luftmasse kam vorerst nur zögernd voran, wurde dann aber ab Dienstag mit wesentlich höherer Geschwindigkeit weggetrieben.

Die im Verlauf des Mittwochs, 30.4.86 in der Zentral-, Nordwest- und Nordostschweiz einsetzenden Regenschauer führten dann zum Auswaschen der Aktivität in der Luft und somit zum Anstieg der Ortsdosisleistung. In grossen Teilen des Mittellandes, der Westschweiz, des Wallis und des Tessins wurden zu diesem Zeitpunkt keine Niederschläge registriert. Es kam in diesen Gegenden daher am 30.4.86 zu einer wesentlich kleineren Ablagerung radioaktiver Stoffe am Boden. Als Folge der ab dem 3. Mai einsetzenden Niederschläge im Tessin, in Südbünden und im Waadtländer Jura wurden auch in diesen Gebieten erhöhte Radioaktivitätswerte registriert. Die am 30. April und 1. Mai betroffenen Gebiete der Nordwest-, Nordost- und Zentral-schweiz blieben von weiteren Niederschlägen verschont, so dass hier kein weiterer Anstieg der Radioaktivität mehr registriert wurde.

Bis zum 10. Mai 1986 war bei Niederschlägen mit einem Auswaschen von radioaktiven Nukliden aus der Luft zu rechnen. Dies liess sich auch anhand von Dosisleistungsmessungen feststellen. Ab diesem Zeitpunkt befanden sich keine nennenswerten Aktivitätsmengen mehr in der Luft, so dass weitere Niederschläge die Bodenkontamination nicht erhöhten.

3. Organisation in der Schweiz

3.1. Alarmorganisation

Das leitende Organ der Alarmorganisation ist die Eidgenössische Kommission für AC-Schutz. Sie untersteht dem Eidg. Departement des Innern (EDI).

Der KAC steht zur Durchführung von Vorbereitungs- und Planungsaufgaben die Sektion Ueberwachungszentrale (SUWZ) zur Verfügung.

Beim Ereignis Tschernobyl bestand die Alarmorganisation aus einer Einsatzgruppe KAC (EiGr KAC), der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) sowie einer Mess- und Labororganisation zur Feststellung der externen und internen Verstrahlungslage.

Die EiGr KAC leitete die Alarmorganisation und vertrat sie nach aussen. Sie gab im Einvernehmen mit dem EDI Empfehlungen an die Bevölkerung zur Verminderung der Personendosen heraus und informierte das EDI laufend über die Entwicklung der Verstrahlungslage in der Schweiz.

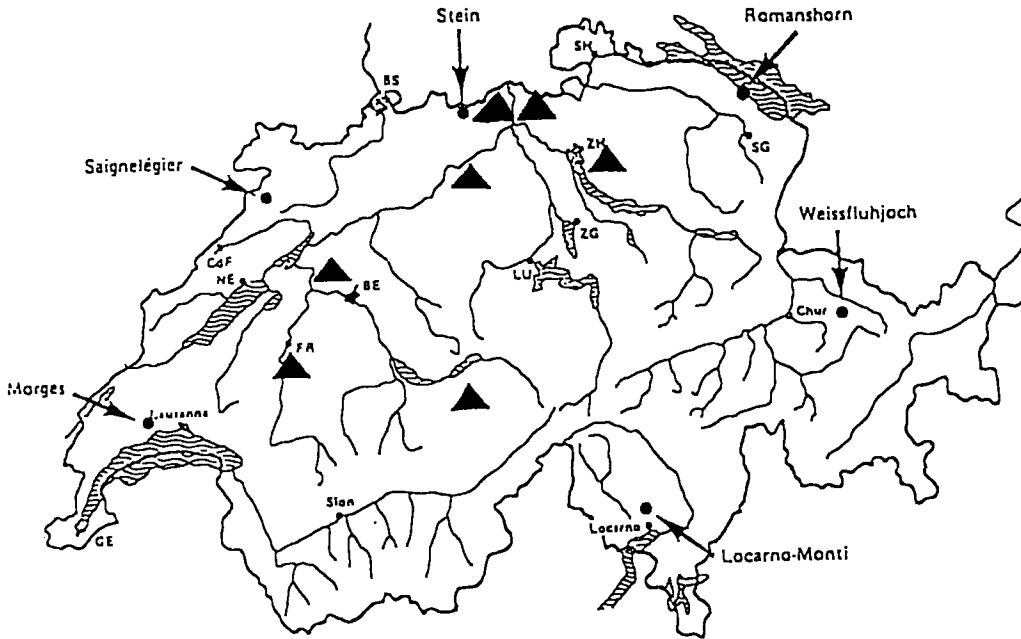
Die NAZ ist die Fachstelle für Warnung und Alarmierung der Behörden und die Alarmierung der Bevölkerung in Friedenszeiten und im aktiven Dienst. Sie nahm Meldungen und Messresultate entgegen, wertete sie aus, beurteilte sie und informierte laufend die EiGr KAC und stellte Anträge für Empfehlungen.

3.2. Messorganisation

Zur Feststellung einer Verstrahlungslage können folgende Mittel eingesetzt werden:

- Frühwarnposten

Sechs Frühwarnposten (FWP) sind in der Nähe der Landesgrenzen aufgestellt. Zur permanenten Ueberwachung der Luftaktivität sind sie mit einem Luftfiltergerät ausgerüstet, mit dem Staub und Aerosolteilchen aus der Luft abgeschieden und laufend ausgemessen werden. Bei Ueberschreiten eines eingestellten Aktivitätspegels wird lokal ein Alarm ausgelöst. Dieser wird vom Betreuungspersonal an das Labor Fribourg der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUeR), bzw. an das Pikett der SUWZ weitergeleitet.



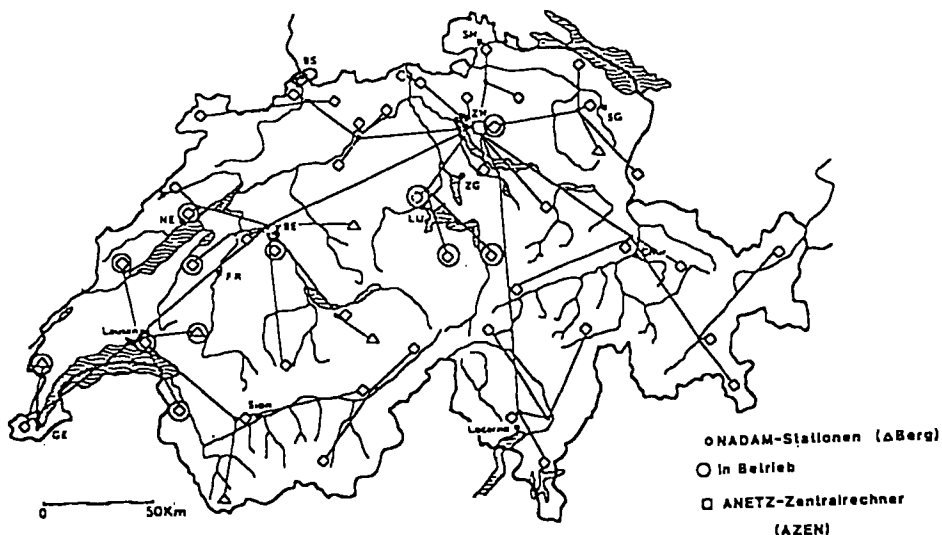
Figur 3.1 Frühwarnposten

Neben den 6 FWP gibt es noch 7 weitere Stationen (▲), ohne automatischen Alarm, auf dem Jungfrauojoch, bei der SMA Zürich, in Fribourg, beim EIR und bei den KKW Mühleberg, Gösigen und Leibstadt.

Zudem betreibt die KUeR in der Schweiz 7 Regensammler-Stationen zur Erfassung der Radioaktivität der Niederschläge.

- NADAM

Das Netz für automatischen Dosis-Alarm und -Messung (NADAM) ist ein dauernd messendes Ueberwachungs- und Alarmnetz. Der Vollausbau des NADAM-Netzes auf 55 Stationen ist für Ende 1986 geplant. Einsatzfähig waren 12 Stationen (8 in der Westschweiz). Alle 10 Minuten werden diese Stationen über ein Telefon-Mietleitungsnetz abgefragt und auf Ueberschreiten eines einstellbaren Alarmpegels überprüft. Gegebenenfalls wird ein Alarm ausgelöst, der an das Pikett der SUWZ weitergeleitet wird.



Figur 3.2. NADAM-Stationen

Im Mai 1986 waren folgende 12 Stationen einsatzfähig:

Stationsname	Abkürzung	Koordinaten	Höhe m ü.M.
Payerne	PAY	562 100/184 700	490
Aigle	AIG	560 120/130 630	381
Moleson	MLS	567 740/155 200	1972
Altdorf	ALT	690 960/191 700	449
Neuchâtel	NEU	563 150/205 600	485
Pully	PUY	540 820/151 570	461
Zürich SMA	SMA	605 125/248 090	556
La Fretaz	FRE	534 230/188 080	1202
Bern-Liebefeld	BER	598 610/197 470	565
Engelberg	ENG	674 150/186 060	1035
Luzern	LUZ	665 520/209 860	456
La Dôle	DOL	497 050/142 380	1670

- Atomwarnposten

111 Atomwarnposten (AWP) sind über das ganze Gebiet der Schweiz verteilt. Sie werden von Polizeiposten, von der SBB, sowie vom Festungs- und Grenzwachkorps gestellt. Zur Messung einer Geländeverstrahlung sind sie mit dem Spürgerät A-73 ausgerüstet, das auch vom Zivilschutz und der Armee verwendet wird. Im Falle einer Gefährdung durch Radioaktivität werden die AWP vom Pikett SUWZ aktiviert. Diese Massnahme war nach dem Unfall in Tschernobyl nicht sinnvoll, da die Geräte A-73 der AWP für einen höheren Dosisbereich (ab 1 mR/h) ausgelegt sind.

- Messwagen

Das Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR), die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), beide in Würenlingen, das Labor Freiburg der KUEr und das Institut de Radio-physique Appliquée (IRA) in Lausanne verfügen je über ein Fahrzeug, das mit den notwendigen Mess- und Probenahmeeinrichtungen für den Einsatz bei Unfällen mit Radioaktivität ausgerüstet ist. Der Einsatz ist vorgesehen bei Verlust von radioaktiven Quellen, bei Transport- und Industrieunfällen und bei KKW-Störfällen.

- Probenahme- und Messorganisation Intern

Für die Feststellung der Gefährdung durch interne Verstrahlung infolge Einnahme von verstrahlten Lebens- oder Futtermitteln, bzw. Trink oder Tränkewasser stützte sich die EiGr KAC auf Speziallaboratorien, welche bereits im Normalfall solche Messungen vornehmen. Sie können ab 1987 durch die AC Laboratorien der Armee verstärkt werden.

Diese Laboratorien sind durch Vereinbarungen verpflichtet, selbst Proben in ihrer Region zu erheben, die Messungen durchzuführen und die Resultate der NAZ mitzuteilen. Im weiteren kann die NAZ in Zusammenarbeit mit den Kantonschemikern weitere gezielte Probenerhebungen anfordern.

- Einsatz von Mitteln der Armee

Das Eidg. Militärdepartement bestimmt im Einvernehmen mit der KAC die militärischen Mittel, die der Alarmorganisation bei einer Gefährdung durch Radioaktivität in Friedenszeiten zur Verfügung gestellt werden und ist für dessen Bereitstellung verantwortlich.

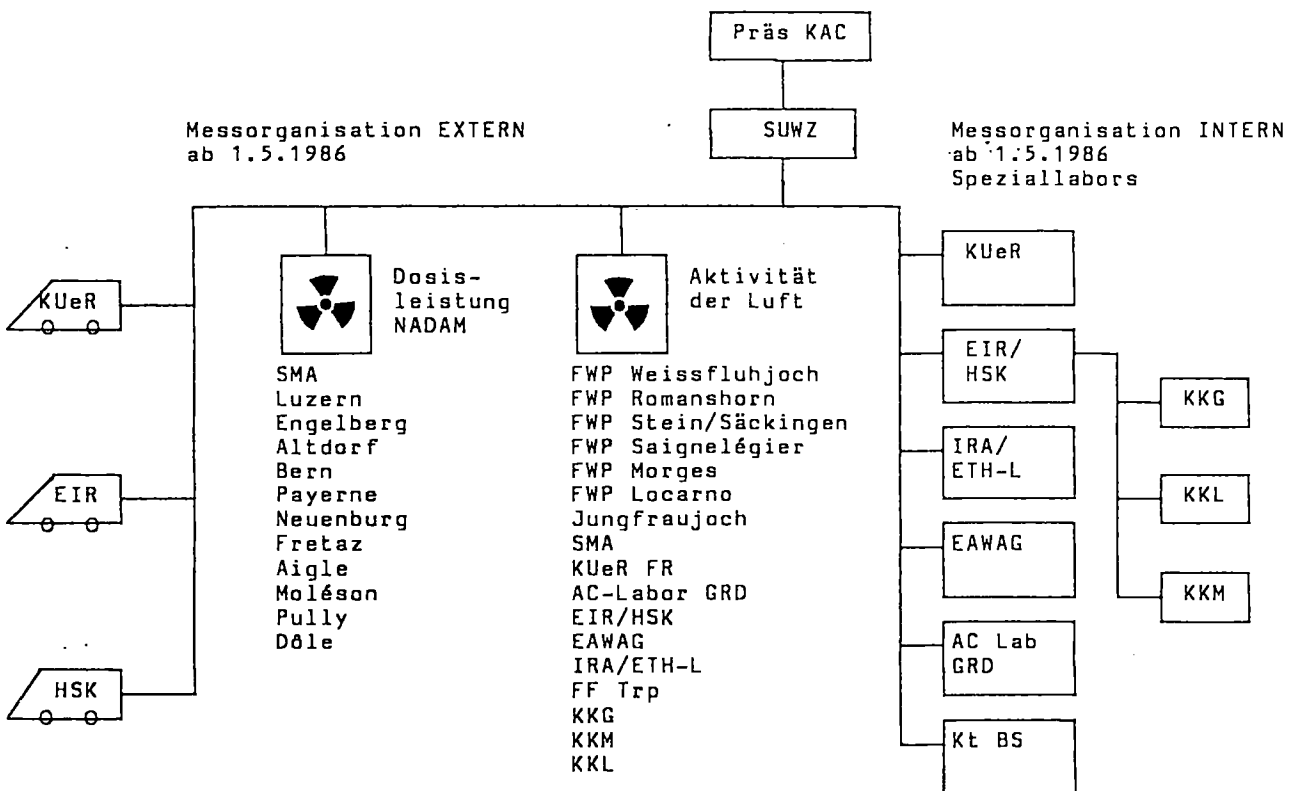
Auf Antrag der EiGr KAC kamen neben dem Astt NAZ folgende militärische Mittel zum Einsatz:

- AC Schutzzoffiziere (Unterstützung der NAZ)
- AC Schutzspezialisten (Unterstützung der zivilen Labors)
- Teile des ALAB 86
- Spürhelikopter

3.3. Organisation Tschernobyl

PHASE I, 28.4. - 2.5.86

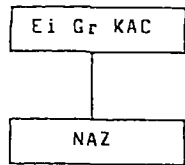
In der Anfangsphase trat die Alarmorganisation wie folgt in Aktion.



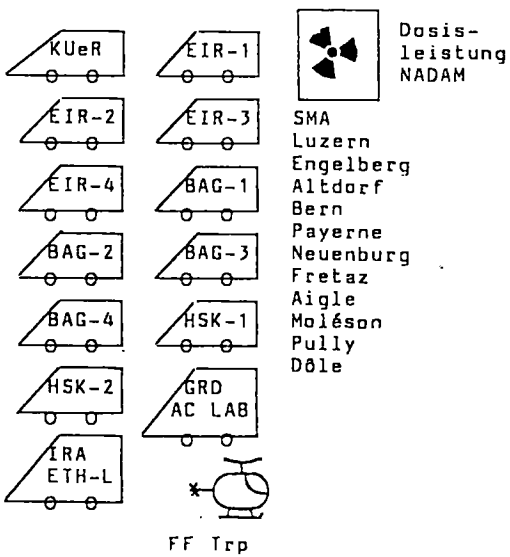
Am ersten Mai waren drei Messwagen im Einsatz. Das im Aufbau befindliche NADAM-System hatte 12 ständig messende Stationen. Die Frühwarnposten arbeiteten einwandfrei und die Messorganisation nahm ihre Arbeit auf.

PHASE II, 2.5. - 6.6.86

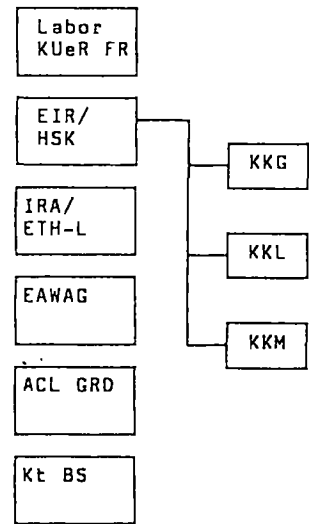
Nachdem die Einsatzgruppe der KAC einberufen und die Nationale Alarmzentrale aufgebildet worden war, kam die ganze Alarmorganisation zum Tragen.



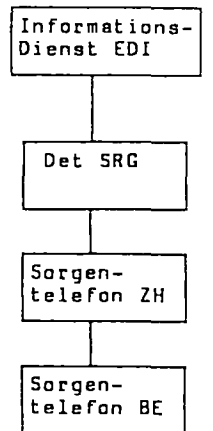
MESSORGANISATION EXTERN



MESSORGANISATION INTERN



INFORMATION DER BEVÖLKERUNG



In Zusammenarbeit mit dem Eidg. Departement des Innern, den beteiligten Bundesstellen und den Kantonen hat die Einsatzgruppe der KAC laufend die Lage beurteilt, die wichtigen Entscheide über Empfehlungen getroffen und Pressemitteilungen zuhanden Chef Informationsdienst EDI vorbereitet. Eine weitergehende Orientierung an die Kantone erfolgte durch die NAZ.

Die Nationale Alarmzentrale hat die Messorganisation koordiniert. Sie hat die Messresultate ausgewertet und beurteilt und der Einsatzgruppe KAC Anträge gestellt.

Da in der Anfangsphase an allen Messposten der Schweiz erhöhte Radioaktivitätskonzentrationen in der Luft gemessen wurden und sich die Situation infolge Niederschläge rasch änderte, mussten zusätzliche Messwagen des BAG, EIR und der HSK zur Messung der Dosisleistung und für Probenahmeerhebungen eingesetzt werden. In erster Priorität wurde in jenen Gebieten gemessen, in denen aufgrund der Niederschläge mit erhöhter Radioaktivität zu rechnen war. So rasch als möglich wurde im Sinne einer Kontrollmessung auch in jenen Gebieten gemessen, in denen keine Niederschläge gefallen waren.

Bis zum 15. Mai wurden Messfahrten bzw. Messflüge grundsätzlich auf dem ganzen Gebiet der Schweiz durchgeführt. Ab diesem Zeitpunkt im Prinzip nur noch in jenen Gebieten, in denen die Ortsdosisleistung noch nicht unter 20 Mikroröntgen pro Stunde gefallen war. Da gleichzeitig der Jodbeitrag zur externen Strahlung nicht mehr von Bedeutung war, und somit die Radioaktivität langsamer abnahm, konnte von der täglichen Messung auf eine wöchentliche Messung übergegangen werden. Infolge Pressemeldungen über eine erneute (nicht bestätigte) Zunahme der Radioaktivität in Oberitalien, im Gebiete von Como, wurden zusätzliche Messfahrten im Tessin vorgenommen, die keine zusätzliche Erhöhung zeigten.

In der Zeit vom 1. Mai bis zum 2. Juni 1986 wurden 62 Messfahrten durchgeführt.

Die Helikopterflüge waren eine wertvolle Ergänzung zu den Messfahrten. Sie ermöglichten die zeitgerechte Erfassung der Daten aus Gebieten, die durch die Messwagen nur mit Verzögerung erreicht werden konnten.

Die Probenahme von Lebens- und Futtermitteln, von Wasser, Boden etc. erfolgte anfangs durch die Messwagen und Speziallaboratorien, später vorwiegend durch die kantonalen Laboratorien und durch Bundesämter.

Die Probenahmepläne wurden direkt mit den Speziallabors abgesprochen. Die anschliessende Messung der Proben in den Laboratorien und die Uebermittlung der Resultate an die NAZ klappte trotz einigen Engpässen ausgezeichnet.

Im Monat Mai wurden etwa 5000 Proben gemessen. Die folgende Tabelle gibt einen Ueberblick über die durchgeführten Messungen.

Tabelle: Einsatz der Speziallabors im Mai 1986

Labor	Anzahl im Mai gemess. Proben	Anzahl Mann- Monate (inkl.. Ueberzeit)	eingesetzte Messgeräte	Spezial- messungen
Kant.Labor (BS-Stadt)	230	4	1 Ge β	- Cs-137 Sr-90 Mess- reihen - Transfer- faktoren
EIR/HSK (Würenlingen)	2000	8	4 Ge 4 α 1 Whole Body Schilddrü- senzähler	- Ganzk.mess. - Schilddrüse - Messreihen - Alpha-Messun. - Messfahrten
LDU (EAWAG) (Dübendorf)	200	6,1	1-2 Ge (Li) 1	- Transferfak- toren - Messreihen Sr-90
OMURA (EPFL/IRA) (Lausanne)	230	4	1 Ge (Li)	- SR-90/Sr-89 - Messfahrten
ALAB (GRD, Spiez ALAB 86)	1200	ziv. 5 mil. 13	5 Ge 2 NaI	- Messreihen - Transf.fakt. - Messfahrten
Labor KUEr (Fribourg)	1000	ziv. 9 mil. 2	3 Ge (Li)	- Höhenflug- filter - Messreihen - Transf.fakt. - Filter - Niederschl. - Messfahrten
<u>Total</u>	ca. 5000	51	15 Ge (Li)	

Legende: Ge, Ge(Li) : Germanium - Gammaskpektrometer

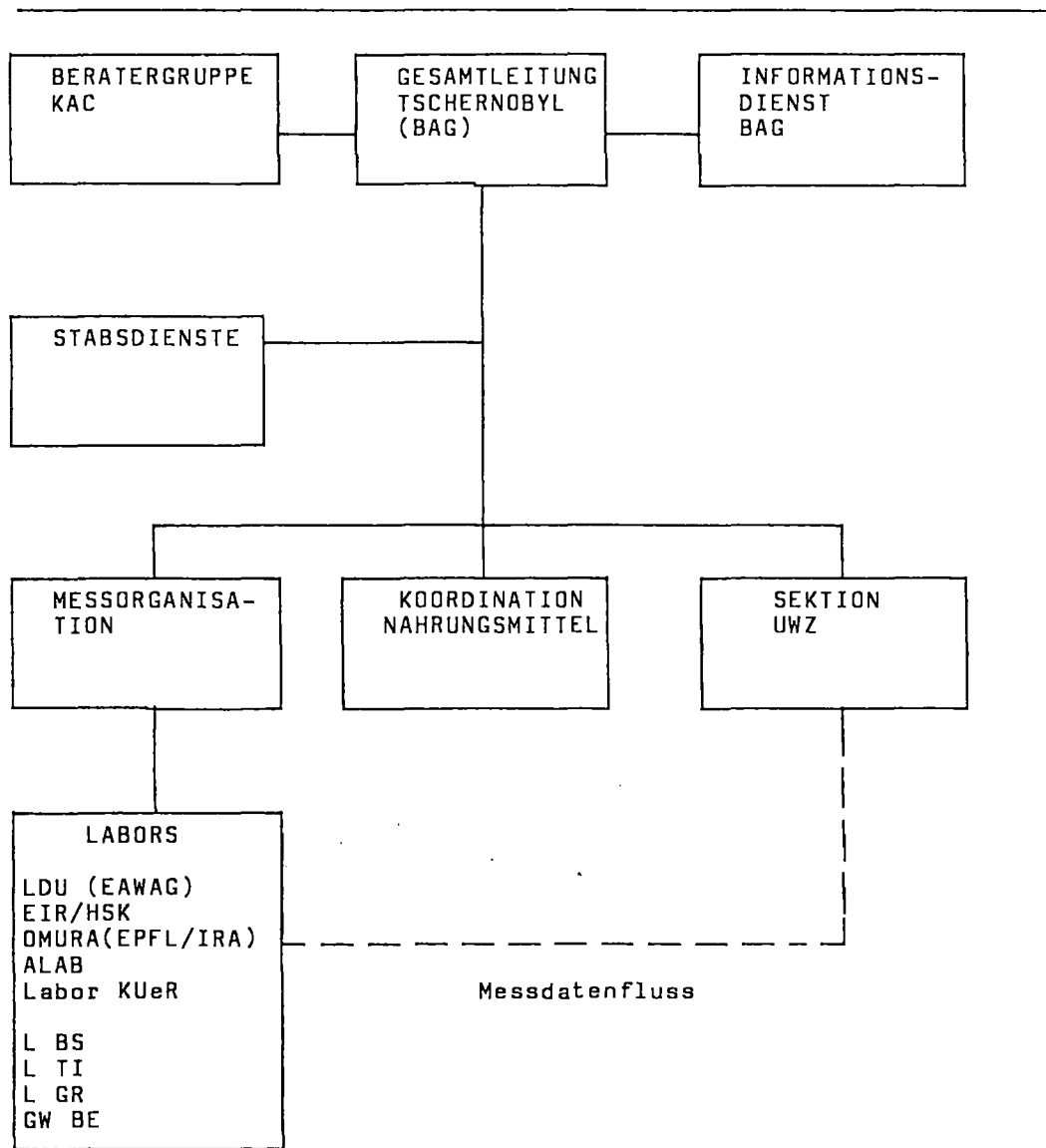
β : Beta- Messplatz
α : Alpha-Messplatz

PHASE III, ab 9.6.86

Anfangs Juni hatte sich die Verstrahlungslage in der Schweiz soweit normalisiert, dass die Einsatzgruppe der KAC und die NAZ am 6. Juni durch Bundesratsbeschluss von ihrer Aufgabe entbunden werden konnten.

Die Gesamtleitung wurde dem Bundesamt für Gesundheitswesen übertragen. Eine Beratergruppe der KAC steht der Gesamtleitung zur Verfügung. Die Aufgabe der NAZ wird seither von der SUWZ wahrgenommen.

ORGANISATION "TSCHERNOBYL" ab 9.6.1986



* Abkürzungen s. Anhang 1

Im Verlauf des Ereignisses Tschernobyl haben sich die Prioritäten für die Messorganisation verlagert. Da die externe Dosisleistung fast in der ganzen Schweiz praktisch wieder auf normale Werte zurückgegangen war, hat sich der Einsatz von Messwagen erübrigt. Im Vordergrund standen in den Monaten Juni/Juli Messungen von langlebigen Isotopen (insbesondere Cäsium) in Nahrungsmitteln. Nach wie vor werden die inländische Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln überwacht und Nahrungsmiteleinimporte stichprobenweise überprüft. Wöchentlich werden etwa 300 Proben analysiert.

4. Messergebnisse

4.1. Externe Verstrahlung (Figuren 4.1-4.11)

4.1.1. Einleitung

Die anfängliche Beurteilung der radioaktiven Verstrahlung in der Schweiz war durch folgende Umstände erschwert:

- Fehlende Information über Zeitpunkt und Ausmass der Ereignisse in Tschernobyl.
- Komplexe meteorologische Situation in Europa.

Die Erfassung der externen Verstrahlung erfolgte mittels der NADAM-Sonden und den Messfahrten bzw. Messflügen. Aufgrund dieser Daten wurden die täglichen Verstrahlungskarten erstellt. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, erfolgte der erste Anstieg der Radioaktivität in der Luft in der Nacht zum Mittwoch (30.4.86) mit einem deutlichen Anstieg am Vormittag desselben Tages in der Ostschweiz. Im Verlauf des Nachmittags wanderte die Wolke weiter nach Westen und erreichte am 1. Mai auch die Westschweiz. Regenschauer am 30.4. in der Zentral-, Nordwest- und Nordostschweiz führten zum Auswaschen von Aktivität. In den übrigen Teilen der Schweiz stieg die Dosisleistung zu diesem Zeitpunkt noch nicht an, da es damals dort nicht regnete.

Erst die Niederschläge ab 3. Mai im Tessin, in Südbünden und im Waadtländer Jura führte in diesen Gebieten zu einem Anstieg der Dosisleistung (Tabelle 4.1, Seite 18). Die übrigen Gebiete der Schweiz, die in den ersten Tagen keinen Niederschlag hatten, zeigten auch nachher keine starke Erhöhung der Dosisleistung, dies obwohl die Luftaktivität in der ganzen Schweiz fast überall gleich gross war. Als Vergleich sei die Station Morges erwähnt, deren Frühwarnanlage am 1. Mai Alarm auslöste, wegen erhöhter Radioaktivität der Luft, während die nicht weit davon entfernte NADAM-Sonde in Pully keine nennenswerte Zunahme der Dosisleistung zeigte.

Die Radioaktivität der Luft in der Schweiz wies am 1. Mai das Maximum auf und nahm bis am 3. Mai auf etwa 1/5 ab. Beim Jod wurde auf den Filtern nur das aerosolgebundene Jod erfasst. Das gesamte Jod, d.h. inklusive das elementare Jod dürfte etwa 3 bis 5 mal höhere Werte aufgewiesen haben. Vom 3. bis zum 7.5. nahm die Radioaktivität der Luft noch einmal um das ca. 10-fache ab. Sie sank z.B. in Fribourg von ca. 550 pCi/m³ am 1. Mai auf ca. 10 pCi/m³ am 7. Mai. Nach dem 10. Mai lag die Summe der Luftaktivitäten in Fribourg durchwegs unter 0,25 pCi/m³ (Figuren 4.1-4.4); es war auch keine nennenswerter Zuwachs der Bodenkontamination mehr festgestellt worden.

Da die radioaktive Wolke in den ersten Mai-Tagen die ganze Schweiz überstrich, war die Radioaktivität der Luft, wie aus den entsprechenden Messwerten ersichtlich, an allen Stationen in der Schweiz etwa gleich gross, im Gegensatz zur Höhe der Bodenverstrahlung, die von der Intensität der Niederschläge abhängt.

Am 27./28. Mai zog die Wolke nach einer Erdumkreisung wieder vorbei. In der Schweiz wurde kein radioaktiver Ausfall festgestellt.

Tabelle 4.1.: Radioaktivität der Niederschläge:
Mit den Niederschlägen abgelagerte Aktivität (in nCi/m²) für den Monat Mai.

Station:	Cs-137	J-131 [*]
Cernier/NE	16	15
Davos/GR	17	52
Fribourg	23	26
Gösigen/SO	44	144
Leibstadt/AG	85	211
Locarno/TI	270	170
La Valsainte/FR	8	47

*) Während Cäsium und andere Nuklide zum grossen Teil mit den Niederschlägen abgelagert wurden, scheint beim Jod ein nicht unerheblicher Anteil durch trockene Ablagerung erfolgt zu sein, der mit der Messung der Niederschlagsproben nicht quantitativ erfasst wird.

4.2. Interne Verstrahlung

4.2.1 Einleitung

Abgelagerte radioaktive Nuklide können über kontaminierte Lebensmittel in den menschlichen Körper gelangen, dort z.T. eingebaut und zu einer internen Strahlenexposition führen. Bei einer Verstrahlung muss daher die Radioaktivität in den Nahrungsmitteln gemessen werden, um die interne Verstrahlung und ihre zeitliche Entwicklung zu erfassen und - falls notwendig - durch geeignete Massnahmen zu vermindern. Innerhalb der NAZ befasste sich die Sektion Radioaktivität INTERN in Zusammenarbeit mit den Kantonschemikern, Bundesämtern und Speziallaboratorien mit der Organisation der hierzu erforderlichen Probenahmen und Messungen.

Es zeigte sich bald, dass im Falle Tschernobyl die internen Dosen, zumindest für die meist betroffenen Bevölkerungsteile, grösser waren als die externen Dosen durch die Bodenverstrahlung.

Schon bevor die NAZ im Dienst war, begannen die Speziallaboratorien entsprechend ihren Vereinbarungen mit den Messungen. Die verschiedenen Probenarten wurden zu folgenden Zeiten erstmals gemessen: Niederschläge und Luftfilter (ab 30.4.), Milch, Gemüse, Gras (ab 1.5.), Trinkwasser (ab 2.5.), Schafmilch (ab 3.5.), Ziegenmilch (ab 4.5.) und Fleisch (ab 10.5.).

Der westliche Teil der Schweiz (etwa W einer Linie Basel-Furka) war von radioaktivem Niederschlag nur in vergleichsweise geringem Ausmass betroffen. Die Höchstwerte der Radioaktivität in Gras, Milch, Blattgemüse und weiteren Nahrungsmitteln, fanden sich im östlichen Teil, am meisten betroffen waren der Tessin und die italienisch sprechenden Täler des Kantons Graubünden, in etwas vermindertem Ausmass auch die Kantone AG und ZH und die Ostschweiz. Dieses Bild entspricht grob der geographischen Verteilung der Ortsdosisleistung. Demzufolge kann die Schweiz in vier Regionen eingeteilt werden: Tessin und Südbünden, Ostschweiz, Zentral- und Nordschweiz sowie Westschweiz.

Von den abgelagerten Nukliden waren vom radiologischen Standpunkt aus I-131 und Cs-137 die wichtigsten. Die nächstwichtigsten waren Cs-134 und Ru-103, wobei das erstere mit ziemlicher Konstanz 50 - 55 % der Cs-137-Aktivität aufwies. Die weiteren Spaltprodukte in den Proben waren teils wegen ihrer kurzen Halbwertszeit, teils weil sie radiologisch weniger gefährlich sind, teils weil sie nur in sehr geringen Mengen auftraten von geringerer Bedeutung. Die nachfolgende Tabelle 4.2. gibt eine Zusammenstellung der wichtigsten Nuklide und deren Aktivitäten in verschiedenen Proben. Diese Nuklide können mit den Gamma-Spektrometern (meist Germanium-Detektoren, z.T. auch NaJ-Kristalle) gemessen werden, wobei keine besondere Probenaufbereitung erforderlich ist. Gras und Gemüse zeigten eher ein unfraktioniertes Gemisch, während in Milch - noch mehr in Schafmilch - Jod relativ zu anderen Isotopen angereichert war.

Die Isotope Sr-89 und Sr-90 sind ebenfalls beachtet worden. Ihre Messung ist allerdings aufwendiger, da sie eine chemische Abtrennung erfordern. Die vorgenommenen Analysen zeigten, dass das Verhältnis Sr-89 + Sr-90 / Cs-137 in unfraktioniertem Gemisch bei 0,2 lag während es in der Milch bei 0,05 bis 0,1 lag. Das Verhältnis Sr-89 / Sr-90 lag bei 10. Für Sr-90 kann somit als grobe Schätzung rund 1 % der Cs-137-Aktivität angenommen werden.

Die Radioaktivitätsgehalte in Gras, Milch und anderen Produkten zeigen eine grosse Schwankungsbreite, selbst an Proben aus derselben Region. Diese Variationen können also nur teilweise mit einer unterschiedlichen Depositionsrate der Radioaktivität oder mit unterschiedlichem Abwaschen durch Regen erklärt werden. Viel mehr bestimmen viele weitere Faktoren die Radioaktivitätsgehalte; zum Beispiel:

- Anbaumethode,
- Pflanzenart und Wachstumsstand bei Pflanzen
- Fütterungsart und Fressgewohnheiten der Tiere
- Physiologische Faktoren für verschiedene Nuklide beim Einbau in Pflanzen, Tiere und den Menschen.

Zusätzlich ist bei der Aufnahme der Nuklide in den Menschen die Merkmalkarte verschiedener Bevölkerungsgruppen mitbestimmend. Deshalb ist ein Streubereich von praktisch radioaktivitätsfrei bis zu jeweiligen Maximalwerten nicht verwunderlich. Bei der Beurteilung und Interpretation der Messwerte sind deshalb zu beachten:

- Zur Bestimmung der zeitlichen und örtlichen Abläufe und von Uebergangsfaktoren z.B. Luft, Gras, Milch sind Messserien am gleichen Standort am aussagekräftigsten.
- Für die Berechnung der Personendosen muss die Gesamtheit der Einzelmessungen herangezogen werden.
- Für die Erfassung der Verstrahlungslage müssen Aktivitätsmittelwerte durch die Angabe der Streubereiche ergänzt werden; den besten Ueberblick geben die beiliegenden Diagramme.

Tabelle 4.2: Aktivität einzelner Nuklide in ausgewählten Proben (nCi/kg Frischgewicht bzw. nCi/l; Strich bedeutet keine Angabe).

Nuklide	HWZ	Gras Sessa/TI 4.5.86	Gras Amriswil/TG 2.5.86	Salat Agnuzzo 9.5.86	Milch Spiez 4.5.86	Schafmilch Spiez 3.5.86
Zr-95	65d	--	--	0.35	--	--
Nb-95	35d	--	--	0.47	--	--
Ru-103	40d	37	86	22	1.1	--
Mo-99	2,78d	4	21	--	--	--
Te-132	77 h	15	122	2.3	1.8	0.15
I-131	8.08d	65	193	16	15.2	158
I-132	2.3h	13	105	1.8	2.3	0.08
Cs-134	2.1a	11	28	6.5	0.45	0.1
Cs-136	13d	--	--	1.4	0.11	0.01
Cs-137	29.7a	20	50	12	0.76	0.31
Ba-140	12.8d	16	37	18:7	--	--
La-140	1.67d	30	54	17	0.35	--
Ce-141	33d	2	6	1.1	--	--
Ce-144	285d	--	--	1.2	--	--
K-40 (natür- lich)	1.28 $\times 10^9$ a	--	--	2.5	1.3	1.4

4.2.2. Milch

Die Milch stand von Anfang an im Vordergrund des Interesses und bildete im ersten Monat das Schwergewicht der Radioaktivitätsmessungen, die bereits am 1. Mai 1986 begannen.

Dies einerseits weil Milch eines der Grundnahrungsmittel ist (von den Nahrungsmitteln, bei denen eine erhebliche Radioaktivität zu erwarten war, ist Milch dasjenige mit der grössten Konsumrate) und andererseits weil in der Milch das für die radiologischen Auswirkungen wichtige Nuklid I-131 relativ zu anderen Nukliden angereichert wird.

a) Einzelmilch (Kuh) (Figuren 4.12-4.17)

In den ersten zwei Maiwochen wurden gegen tausend Proben zum grossen Teil direkt auf den Bauernhöfen erhoben und gemessen. Die Ergebnisse wurden zunächst in Milchkarten zusammengefasst und später in Diagrammen zusammengestellt, um die zeitliche Entwicklung zu zeigen.

Infolge der stärkeren Ablagerung der Radioaktivität im Tessin zeigte die Milch dort die höchsten Aktivitätswerte (bis zu 50 nCi/l I-131 und 20 nCi/l Cs-137). In der übrigen Schweiz bewegten sich die Höchstwerte, sieht man von einzelnen Ausreissern ab, zwischen 30 und 40 nCi/l I-131 bzw. 5 und 8 nCi/l Cs-137.

Beim zeitlichen Verhalten der beiden radiologisch bedeutendsten Nuklide I-131 und Cs-137 zeigt sich, dass Iod-131 das Maximum schon nach 4 - 5 Tagen erreicht und nachher mit einer effektiven Halbwertszeit von 4 - 5 Tagen wieder abfällt. Cs-137 steigt dagegen langsamer an, erreicht ein flaches Maximum nach etwa 10 Tagen und fällt nachher mit einer effektiven Halbwertszeit von 15 bis 30 Tagen wieder ab. Dabei treten, je nach Fütterungsart der Kühe, örtliche Schwankungen auf.

b) Sammelmilch

Ab 12. Mai wurden Milchproben bei sechs Gross-Sammelstellen erhoben. Gegenüber den Einzelmilchmessungen sind die Werte wegen des Mittelungseffektes (Mischung von Milch aus verschiedenen Regionen, von Kühen mit unterschiedlicher Fütterungsart) selbst im Tessin deutlich tiefer, als die Einzelmilchproben.

c) Schafmilch, Ziegenmilch (Figuren 4.18, 4.19)

Nachdem in einer Schafmilchprobe über 100 nCi/l I-131 gemessen worden waren, wurden ab dem 4. Mai systematisch auch Proben von Schafmilch erhoben. Die Messungen bestätigten, dass Schafmilch bis zu zehnmal höhere Jod-Aktivitäten enthält als Kuhmilch vom gleichen Ort, was u.a. mit den Fressgewohnheiten dieser Tiere und einem anderen Mineraliengehalt in der Milch zusammenhängen dürfte. Der höchste je gemessene Wert war 485 nCi/l I-131. Ziegenmilch zeigte ebenfalls höhere Aktivitäten als Kuhmilch, lag aber näher bei dieser als bei Schafmilch.

d) Milchprodukte

Yoghurt weist generell ähnliche Aktivitätswerte auf wie Frischmilch. In Milchpulver war die Aktivität proportional der Aufkonzentration höher als in Frischmilch, da 1 kg Trockenmilch rund 8 Liter Frischmilch entspricht.

In der zweiten Hälfte des Monats Mai wurden zunehmend auch Käse und weitere Milchprodukte gemessen. Pro Kilogramm Käse ergab sich eine spezifische Aktivität von etwa der Hälfte der ursprünglichen spezifischen Aktivität der Milch. Berücksichtigt man, dass zur Herstellung von 1 kg Käse rund 10 Liter Milch verarbeitet werden, dann ergibt sich daraus, dass nur ein Bruchteil der Radioaktivität der Milch in den Käse übergeht. Beim Hartkäse, der vor dem Verkauf einige Monate gelagert wird, ist der Jod-131-Gehalt belanglos, da er in dieser Zeit völlig abklingen kann. Beim Frischkäse, der zum sofortigen Konsum bestimmt ist, müssen jedoch dieses Nuklid wie auch Cs-134 und Cs-137 bei den Dosis-Ueberlegungen mitberücksichtigt werden. Die Höchstwerte im Käse lagen im Tessin bei etwa 10 nCi/kg I-131 und 7 nCi/kg Cs-137; in der übrigen Schweiz wurden wesentlich geringere Aktivitäten im Bereich von je 0 - 2 nCi/kg gemessen. Butter und Rahm zeigten ein ähnliches Bild wie Käse. Die Messwerte für Schaf- und Ziegenkäse im Tessin sind in Figur 4.20 dargestellt.

4.2.3 Gemüse (inkl. Salate) (Figuren 4.21-4.23)

Anfang Mai führte vor allem Niederschlag zu einer erhöhten Aktivitätskonzentration auf und in Gras und Gemüse. Es wurden daher schon vom 1. Mai an Gras- und Gemüseproben erhoben; in der ersten Monatshälfte waren es total ca. 500 Proben, später weniger. Die Aufnahme von radioaktiven Substanzen über die Wurzeln macht gegenüber der Deposition aus der Luft wenig aus. Trotzdem sind in den kommenden Monaten weitere Messungen pflanzlicher Nahrungsmittel notwendig.

Die im Folgenden angegebenen Radioaktivitätswerte beziehen sich meistens auf gewaschenes Gemüse. Die Reduktion der I-131 Aktivität durch Waschen ist relativ gering (ca. Faktor 2/3), während die Cs-Aktivitäten auf ca. 1/3 reduziert werden können.

Die höchsten Aktivitätswerte zeigten Kopfsalat und Blattgemüse wie Spinat, Lattich und Petersilie. Die meistbetroffenen Regionen waren Nordschweiz, Ostschweiz und Tessin. Im Tessin lagen die Aktivitätswerte nur unbedeutend höher als in den beiden anderen erwähnten Gebieten; die Unterschiede sind geringer, als aufgrund der deutlich verschiedenen externen Dosisleistungen zu erwarten gewesen wäre. Als Beispiel vermitteln die Gemüsekarten einen Ueberblick über die regionale Verteilung der Gemüseverstrahlungen und die Figuren 4.22 und 4.23 den zeitlichen Verlauf.

Die Extremwerte beim Blattgemüse betragen 360 nCi/kg I-131 beim Kopfsalat in der Ostschweiz und 22 nCi/kg Cs-137 beim Spinat in der Nordschweiz.

Der zeitliche Verlauf der Aktivität ist dadurch gekennzeichnet, dass die Werte der in der zweiten Maihälfte geernteten Gemüse deutlich tiefer waren. Dies kommt daher, dass einerseits das Gemüse der zweiten Ernte nicht mehr durch radioaktive Niederschläge kontaminiert wurde und andererseits die Erde nach einer Ernte umgebrochen wird und über die Wurzeln wenig Aktivität aufgenommen wird. Andere, hier nicht im einzelnen erwähnte Gemüsearten wie Lauch, Rhabarber, Radieschen etc. wiesen deutlich geringere Aktivitäten auf.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Alpennord- und Südseite zeigte sich beim Blattgemüse (wie übrigens auch beim Gras) im Verhältnis zwischen Cs-137 und I-131: Während die Cs-137-Aktivität anfangs Mai nördlich der Alpen bei etwa 25 - 50 % der Jod-Aktivität lag, war sie im Tessin fast gleichhoch wie jene des I-131.

4.2.4. Gras (Figuren 4.24, 4.25)

Als direkt durch den radioaktiven Niederschlag kontaminiertes Anfangsglied der wichtigen Verstrahlungskette Gras - Kuh - Milch - Mensch wurde Gras von Anfang an untersucht. Vom 1. bis zum 15. Mai wurden rund 300 Grasproben erhoben. Aus diesen Messungen ergaben sich erste Schätzwerte über die zu erwartenden Aktivitätsgehalte in der Milch.

Die Höchstwerte der gemessenen Aktivitäten von frischem Gras lagen in der Nordschweiz bei etwa 250 nCi/kg I-131 und 140 nCi/kg Cs-137. Die mittlere Jod-131 Aktivität im Gras lag in der ersten Maihälfte zwischen 50 und 150 nCi/kg frisch, jene für Cs-137 im Tessin bei 50 und der übrigen Schweiz zwischen 10 und 50 nCi/kg frisch. Die einzelnen Proben zeigten sehr starke Unterschiede, was mit der Höhe des Grasses und der Bewuchsdichte zusammenhängt.

Die Vergleiche zwischen dem ersten und dem zweiten Grasschnitt am selben Ort zeigten erwartungsgemäss, dass der zweite Schnitt weniger kontaminiert ist.

Eine Probenerhebung in einer Graastrocknungsanlage bestätigte, dass beim Trocknungsprozess praktisch die gesamte Aktivität in das Trockengras (im Mittel ca. 15 % des Frischgewichtes) übergeht.

4.2.5. Wasser

- a) Bei Quell- und Grundwasser ist zu erwarten, dass wegen der guten Filterwirkung des Bodens keine bzw. nur sehr geringe Aktivitätskonzentrationen auftreten was sich in Kontrollmessungen auch als richtig erwiesen hat (weniger als 0,05 nCi/l für I-131 und Cs-137 bis Ende Mai).
- b) Dem Zisternenwasser, das im Jura, im Kanton Schaffhausen und im Tessin als Trinkwasser verwendet wird, wurde vermehrt Beachtung geschenkt, da hier eine stärkere Verstrahlung durch den Regen durchaus denkbar war. Die Messungen ergaben aber auch hier durchwegs geringe Aktivitätswerte (max. 10 nCi/l I-131, die meisten Messungen viel kleiner (meist unter 1 nCi/l), was darauf zurückzuführen ist, dass die Zisternen bei Beginn des radioaktiven Ausfalls in der Regel gefüllt waren, und das Regenwasser dadurch verdünnt wurde.
- c) Regenwasser zeigte recht unterschiedliche Aktivitätswerte; am 30. April wurden in Würenlingen Maximalwerte von 270 nCi/l I-131 und 14 nCi/l Cs-137 gemessen. Einige Tage später wurden aber 10 - 1000 mal kleinere Werte festgestellt. Zeitlich verschoben, gilt dies auch für den Kanton Tessin.
- d) Flusswasser wurde u.a. dem Rhein und der Aare entnommen. Diese Proben wiesen keine nennenswerten Aktivitäten auf (max. 0,2 nCi/l).

Im Wasser des Vierwaldstättersees konnte keine Radioaktivität aus dem Ereignis Tschernobyl nachgewiesen werden.

4.2.6. Erboden

Stichproben von Erdboden im Tessin ergaben Extremwerte bis 90 nCi Cs-137/kg frisch, in der übrigen Schweiz bis 6 nCi/kg frisch. Der Mittelwert der Cs-137-Aktivität in den gemessenen Bodenproben betrug im Tessin 6, in der übrigen Schweiz 1-2 nCi/kg.

4.2.7. Fleisch (Figuren 4.32 A - C)

Werden Tiere mit radioaktiv kontaminiertem Futter (Gras, Heu, Milch) oder Wasser ernährt, so tritt Radioaktivität in das Fleisch über. Ab 10. Mai wurden daher auch Fleischproben untersucht. In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) wurde ein Probenahmeplan für Fleisch aufgestellt. Die Proben wurden zum grossen Teil vom vom AC-Labor in Spiez untersucht. Bis Ende Juli wurden insgesamt 709 Fleischproben untersucht.

Von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der radioaktiven Kontamination von Fleisch sind die Nuklide Cs-137 und Cs-134. Sie haben physikalische Halbwertszeiten von 30 bzw. 2 Jahren. Das vom Tier aufgenommene Cäsium verteilt sich im Muskelfleisch und in Innereien. Es wird vom lebenden Organismus mit einer Halbwertszeit von einigen Wochen bis Monate wieder ausgeschieden, wobei die biologischen Halbwertszeiten bei den Widerkäuern kürzer sind, (z.B. Schafe: ca. 2 Wochen).

a) Rind- und Kalbfleisch (Figuren 4.26, 4.28)

In der Ostschweiz wurde eine maximale Konzentration von 10 nCi/kg Cs-137 gemessen. Rund ein Viertel der Proben wies eine sehr geringe Kontamination (weniger als 1 nCi/kg) auf. Die Westschweiz war vom radioaktiven Ausfall weniger betroffen als die anderen Gebiete, so dass auch die Kontamination von Fleisch geringer ist. Nur in 15 % davon war die Cs-137-Aktivität höher als 1 nCi/kg. Der Maximalwert betrug 2.7 nCi/kg.

Der radioaktive Ausfall war im Tessin besonders stark. Demzufolge war dort auch die Fleischkontamination am höchsten. Für die Monate Mai bis Juli liegen die Werte mit einer Ausnahme (68 nCi/kg) unter 37 nCi/kg Cs-137.

b) Schweinefleisch (Figur 4.27)

Schweinefutter ist weniger kontaminiert als Gras. Die Werte sind deshalb für Schweinefleisch tiefer als für Rindfleisch und liegen zwischen 0 und 5,9 nCi/kg Cs-137.

c) Schafe, Ziegen, Wild (Figuren 4.27, 4.29, 4.30)

Es hat sich gezeigt, dass die Radioaktivität in Schaf- und Ziegenfleisch wegen der anderen Fressgewohnheiten und unterschiedlichem Stoffwechselverhalten dieser Tiere höhere Werte erreicht als im Rindfleisch. Dasselbe trifft auch für das Wild zu.

Proben von Schafen, Ziegen und Wild aus dem Monat Mai ergaben in der Ostschweiz einen Höchstwert von 35 nCi/kg; in der Westschweiz lagen die Werte unter 10 nCi/kg. Im Tessin und den italienisch sprechenden Tälern Graubündens wurden mehrere Proben mit hoher Radioaktivität (Spitzenwert 120 nCi/kg) gemessen.

Eine abnehmende Tendenz ist sowohl beim Wild, wie auch bei den Schafen und Ziegen erkennbar. Im Tessin ging der Mittelwert des Cs-137-Gehaltes beim Schaf- und Ziegenfleisch von 50 nCi/kg (Mai) auf 30 nCi/kg im Monat Juni und 15 nCi/kg im Monat Juli zurück. Es ist zu erwarten, dass im Herbst (Beginn der Jagd, bzw. wenn die Schafe zur Schlachtung von den Alpen getrieben werden) die Konzentrationen soweit abgeklungen sind, dass dieses Fleisch ohne Einschränkungen konsumiert werden kann.

d) Geflügel, Kaninchen

Geflügelfleisch wies keine erhöhte Radioaktivität auf, sofern die Tiere nicht im Freien gehalten wurden. In diesem Fall betrug der Höchstwert 14 nCi/kg. Für Kaninchen im Tessin lag er bei 42 nCi/kg.

e) Fische

Die Werte liegen für Cs-137 im Bodensee um 7 nCi/kg, in einigen Tessiner-Seen bei 16 nCi/kg und in allen übrigen Schweizer-Gewässern unter 5 nCi/kg. Im Bodensee und im Tessin sind weitere Abklärungen nötig.

4.2.8. Weitere Proben von Lebensmitteln

Von den verschiedenen weiteren Produkten, die ausgemessen wurden, seien einige erwähnt:

- Freiland-Hühnereier haben Aktivitätswerte zwischen (0-0,2) nCi/kg I und Cs.
- Im Weiteren wurden diverse einheimische und importierte Produkte untersucht:

z.B. Erdbeeren:	Cs-137:	Maximum	2,5 nCi/kg,	Mittel:	0,6 nCi/kg
Pilze	:	"	"	13 "	" 1 "
Honig	:	"	"	3 "	" 1 "

Stichproben von Tomaten, Kartoffeln, Äpfeln, Stachelbeeren, Kirschen, Zwiebeln ergaben Cs-137-Aktivitäten unter 1 nCi/kg; Stichproben von Himbeeren zwischen 0,3 und 2 nCi/kg, Johannisbeeren zwischen 1 und 3 nCi Cs-137/kg.

In Tee- und Küchenkräutern wurden zum Teil erhöhte Cs-137-Werte gefunden (bis 250 nCi/kg Trockengewicht, Mittel 25 nCi/kg Trockengewicht). Unter Berücksichtigung der kleinen Mengen, die von diesen Gewürzen bzw. von Teekräutern zur Zubereitung bzw. Würzung von Speisen verwendet werden, erübrigen sich jedoch spezielle Empfehlungen.

4.2.9 Weitere Proben

Weitere Messungen wurden vorgenommen an Proben von Klärschlämmen, da diese zur Düngung verwendet wurden.

Die Werte beim Nassschlamm (5% Trockensubstanz) lagen im Bereich von 1 bis 50 nCi Cs-137/kg.

Maximalwerte in nCi/kg (Nassschlamm)

Lugano	:	50
Locarno	:	10
Obfelden	:	37
Bern	:	0,5
Morges	:	3

Gemäss Klärschlammverordnung dürfen innert drei Jahren je Hektare Düngefläche nicht mehr als 7,5 t Klärschlamm-Trockensubstanz ausgebracht werden. Es wurde empfohlen, bis zum Herbst dieses Jahres, diese Menge nicht auszuschöpfen und sich auf eine Einjahresgabe von 2,5 t Klärschlamm-Trockensubstanz zu beschränken.

Diese Vorsichtsmassnahme war anfangs Juli in der ganzen Schweiz mit Ausnahme des Tessins nicht mehr notwendig.

Schliesslich wurden auch Plastikabdeckfolien und -Vliese von Gemüse- und Obstplantagen untersucht, um über deren Wiederverwendbarkeit zu entscheiden. Einer Wiederverwendung steht nichts im Wege.

5. Weitere geplante Messungen

Auch weiterhin sollen die Hauptnahrungsmittel in der ganzen Schweiz gemessen werden. Spezielle Aufmerksamkeit wird den Lebensmitteln geschenkt, welche der Jahreszeit entsprechend neu auf den Markt kommen werden. Mit Schwergewicht werden Messungen in den am stärksten betroffenen Regionen in der Schweiz durchgeführt.

Für die Ende Sommer von den Alpen zurückkehrenden Schafherden sind gezielte zusätzliche Messerien geplant. Damit sollen für die Verwertungsmöglichkeiten der Tiere gut abgestützte Bewertungskriterien vorliegen.

Was das Wild betrifft, so steht heute fest, dass Wildfleisch ohne Bedenken konsumiert werden kann. Für den Kanton Tessin werden weitere Messungen durchgeführt. Die Werte zeigen eine deutlich abnehmende Tendenz.

Sobald im Winter mit der Verabreichung von Futter, welches von den Monaten Mai und Juni stammt, begonnen wird, ist ein Wiederanstieg des Cäsium-Gehaltes in der Milch und im Fleisch möglich. Um über den zu erwartenden Verlauf der Aktivitätskonzentrationen Prognosen machen zu können und ev. Massnahmen zu treffen, werden in nächster Zeit gelagerte Futtermittel gemessen.

6. Dosisberechnung (Figuren 6.1-6.8)

6.1. Dosis-Massnahmenkonzept

Für den Fall einer Verstrahlung von Teilen der Schweiz oder der ganzen Schweiz hat der Alarmausschuss Radioaktivität 1982 ein Dosis-Massnahmen-Konzept veröffentlicht (Schutz der Bevölkerung bei einer Gefährdung durch Radioaktivität; Alarmausschuss Radioaktivität, 30.12.82). Dieses Konzept sieht Massnahmen vor, um die Dosis von Personen durch externe Bestrahlung und durch interne Bestrahlung infolge Einnahme verstrahlter Lebensmittel niedrig zu halten. Das Konzept ist in Fig. 6.1 dargestellt.

Ein Ziel des Konzeptes ist, die Dosis durch Aufnahme verstrahlter Lebensmittel unter 500 mrem zu halten. Die KAC und NAZ, später die Gesamtleitung Tschernobyl beim BAG, haben anhand der in Kapitel 4 gezeigten Messergebnisse laufend Dosisbilanzen (akkumulierte Dosis von Beginn der Verstrahlung in der Schweiz bis zu einem bestimmten Datum) und über das Ereignis zu erwartende Dosen berechnet. Dosisberechnungen wurden schon veröffentlicht (Presse-mitteilungen vom 11.5.86 des EDI und vom 26.6.86 des BAG). Hier werden die Dosen bis Ende Juli 1986 sowie die gesamthaft zu erwartende Dosis bis Ende 1986 aufgrund der neuesten Messwerte in Lebensmitteln angegeben.

Die folgenden Dosisberechnungen basieren auf Annahmen der NAZ und der HSK.

6.2 Grundlagen für die Dosisberechnung

Durch die in der Schweiz verursachte Verstrahlung erhielten Personen eine externe Dosis, eine Inhalationsdosis und eine Ingestionsdosis.

6.2.1. Externe Dosis

Die externe Dosis wird durch die am Boden abgelagerten Nuklide verursacht. Anfänglich waren hauptsächlich die Nuklide Jod-131, Jod-132, Lanthan-140, Cäsium-134 und Cäsium-137 sowie Ruthenium-103 und Tellur-132 massgebend. Nach etwa einem Monat trugen nur mehr langlebige Nuklide wie Ruthenium-103 und Cäsium-134 und 137 zur externen Dosis bei. Die Figuren 4.5-4.11 zeigen an verschiedenen Orten gemessene Dosisleistungen und deren zeitlichen Verlauf. Um aus der Ortsdosis (Ortsdosis ist die Ortsdosisleistung multipliziert mit einer Zeitspanne) Personendosen berechnen zu können, muss die Aufenthaltszeit der Personen im Freien und im Hause berücksichtigt werden. Die Ortsdosis im Hause wird als zehnmal kleiner als im Freien angenommen.

Die angegebenen externen Personendosen gelten für einen mittleren täglichen Aufenthalt von 6 Stunden im Freien und 18 Stunden im Hause. Für das Jahr 1986 ergibt sich aus den gemessenen Ortsdosen und obigen Annahmen eine Personendosis von maximal 40 mrem.

6.2.2. Inhalationsdosis

Durch Einatmen radioaktiv kontaminierter Luft während der ersten Maiwoche ergab sich eine Inhalationsdosis. Diese kann aus den gemessenen Werten der Luftaktivitätskonzentration (siehe Fig. 4.1-4.4) und der Atemrate (23 m^3 pro Tag für Erwachsene, 15 m^3 pro Tag für Kinder und $3,8 \text{ m}^3$ pro Tag für Kleinkinder) abgeschätzt werden. Die Inhalationsdosis ist unbedeutend und beträgt für alle erwähnten Personengruppen höchstens einige wenige mrem.

6.2.3. Ingestionsdosis

Die Berechnung der Ingestionsdosis wird für die am meisten betroffene Region durchgeführt. Für die Milch war dies die Nordschweiz (Kantone Aargau und Zürich). Zwar wurden im Tessin teilweise höhere Aktivitäten in der Milch gemessen. Dies trat einige Tage später auf, und die derart verstrahlte Milch gelangte aufgrund einer Anordnung der kantonalen Behörde nicht in den Frischverkauf. Im Falle von Gemüse und Salat waren die Unterschiede in den gemessenen Aktivitäten zwischen Nord-, Ost- und Südschweiz nicht gross, so dass auch hier wieder die Nordschweiz als Berechnungsgrundlage dienen kann. Für das Fleisch werden die Messwerte aus dem Tessin herangezogen.

Im einzelnen gestaltet sich die Berechnung der internen Dosisbilanz durch Nahrungsmittel wie folgt:

- Grundlage bilden die Diagramme für Milch, Blattgemüse und Fleisch, welche den zeitlichen Verlauf und die Schwankung der Aktivitäten von I-131 und Cs-137 zeigen.

- Durch die oberen Werte dieser Diagramme wird eine Kurve gezogen, wobei einzelne alleinstehende Werte als sogenannte statistische "Ausreisser" unberücksichtigt bleiben. Die Fläche unter der Kurve wird abgeschätzt; sie gibt die Integralaktivität in nCi d/l bzw. nCi d/kg bis Ende Juli 1986.
- Je für Milch/Gemüse/Fleisch und Jod/Cäsium getrennt berechnen sich die Einzeldosen gemäss der Gleichung:

$$\text{Dosis} = \text{Integralaktivität} \times \text{Konsumrate} \times \text{Dosisfaktor}$$

- Zur Summe dieser Einzeldosen werden 20 % für die übrigen Nuklide und die weiteren Nahrungsmittel dazugezählt.
- Um die auf diese Art berechneten Dosen zu überprüfen, sind die Kantone GR und TI ersucht worden, aus den am stärksten betroffenen Gebieten mehrere Personen - wenn möglich Selbstversorger - auf Cs ausmessen zu lassen. Auf diese Anregung hin sind im EIR 24 Personen aus diesen Gebieten untersucht worden. Zudem ist eine wesentlich grössere Anzahl Personen aus durchschnittlich betroffenen Gebieten der Schweiz gemessen worden. Letztere Messdaten geben einem einen zusätzlichen Hinweis auf die Durchschnittsdosen in der Schweiz.

Um die durch das Ereignis Tschernobyl gesamthaft zu erwartende Dosis zu erhalten, werden zur Dosisbilanz bis 20. Juli 1986 die zukünftig noch zu erwartenden Dosen hinzugezählt. Diese ergeben sich mittels der obigen Gleichung, wobei zunächst die Integralaktivität bis Ende 1986 abgeschätzt werden muss.

Integralaktivitäten bis 20. Juli 1986

Aus den Figuren 6.2 bis 6.6 wurden die in der Milch, im Blattgemüse und in verschiedenen Fleischsorten pro Liter bzw. Kiloqugramm enthaltenen Integralaktivitäten bestimmt. Als Dimension ergibt sich die Grösse nCi Tage/Liter oder nCi Tage/kg.

Milch:	340 nCi d/l	I-131	
	165 nCi d/l	Cs-137	
Blattgemüse:	700 nCi d/kg	I-131	
	200 nCi d/kg	Cs-137	
Fleisch:	1530 nCi d/kg	Cs-137	*
Sonderfleisch:	a) 4150 nCi d/kg	Cs-137	
	b) 1630 nCi d/kg	Cs-137	

* Fig. 6.6 bezieht sich auf die am 31. Juli bekannten Messresultate. Neuere Ergebnisse zeigen (Figur 4.26) dass der Cs-Gehalt im Kalbfleisch weniger abnimmt als in der Dosisberechnung angenommen. Andererseits liegen aber die Aktivitäten in Rindfleisch wesentlich tiefer als die Integralkurve in Fig. 6.6. Eine Mischung der beiden Fleischsorten dürfte daher auch unter Berücksichtigung der neueren Kalbfleischmessungen eine Integralaktivität ergeben, die der oben angenommenen Zahl entspricht.

Unter Fleisch wird Muskelfleisch von Kühen, Rindern, Kälbern verstanden. Unter Sonderfleisch fallen einerseits Schaf- und Ziegenfleisch (Sonderfleisch a) sowie Kaninchen, Wild, Huhn, Fische und Innereien (Sonderfleisch b).

Um von den Integralaktivitäten (nCi d/kg) auf die in einem bestimmten Zeitraum vom Menschen aufgenommene Aktivität in nCi zu kommen, müssen die Integralaktivitäten mit den Konsumraten (kg/d) multipliziert werden.

Konsumraten

Folgende Konsumraten für die wichtigsten Nahrungsmittel wurden verwendet:

Konsumraten	Erwachsener	Kind (10 J)	Kleinkind (0 - 2 J)
Milch (l/d)	0,5	0,5	0,7
Gemüse + Salat (g/d)	200	200	30 ¹⁾
Fleisch (g/d)	100	100	---
Sonderfleisch a(g/d)	25	25	---
Sonderfleisch b(g/d)	25	25	20

In den Konsumraten für Fleisch ist berücksichtigt, dass verschiedene Fleischsorten verzehrt werden, worunter einige, die weniger radioaktiv waren als die für die Dosisberechnung verwendeten höchstaktiven Sorten. Die Summe von 150 g/d ist deshalb etwas kleiner als der mittlere Tageskonsum.

Die aus den Integralaktivitäten und den Konsumraten ermittelten durch den Menschen aufgenommenen Aktivitätsmengen müssen nun noch mit Dosisfaktoren (mrem / μCi) multipliziert werden, um die akkumulierte Dosis in mrem zu erhalten.

¹⁾ Dieser Wert gilt für den Monat Mai, wo das Angebot an Gemüsesorten noch nicht so umfassend ist wie später im Jahr. Ab Juni waren Gemüse und Salat kaum mehr verstrahlt.

Dosisfaktoren

Die durch den radioaktiven Ausfall von Tschernobyl am meisten gefährdete Bevölkerungsgruppe waren - speziell in der akuten Phase des Niederschlages - die Kleinkinder. Bei der Berechnung von Ingestionsdosen wird normalerweise von den tabellierten Daten der International Commission for Radiological Protection (ICRP) ausgegangen. Die Information der ICRP bezüglich Ingestionsdosen bei Kindern fehlen weitgehend. Vollständiger sind die Daten des National Radiological Protection Board (England, NRPB-R-162: Doses from Intakes of Radionuclides by Adults and Young People, April 1985) und des Instituts für Strahlenhygiene, Neuherberg, Deutschland, (ISH-Hefte 63, 78 und 80: Dosisfaktoren für Inhalation oder Ingestion von Radionuklidverbindungen, November 1985). Diese beiden Datensätze basieren auf den Grundlagen und Berechnungsschemen der ICRP. Zu Beginn des Ereignisses Tschernobyl waren für uns erst die Daten der NRPB vollständig vorhanden, und diese wurden deshalb für die ersten Dosisberechnungen verwendet. Später erhielten wir dann den vollständigen Satz der ISH-Hefte. Es zeigte sich nun, dass die Erwartungsdosen (Dosis integriert über 50 Jahre) einer Cäsiuminkorporation bei Kindern und Kleinkindern in den ISH-Heften wesentlich tiefer angegeben werden, als in NRPB-R162. Der Grund für diese Differenz besteht darin, dass in den ISH-Heften davon ausgegangen wird, dass die biologische Halbwertszeit des Cäsiums bei Kindern infolge des rascher ablaufenden Stoffwechsels wesentlich kleiner ist als beim Erwachsenen. NRPB-R162 hingegen verwendet für Kinder und Erwachsene die biologische Halbwertszeit von 110 Tagen. Wir haben uns bei der NRPB erkundigt, wie sie sich heute zu diesem Problem stellt. Wir haben die Antwort erhalten, dass auch die NRPB akzeptiere, dass die biologische Halbwertszeit des Cäsiums mit der Körpermasse korreliere, und dass zu erwarten sei, dass die NRPB demnächst ihre Dosisfaktoren revidiere. Auf diese Antwort hin haben wir uns entschlossen, für die folgenden Dosisberechnungen die Dosisfaktoren der ISH-Hefte 63, 78 und 80 zu verwenden. Gegenüber NRPB-R162 bringt das nur unwesentliche Veränderungen bei den berechneten Dosen für Erwachsene sowie bei den Erwartungsdosen des Jods-131, aber eine ganz deutliche Reduktion der Erwartungsdosen der Cäsiuminkorporationen bei Kindern und Kleinkindern (Faktor 7 für Kleinkinder - 3 für Kinder).

Folgende Dosisfaktoren sind aus den ISH-Heften übernommen resp. daraus abgeleitet worden:

Dosisfaktoren (mrem/ μ Ci)

	Erwachsene	Kinder 10 J	Kinder 1 J
I-131	48	104	407
Cs-137/ 134 ^{a)}	93	59	59

a) Der Fallout von Tschernobyl enthielt recht konstant in allen Analysen 55% Cs-134 bezogen auf Cs-137. Es wurde deshalb ein Dosisfaktor für dieses Cs-Gemisch berechnet gemäss der Formel

$$\text{Dosisfaktor Cs-137/134} = \text{Dosisfaktor Cs-137} + 0,55 \text{ mal Dosisfaktor Cs-134}$$

Um die Gesamt-Cäsiumdosis zu berechnen ist die aufgenommene Cs-137-Menge mit diesem Dosisfaktor zu multiplizieren.

Berücksichtigte Radionuklide

Die meisten Nuklide können mit der Gammaskopie einzeln erfasst werden. Die Auswertung vieler Spektren zeigte, dass für die interne Dosis die Nuklide I-131, Cs-134 und Cs-137 dominant sind; je nach Produkt sind sie für 85 - 98 % der Dosis von Gammastrahlern verantwortlich (der höhere Wert gilt für Milch in den ersten Tagen). Das nächstwichtigste Nuklid ist Ru-106, das über das Tochternuklid Rh-106 spektroskopisch erfasst wird; es kann in unfraktionierten Gemischen etwa 10 % der Gesamtdosis ausmachen.

Einen Sonderfall bilden die Strontium-Isotope Sr-89 und Sr-90, deren Zerfall nicht von Gamma-Strahlung begleitet ist und die deshalb nur mit zeitaufwendigen chemischen Trennmethode erfasst werden können. Die durchgeführten Sr-Messungen ergaben folgenden Sachverhalt:

- Das Isotopenverhältnis

Sr-89 zu Sr-90 = verhält sich wie 10:1

Für das Gemisch ergibt sich daraus ein effektiver Dosisfaktor von etwa 20 mrem/ μ Ci.

- Die Verhältnisse Sr-total : Cs-137 waren
in Milch : 1 : 10 bis 1 : 20
in unfraktioniertem Gemisch : 1 : 5

Daraus berechnet man, dass die Strontium-Dosis zwischen 1,1 % (Milch) und 4,4 % (Gemüse) der Cäsium-Dosis ausmacht (1/20 mal 20/90, bzw. 1/5 mal 20/90).

Keine der in der Schweiz durchgeführten Messungen ergaben Hinweise darauf, dass in radioaktivem Niederschlag aus Tschernobyl auch Alphastrahler wie Plutonium etc. vorhanden waren. Solche Nuklide brauchen deshalb für die Dosisbilanz nicht berücksichtigt zu werden.

Damit bleiben auch im Blick auf das Gesamtspektrum die Nuklide I-131, Cs-134 und Cs-137 dominant. Die Dosisberechnung erfolgt deshalb so, dass zunächst die Dosen für I-131 und für das Cäsium-Gemisch einzeln berechnet werden und anschliessend zur Summe dieser Dosen ein Zuschlag von 15 % für alle übrigen Nuklide addiert wird.

Berücksichtigte Nahrungsmittel

Die wichtigsten Nahrungsmittel, über die eine interne Verstrahlung entstehen konnte, sind Milch, Gemüse (einschliesslich Salat) und Fleisch. Trinkwasser wäre von der Konsumrate her ebenfalls wichtig, doch waren die Aktivitäten unbedeutend. Vom Genuss von Zisternenwasser wurde mit einer Empfehlung der KAC abgeraten. Die meisten untersuchten Proben wiesen jedoch keine erhöhten Aktivitätskonzentrationen auf. Wichtige Grundnahrungsmittel, wie Getreide (Brot), Kartoffeln, Zuckerrüben, (Zucker) etc. stammen noch aus früheren Ernten; die Aktivitätsgehalte dieser Produkte sind zu gegebener Zeit zu messen. Eine Anzahl weiterer Nahrungsmittel wurde gemessen. Zu erwähnen sind beispielsweise Eier, die aber nur unbedeutend verstrahlt waren. Die Aktivität von Milchprodukten war ähnlich wie die der Milch (Yoghurt) oder deutlich geringer (Butter und Käse). Bei Hartkäse wirkt sich die Lagerung so aus, dass zur Zeit des Konsums die I-131-Aktivität weitgehend abgeklungen ist. Zudem sind für solche Nahrungsmittel die Konsumraten geringer als im Falle der Milch.

Aus diesen Gründen werden hier nur die Dosen für Milch, Gemüse und Fleisch berücksichtigt; zur Summe wird ein Zuschlag von 5 % für die übrigen Nahrungsmittel hinzugezählt.

6.3 Dosisbilanz bis 20. Juli 1986 für die am meisten betroffene Bevölkerung

Mit den verschiedenen in Abschnitt 6.2 dargelegten Grundlagen ergeben sich die in Tabelle 6.1 gezeigte Dosisbilanz und Dosisprognose.

	Erwachsene			Kind 10 a			mit Empfehlung		Kind 2 a ohne Empfehlung			
	nCi			nCi			nCi			nCi		
	I-131	Cs-137 bis 20.7.86	Cs-137 Prognose 86 total	I-131	Cs-137 bis 20.7.86	Cs-137 Prognose 86 total	I-131	Cs-137 bis 20.7.86	Cs-137 Prognose 86 total	I-131	Cs-137 bis 20.7.86	Cs-137 Prognose 86 total
Milchpfad:	170	82	≈ 247	170	82	≈ 247	49	82	≈ 313	238	115	≈ 346
Gemüsepfad:	140	40	≈ 45	140	40	≈ 45	5	1.5	≈ 2.5	21	6	≈ 7
Fleischpfad:		298	≈ 538		298	≈ 538		33	≈ 65		33	≈ 65
Summe (nCi):	310	420	≈ 830	310	420	≈ 830	54	117	≈ 381	259	154	≈ 418
Schilddrüsen- dosis wegen I-131 (rem)	0,5			1,1			0,7			3,7		
H _{eff} (mrem)	15	39	≈ 77	32	25	≈ 49	22	7	≈ 22	105	9	≈ 25
Restliche Nukli- de, Nahrungs- mittel(mrem)	≈ 20			≈ 20			≈ 10			≈ 25		
Summe bis 20.7.86 (mrem)	≈ 75			≈ 75			≈ 40			≈ 140		
Prognose 1986 INTERN	≈ 110			≈ 100			≈ 55			≈ 155		
Prognose 1986 EXTERN	≈ 40			≈ 40			≈ 40			≈ 40		

Will man die hier vorgelegte Dosisberechnung mit früheren Berechnungen vergleichen, beispielsweise mit der am 26.6.86 veröffentlichten, so sind zwei Unterschiede zu berücksichtigen:

- Frühere Berechnungen stützten sich auf die Dosisfaktoren der NRPB. Folgende Werte wurden verwendet:

Dosisfaktoren nach ICRP/NRPB (mrem/ μ Ci)

	Erwachsene	Kinder 10 J	Kinder 1 J
I-131	52	146	447
Cs-137/134	90	180	450

- Die neue Dosisberechnung benützt für Cäsium höhere Integralaktivitäten, die sich auf neuere Messergebnisse abstützen. Berechnet man aufgrund der neuen Integralaktivitäten die Dosen mit den Dosisfaktoren nach ICRP/NRPB, so ergibt sich folgende Gegenüberstellung mit den ISH-Berechnungen der Tabelle:

	Prognose 86 INTERN (mrem)		Schilddrüsendosis wegen I-131 (rem)	
	NRPB	ISH	NRPB	ISH
Erwachsene	110	110	0,5	0,5
Kinder 10 J	230	100	1,5	1,1
Kinder unter 2 J				
mit Empfehlung	250	55	0,8	0,7
ohne Empfehlung	360	155	3,8	3,7

Vergleich der Dosisbilanz mit Ganzkörpermessungen

Zwischen dem 10. und 30.7.86 sind im EIR 65 Personen im Ganzkörperzähler ausgemessen worden. Darunter waren 15 Personen aus dem Tessin und 9 aus dem Bündnerland, die einerseits Selbstversorger sind, andererseits aus den am meisten betroffenen Gebieten kommen. In den Dosisberechnungen wurde angenommen, dass Erwachsene bis zum 20.7.86 maximal 650 nCi der beiden Isotope Cs-137 und Cs-134 zusammen aufgenommen haben. Von diesen wurden ungefähr 200 nCi wieder ausgeschieden, 450 nCi sollten sich noch im Körper befinden.

Der mit dem Ganzkörperzähler gemessene Höchstwert betrug 405 nCi Cs-137 und Cs-134 zusammen. Der Mittelwert beträgt etwa 50 nCi Cs-137 und Cs-134.

Die Höchstwerte werden durch die Rechnung also ziemlich realistisch erfasst. Die Mittelwerte und damit die mittleren Ingestionsdosen dürften um etwa einen Faktor 10 tiefer liegen als die angenommenen Rechenwerte.

Figurenverzeichnis:

- 4.1 Unfall "Tschernobyl": Luftaktivität Freiburg
- 4.2 Unfall "Tschernobyl": Luftaktivität Freiburg
- 4.3 Unfall "Tschernobyl": Luftaktivität Freiburg
- 4.4 Unfall "Tschernobyl": Luftaktivität Freiburg

- 4.5 Verstrahlungskarten der Schweiz (2.5.86-28.5.86)
- 4.6 Ortsdosisleistung bei verschiedenen NADAM-Stationen
- 4.7 Ortsdosisleistung OSTSCHWEIZ (Vergleich von 4 Stationen)
- 4.8 Ortsdosisleistung TESSIN (Vergleich von 4 Stationen)
- 4.9 Ortsdosisleistung und Regenmenge (Zürich-SMA)
- 4.10 Ortsdosisleistung und Regenmenge (La Frêtaz)
- 4.11 Ortsdosisleistung und Niederschlag (Mendrisio TI)
- 4.12 Milchkarte, regionale Maxima (I-131)
- 4.13 Milchkarte, regionale Maxima (Cs-137)
- 4.14a Kontamination der Milch im Kt. Freiburg (Cs-137/I-131)
- 4.14b Kontamination der Milch im Kt. Neuenburg (Cs-137/I-131)

- 4.15 Milchkontamination in der Nordschweiz (Cs-137/I-131)
- 4.16 Radioaktivität in der Milch der Ostschweiz (Cs-137/I-131)
- 4.17 Radioaktivität in der Milch im Tessin (Cs-137/I-131)
- 4.18 Schaf- und Ziegenmilch (Übrige Schweiz (Cs-137/I-131)
- 4.19 Cs-137 in Schaf- und Ziegenmilch vom Tessin
- 4.20 Cs-137 in Ziegen- und Schafskäse vom Tessin
- 4.21 Gemüsekarte: regionale Maxima (I-131 und Cs-137)
- 4.22 Blattgemüse der übrigen Schweiz (I-131/Cs-137)
- 4.23 Kontamination von Blattgemüse im Tessin (I-131/Cs-137)
- 4.24 Gras aus der übrigen Schweiz (I-131/Cs-137)
- 4.25 Gras aus dem Tessin (I-131/Cs-137)
- 4.26 Rind-/Kalbfleisch (Cs-137 in der übrigen Schweiz)
- 4.27 Schaf- und Schweinefleisch (Cs-137 in der übrigen Schweiz)
- 4.28 Cs-137: Rind- und Kalbfleisch des Tessins
- 4.29 Cs-137: Schaf- und Ziegenfleisch im Tessin
- 4.30 Wild: Cs-137
- 4.31 Cs-137: Fische
- 4.32 Cs-137 im Fleisch, Wild und Fischen: Uebersichtsdarstellung

- 6.1 Dosis-Massnahmekonzept
- 6.2 Milchkontamination in der Nordschweiz (I-131, Cs-137)
- 6.3 Cs-137: Kuhmilch des Tessins
- 6.4 Kontamination von Blattgemüsen der Nordschweiz (I-131)
- 6.5 Kontamination von Blattgemüsen der Nordschweiz (Cs-137)
- 6.6 Cs-137: Rind- und Kalbfleisch im Tessin
- 6.7 Cs-137: Schaf- und Ziegenfleisch im Tessin
- 6.8 Cs-137: Uebrigtes Sonderfleisch im Tessin

Sommaire

	Page
1. Introduction	41
2. Aperçu chronologique	43
2.1. Les événements dans la centrale nucléaire de Tchernobyl	43
2.2. L'évolution de la situation en Suisse	44
3. L'organisation en Suisse	46
3.1. L'organisation d'alarme	46
3.2. L'organisation de mesures	46
3.3. L'Organisation de l'opération Tchernobyl	50
4. Les résultats des mesures	56
4.1. L'irradiation externe	56
4.1.1. Préambule	56
4.2. L'irradiation interne	59
4.2.1. Préambule	59
4.2.2. Le lait (provenant d'un producteur directement, provenant des laiteries, lait de brebis, lait de chèvre, etc., et produits laitiers)	62
4.2.3. Les légumes	63
4.2.4. L'herbe	64
4.2.5. L'eau	65
4.2.6. Le sol	65
4.2.7. La viande de boucherie (boeuf, veau, porc, mouton, chèvre, etc.)	66
4.2.8. Autres denrées alimentaires analysées	67
4.2.9. Autres analyses effectuées	68
5. Autres mesures prévues	69
6. Le calcul des doses d'irradiation	70
6.1. Schéma des mesures à prendre en fonction des doses	70
6.2. Les bases pour le décompte des doses	70
6.2.1. La dose externe	71
6.2.2. La dose d'irradiation par inhalation	71
6.2.3. La dose d'irradiation par ingestion	71
L'activité intégrale jusqu'au 20 juillet 1986	72
Les coefficients de consommation	73
Les facteurs de dose	74
Radionucléides examinés	75
Les denrées alimentaires examinées	76
6.3. Le bilan de dose jusqu'au 20 juillet 1986	76
Comparaison avec les valeurs relevées sur le corps entier	78
Liste des figures	79
Annexe 1 : Liste des organismes participants	1-2
Annexe 2 : Liste des recommandations émises jusqu'au 31 juillet 1986	1-5

1. INTRODUCTION

Le samedi 26 avril 1986, il se produisit un accident dans la centrale nucléaire de Tchernobyl. Cette centrale de Tchernobyl se situe en Union Soviétique, dans l'Ukraine, à environ 120 km de la ville de Kiev, et à une distance de quelque 1500 km de la Suisse. La catastrophe provoqua le dégagement dans l'environnement, durant 18 jours, d'une considérable quantité de matières radioactives. Les conditions météorologiques au moment de l'accident, ainsi que le terrible incendie ravageant la centrale, furent la cause de l'élévation en haute altitude des matières radioactives évacuées. Cette situation entraîna la propagation de la radioactivité sur une large échelle, affectant de nombreux pays.

Le nuage radioactif en question atteignit la Suisse le mercredi 30 avril 1986. Il y provoqua la déposition sur le sol des nucléides radioactifs, essentiellement à la suite des fortes précipitations. Ces nucléides, de l'air, se déposèrent dans l'eau, et contaminèrent le sol, l'herbe, les plantations, le lait, la viande, etc.

La Suisse mobilisa un grand nombre de moyens pour avoir une vue d'ensemble de la situation radioactive dans le pays et pour en suivre l'évolution, afin de pouvoir prendre les mesures qui pouvaient s'imposer pour la protection de la population, et notamment : le groupe d'engagement de la COPAC, la centrale d'alarme nationale (CNAL), ainsi que de nombreux autres services, laboratoires et postes mobiles, à la fois à l'échelon fédéral et cantonal (voir Annexe 1). C'est le 9 juin 1986 que la direction générale Tchernobyl prit la relève de la mission de la COPAC et de la CNAL auprès de l'office fédéral de la santé publique (OFSP), assistée par le groupe des spécialistes de la COPAC.

Le présent rapport, traitant de la contamination radioactive de la Suisse à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl rend compte des points suivants:

- l'évolution dans le temps des événements dans la centrale soviétique et en Suisse;
- description de l'organisation et des activités des services chargés des mesures, d'évaluer l'état de contamination et d'élaborer les recommandations pour la protection de la population;
- vue d'ensemble des valeurs relevées caractérisant l'évolution de la situation pour la période du 30 avril au 31 juin 1986;
- exposé des différents problèmes relatifs aux nucléides radioactifs pouvant encore survenir dans un avenir proche, ainsi que des relevés complémentaires de mesures prévus;

- aperçu des doses d'irradiations accumulées par certaines personnes en Suisse jusqu'à la fin du mois de juin 1986, ainsi que des doses prévisibles pour l'avenir.

Les données, les conclusions et les calculs contenus dans le présent rapport sont le fruit des recherches des équipes énumérées ci-dessus et dans l'annexe 1. La rédaction de ce rapport n'aurait jamais pu voir le jour sans la contribution acharnée de chacun des membres de ces équipes. En ce qui concerne le compte-rendu des événements de la période du 28 avril au 6 juin 1986, le présent rapport repose sur le document de synthèse remis par la CNAL.

La direction générale Tchernobyl à l'OFSP adresse ses remerciements à tous les laboratoires et groupements ayant participé d'une façon ou d'une autre à l'effort pour maîtriser les conséquences de l'accident de Tchernobyl, pour leur précieux concours et leur coopération inestimable. Elle tient à mentionner ici tout particulièrement les mérites de Monsieur le Professeur Huber, Président de la COPAC et de la Commission de surveillance de la radioactivité qui a mis en place l'organisation d'alarme et qui a dirigé le groupe d'engagement de la COPAC.

2. Aperçu chronologique

2.1. Les événements dans la centrale nucléaire de Tchernobyl

La centrale nucléaire de Tchernobyl est du type de réacteur à eau bouillante modéré par graphite à tubes de forces, d'une puissance électrique de 1000 MW. Sur le site de Tchernobyl, quatre unités de réacteurs étaient en fonctionnement. L'accident en question se produisit dans l'unité No 4, qui avait été mise en service en 1984.

L'URSS a rapporté en détail sur le déroulement de l'accident lors d'une réunion d'experts de l'Agence internationale pour l'énergie atomique qui s'est tenue à Vienne la dernière semaine d'août. La cause de l'accident est une montée soudaine de la puissance dans le coeur du réacteur consécutive à des expériences effectuées sur le réacteur. Le 26.4.1986, à 01.23 h (heure locale), cette montée de puissance provoqua une explosion de vapeur. A la suite de cette explosion l'enceinte du réacteur subit des dégâts et des matières radioactives furent projetées à l'extérieur du coeur du réacteur. Un incendie se déclara dans le bloc de graphite et durant dix jours des quantités importantes de substances radioactives furent libérées dans l'environnement, substances dont une partie s'est élevée à des altitudes supérieures à mille mètres.

Le coeur détruit du réacteur a été enseveli sous du sable, de l'argile, de la dolomite, du calcaire, un composé de bore et du plomb. Il est prévu de le couler entièrement dans du béton et de l'isoler de l'environnement.

2.2. L'évolution de la situation en Suisse

Le lundi 28 avril 1986 au soir, les médias annoncèrent la détection la veille, en Scandinavie, d'une radioactivité anormale dans l'atmosphère. Cet état fut déclaré provenir d'un accident dans une centrale nucléaire d'Ukraine. Les premiers pronostics, le même soir, sur la situation météorologique du moment, émis du centre météorologique national de l'Institut suisse de météorologie (ISM) ne laissaient prévoir pour les prochains jours aucune répercussion sur le pays.

La consultation des valeurs relevées par le NADAM (1), le mardi 29 avril, ne révéla encore aucun accroissement de radioactivité. Les postes de préalerte (voir chapitre 3) furent orientés par les soins de la KUEr (Commission fédérale de surveillance de la radioactivité) (2), et mis alerte. Un premier changement des filtres à air de ces installations a été demandé pour le mercredi.

Une nouvelle analyse météorologique du centre météorologique national, le mardi, laissait conclure au retour du nuage radioactif relevé les dimanche et lundi en Scandinavie vers le Sud et le Sud-Est, à savoir de nouveau vers l'Union Soviétique. Des prévisions analogues furent émises par les centres météorologiques étrangers, par exemple ceux de la République Fédérale d'Allemagne ou d'Italie. Les renseignements pris auprès des postes de préalerte de Stein, de Weissfluhjoch et de Romanshorn, ne révélèrent aucun accroissement des valeurs. De même, selon les informations recueillies à Bonn auprès du centre d'analyse de la situation du Ministère de l'Intérieur, une situation analogue était enregistrée sur le territoire allemand, et la même chose était observée en Autriche.

Le mercredi 30 avril, une légère augmentation des valeurs dans la nuit fut signalée par le poste de préalerte du Weissfluhjoch. Une montée plus importante, enregistrée durant la matinée, déclencha l'alarme à 12 heures 30. A ce moment-là, le poste de préalerte de Romanshorn ne signalait encore qu'une élévation peu significative de la radioactivité de l'air, et celui de Morges encore aucune modification. Or, dès 10 heures du matin, les valeurs relevées par les appareils de mesure du débit de dose des centrales nucléaires de Beznau et de Leibstadt, ainsi que de l'Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs, IFR de Würenlingen, avaient laissé apparaître une hausse du débit de dose à un niveau trois fois supérieur à celui du fond naturel. Entre 11 heures et 13 heures, les valeurs accusèrent une hausse du double au quadruple dans les stations NADAM de Zürich-SMA, de Lucerne, d'Engelberg et d'Altdorf.

(1) NADAM : Netz für Automatischen Dosis-Alarm und -Messung (Réseau automatique de mesure pour l'alarme radioactivité).

(2) KUEr : Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (Commission fédérale de surveillance de la radioactivité).

Dès que les données sur le moment probable de l'accident furent connues, le centre météorologique national de la SMA se chargea de l'analyse de la trajectoire du nuage radioactif. La première trajectoire d'une longueur d'au moins 1500 m, partant de Kiev le 26 avril à 12.00 heures, confirma le déplacement du nuage radioactif vers la Scandinavie, et son retrait par la suite vers le Sud/Sud-Est. Vu l'accroissement de la radioactivité de l'air observé au Weissflujoch, il fut ordonné une analyse rétrospective. La trajectoire obtenue, au niveau des 500 millibars, fut identifiée comme provenant de Kiev, d'un point de départ situé le 26 avril à midi. A la suite d'une discussion sur ces deux valeurs différentes avec les météorologues, les possibilités d'interprétation ci-dessous furent émises :

Au moment des événements et les jours qui suivirent, la zone d'Ukraine se trouvait dans une situation instable de vent faible, caractérisée par de fortes tendances orageuses. La radioactivité libérée par l'accident fut transportée dans les hautes couches par un fort courant ascendant. La zone d'air en présence sur la région de Kiev mena par la suite la masse contaminée dans deux directions: la couche inférieure vers la Scandinavie, et la couche supérieure vers l'Ouest et le Sud-Ouest, en direction de l'Europe centrale. La masse d'air formant la couche la plus élevée ne progressa que d'une manière hésitante au début, et fut ensuite refoulée, à partir du mardi, à une vitesse nettement plus élevée.

Les chutes de pluie qui se sont produites dans le courant du mercredi 30 avril 1986 dans les zones du Centre, du Nord-Ouest et du Nord-Est de la Suisse provoquèrent le dégorgement de la radioactivité de l'air, entraînant ainsi l'élévation du débit de dose ambiante. Dans une grande partie du plateau Suisse de l'Ouest de la Suisse, de l'Ouest de la Suisse, du Valais et du Tessin, aucune retombée radioactive ne fut enregistrée. Ceci explique le fait que, dans ces régions, une contamination du sol sensiblement inférieure ait été constatée le 30 avril 1986. C'est à la suite des précipitations survenues à partir du 3 mai sur le Tessin, les vallées sud des Grisons et le Jura Vaudois, que ces zones enregistrèrent donc de leur côté des valeurs de radioactivité plus élevées. Quant aux parties frappées lors de la première vague entre le 30 avril et le 1er mai, à savoir les régions du Nord-Ouest, du Nord-Est et du centre du pays, celles-ci furent épargnées d'autres retombées, et ne laissèrent donc plus apparaître d'élévation ultérieure de radioactivité.

On pouvait escompter des précipitations accompagnées de dégorgement de nucléides radioactifs de l'air jusqu'au 10 mai 1986. Ceci put être confirmé à l'aide des mesures du débit de dose. A partir de ce moment-là, il ne restait plus de concentration de radioactivité notable dans l'air, et ainsi, les précipitations ultérieures ne parvenaient plus à accroître l'état de contamination du sol.

3. L'ORGANISATION EN SUISSE

3.1. L'organisation d' alarme

L'organe directeur de l'organisation d'alarme est la Commission fédérale pour la protection AC (COPAC). Celle-ci relève du Département fédéral de l'intérieur DFI .

La COPAC tient à sa disposition la section centrale de surveillance (SCS) pour la mise en oeuvre des tâches de préparation et de planification.

Pour l'affaire Tchernobyl, l'organisation d'alarme fut constituée d'un groupe d'engagement de la COPAC , de la centrale nationale d'alarme (CNAL), ainsi que d'une organisation de mesure et de laboratoire pour la détermination de l'état de la contamination radioactive en Suisse.

Le groupe d'engagement de la COPAC prit la direction de l'organisation d' alarme, et se chargea de la représentation de cette dernière vis-à-vis de l'extérieur. En accord avec le DFI, il se chargea de la diffusion des recommandations à l'attention de la population pour la réduction de l'irradiation individuelle, et entreprit de tenir le DFI régulièrement au courant de l'évolution de la situation dans le pays.

La CNAL, quant à elle, a pour fonction, d'avertir et d'alerter les autorités et la population en temps de paix ou de service actif. Elle se chargea de réunir les informations et les résultats des données mesurées, pour les dépouiller et les évaluer, afin d'en tenir régulièrement au courant le groupe d'engagement de la COPAC et d'établir les projets de recommandations.

3.2. L'organisation de mesure

Différents moyens peuvent être employés pour mettre en évidence un état de contamination radioactive, à savoir :

- Les postes de préalerte (POP)

Il existe six postes de préalerte, qui sont installés aux abords des frontières de la Suisse. Pour leur permettre d'assurer une surveillance constante de la radioactivité de l'air, ceux-ci sont munis d'un système de filtres à air, qui collectent des particules de poussières dispersées dans l'air, et se trouvent régulièrement contrôlés. Le dépassement d'un seuil donné de radioactivité déclenche une alarme locale. Cette alarme est renvoyée par le personnel de surveillance vers le laboratoire de Fribourg, de la Commission fédérale pour la surveillance de la radioactivité" (KUeR), ou au service de piquet de la SCS.

En mai 1986, les 12 stations suivantes étaient en mesure d'assurer leur service:

Nom de la station	Abréviation	Coordonnées	Altitude (en mètres)
Payerne	PAY	562 100/184 700	490
Aigle	AIG	560 120/130 630	381
Moleson	MLS	567 740/155 200	1972
Altdorf	ALT	690 960/191 700	449
Neuchâtel	NEU	563 150/205 600	485
Pully	PUY	540 820/151 570	461
Zürich SMA	SMA	605 125/248 090	556
La Fretaz	FRE	534 230/188 080	1202
Bern-Liebefeld	BER	598 610/197 470	565
Engelberg	ENG	674 150/186 060	1035
Luzern	LUZ	665 520/209 860	456
La Dôle	DOL	497 050/142 380	1670

- Les postes d'alerte atomique (PAAT)

Un nombre de 111 postes d'alerte atomique (PAAT) se répartissent sur l'ensemble du territoire suisse. Ceux-ci sont constitués par des postes de police, par les CFF, ainsi que par le corps de gardes-frontières et gardes-fortifications. Pour pouvoir relever l'état de contamination radioactive, ils sont équipés de détecteurs A-73, qui se trouvent également employés par la protection civile et par l'armée. En cas d'augmentation dangereuse de la radioactivité, les PAAT sont mis en fonction par le service de piquet de la SCS. Cette mesure ne fut pas pertinente lors de la catastrophe de Tchernobyl, étant donné que les appareils A-73 des PAAT sont prévus pour un domaine de débit de dose plus élevé (à partir de 1 mR/h).

- Les postes de mesure mobiles

L'Institut fédéral pour la recherche en matière de réacteurs la division principale pour la sécurité des installations nucléaires, tous deux à Würenlingen, le laboratoire de Fribourg de la KUEr, et l'Institut de Radiophysique Appliquée (IRA) de Lausanne, disposent chacun d'un poste de mesure mobile, équipé des différents appareillages de mesure et de prélèvement d'échantillons nécessaires à l'intervention en cas d'accidents de nature radioactive. Des interventions de ce type sont prévues en cas de pertes de sources radioactives, en cas d'accidents en cours de transport ou en usines, et en cas de pannes des centrales nucléaires.

- Organisation de prélèvement d'échantillons et de mesures pour l'irradiation interne

Pour la détermination des risques d'irradiation interne résultant de l'absorption d'une nourriture, d'une boisson ou d'eau potable contaminées, le groupe d'engagement de la COPAC a recouru au service de laboratoires spécialisés, qui sont accoutumés à pratiquer ces analyses en temps normal. Le réseau de ces derniers pourra être renforcé par l'adjonction, à partir de 1987, des laboratoires AC de l'armée.

Les laboratoires en question sont tenus, en vertu des conventions, de pratiquer eux-mêmes le prélèvement d'échantillons dans leur région pour procéder aux mesures, et de faire part à la CNAL des résultats obtenus. Par la suite, la CNAL, en collaboration avec les chimistes cantonaux, a la possibilité de demander des prélèvements plus poussés.

- Engagement des moyens de l'armée

Le Département Militaire Fédéral décide, en accord avec la COPAC, des moyens militaires à affecter pour l'organisation de l'alarme en cas d'augmentation dangereuse de la radioactivité se produisant en temps de paix, et assume la responsabilité de leur mise en place.

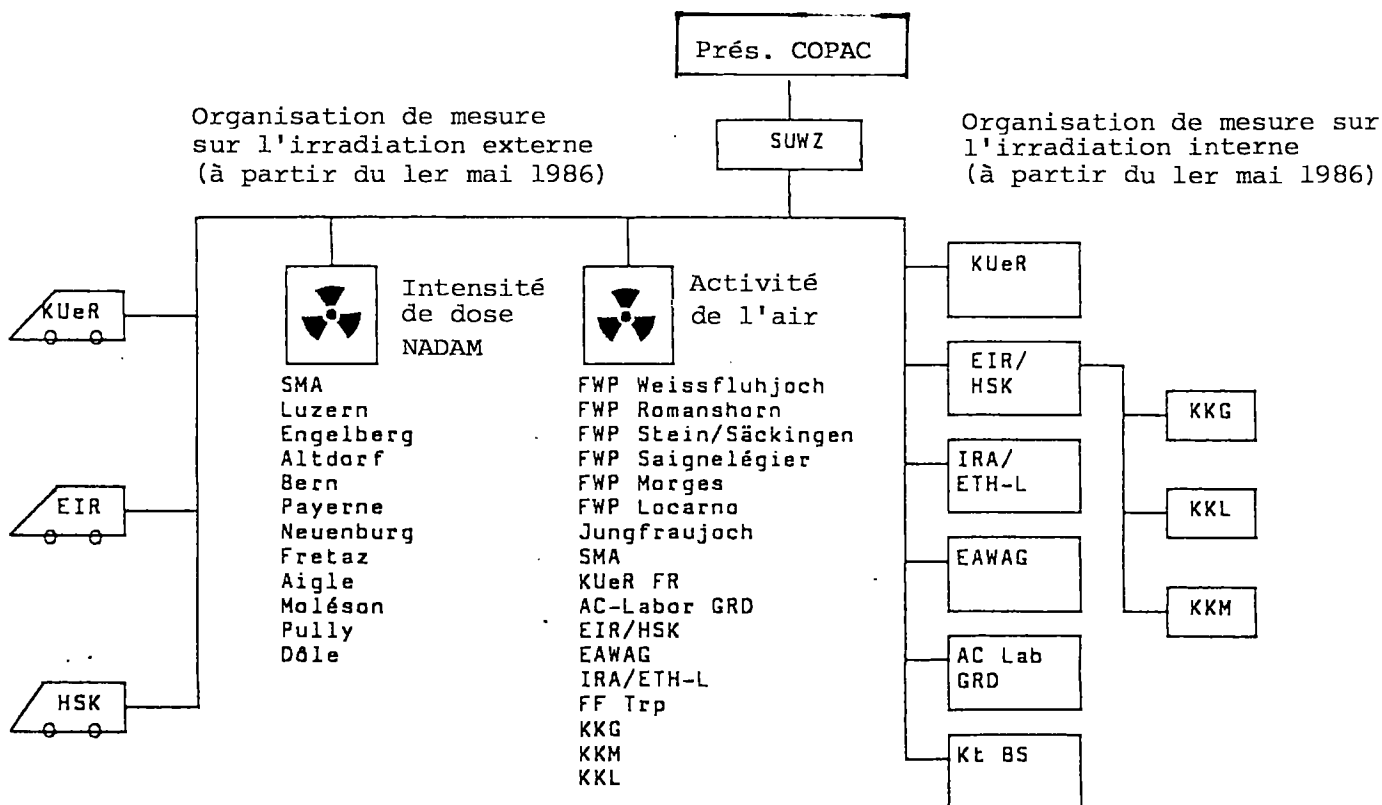
A la requête du groupe d'engagement de la COPAC en plus du Astt NAZ, les moyens militaires suivants ont été mobilisés:

- Officiers AC (assistance de la CNAL)
- Spécialistes AC (assistance des laboratoires civils)
- Parties d'ALAB 86
- Hélicoptères-sondeurs

3.3. L'organisation de l'opération Tchernobyl

PHASE I : du 28 avril au 2 mai 1986

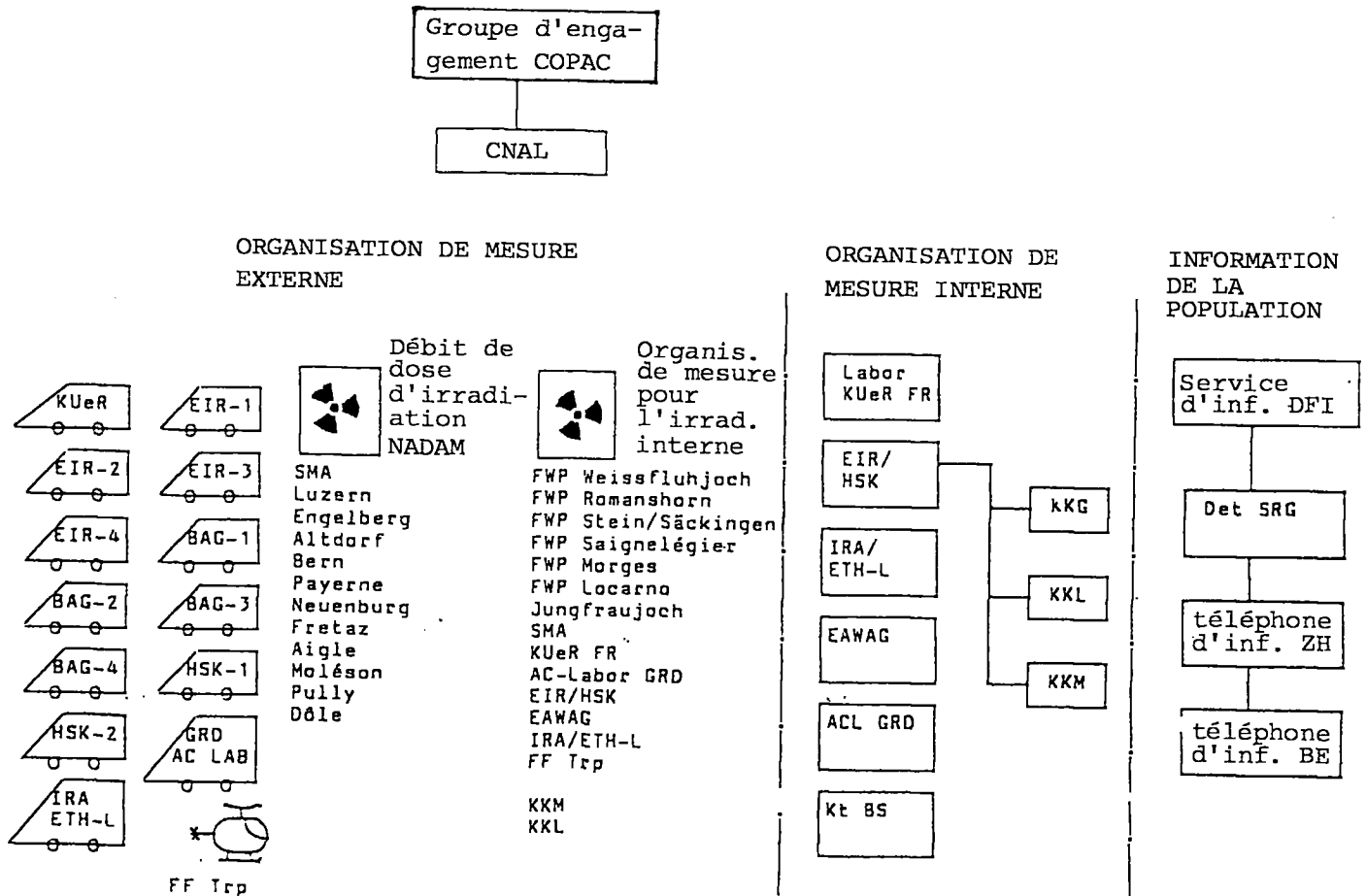
Dans la phase initiale, l'organisation d'alarme entra en action de la manière suivante.



Le 1er mai, trois postes de mesure étaient en service. Le réseau NADAM, en cours de constitution, possédait 12 stations de mesure en fonction continue. Les postes de préalerte fonctionnaient normalement et l'organisation de mesure commença son travail.

PHASE II : du 2 mai au 6 juin 1986

Après la convocation du groupe d'engagement de la COPAC et la mise en oeuvre de la CNAL, l'ensemble de l'organisation d'alarme était prête à assumer ses tâches.



Le groupe d'engagement de la COPAC, en collaboration avec le DFI, les services fédéraux et cantonaux concernés, assura l'évaluation permanente de la situation, convint des décisions importantes, et prépara les communiqués à la presse à l'intention du chef du service d'information du DFI. Des informations plus détaillées ont été données aux cantons par la CNAL.

La CNAL joua le rôle de coordinateur de l'organisation de mesure. Elle analysa et évalua les valeurs recueillies, afin de soumettre ses propositions au groupe d'engagement de la COPAC.

En raison de la constatation, dans la phase initiale d'une contamination radioactive importante de l'air dans tous les postes de mesure, et aussi du brusque changement de situation à la suite des retombées, il fut nécessaire de mobiliser des postes de mesure mobiles supplémentaires de l'OFSP, de l'IFR et de la DSN pour relever le débit de dose d'irradiation et pour prélever les échantillons.

La première priorité fut accordée aux zones considérées comme les plus touchées par la radioactivité. Pour les autres zones, épargnées des retombées, on s'efforça également d'y effectuer, par précaution, dans les meilleurs délais les mesures de contrôle.

Il fut organisé ainsi, jusqu'au 15 mai, des voyages systématiques, par postes de mesure mobiles et par hélicoptères, sur tout le territoire suisse, et, au-delà de cette date, les recherches se sont poursuivies en principe uniquement dans les zones où le débit de dose ambiante restait encore supérieur ou égal à 20 microroentgen par heure. Etant donné qu'à ce moment-là la contribution de l'iode au débit de dose externe s'avérait déjà insignifiante, et que la radioactivité devenait plus modérée, il fut possible de passer des opérations quotidiennes à un régime hebdomadaire. Toutefois, à la suite d'une annonce de la presse sur une recrudescence de la radioactivité (non confirmée) dans le Nord de l'Italie dans la région de Côme, il fut procédé à des voyages de mesure supplémentaires dans le Tessin, lesquels ne révélèrent d'ailleurs pas d'autre élévation.

Durant la période allant du 1er mai au 2 juin 1986, il fut organisé ainsi 62 voyages de mesure.

Les vols réalisés par hélicoptères furent un complément appréciable aux voyages des postes mobiles. Ils permirent une appréhension rapide et ponctuelle des données relatives aux régions dont l'accès par la route en véhicule entraîne des retards considérables.

Le prélèvement des échantillons d'aliments (à usage humain et animal), d'eau, de terre, etc., fut mené au début par les soins des postes mobiles et des laboratoires spécialisés et, par la suite, essentiellement par les laboratoires cantonaux et par des offices fédéraux.

Le programme des prélèvements d'échantillons fut élaboré directement avec les laboratoires spécialisés. L'analyse finale des échantillons par les laboratoires et la transmission des résultats à la CNAL fut menée à bien d'une manière parfaite, malgré quelques difficultés.

Durant le mois de mai, quelques 5000 analyses furent ainsi effectuées. Le tableau de la page suivante donne un aperçu d'ensemble des différentes analyses pratiquées.

Tableau : La contribution des laboratoires spécialisés en mai 1986

Labora- toire	Nombre d'échan- tillons analysés en mai	Nombre de mois/ homme (heures supplém. incluses.)	Appareil- lage utilisé	Type de mesures spécialisées effectuées
Labor. cant. (Bâle Ville)	230		1 Ge bêta	- Cs-137, séries de mesure de Sr-90 - facteurs de transfert
IFR/DSN (Würenlingen) 2000			4 Ge 4 alpha 1 antropo- spectromè- tre de me- sure de la thyroïde	- mesure du corps entier - glande thyroïde - séries de mesure - mesures alpha - prélèvements par véhicules
LDU (EAWAG) (Dübendorf)			1-2 Ge (Li) 1	- facteurs de transfert - séries Sr-90
OMURA (EPFL/IRA) (Lausanne) ALAB (GDA, Spiez ALAB 86)		civils 5 milit. 13	1 Ge (Li) 5 Ge 2 NaI	- SR-90/Sr-89 - prélèvements par véhicules - séries de mesure - fact. de transfert - prélèv. par véhicules
Labor KUeR (Fribourg)		civils 9 milit. 2	3 Ge (Li)	- filtre d'haute alti- tude - séries de mesure - fact. de transfert - filtre - précipitations - prélèv. par véhicules
<u>TOTAL</u>	5000 env.	51	15 Ge (Li)	

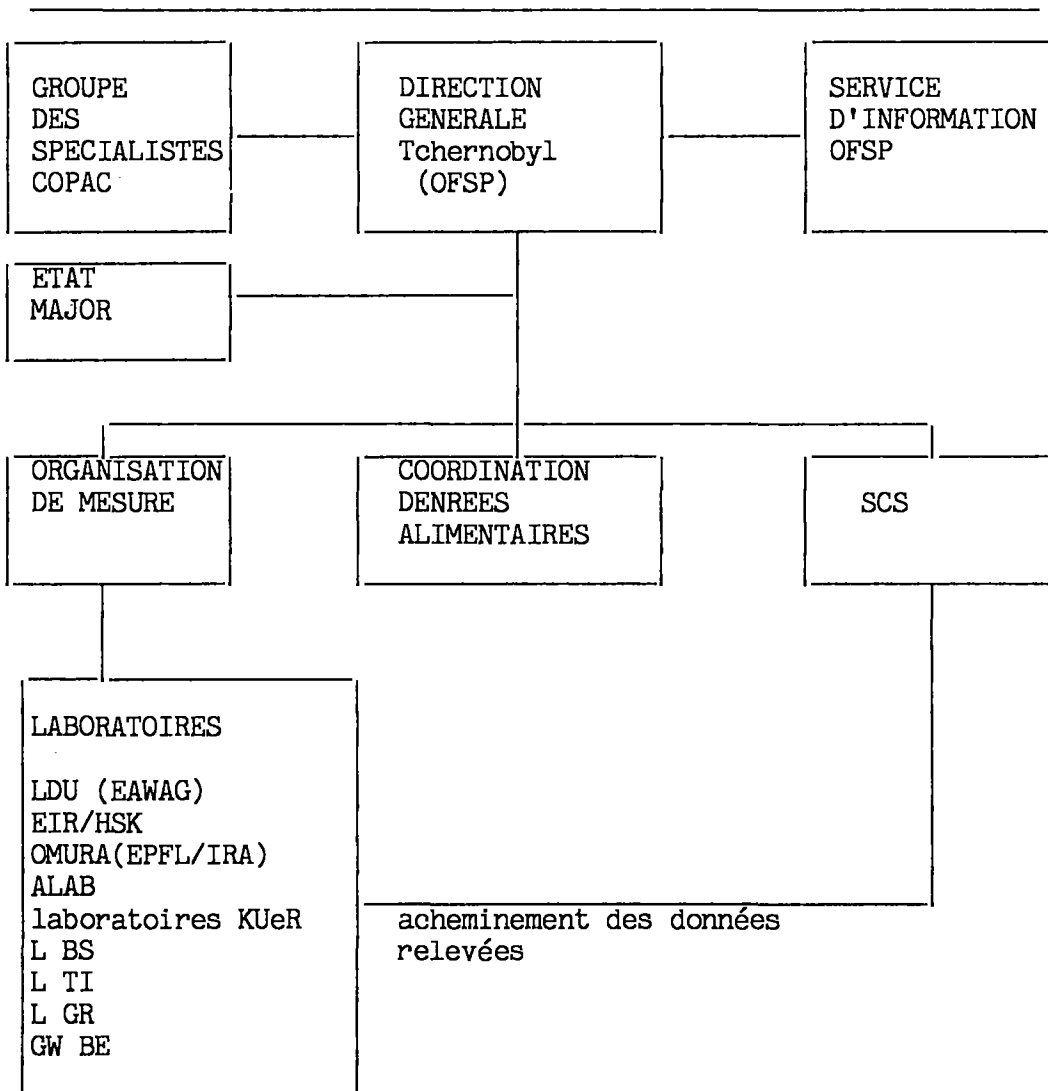
Légende : Ge, Ge(Li) : spectromètre à germanium gamma
bêta : compteur de mesure bêta
alpha : compteur de mesure alpha

PHASE III : après le 9 juin 1986

Au début du mois de juin, la situation en Suisse retrouva un état proche de la normale, si bien que le groupe d'engagement de la COPAC et la CNAL purent être déchargés de leur mission à partir du 6 juin, par décision du Conseil fédéral.

La direction générale Tchernobyl fut transférée à l'Office fédéral de la santé publique. Ce dernier est assisté par un groupe de spécialistes de la COPAC. Quant à l'oeuvre entreprise par la CNAL, elle est poursuivie depuis par la SCS.

L'ORGANISATION TCHERNOBYL après le 9 juin 1986



Au cours des événements, l'on a assisté au déplacement des priorités de mesures. Quand le débit de dose externe eut retrouvé des valeurs proches de la normale, il fut superflu de continuer à recourir aux postes mobiles. La priorité passa ainsi, pour les mois de juin-juillet, à la nécessité de poursuivre les mesures des isotopes de période importante (et particulièrement du césium), dans les denrées alimentaires. Le contrôle de la production intérieure suisse des denrées alimentaires et du fourrage continuait à être maintenu, et les produits alimentaires importés furent soumis à des prélèvements isolés. Il fut ainsi analysé quelque 300 échantillons par semaine.

4. LES RESULTATS DES MESURES

4.1. L'irradiation externe (voir figures 4.1. - 4.11)

4.1.1. Préambule

Au début, il fut difficile de se faire une idée de la contamination radioactive en Suisse, en raison des circonstances suivantes :

- Manque d'information sur le moment et l'étendue des événements dans la centrale soviétique de Tchernobyl.
- Conditions météorologiques complexes sur l'Europe.

La détermination de l'irradiation externe put être réalisée grâce aux sondes NADAM, ainsi qu'aux véhicules et hélicoptères de mesures. A l'aide de ces données, il fut établi des cartes quotidiennes de contamination. Comme nous l'avons déjà mentionné dans l'introduction, la première vague de radioactivité dans l'air se produisit dans la nuit du mardi au mercredi 30 avril 1986, avec une élévation significative en fin de matinée du même jour dans l'Est de la Suisse. Dans le courant de l'après-midi, le nuage progressa vers l'Ouest, et se propagea sur la zone Ouest du pays le 1er mai. Les pluies tombées durant le 30 avril, dans le centre, le Nord-Ouest et le Nord-Est, entraînèrent le dégorge-ment de la radioactivité. Dans les autres zones du pays, il ne fut encore noté aucun accroissement du débit de dose, étant donné qu'il n'avait pas encore plu dans ces zones au moment en question.

Seules les précipitations qui s'étaient produites à partir du 3 mai sur le Tessin, les vallées sud des Grisons et le Jura Vaudois, firent augmenter l'intensité du débit de dose dans ces régions (cf. tableau 4.1., page 35). En ce qui concerne les autres régions suisses, qui n'avaient pas connu les précipitations dans les premiers jours, elles ne révélèrent plus par la suite d'élévation notable du débit de dose, et ceci malgré le fait que la radioactivité de l'air se trouvait à un niveau sensiblement identique dans l'ensemble du pays. Comme exemple, on peut citer la station de Morges, dans laquelle le poste de préalerte avait émis le signal d'alarme en raison de la détection d'une quantité radioactive plus importante dans l'air, alors que, à très peu de distance de là, à Pully, la sonde NADAM ne révéla aucune modification notable du débit de dose.

La radioactivité de l'air atteignit son maximum en Suisse le 1er mai, jour après lequel elle rebassa nettement pour se réduire à 1/5 environ de cette valeur au 3 mai. En ce qui concerne l'iode, il est à souligner que seul l'iode à l'état d'aérosol fut capté par les filtres. La quantité totale d'iode, qui inclut l'iode sous forme élémentaire, pouvait atteindre des valeurs de 3 à 5 fois supérieures. Entre le 3 et le 7 mai, une nouvelle diminution de la radioactivité de l'air de 10 fois environ fut observée. Cette dernière diminua ainsi, à Fribourg par exemple, d'environ 550 pCi/m³ (valeur au 1er mai) à 10 pCi/m³ le 7 mai. Après la date du 10 mai, la radioactivité totale de l'air était tombée dans la même ville en dessous de 0,25 pCi/m³ (voir figures 4.1 - 4.4); quant à la contamination du sol, aucune aggravation supplémentaire significative ne fut plus observée.

Etant donné que le nuage radioactif avait sillonné l'ensemble de la Suisse dans les premiers jours de mai, la radioactivité de l'air se situait donc à un niveau sensiblement identique pour toutes les stations du pays, comme le montrent les valeurs relevées, contrairement à la contamination radioactive du sol, dont l'importance se trouve dépendante de l'intensité des précipitations.

Les 27-28 mai, le nuage en question, après un tour complet de la terre, refit son apparition en Suisse. Aucun incident d'ordre radioactif ne fut relevé à cette occasion.

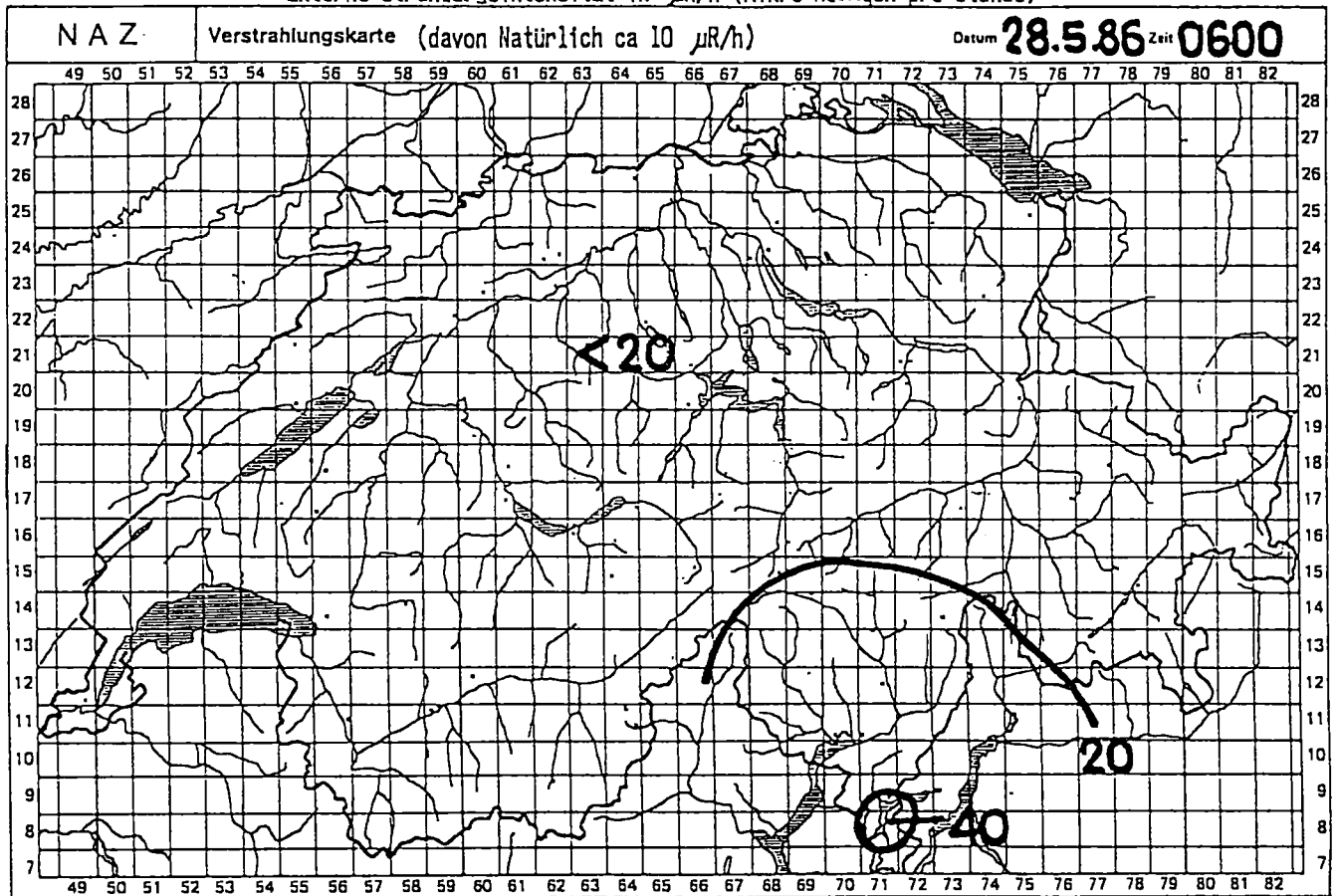
TABEAU 4.1. : La radioactivité des précipitations :

radioactivité déposée par les précipitations (en nCi/m²)
pendant le mois de mai.

Station :	CS-137	J-131*
Cernier/NE	16	15
Davos/GR	17	52
Fribourg	23	26
Gösgen/SO	44	144
Leibstadt/AG	85	211
Locarno/TI	270	170
La Valsainte/FR	8	47

*) Alors que le césium et les autres nucléides ont été déposés avec les précipitations, il semble que dans le cas de l'iode, une part non négligeable ait été apportée par retombées sèches, part qui n'est pas évaluable par l'analyse des précipitations.

Externe Strahlungsintensität in $\mu\text{R/h}$ (Mikro-Röntgen pro Stunde)



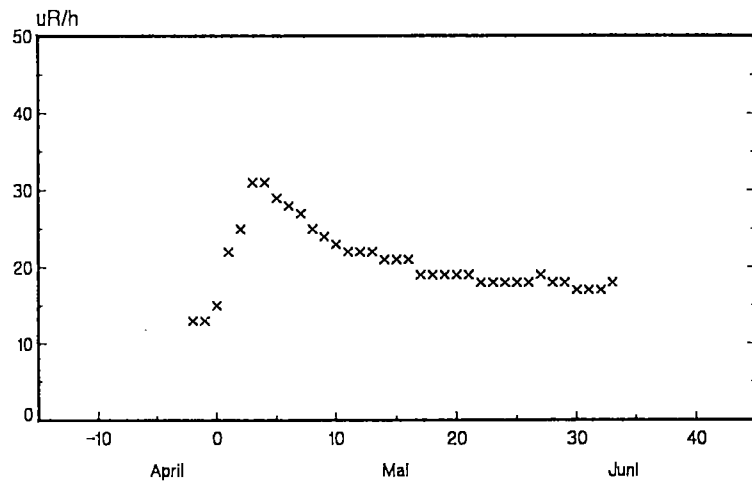
10.84 20.100 2677/2

FIGUR 4.5T

NADAM Station LA FRETAZ

Ortsdosisleistung

Verlauf
1986
x

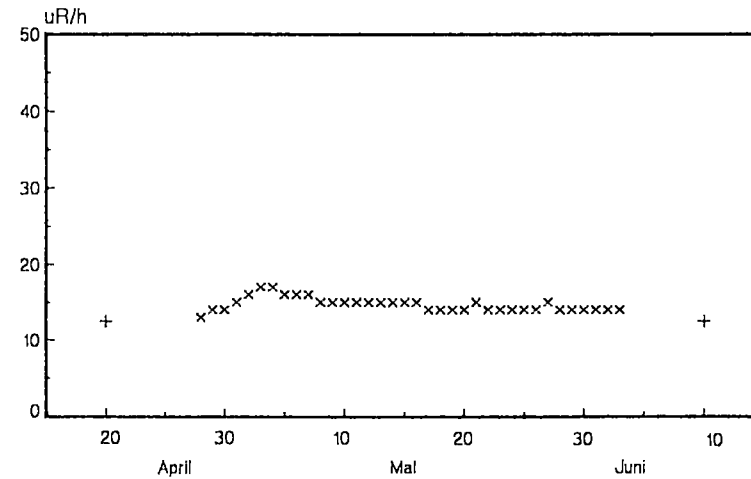


NADAM Station PULLY

Ortsdosisleistung

Verlauf
1986
x

Niveau
1961
+



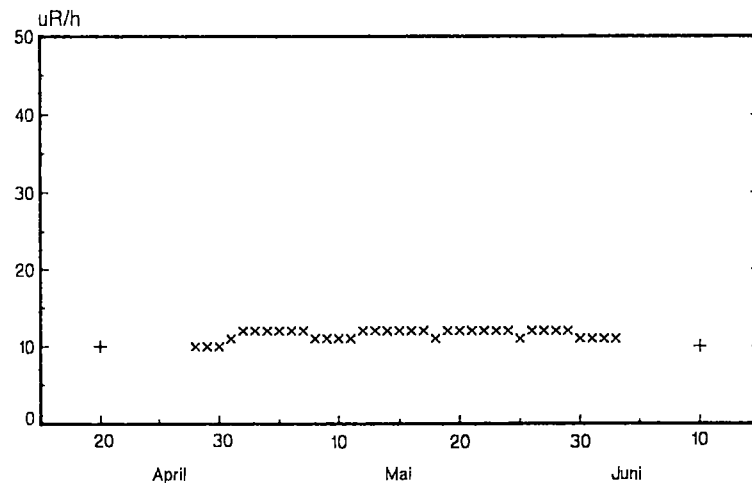
EDI/NAZ fh 4.6.86

NADAM Station MOLESON

Ortsdosisleistung

Verlauf
1986
x

Niveau
1961
+



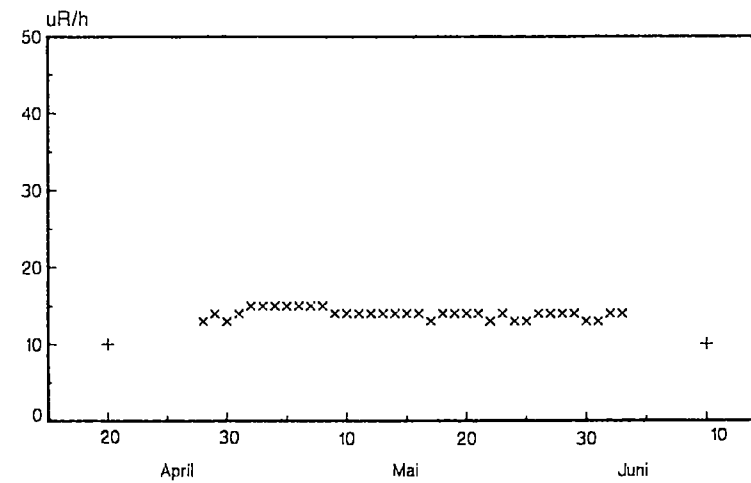
EDI/NAZ fh 4.6.86

NADAM Station AIGLE

Ortsdosisleistung

Verlauf
1986
x

Niveau
1961
+

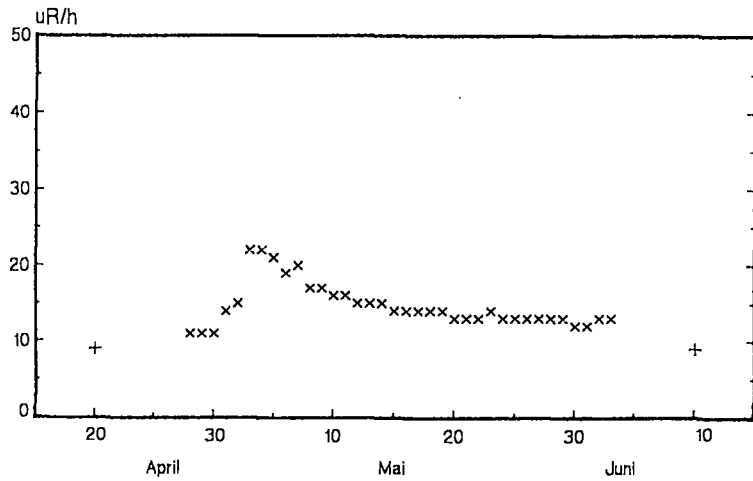


EDI/NAZ fh 4.6.86

FIGUR 4.6A

NADAM Station NEUENBURG
Ortsdosisleistung

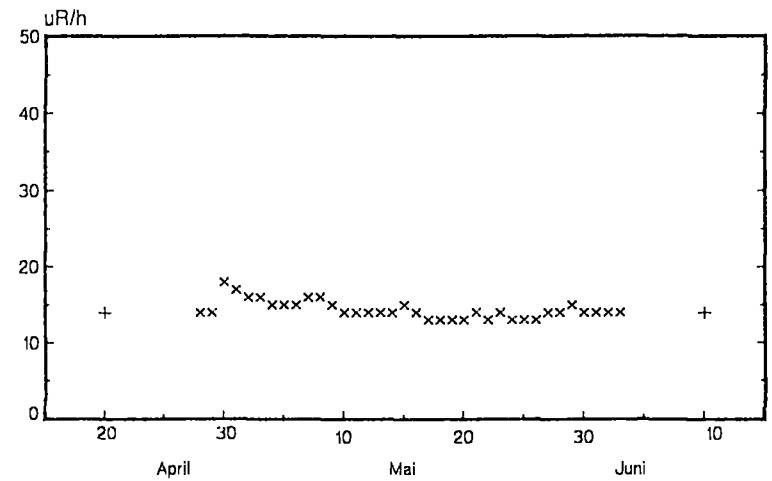
Verlauf 1986 x
Niveau 1961 +



EDI/NAZ fh 4.6.86

NADAM Station BERN
Ortsdosisleistung

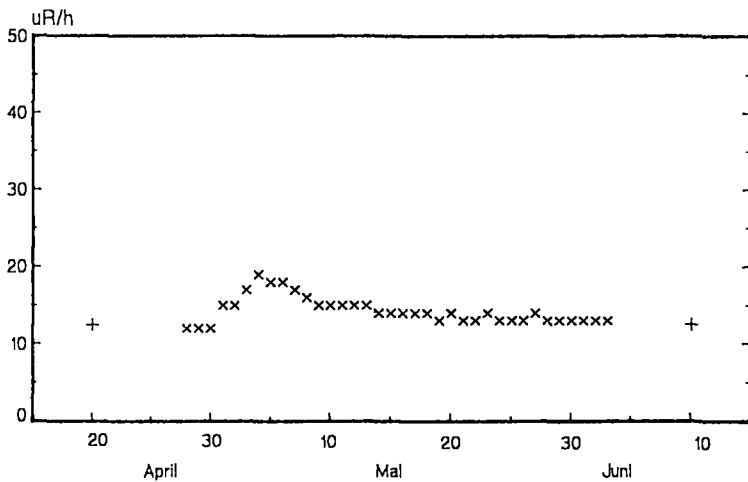
Verlauf 1986 x
Niveau 1961 +



EDI/NAZ fh 4.6.86

NADAM Station PAYERNE
Ortsdosisleistung

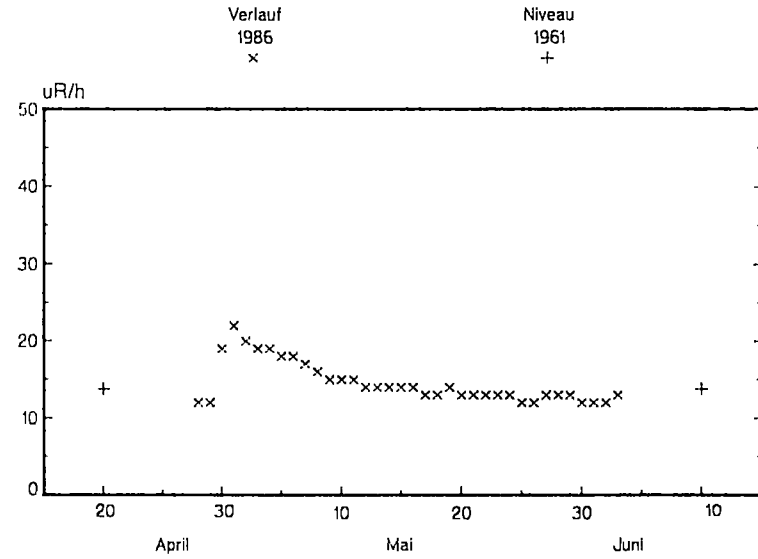
Verlauf 1986 x
Niveau 1961 +



EDI/NAZ fh 4.6.86

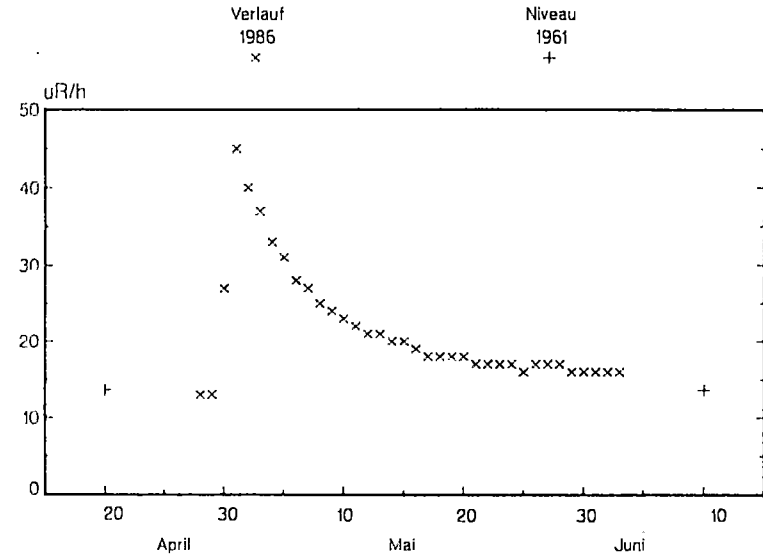
FIGUR 4.6B

NADAM Station ENGELBERG
Ortsdosisleistung



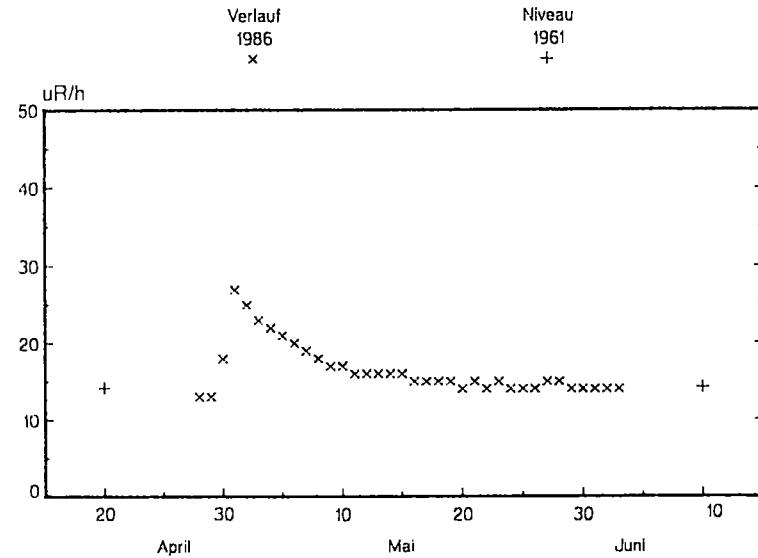
EDI/NAZ fh 4.6.86

NADAM Station SMA Zuerich
Ortsdosisleistung



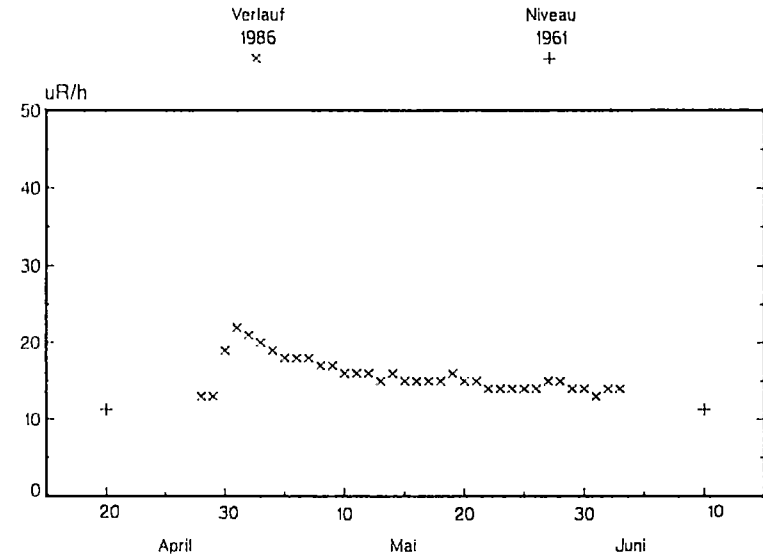
EDI/NAZ fh 4.6.86

NADAM Station LUZERN
Ortsdosisleistung

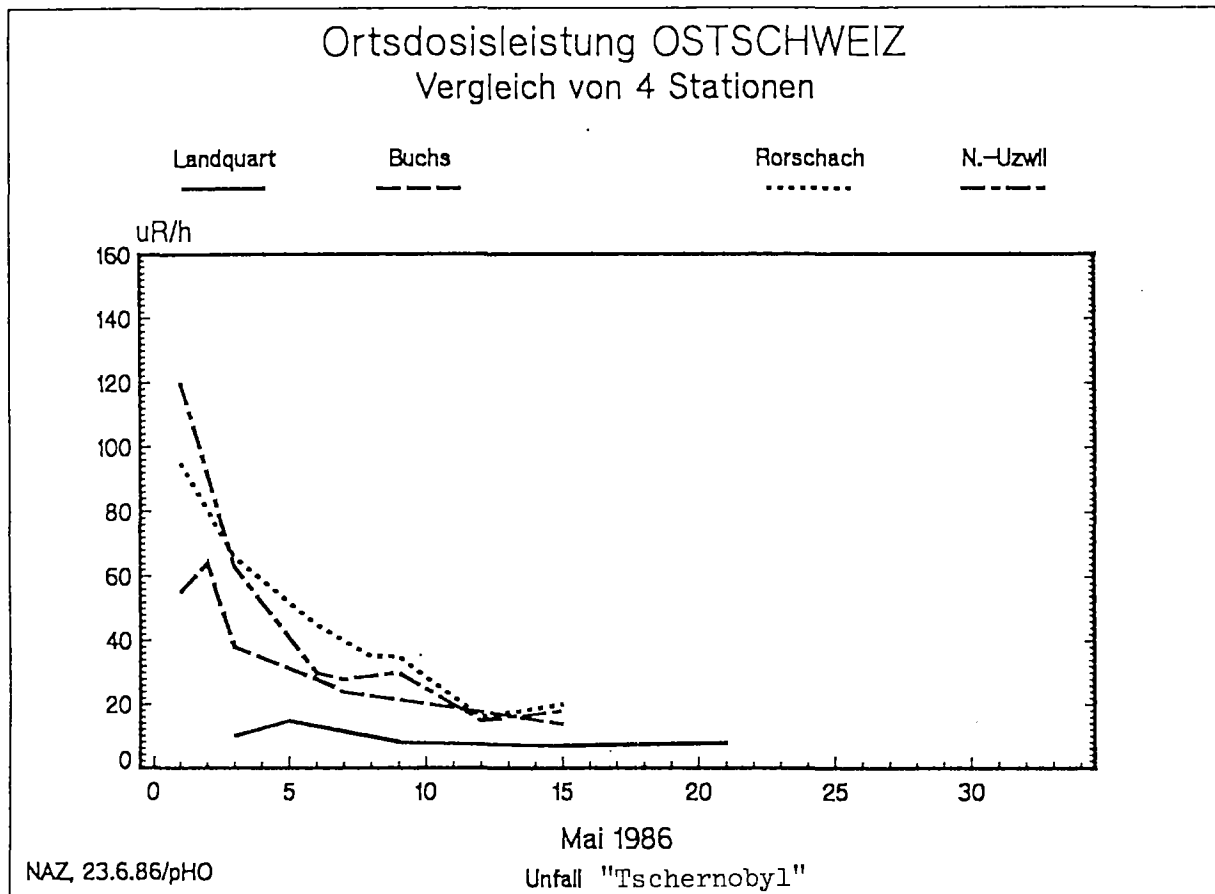


EDI/NAZ fh 4.6.86

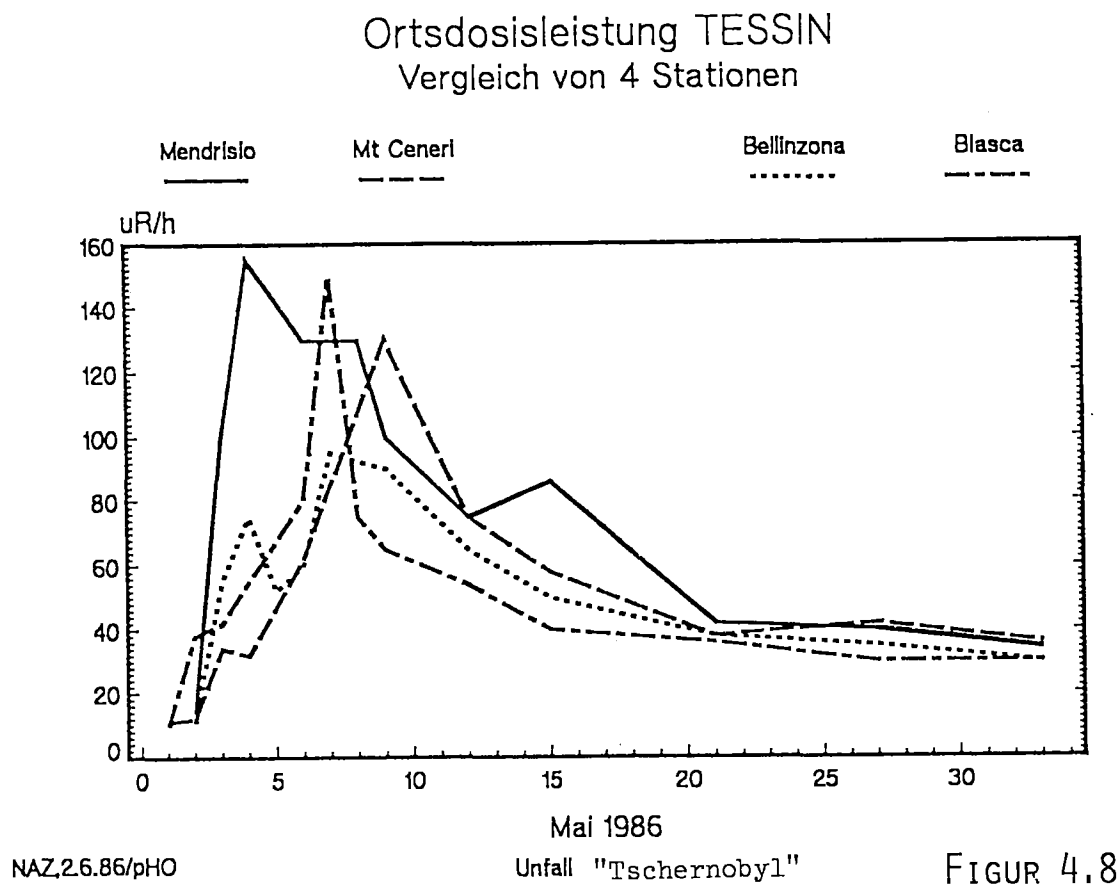
NADAM Station ALTDORF
Ortsdosisleistung



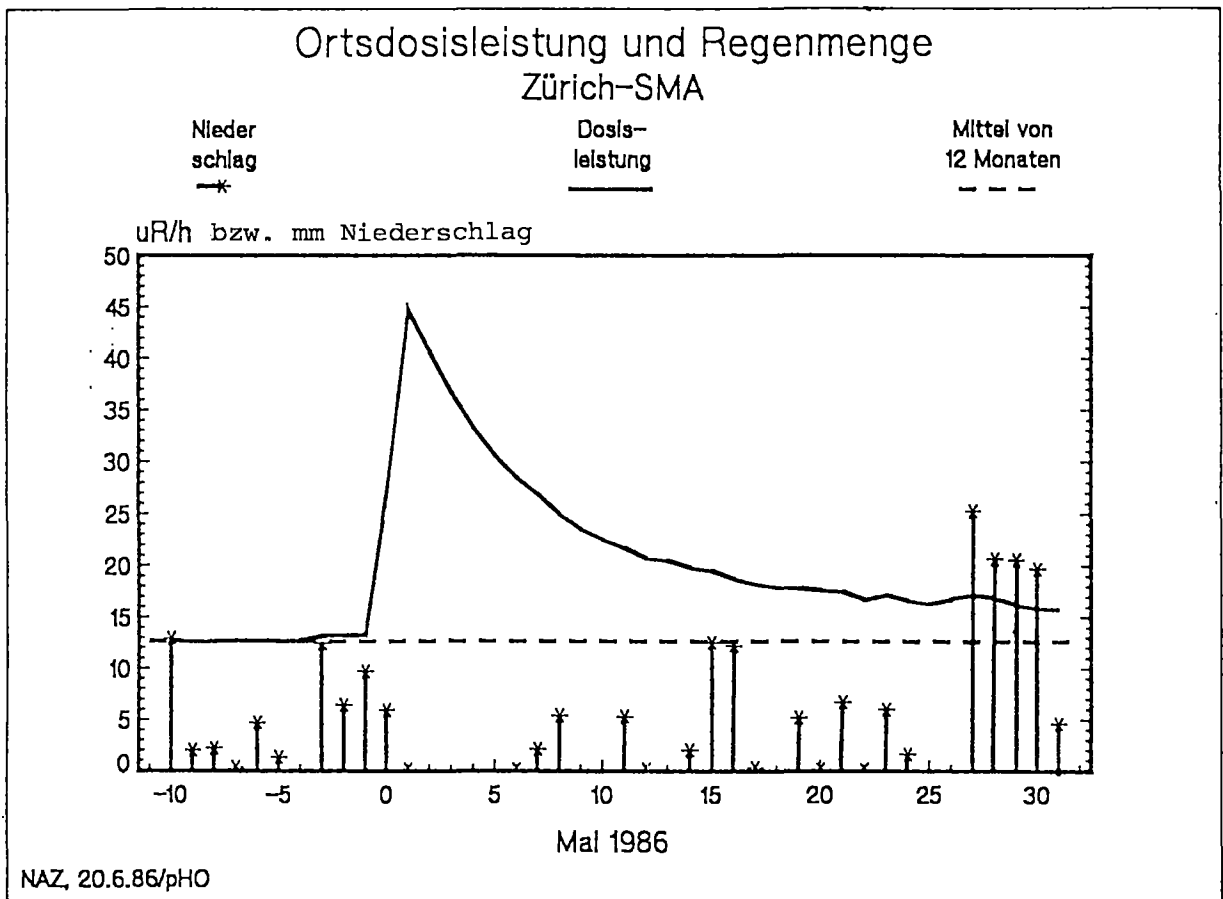
EDI/NAZ fh 4.6.86



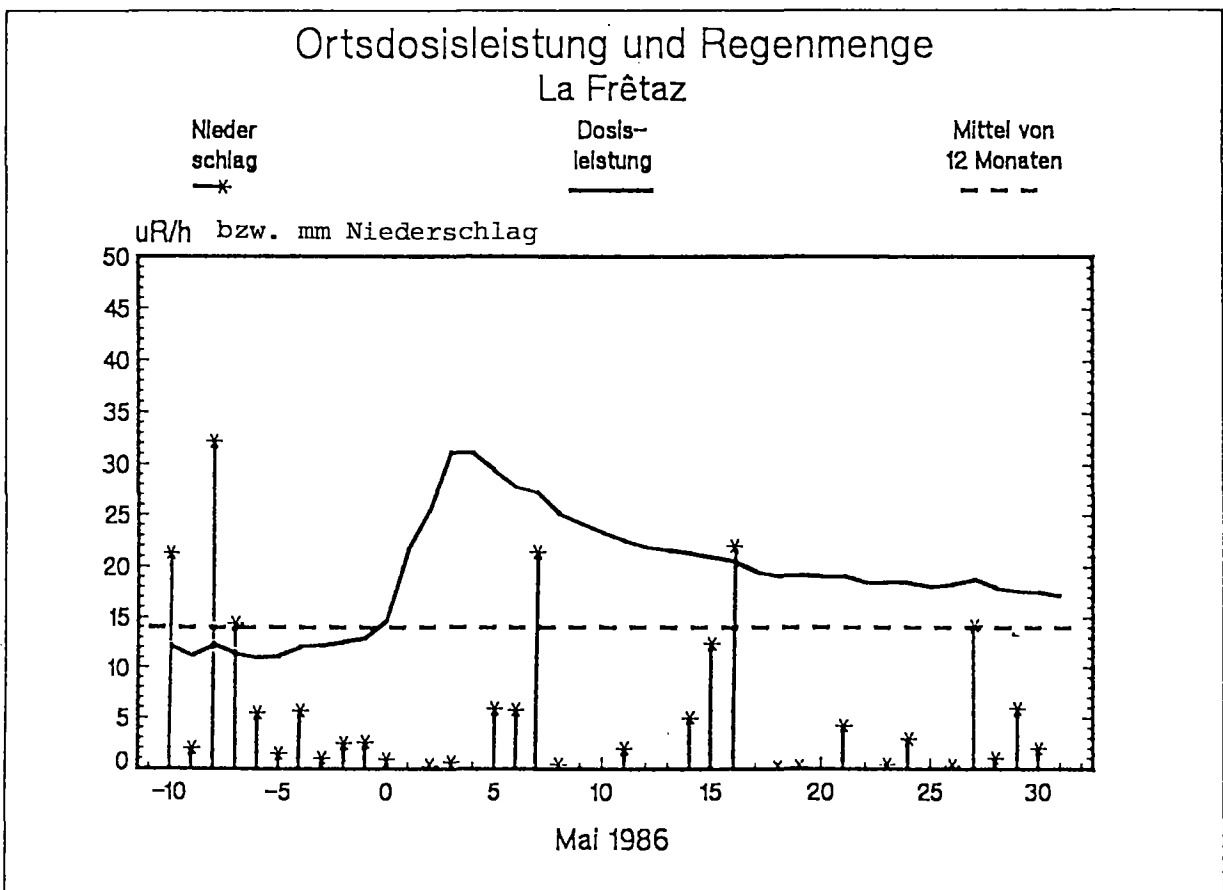
FIGUR 4.7



FIGUR 4.8

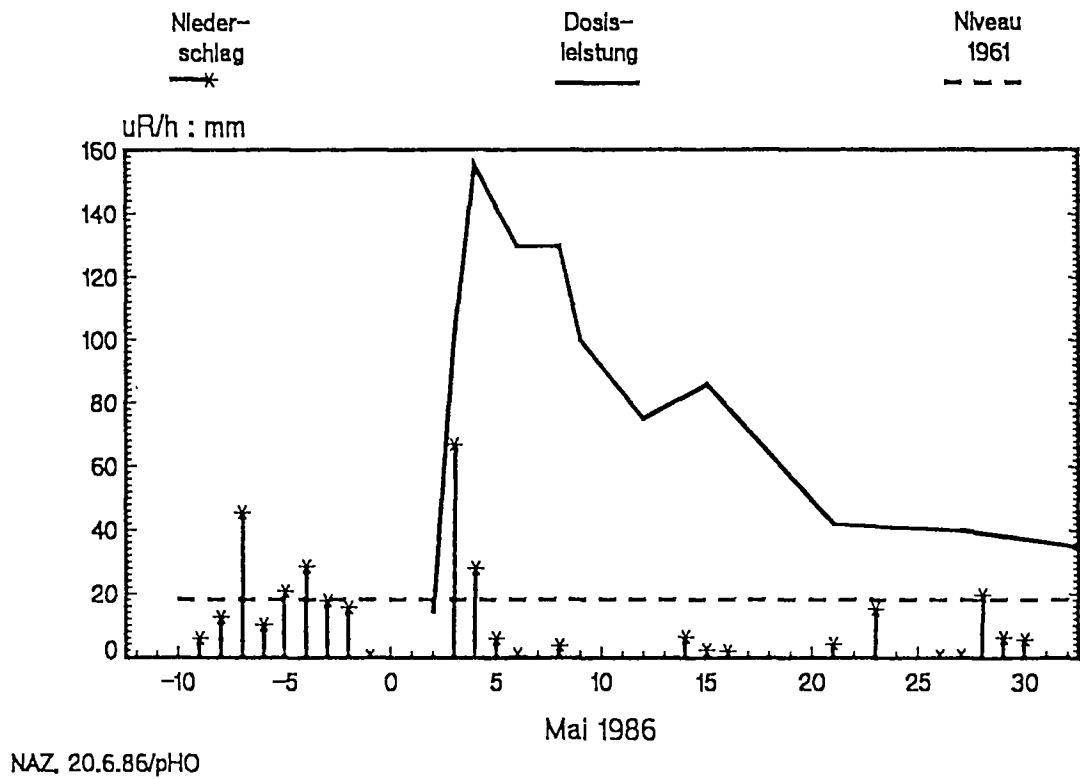


FIGUR 4.9

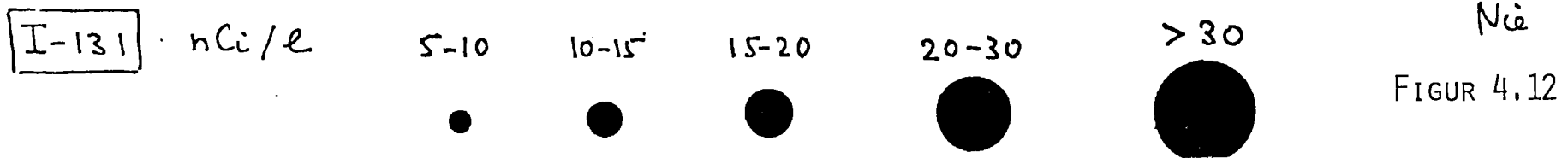
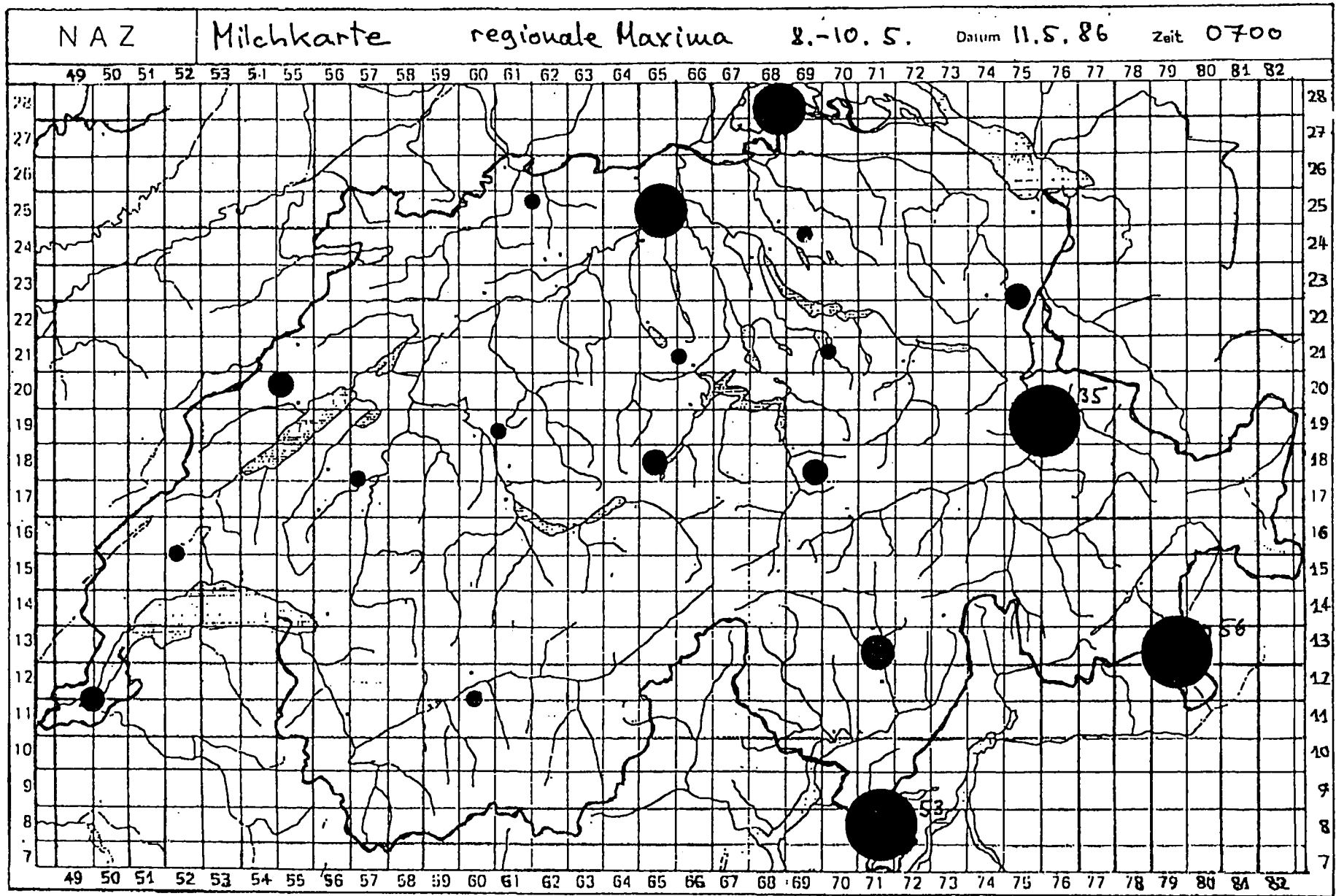


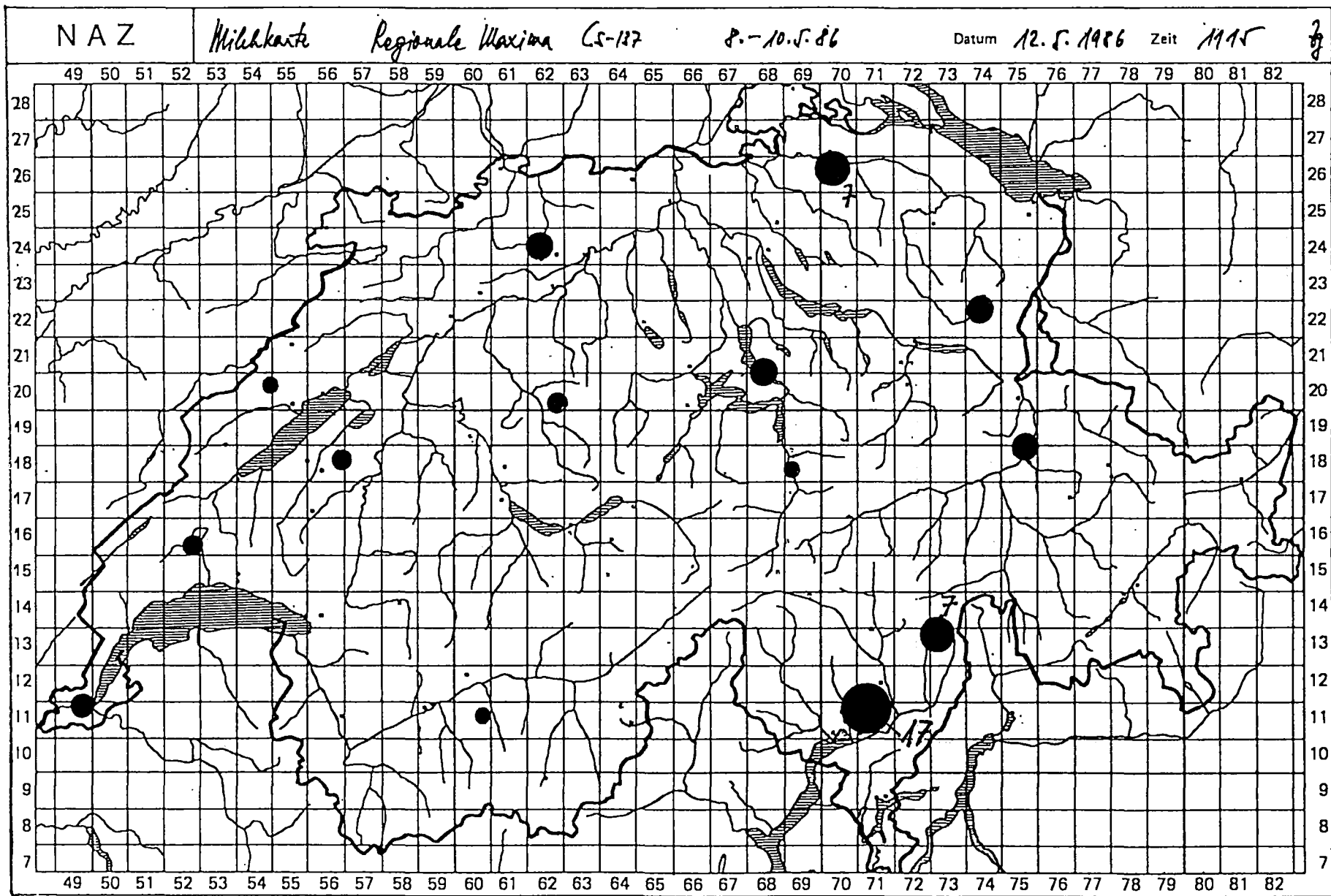
FIGUR 4.10

Ortsdosisleistung und Niederschlag Mendrisio TI



FIGUR 4.11

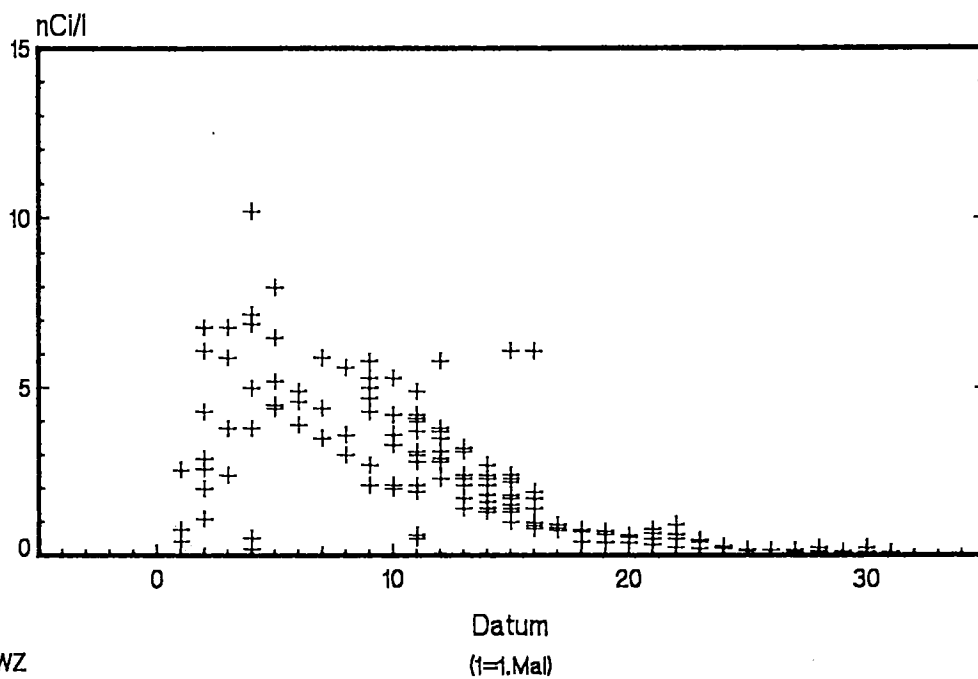




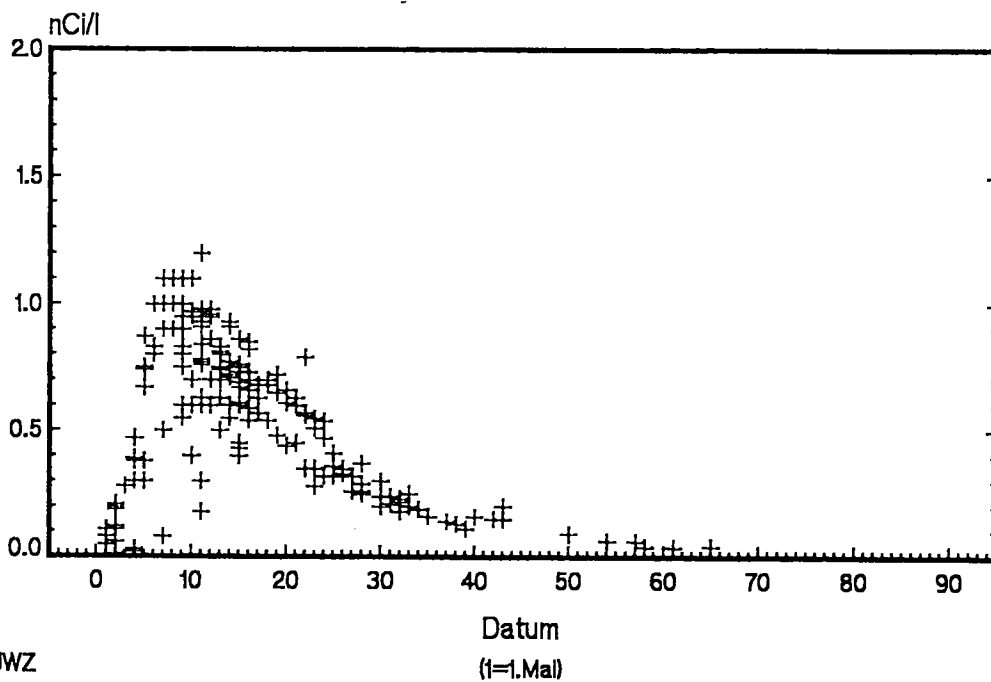
- 0-2
 - 2-5
 - 5-10
 - > 10
- 5-7
- µg/l

FIGUR 4.13

I-131: Kuhmilch (Hofmilch) FR
Mai 1986

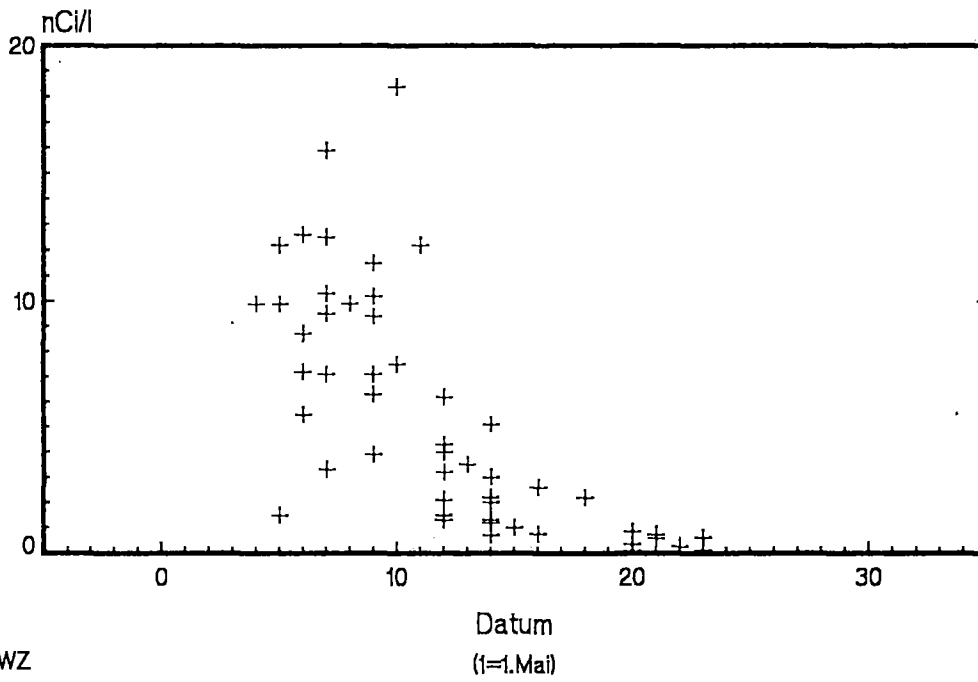


Cs-137: Kuhmilch (Hofmilch) FR
1.5. - 31.7. 1986

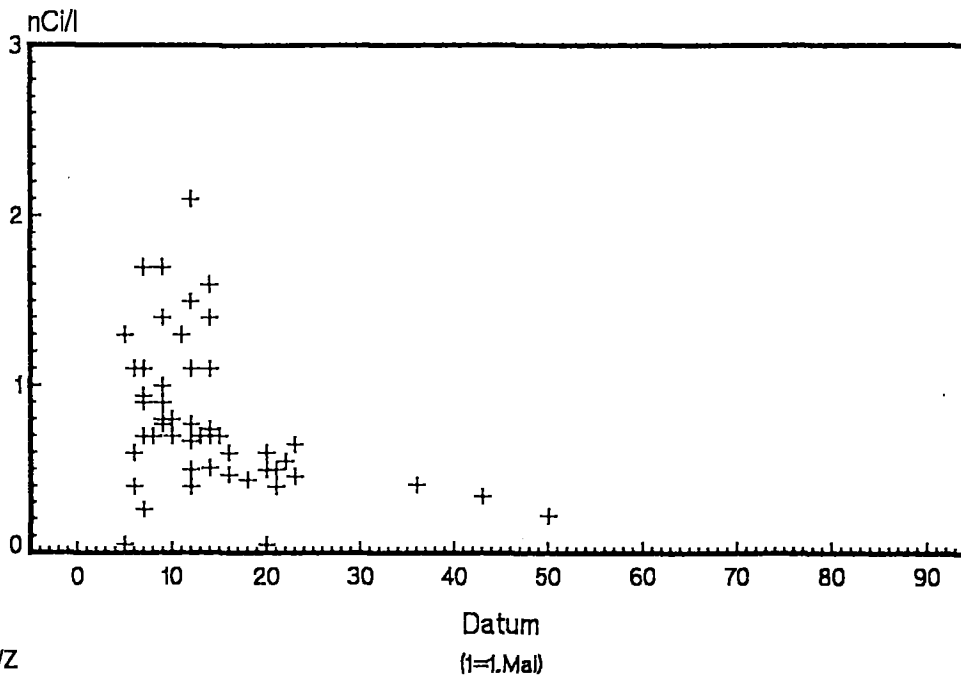


FIGUR 4.14A

I-131: Kuhmilch (Hofmilch) NE
Mai 1986

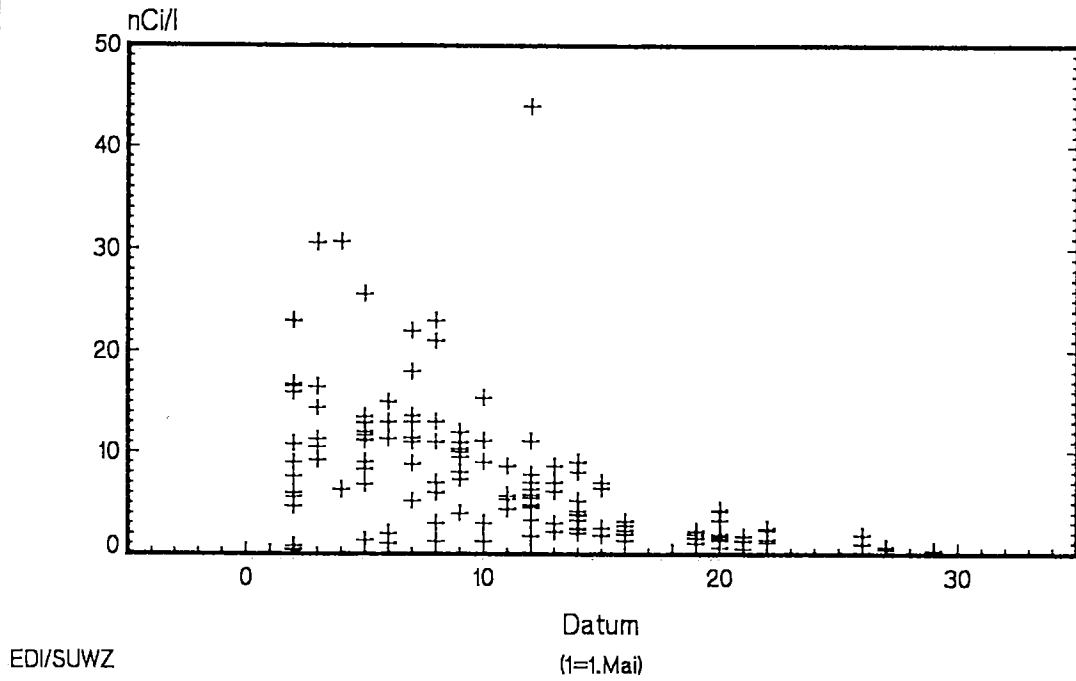


Cs-137: Kuhmilch (Hofmilch) NE
1.5.- 31.7. 1986

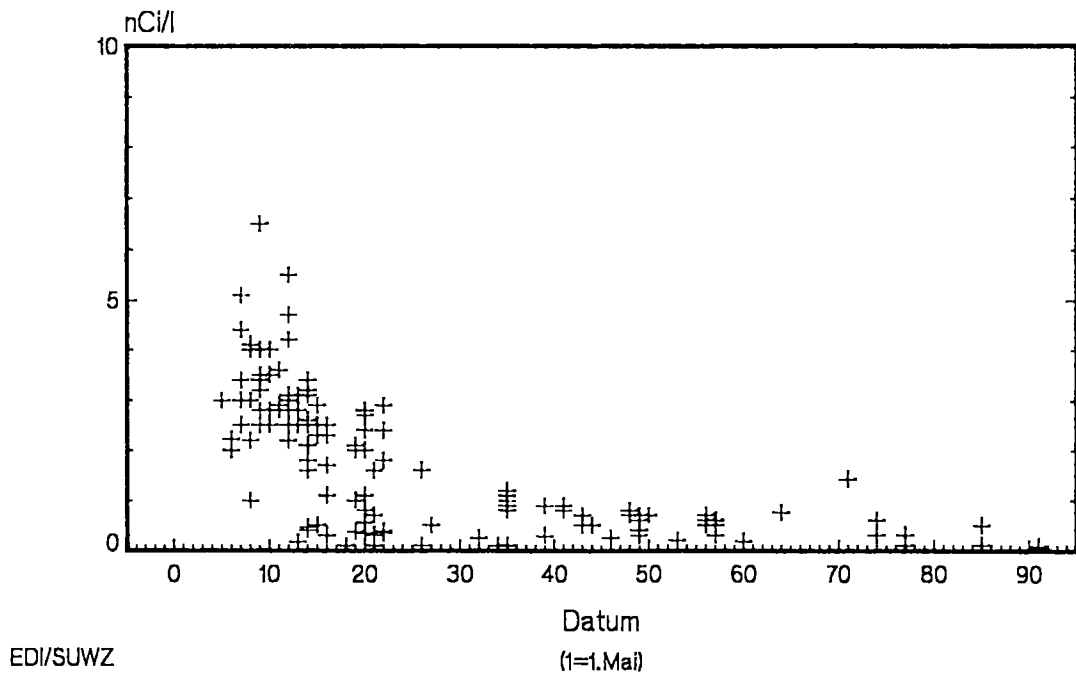


FIGUR 4.14B

I-131: Kuhmilch Nordschweiz (AG)
Mai 1986

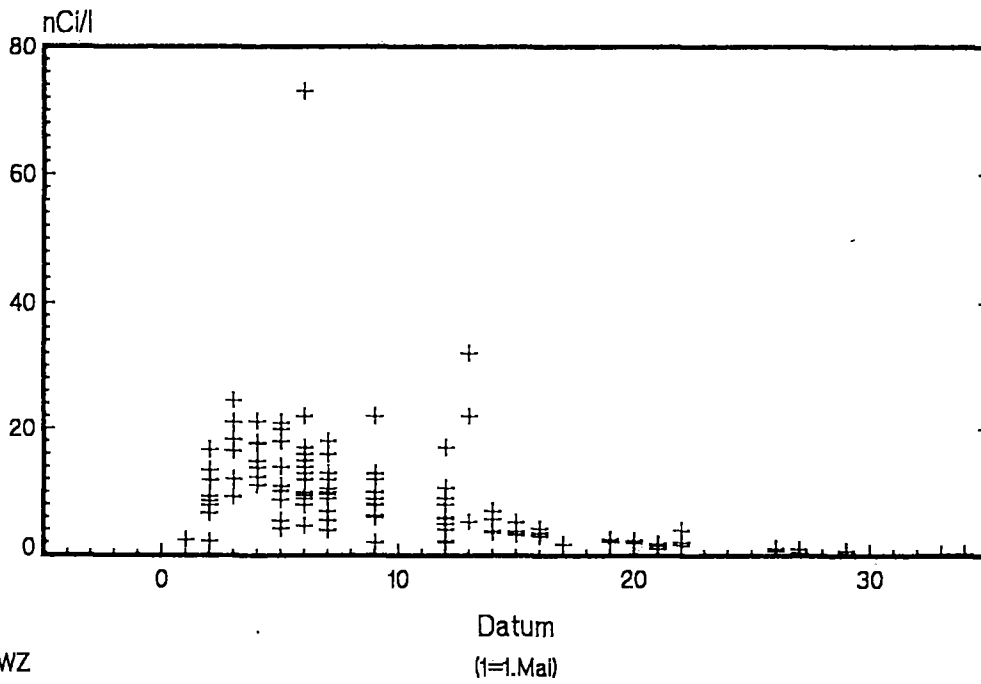


Cs-137: Kuhmilch (Hofmilch) Nordschweiz (AG)
1.5.- 31.7. 1986

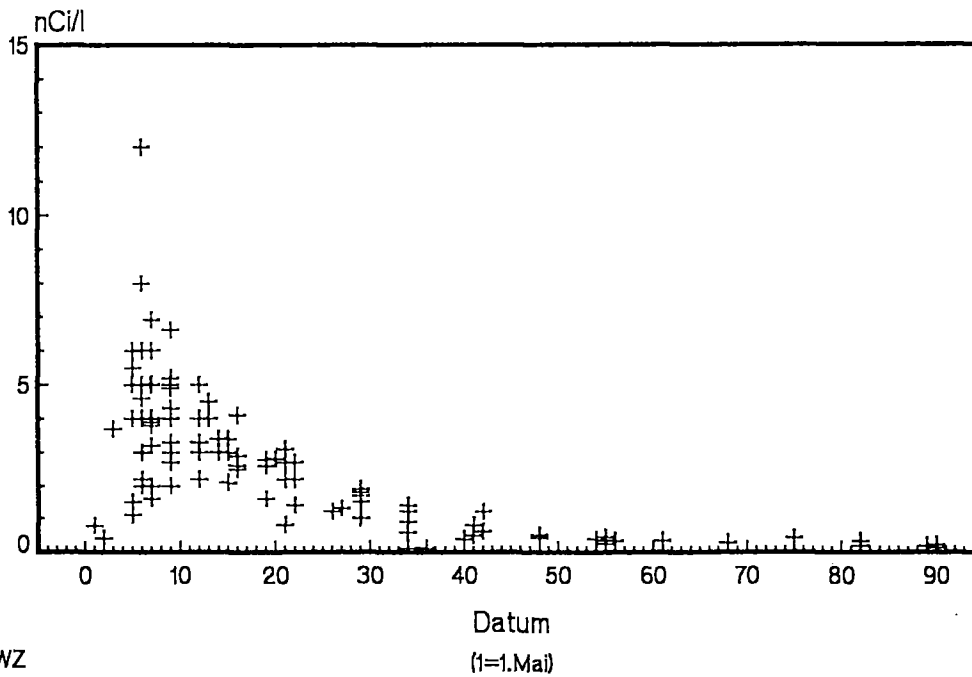


FIGUR 4.15

I-131: Kuhmilch (Hofmilch) Ostschweiz (SG,TG)
Mai 1986

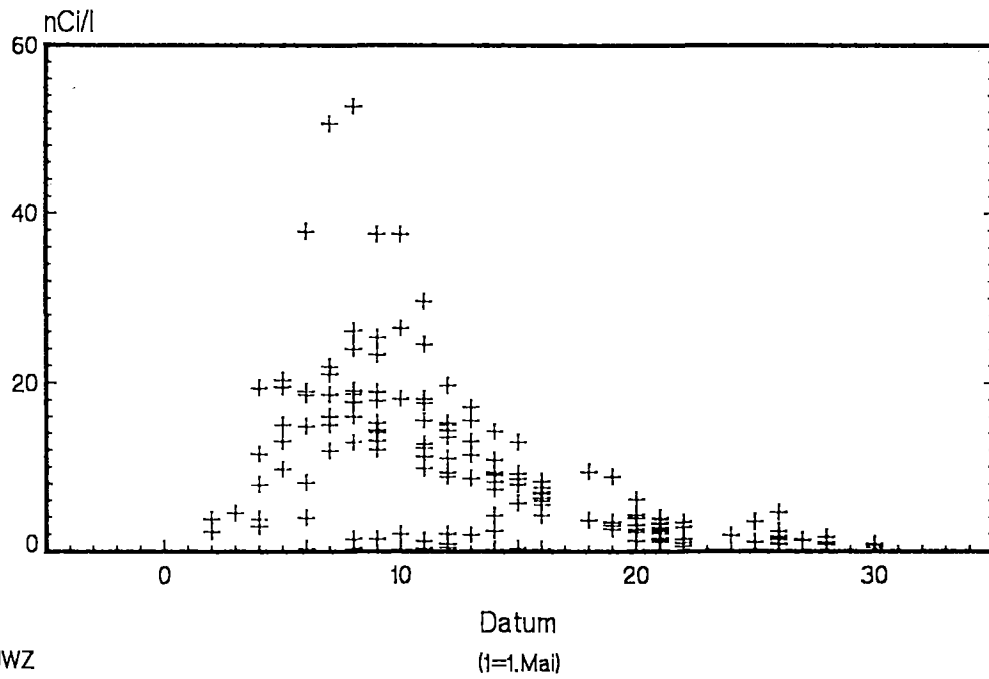


Cs-137: Kuhmilch (Hofmilch) Ostschweiz (SG,TG)
1.5.- 31.7. 1986

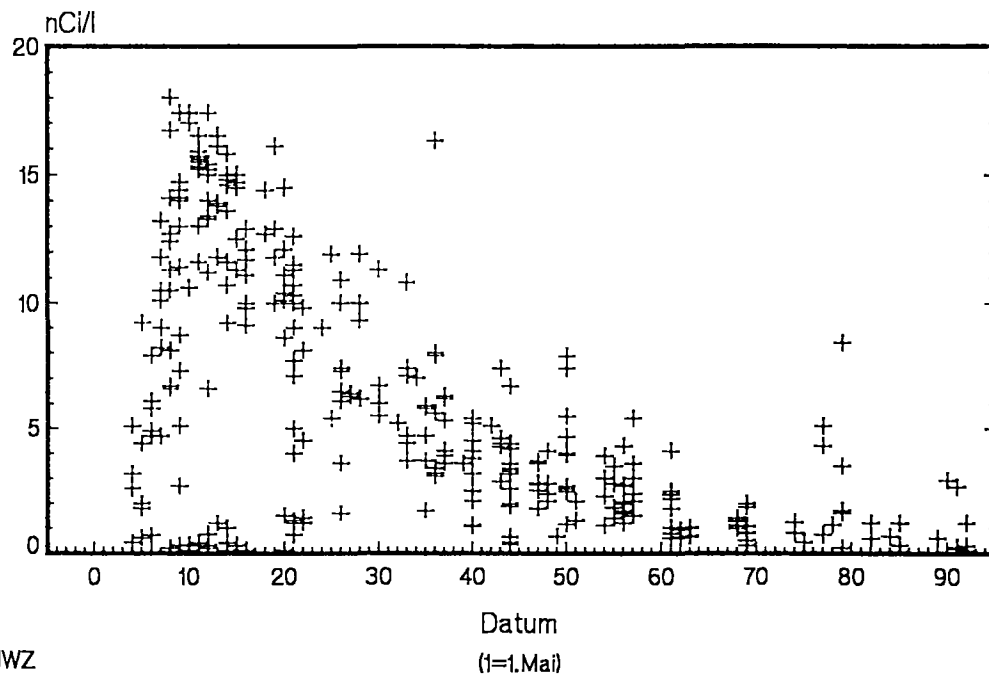


FIGUR 4.16

I-131: Kuhmilch (Hofmilch) TI
Mai 1986

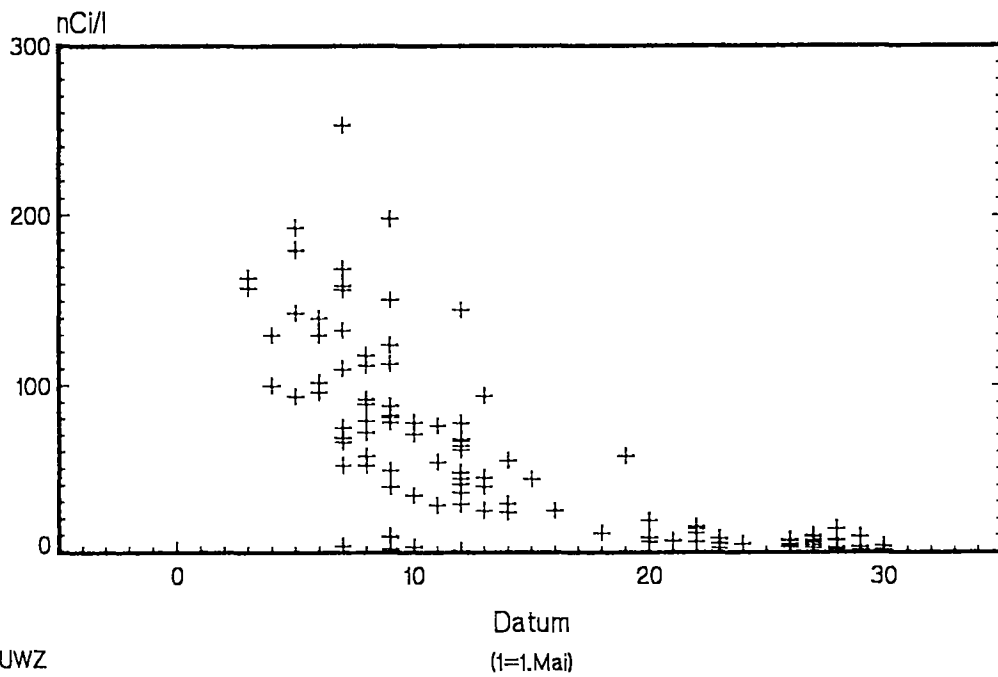


Cs-137: Kuhmilch (Hofmilch) TI
1.5.- 31.7. 1986

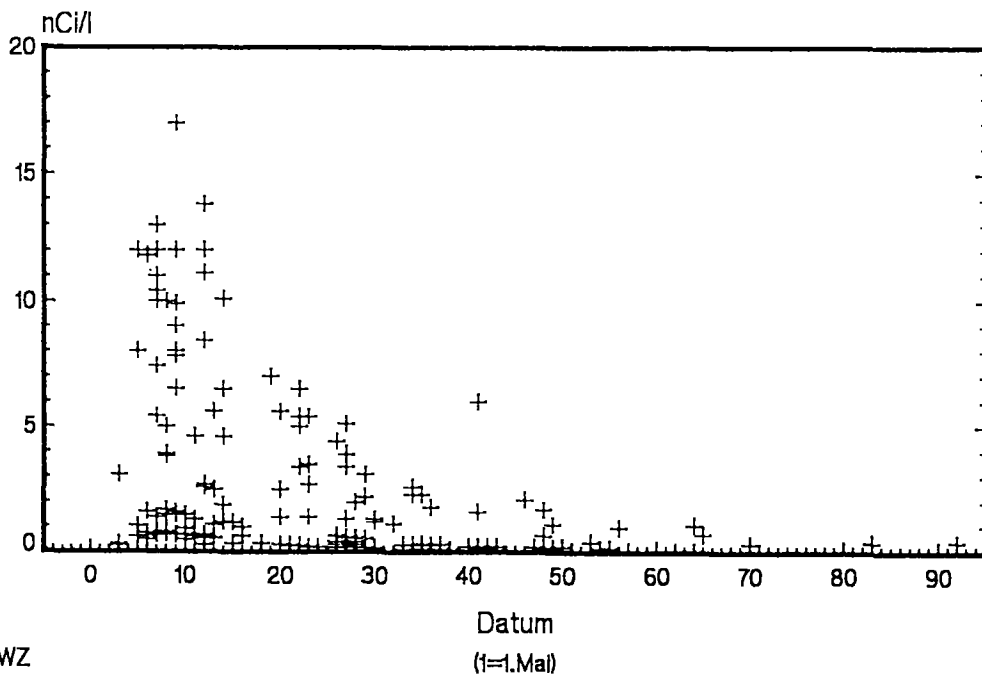


FIGUR 4.17

I-131: Schafmilch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
Mai 1986

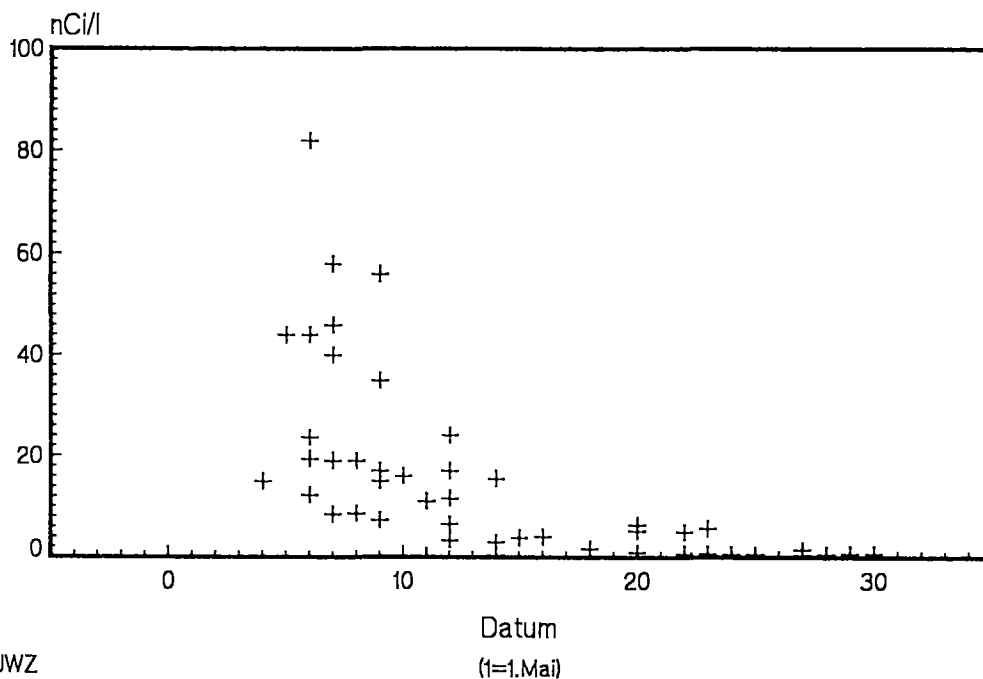


Cs-137: Schafmilch, ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5. - 31.7. 1986

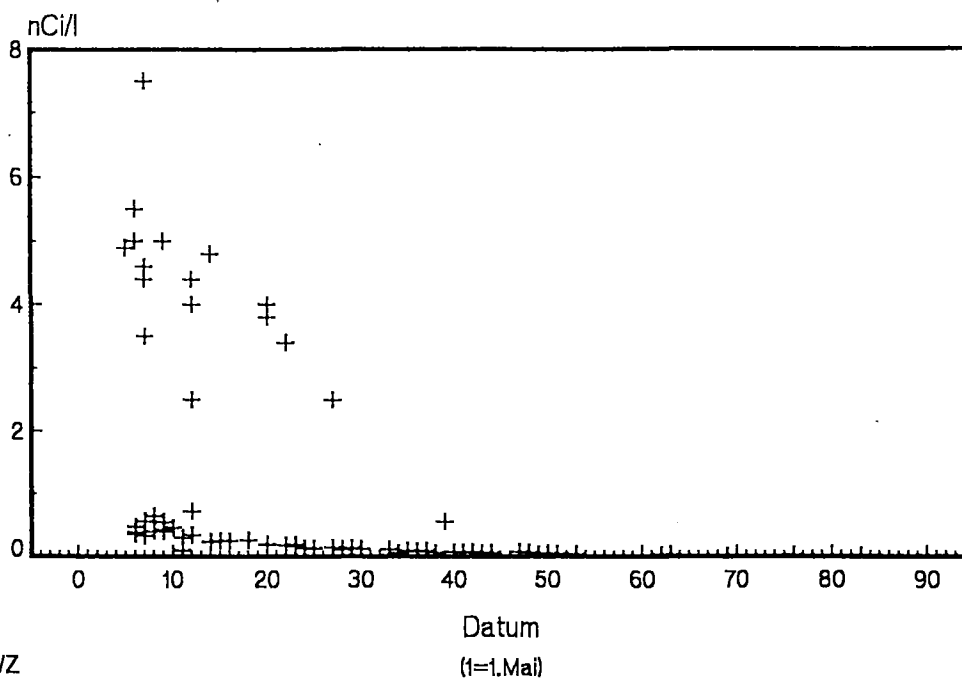


FIGUR 4.18A

I-131: Ziegenmilch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
Mai 1986

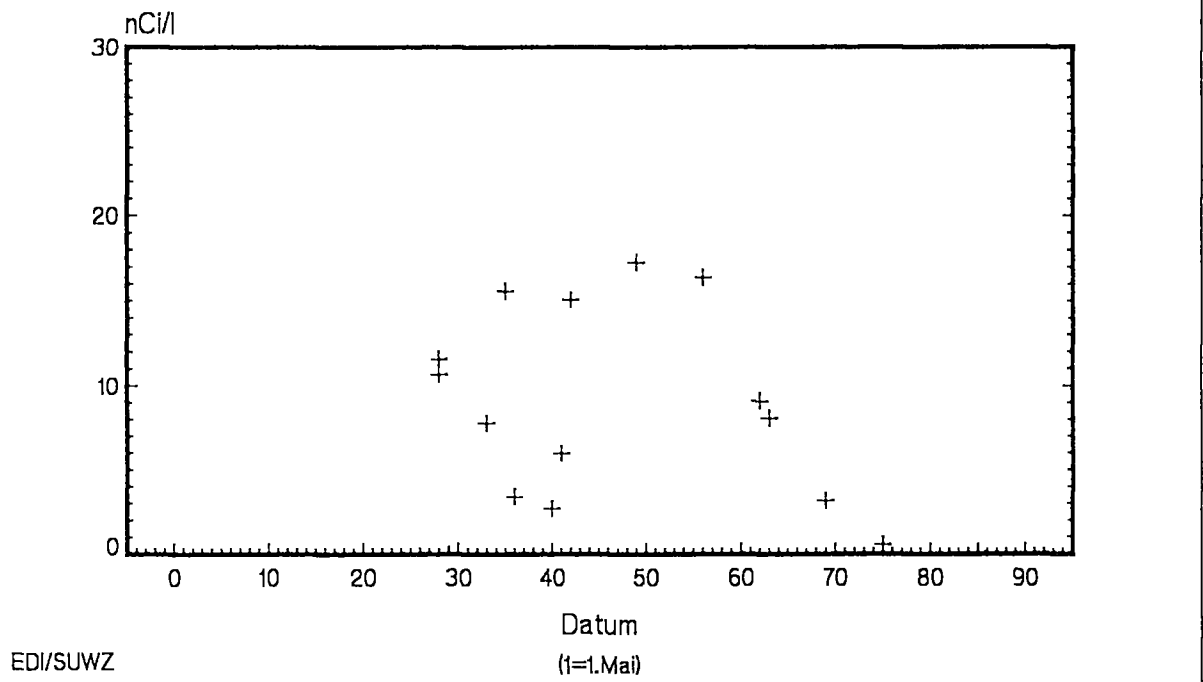


Cs-137: Ziegenmilch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

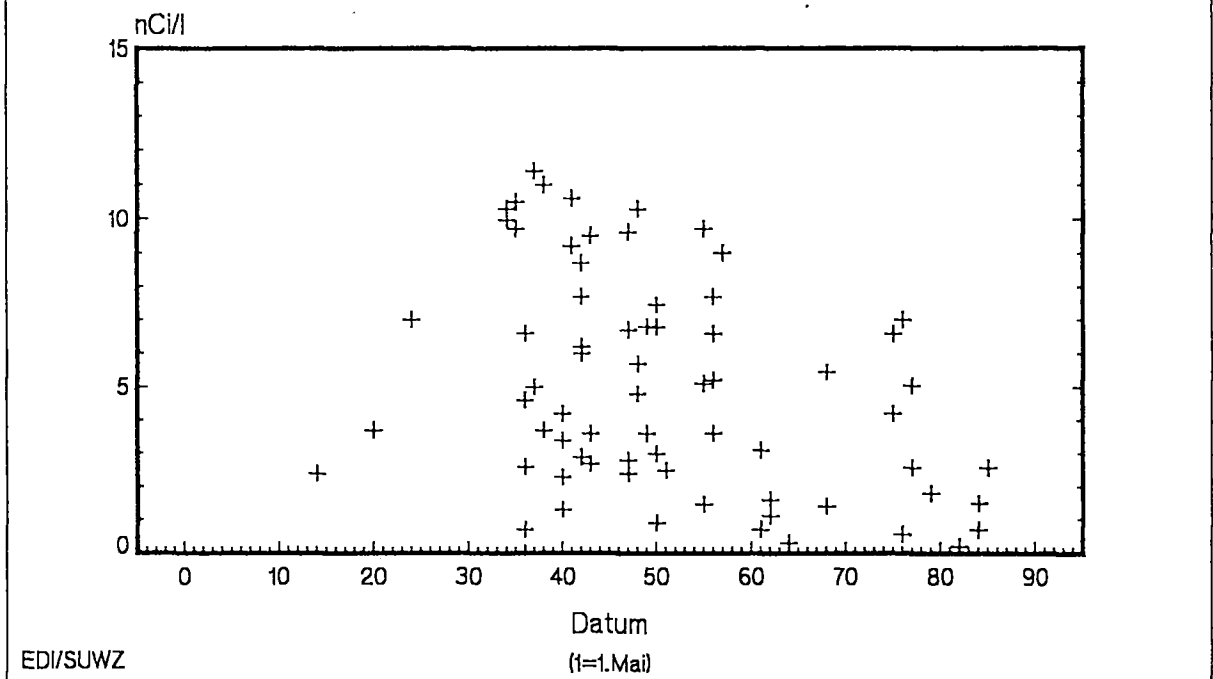


FIGUR 4.18B

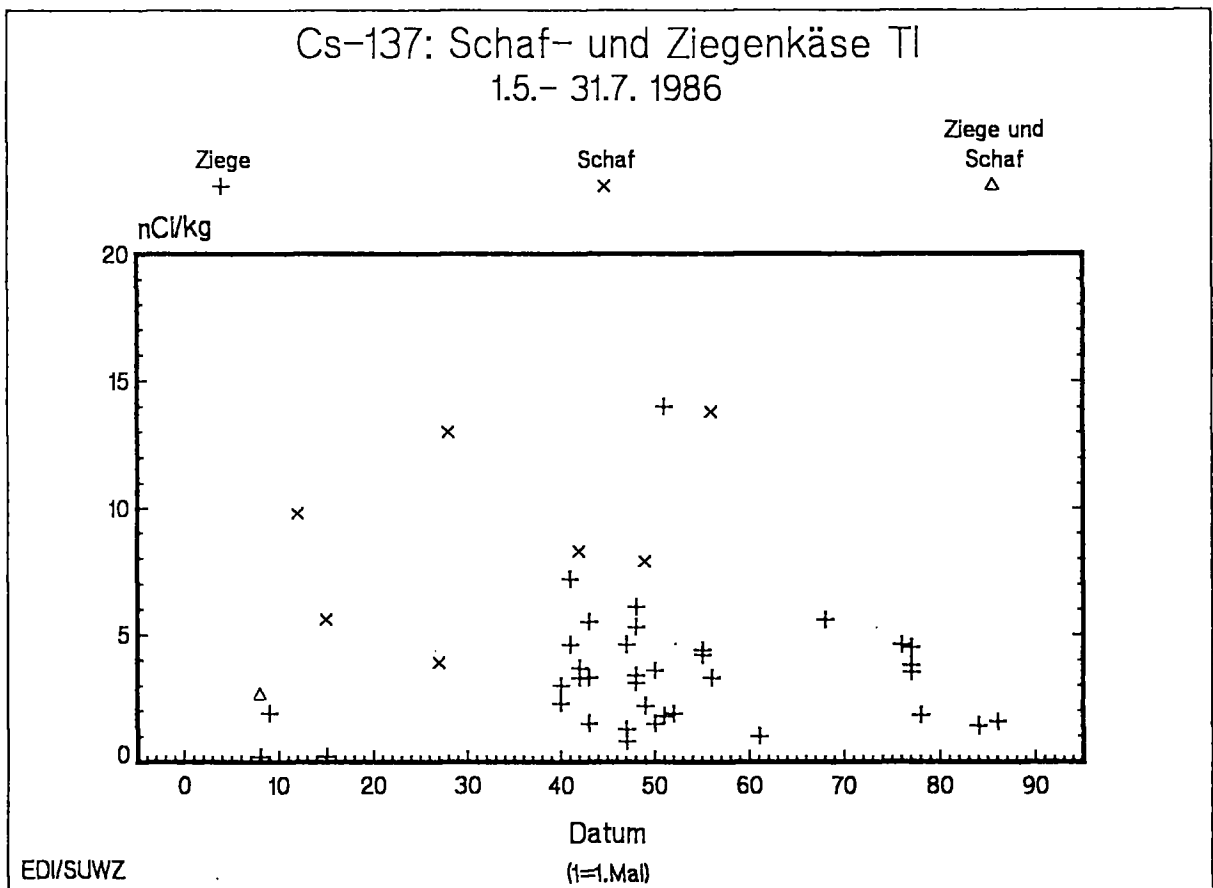
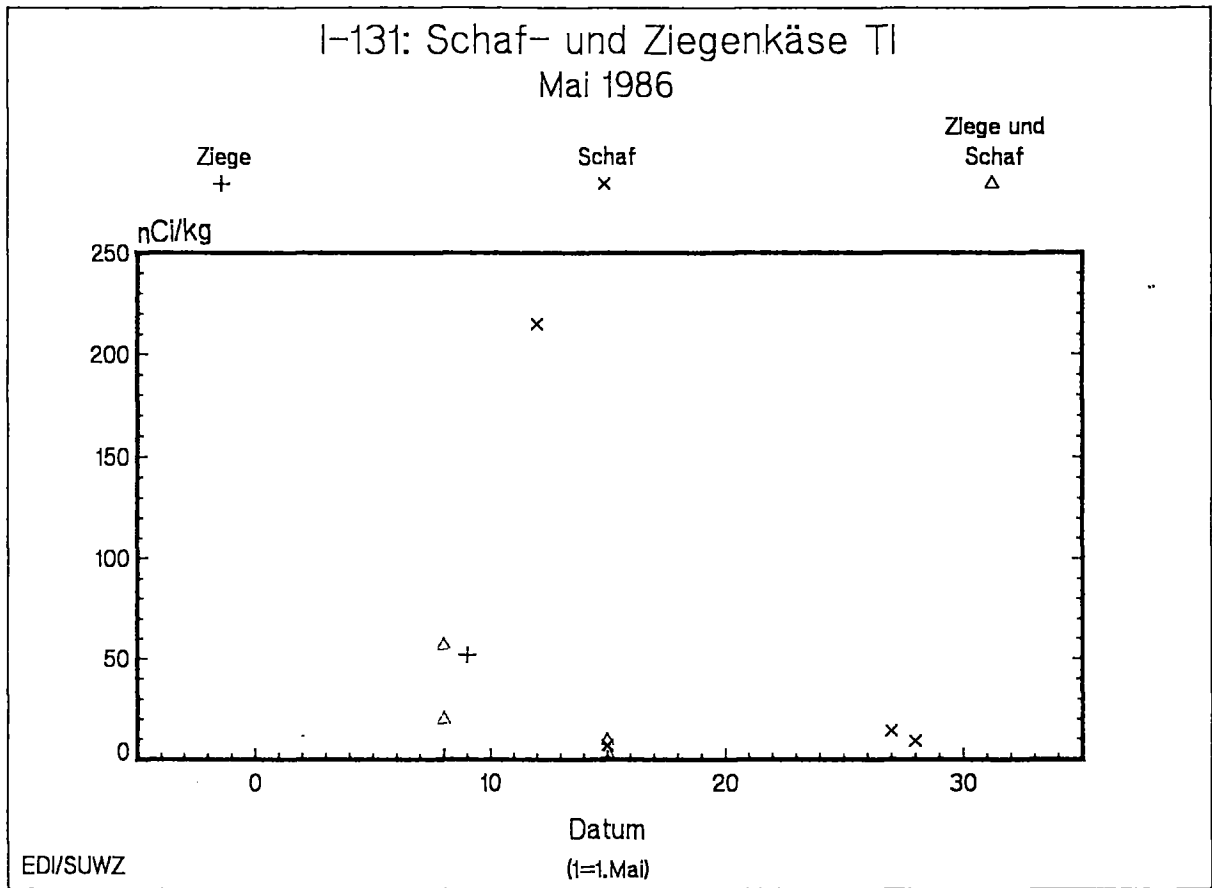
Cs-137: Schafmilch TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986



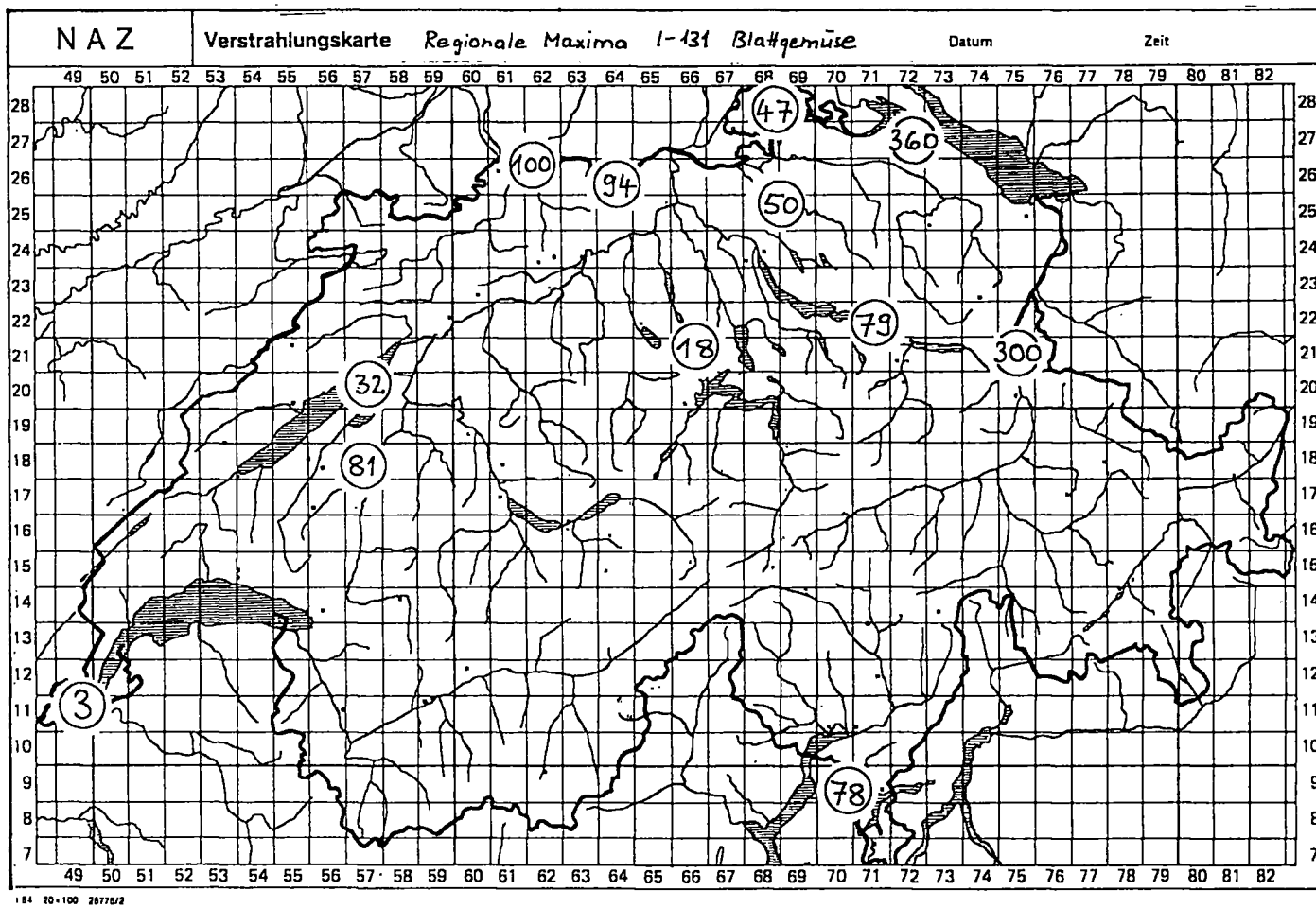
Cs-137: Ziegenmilch TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986



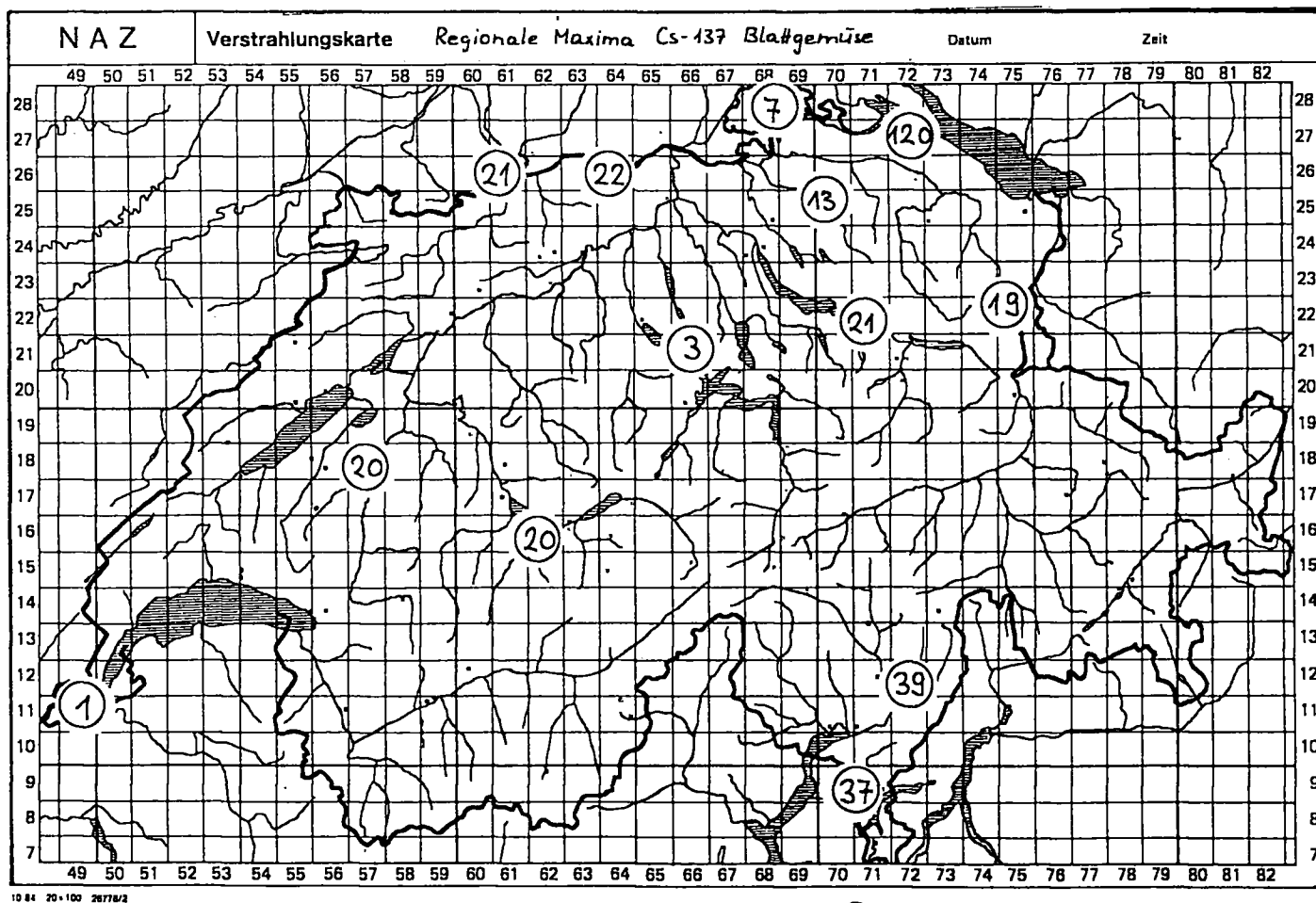
FIGUR 4.19



FIGUR 4.20

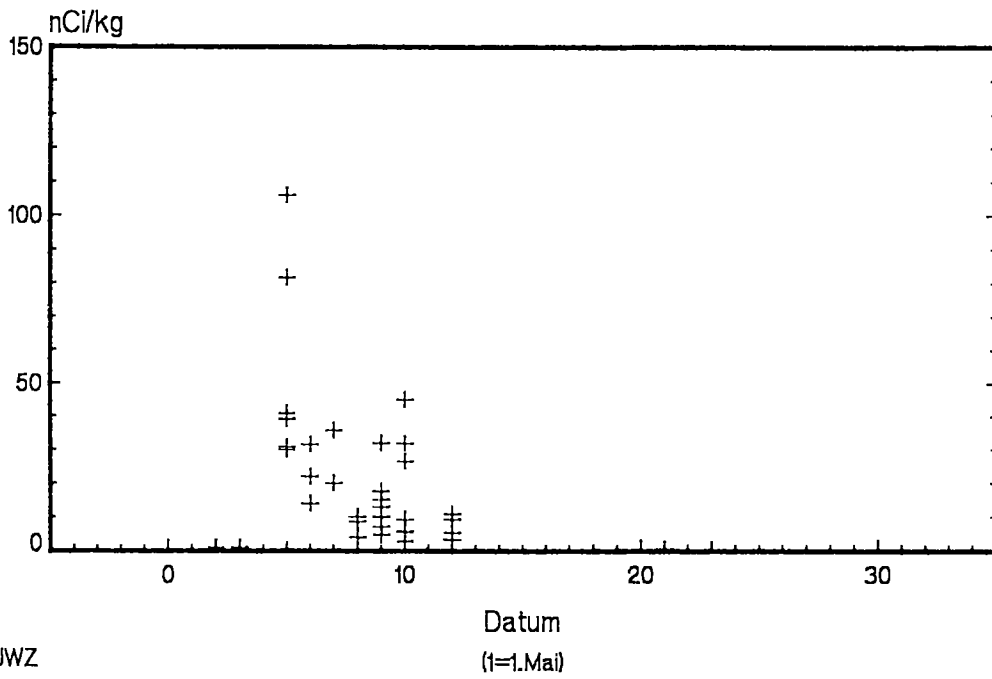


FIGUR 4.21

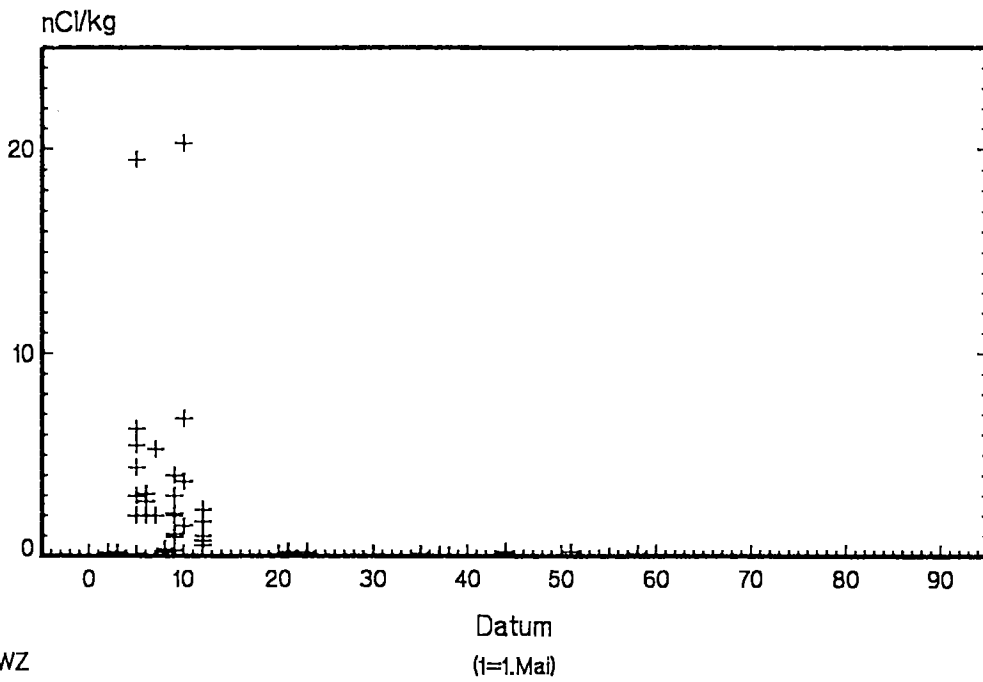


Angaben in nCi/Kg

I-131: Blattgemüse, Freiland Westschweiz (BE, FR, NE)
Mai 1986

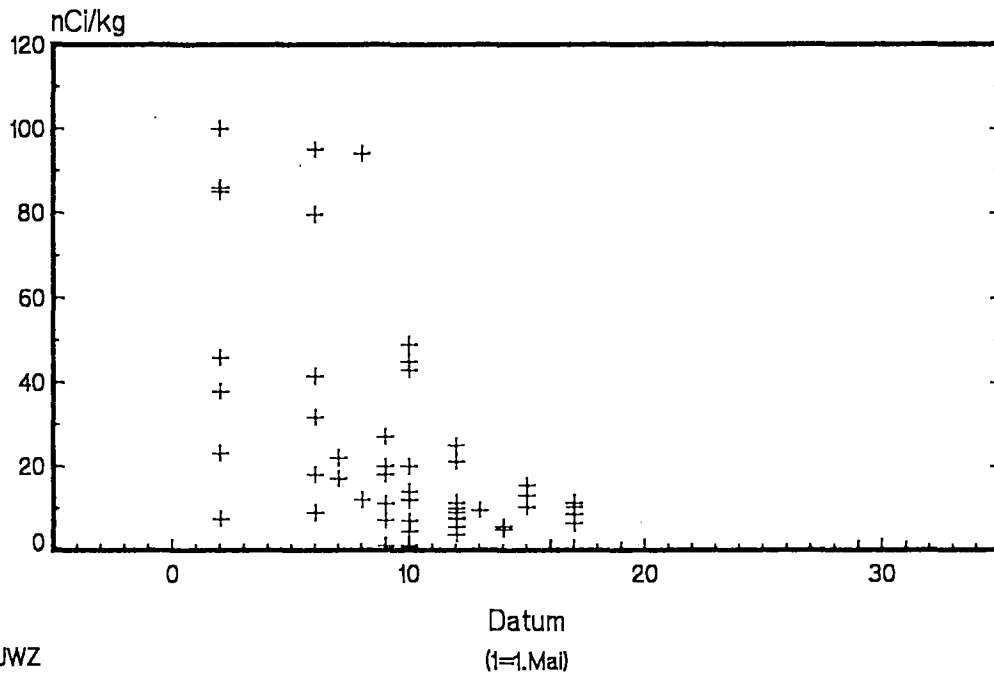


Cs-137: Blattgemüse, Freiland Westschweiz (BE, FR, NE)
1.5.- 31.7. 1986



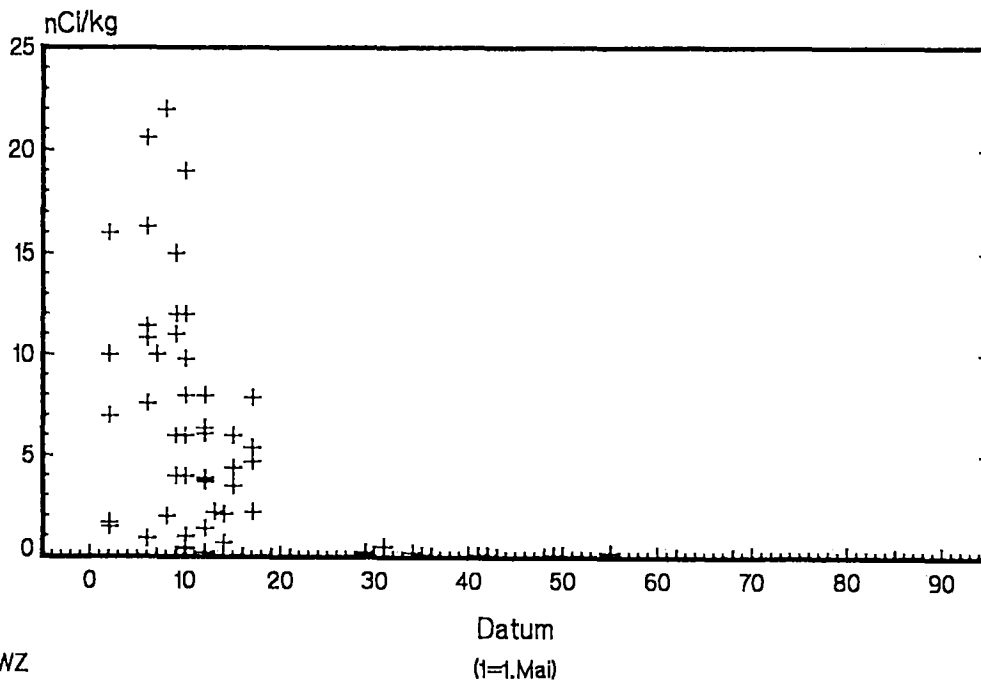
FIGUR 4.22A

I-131: Blattgemüse, Freiland Nordschweiz (AG, BL, BS)
Mai 1986



EDI/SUWZ

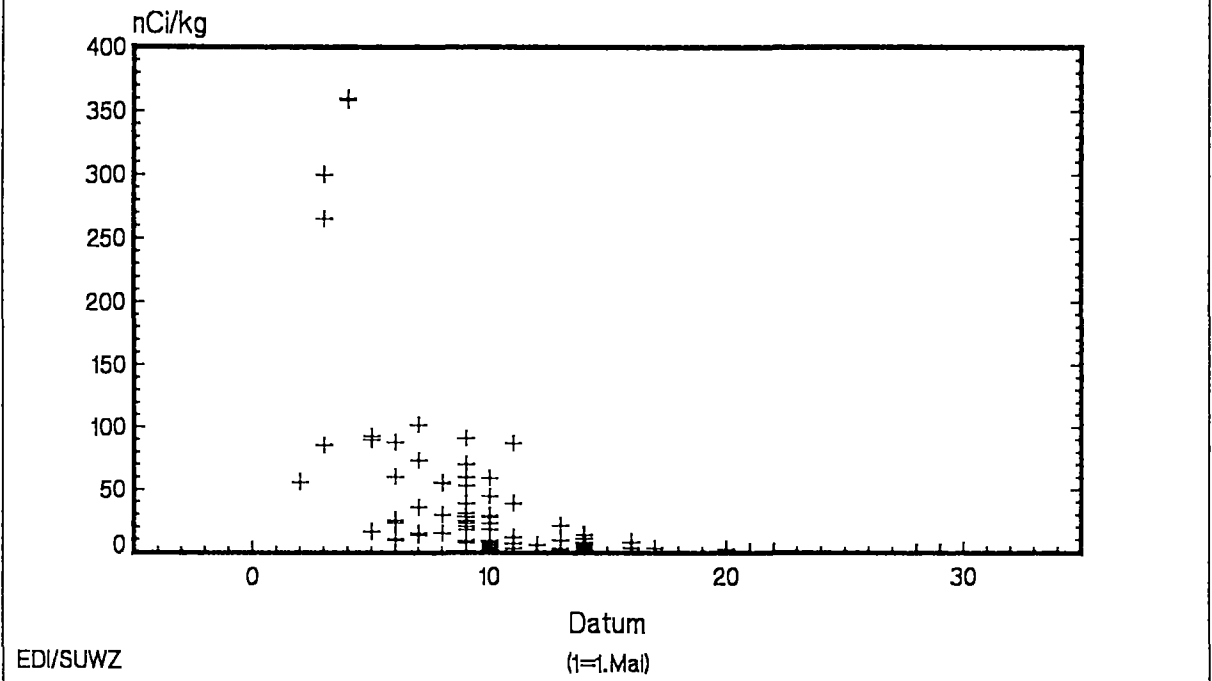
Cs-137: Blattgemüse, Freiland Nordschweiz (AG, BL, BS)
1.5. - 31.7. 1986



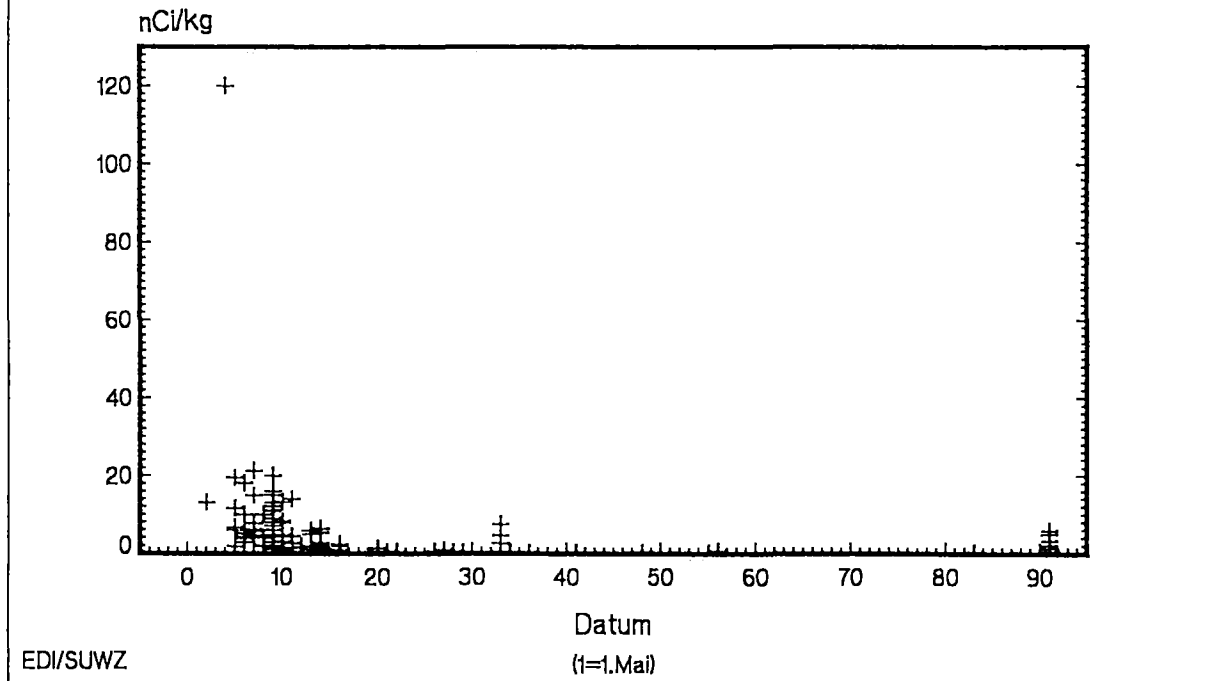
EDI/SUWZ

FIGUR 4.22B

I-131: Blattgemüse, Freiland Ostschweiz (SG, TG)
Mai 1986

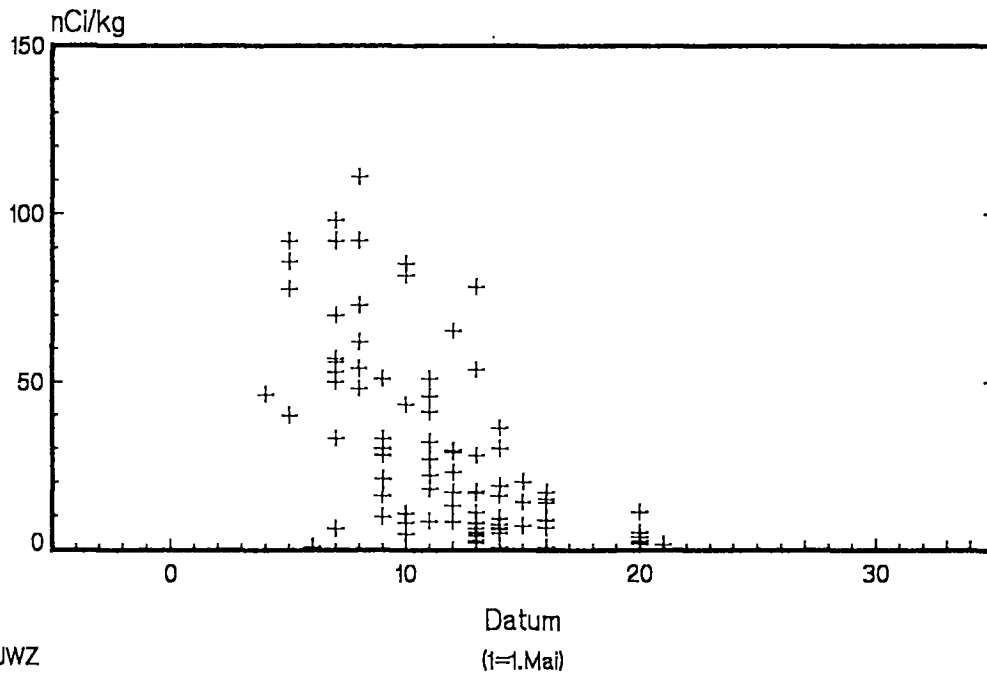


Cs-137: Blattgemüse, Freiland Ostschweiz (SG, TG)
1.5. - 31.7. 1986

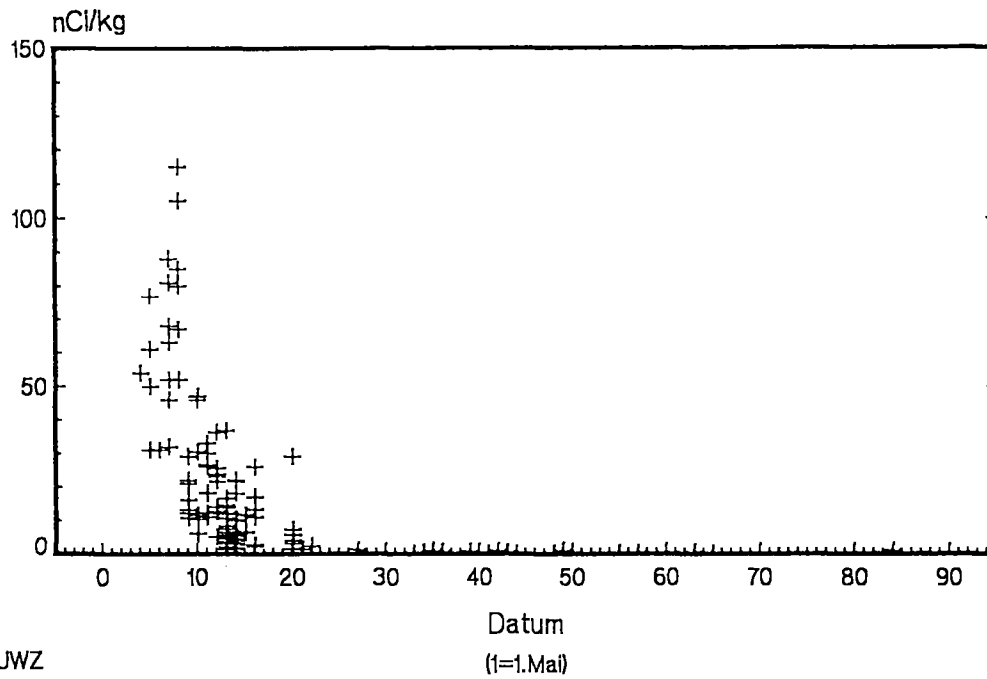


FIGUR 4.22c

I-131: Blattgemüse, Freiland, TI
Mai 1986

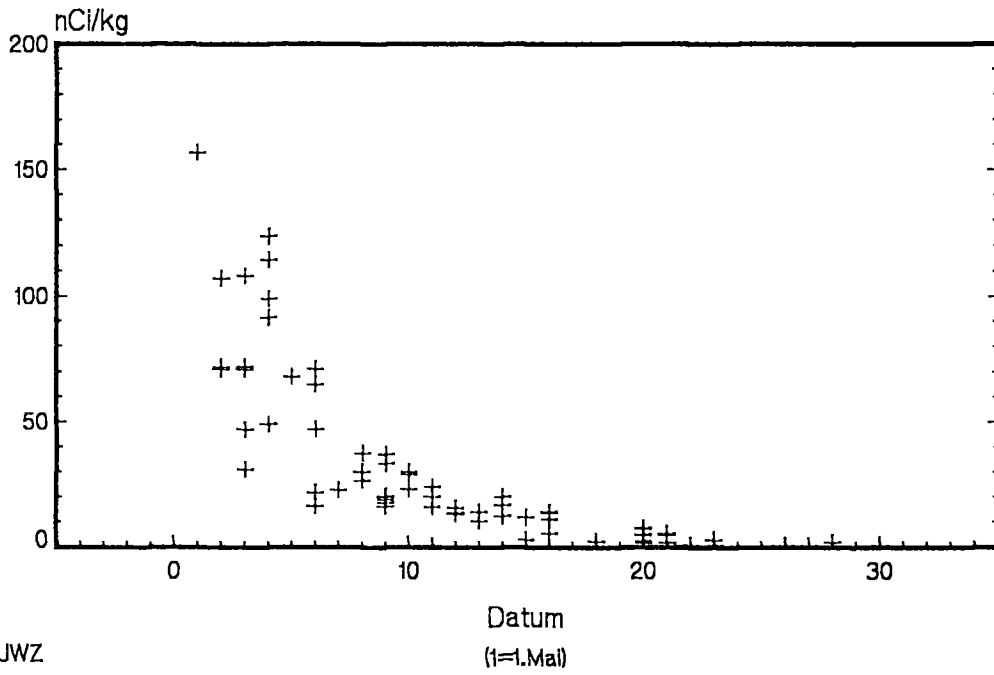


Cs-137: Blattgemüse, Freiland TI
1.5.- 31.7. 1986

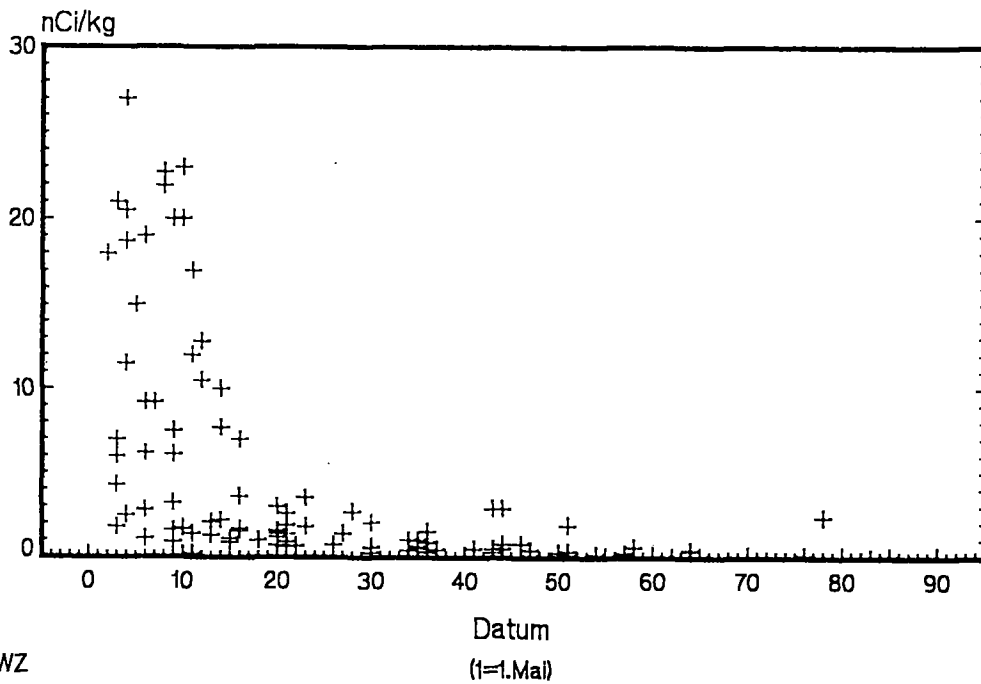


FIGUR 4.23

I-131: Gras Westschweiz (BE,FR,GE,VD)
Mai 1986

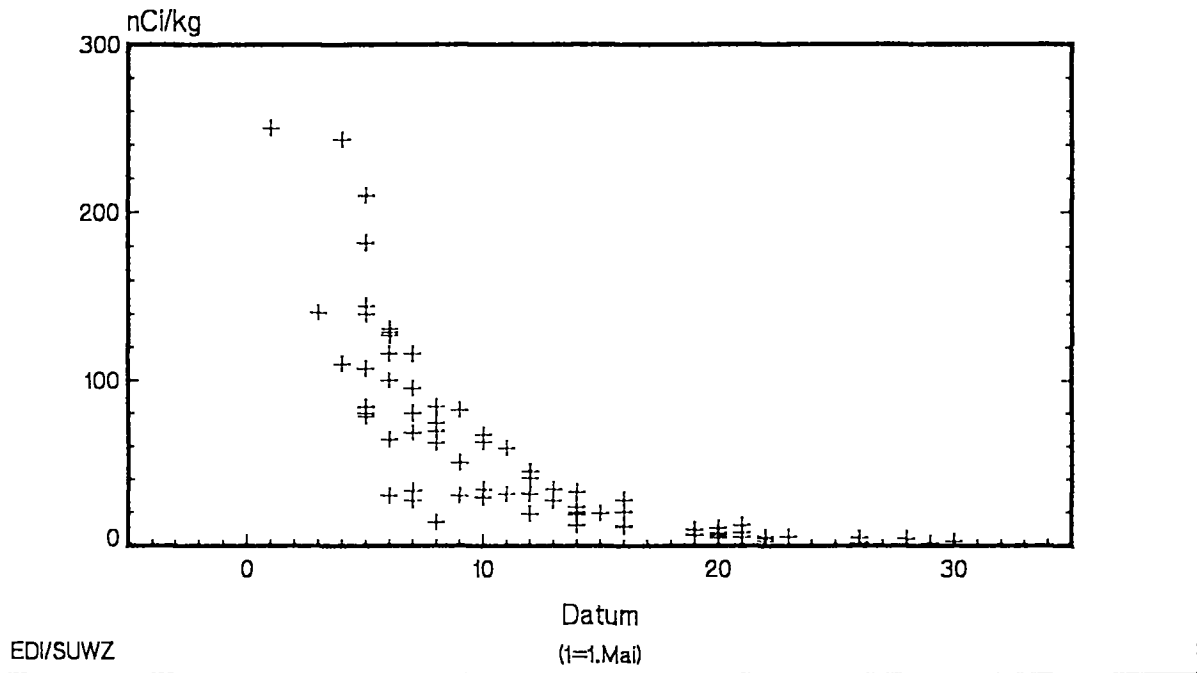


Cs-137: Gras Westschweiz (BE,FR,GE,VD)
1.5.- 31.7. 1986

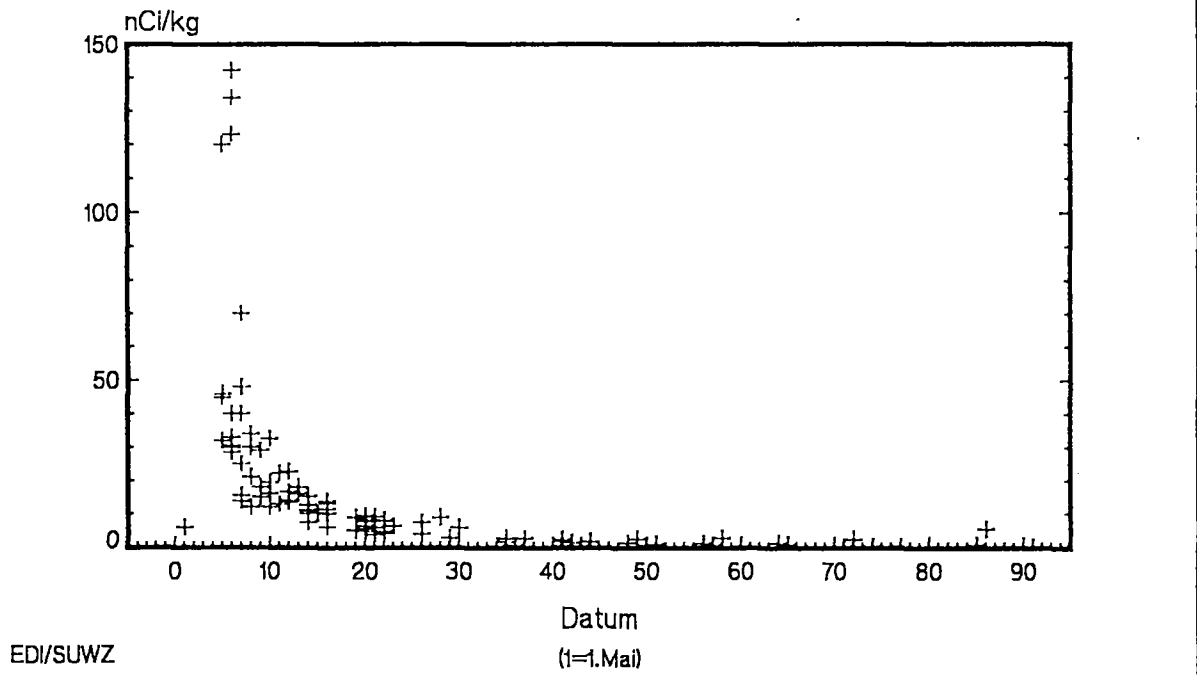


FIGUR 4.24A

I-131: Gras Nordschweiz (AG)
Mai 1986

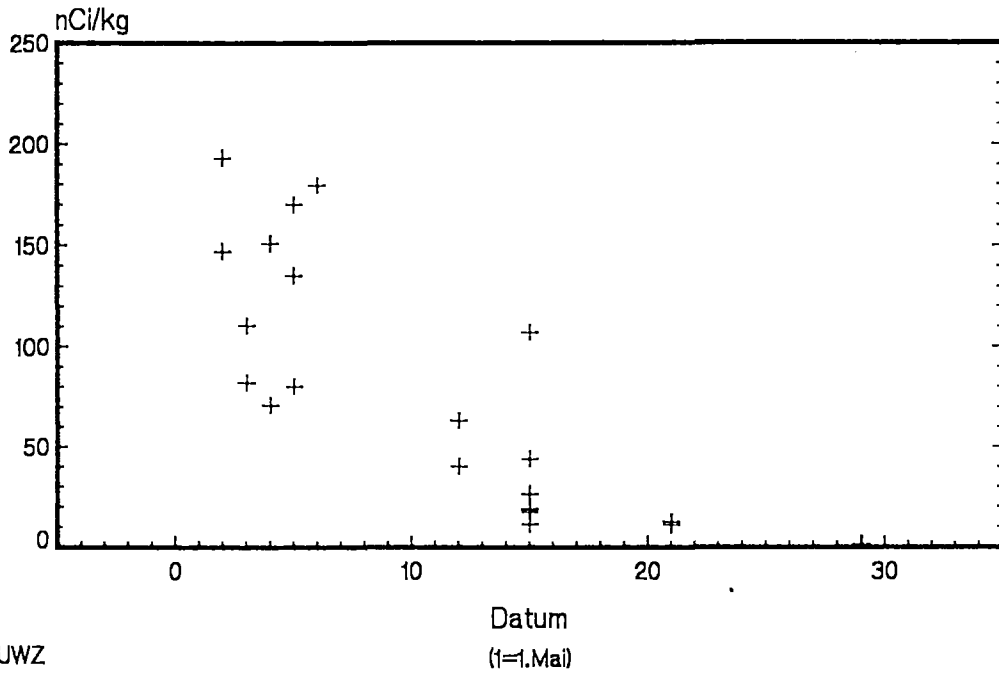


Cs-137: Gras Nordschweiz (AG)
1.5.- 31.7. 1986

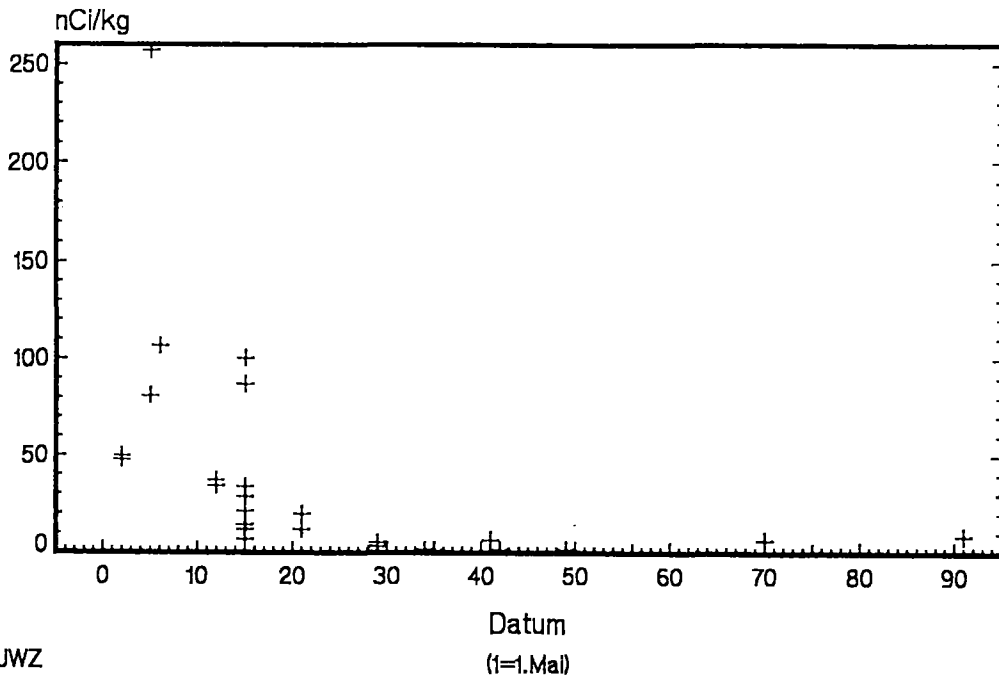


FIGUR 4.24B

I-131: Gras Ostschweiz (AR,SG,TG)
Mai 1986

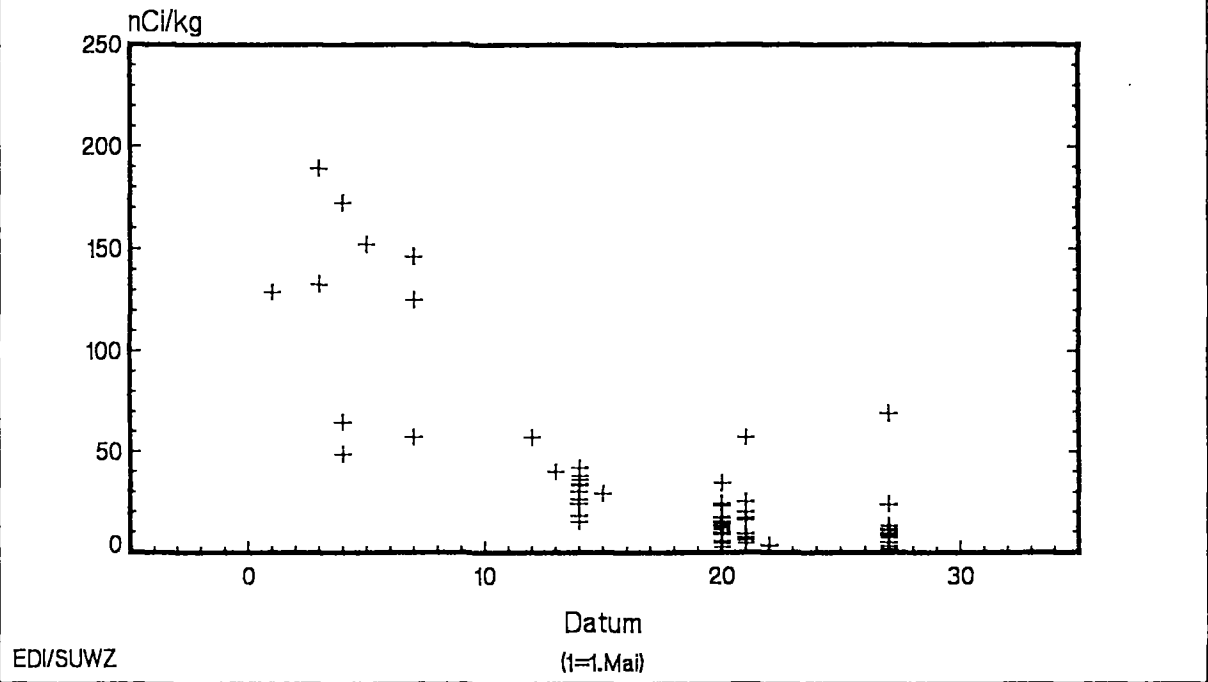


Cs-137: Gras Ostschweiz (AR,SG,TG)
1.5.- 31.7. 1986

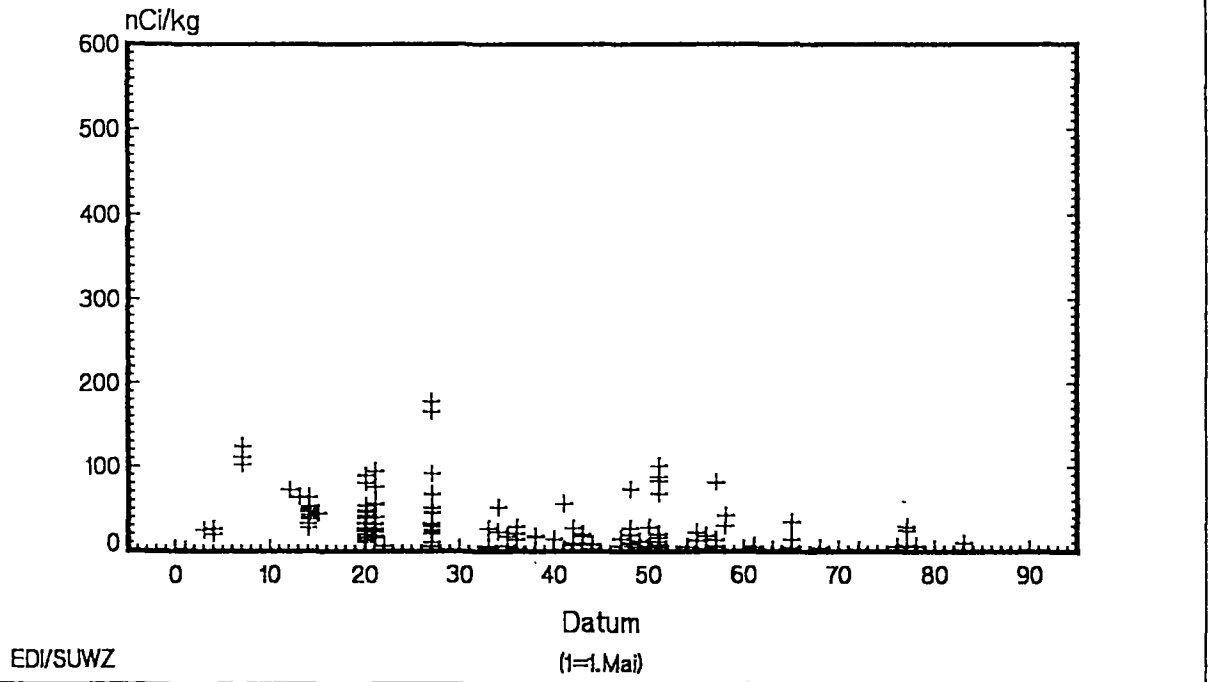


FIGUR 4.24c

I-131: Gras TI
Mai 1986

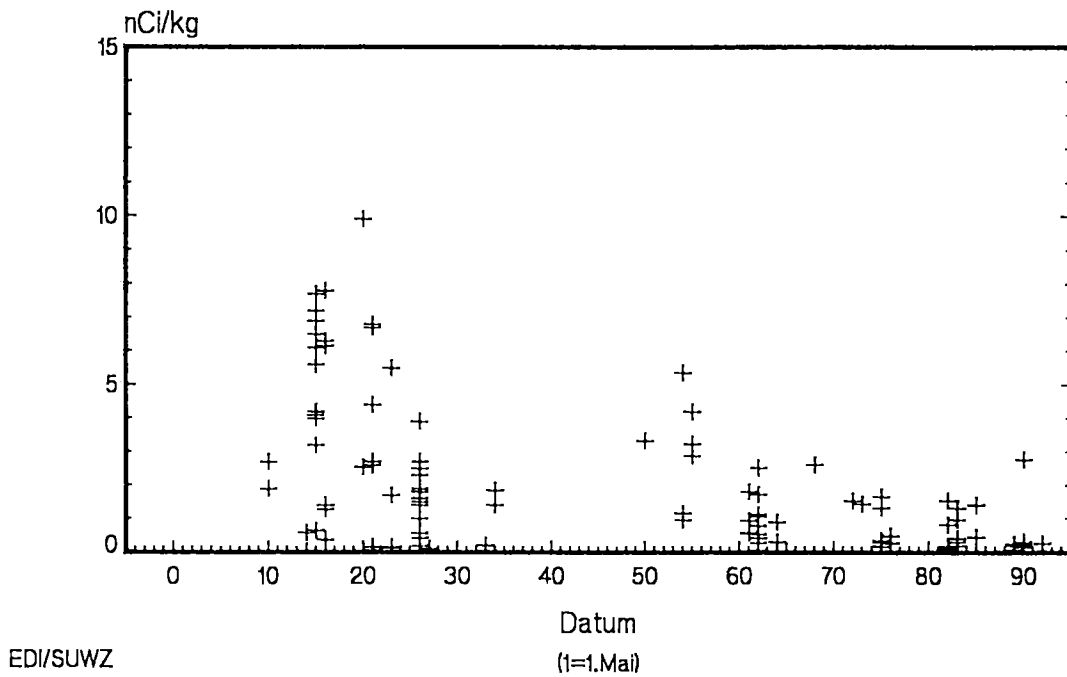


Cs-137: Gras TI
1.5.- 31.7. 1986

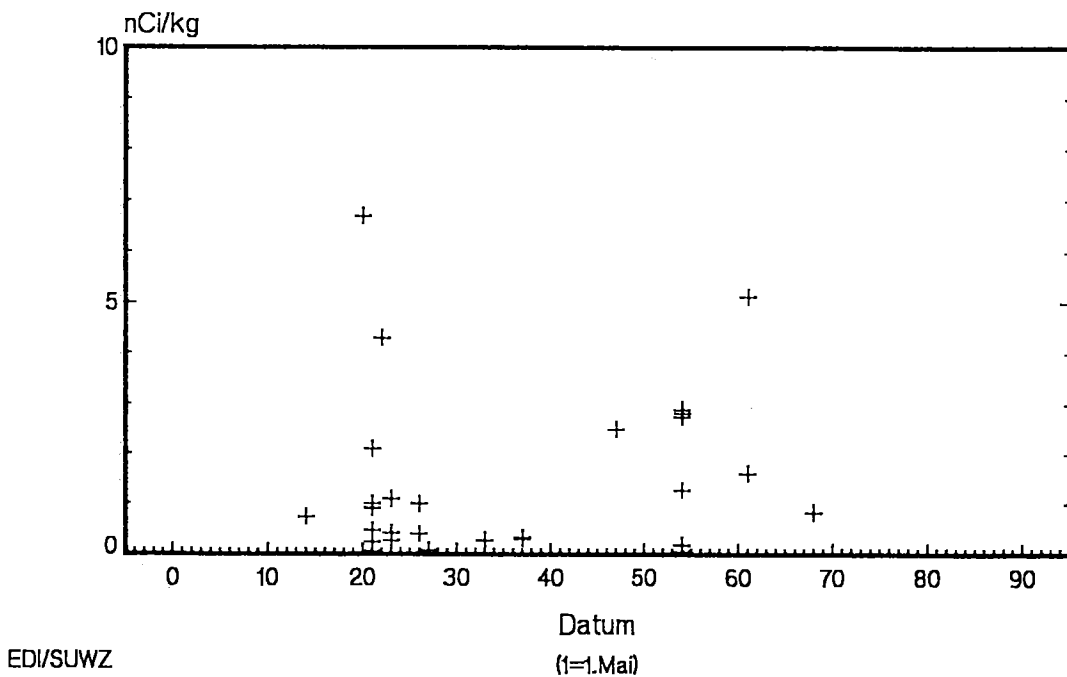


FIGUR 4.25

Cs-137: Rindfleisch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986



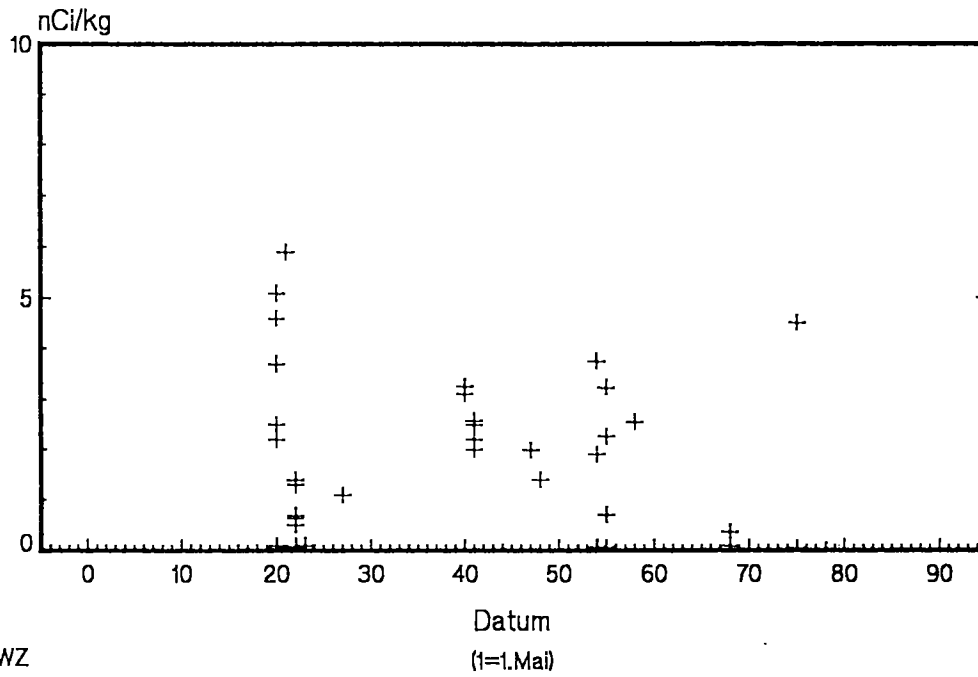
Cs-137: Kalbfleisch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986



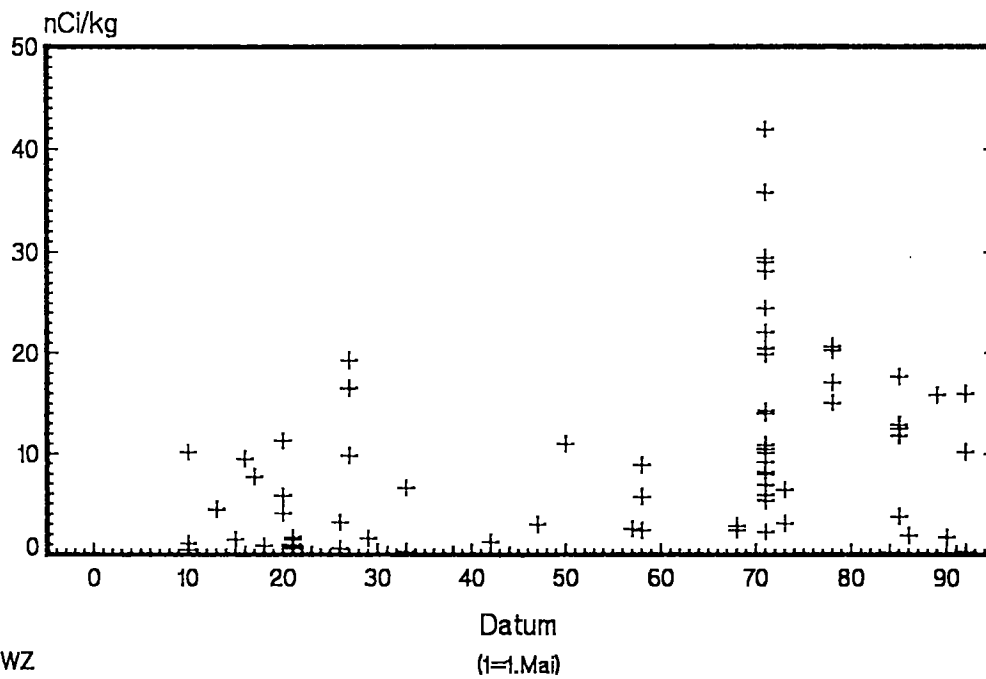
FIGUR 4.26

Cs-137: Schweinefleisch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

1

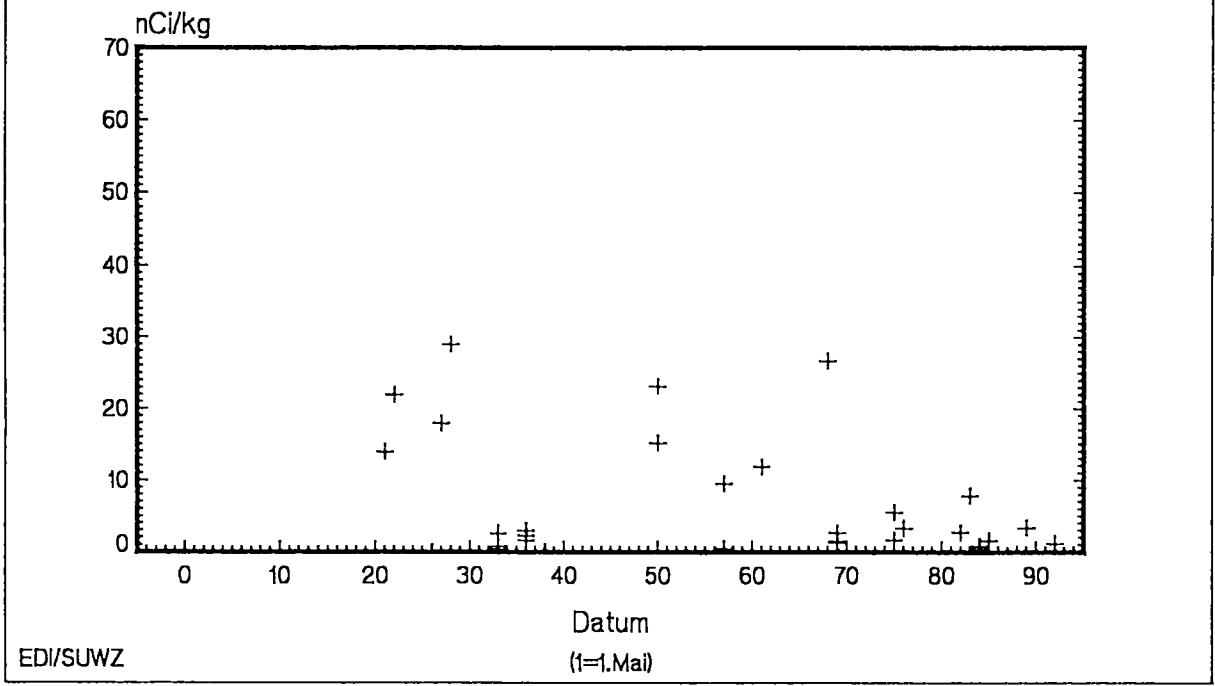


Cs-137: Schaffleisch ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

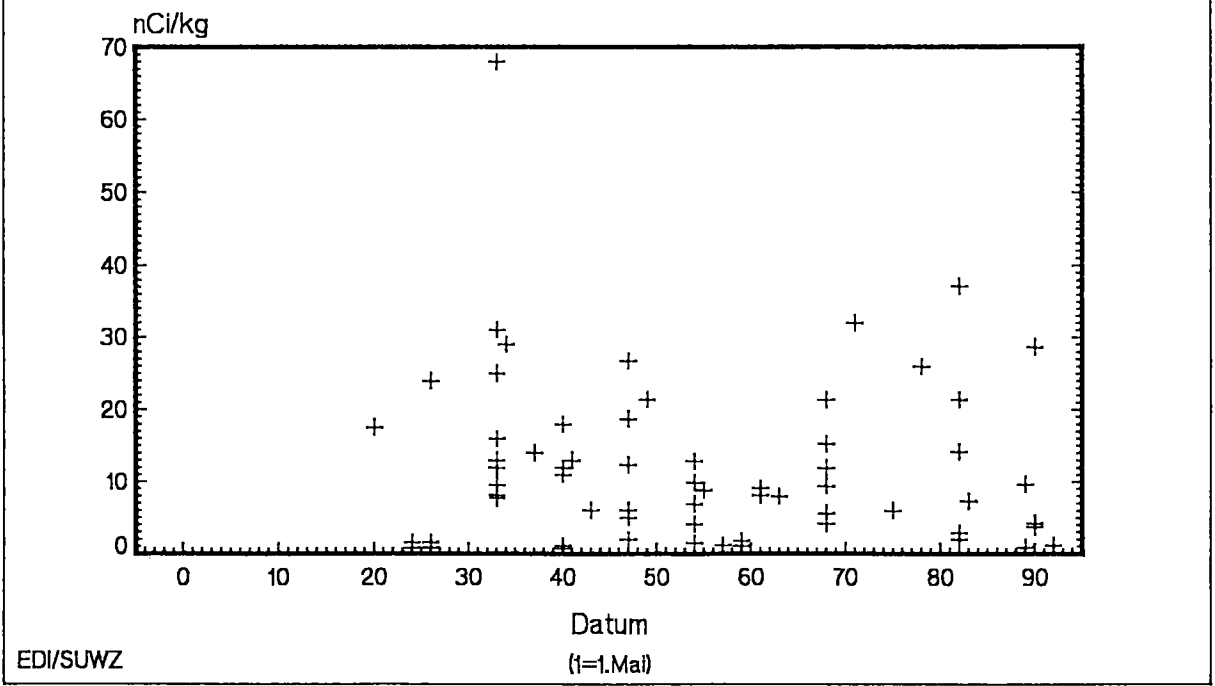


FIGUR 4.27

Cs-137: Rindfleisch TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

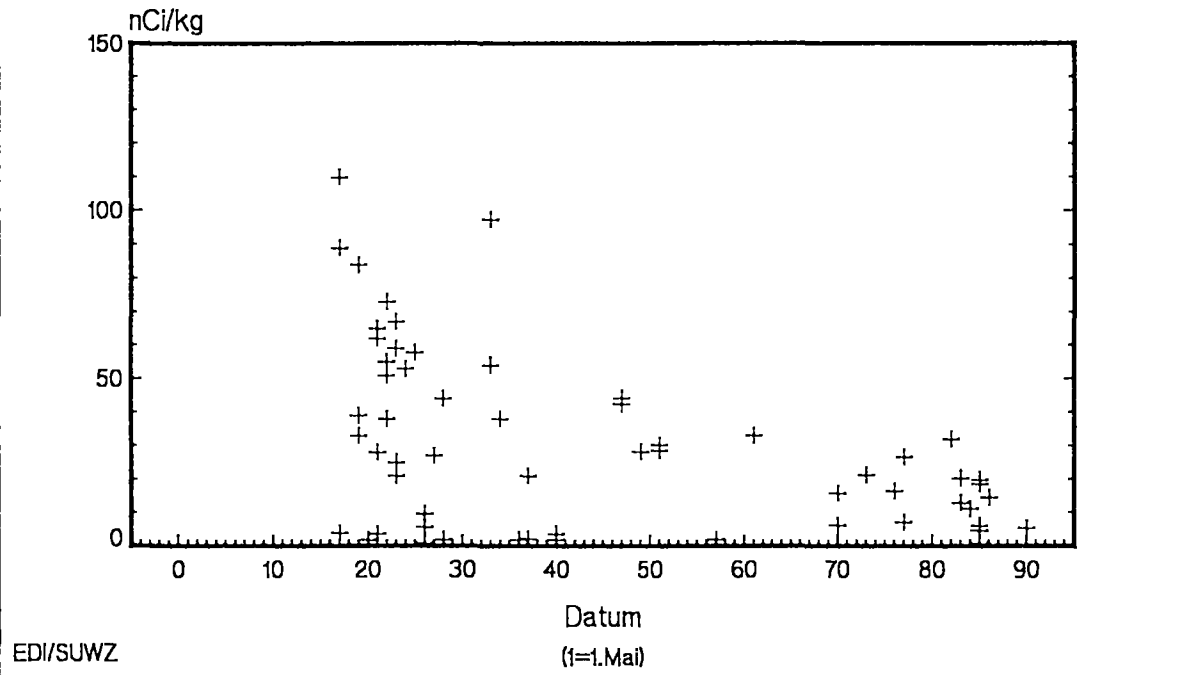


Cs-137: Kalbfleisch TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

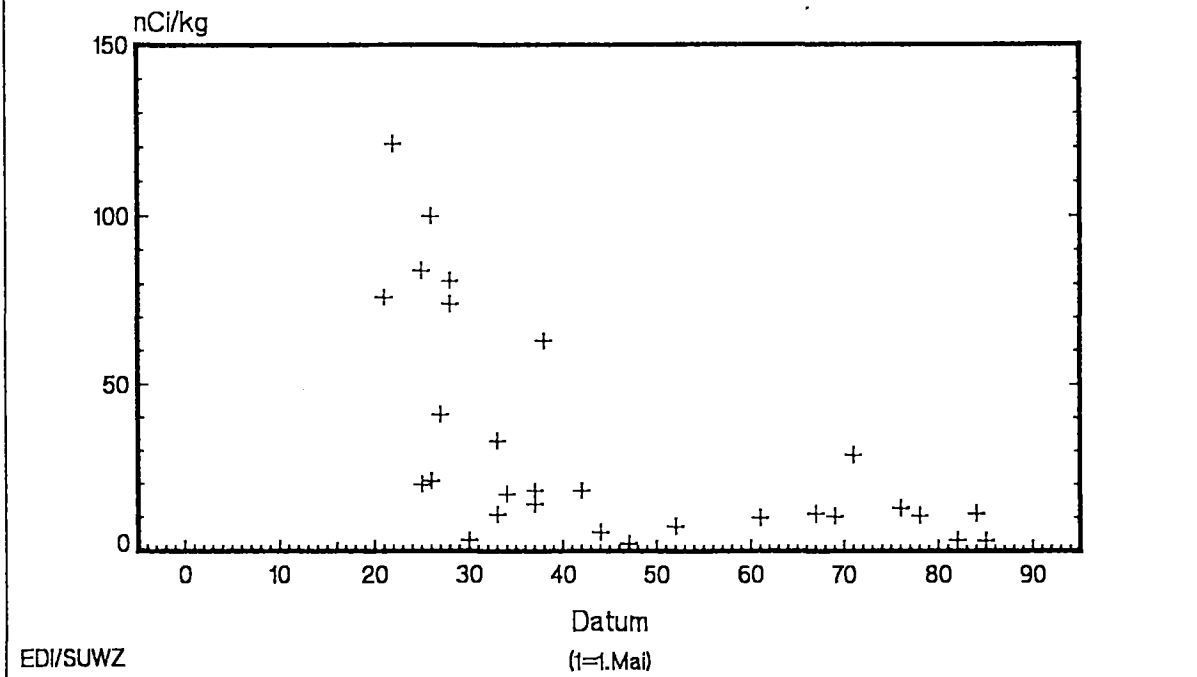


FIGUR 4.28

Cs-137: Schafffleisch TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

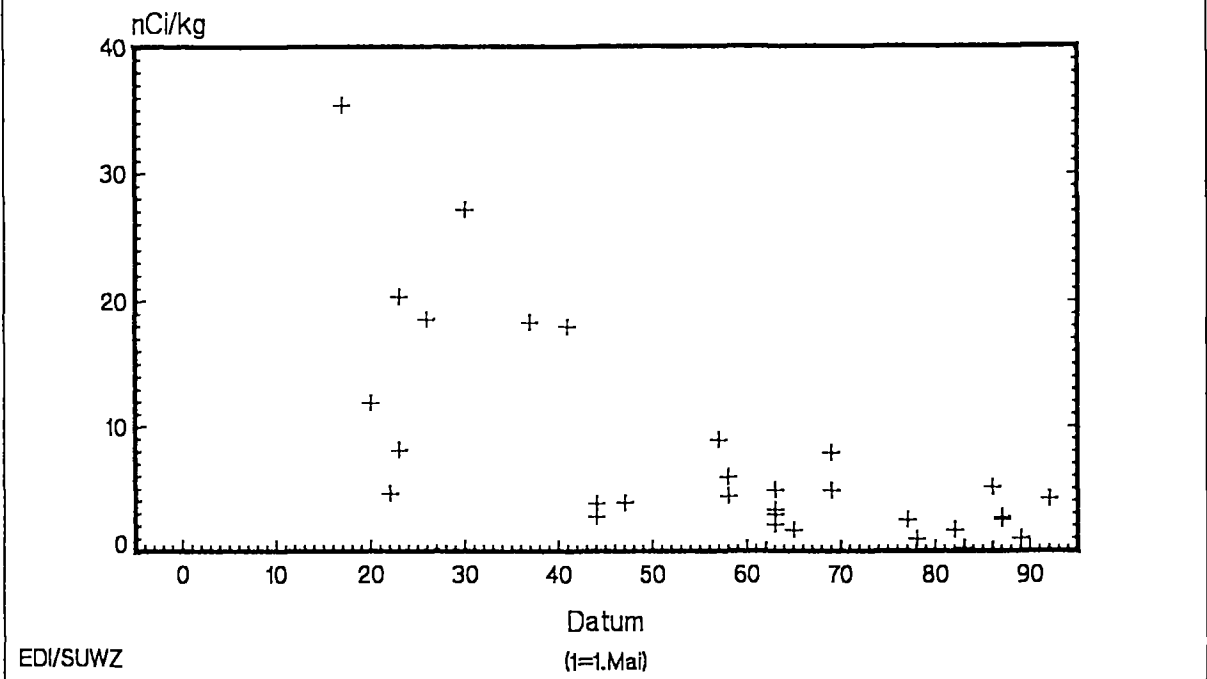


Cs-137: Ziegenfleisch TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

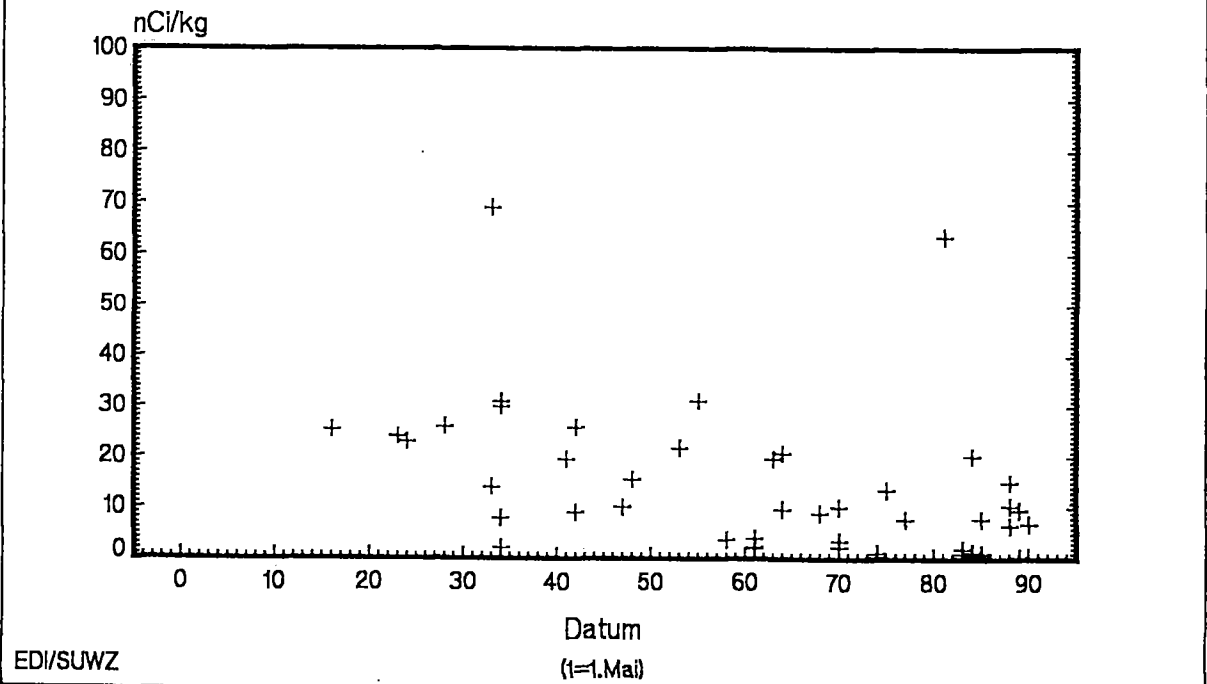


FIGUR 4.29

Cs-137: Wild ganze Schweiz ohne TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

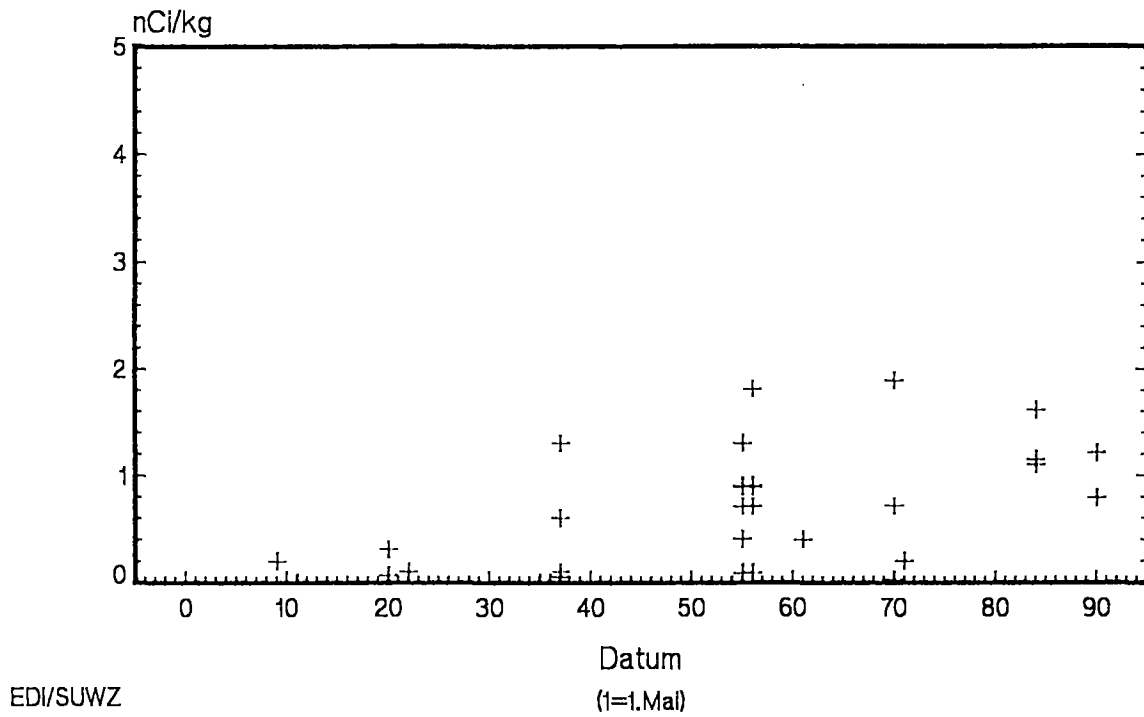


Cs-137: Wild TI und Süd-GR
1.5.- 31.7. 1986

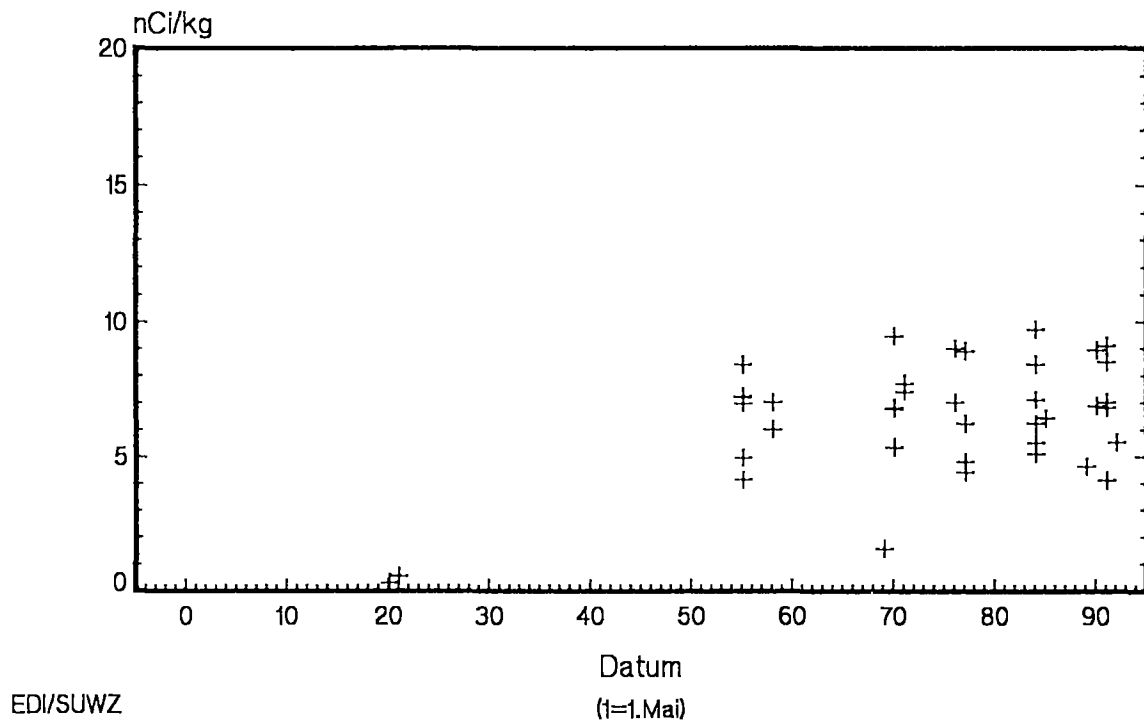


FIGUR 4.30

Cs-137: Fische ganze Schweiz ohne TI und Bodensee
1.5.- 31.7. 1986

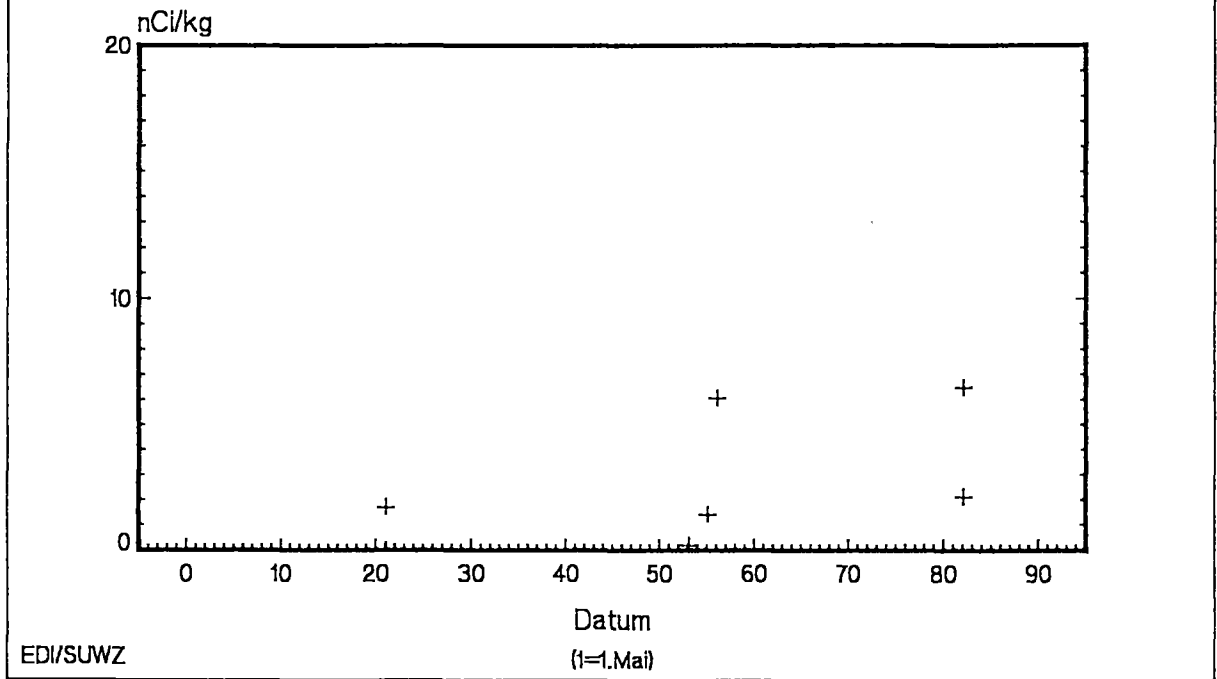


Cs-137: Fische, Bodensee
1.5.- 31.7. 1986



FIGUR 4.31A

Cs-137: Fische Tessin
1.5. - 31.7. 1986

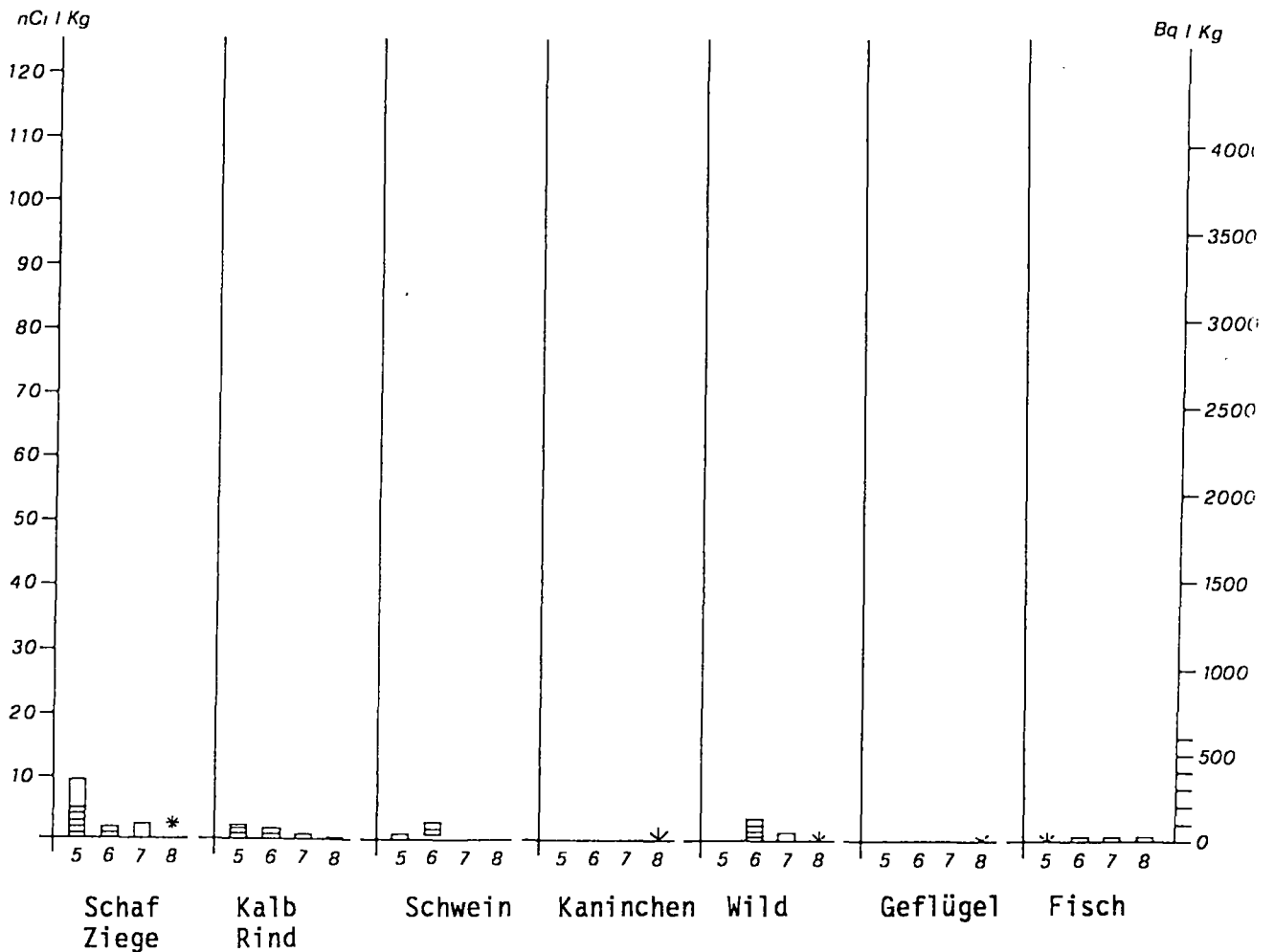


FIGUR 4.31B

DIE RADIOAKTIVITAET IN FLEISCH, WILD UND FISCHEN IN DER UEBRIGEN SCHWEIZ

Stand 1. September 1986

Die angegebenen Daten betreffen nur Caesium - 137

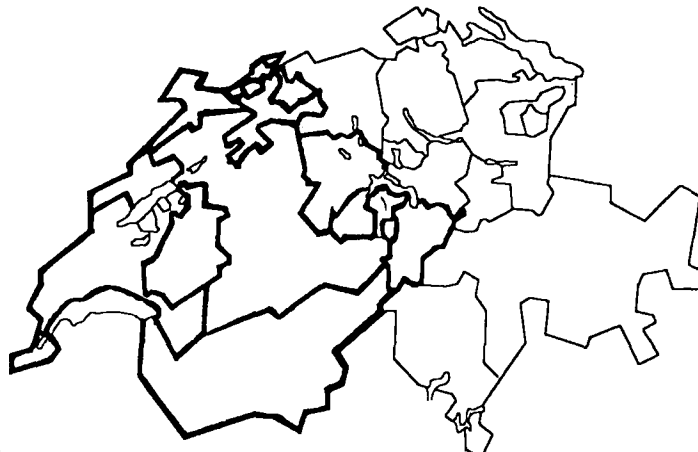


* = Einzelwerte

Monat: 5 = Mai 1986 6 = Juni 7 = Juli 8 = August
 Anzahl Proben: 63 29 40 46

Diese Grafik umfasst die Daten der Proben aus folgenden Kantonen:

- Basel-Land
- Basel-Stadt
- Solothurn
- Bern
- Freiburg
- Neuenburg
- Waadt
- Wallis

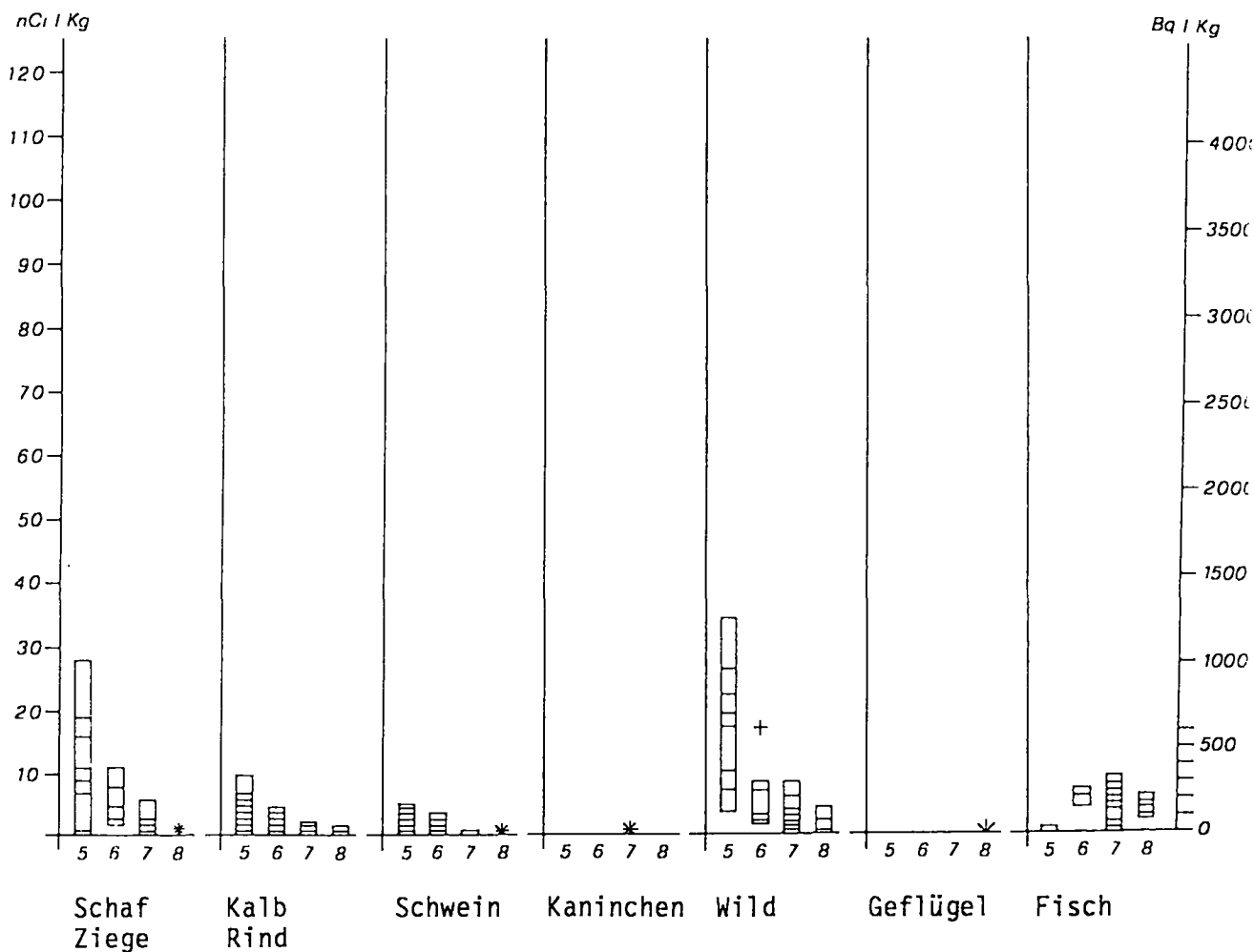


FIGUR 4.32A

DIE RADIOAKTIVITAET IN FLEISCH, WILD UND FISCHEN IN DER OSTSCHWEIZ

Stand 1. September 1986

Die angegebenen Daten betreffen nur Caesium - 137



* = Einzelwerte

+ = Ausreisser

Monat: 5 = Mai 1986 6 = Juni 7 = Juli 8 = August
 Anzahl Proben: 85 59 117 46

Diese Grafik umfasst die Daten der Proben aus folgenden Kantonen:

- Aargau
- Zürich
- Zug
- Schwyz
- Glarus
- St. Gallen
- Thurgau
- Schaffhausen
- Appenzell
- Graubünden (ohne Misox, Calancatal Bergell, Puschlav)

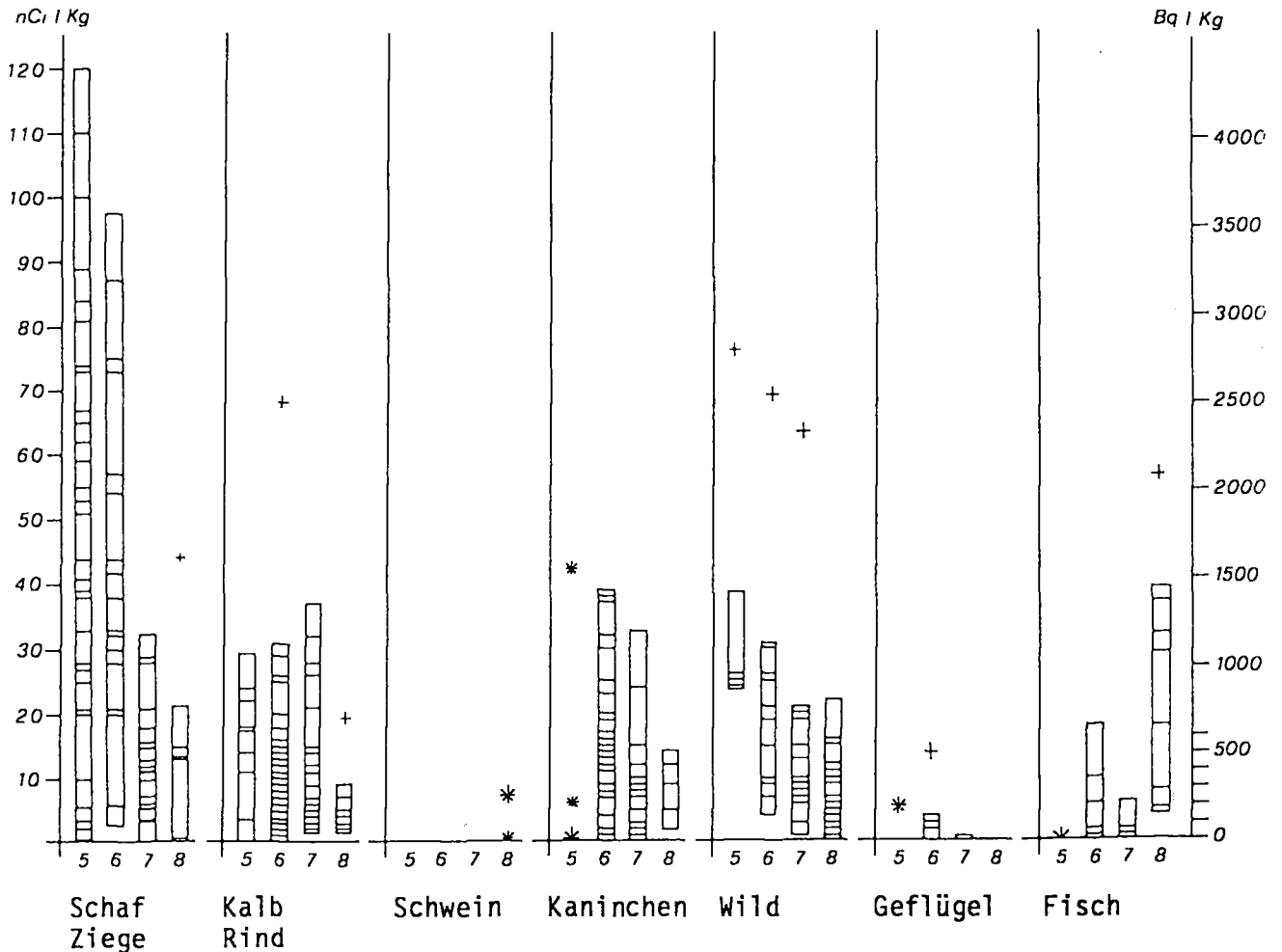


FIGUR 4.32B

DIE RADIOAKTIVITAET IN FLEISCH, WILD UND FISCHEN IN DER SUEDSCHWEIZ

Stand 1. September 1986

Die angegebenen Daten betreffen nur Caesium - 137



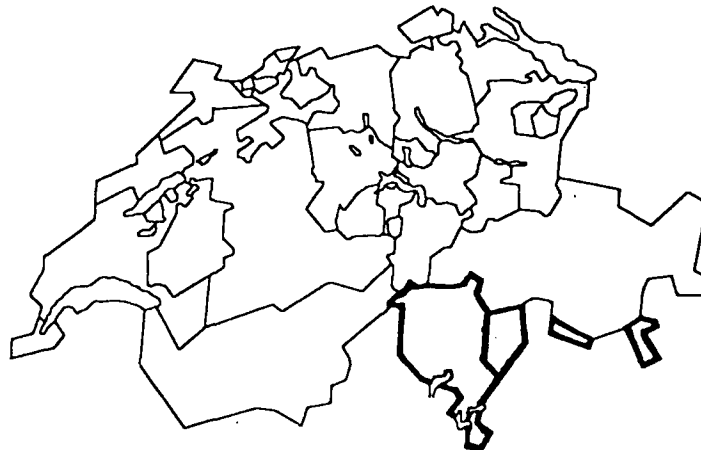
* = Einzelwerte

+ = Ausreisser

Monat: 5 = Mai 1986 6 = Juni 7 = Juli 8 = August
 Anzahl Proben: 61 149 106 86

Diese Grafik umfasst die Daten der Proben aus folgenden Regionen:

- Kanton Tessin
- Misox
- Calancatal
- Bergell
- Puschlav



FIGUR 4.32c

Massnahmenkonzept für den Fall einer Nuklearexplosion
oder eines KKW-Unfalles im Frieden

A. Massnahmenkonzept bei Gefährdung durch externe Bestrahlung

Richtwerte für Prognosen¹⁾ oder Erwartungsdosis²⁾ extern, falls keine Massnahmen ergriffen werden (Ganzkörperdosis im Freien pro Ereignis; Gebietsabgrenzungen)

Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung

< 1 rem	keine Massnahmen, resp. deren Aufhebung
1 - 10 rem	Fenster schliessen, Aufenthalt im Innern des Hauses, ausser für dringliche Arbeiten, Grobentstrahlung beim Eintritt aus dem Freien; Verkehrsumleitungen
10 - 25 rem	Aufenthalt im Schutzraum oder im Keller, ausser für dringliche Arbeiten im Haus
> 25 rem	Aufenthalt im Schutzraum oder im Keller, eventuell Evakuierung (wenn dadurch mehr als 10 rem Verminderung der Dosis erzielt wird)

Mit diesem Konzept wird angestrebt, dass keine Person der Bevölkerung eine Ganzkörperdosis infolge externer Bestrahlung grösser als 5 rem erhält.

Der Richtwert von 25 rem für den Einsatz von Rettungspersonal und Angehörigen unerlässlicher öffentlicher Dienste (inkl. Armee und Zivilschutz) soll im Frieden nicht überschritten werden. Für befohlene Einsätze zur Lebensrettung oder Rettung grosser Sachwerte von öffentlicher Bedeutung gelten höhere Werte bis 50 rem, darüber nur Einsatz von Freiwilligen.

B. Massnahmenkonzept bei Gefährdung durch interne Bestrahlung infolge Einnahme von verstrahlten Lebensmitteln

Richtwerte für Prognosen²⁾ od. Erwartungsdosis³⁾ intern, falls keine Massnahmen ergriffen werden (Ganzkörperdosis pro Ereignis; Gebietsabgrenzungen)

Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung

< 0,5 rem	keine Massnahmen, resp. deren Aufhebung
> 0,5 rem	Versorgung aus eigenen Notvorräten: Konserven, Milchpulver, Dauerlebensmittel, Tiefkühlprodukte; Sperrung von verstrahlten Frischlebensmitteln: Milch, Gemüse, Früchte, etc. Nach durchgeführten Messungen ³⁾ Entscheid über Lockerung oder Aufhebung der Sperrmassnahmen, resp. über Verwertung oder Beseitigung verstrahlter Lebens- und Futtermittel; ev. Zufuhr unverstrahlter Lebensmittel.

1) Dosisabschätzung aufgrund des Ereignisses und der meteorologischen Situation

2) Dosisabschätzung aufgrund der Geländeverstrahlung

3) Dosisberechnungen aufgrund der Aktivitäten von Lebensmitteln in koch- oder essbarem Zustand (z.B. Gemüse und Früchte, gewaschen oder geschält)

Fig. 6.1.

Schéma des mesures à prendre en fonction des doses

Schéma des mesures à prendre dans le cas d'une explosion nucléaire ou dans le cas d'un accident dans une CN en temps de paix

A. Ce qu'il faut faire en cas de mise en danger par une irradiation externe

Valeurs directrices pour la dose externe pronostiquée¹⁾ ou engagée²⁾ lorsque aucune mesure n'a été prise (dose au corps entier pour une personne exposée à l'extérieur pendant un seul événement, délimitation des régions)

Mesures destinées à protéger la population

< 1 rem	pas de mesures ou suppression des mesures ordonnées
1 - 10 rem	fermer les fenêtres, rester à l'intérieur de la maison, sauf pour les travaux urgents, décontamination grossière au retour de l'extérieur, déviation de la circulation
10 - 25 rem	Séjour dans l'abri ou à la cave, sauf pour les travaux urgents dans la maison
> 25 rem	Séjour dans l'abri ou à la cave, éventuellement évacuation (si on arrive par ce moyen à obtenir une réduction de la dose de plus de 10 rem)

Avec ce plan, on espère obtenir qu'aucune personne de la population ne reçoive une dose au corps entier supérieure à 5 rem à la suite d'une irradiation externe

La valeur directrice de 25 rem pour l'engagement du personnel de secours et de membres des services publics indispensables (y compris armée et protection civile) ne doit pas être dépassée en temps de paix. Lors de missions commandées pour sauver des vies ou pour la sauvegarde de biens de très grande importance, on pourra aller jusqu'à des valeurs de 50 rem. Au-delà de cette dernière valeur, seuls des volontaires peuvent être engagés.

B. Ce qu'il faut faire en cas de mise en danger par une irradiation interne, due à la consommation de nourriture contaminée

Valeurs directrices pour la dose pronostiquée²⁾ ou engagée³⁾, dans le cas où aucune mesure n'a été prise (dose au corps entier pour une personne exposée à l'extérieur pendant un seul événement, délimitation des régions)

Mesures destinées à protéger la population

< 0,5 rem	pas de mesures ou suppression des mesures ordonnées
> 0,5 rem	Ravitaillement à partir des propres réserves de secours: conserves, lait en poudre, denrées alimentaires à longue durée de conservation, produits surgelés. Blocage des produits alimentaires frais contaminés (lait, légumes, fruits, etc.). Une fois les mesures effectuées ³⁾ , décision concernant l'allègement, l'annulation des mesures de blocage, l'utilisation ou l'élimination des denrées alimentaires et fourrages contaminés. Eventuellement fourniture de denrées non contaminées.

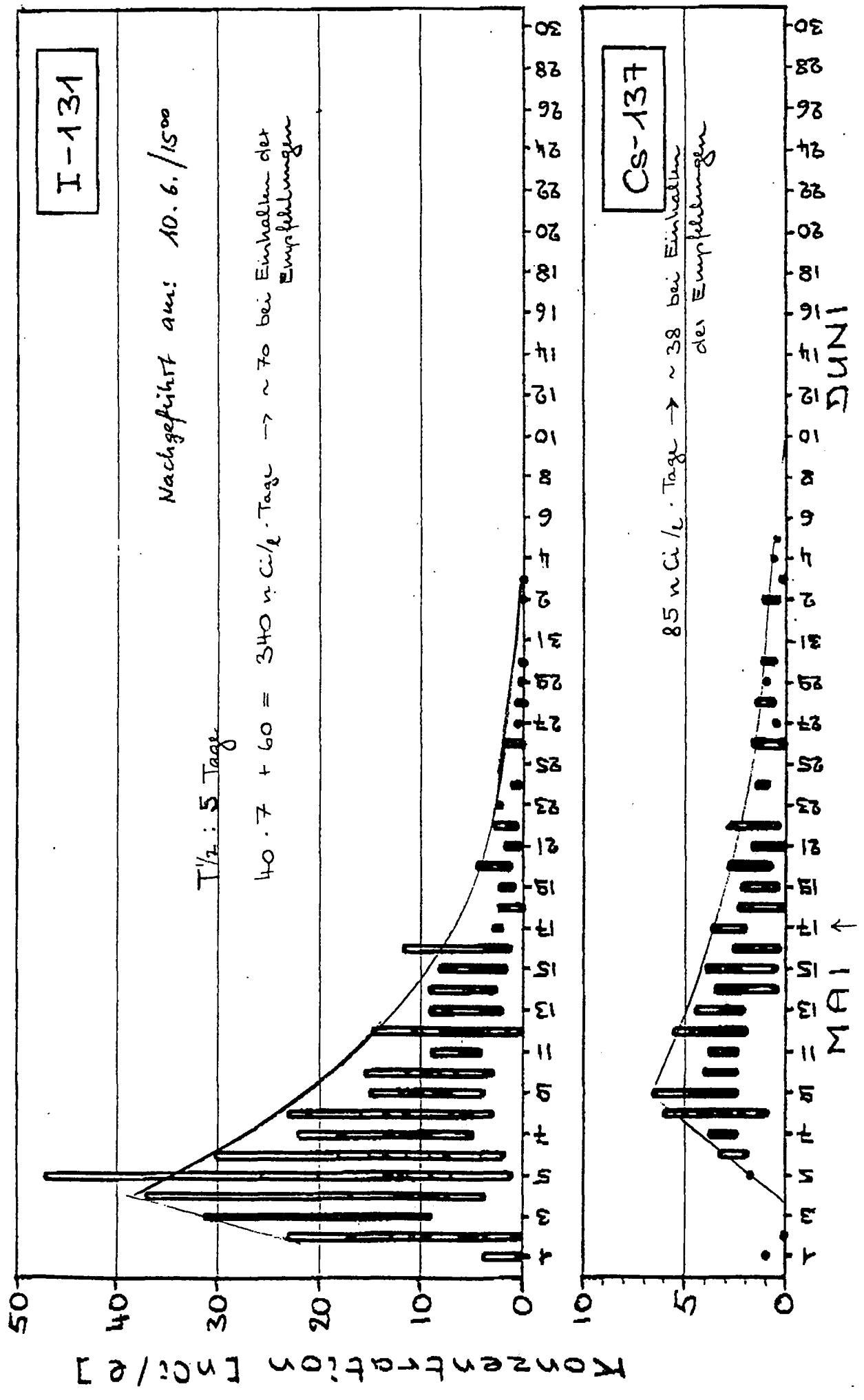
1) Estimation de dose sur la base de l'événement et de la situation météorologique

2) Estimation de dose sur la base de la contamination du terrain

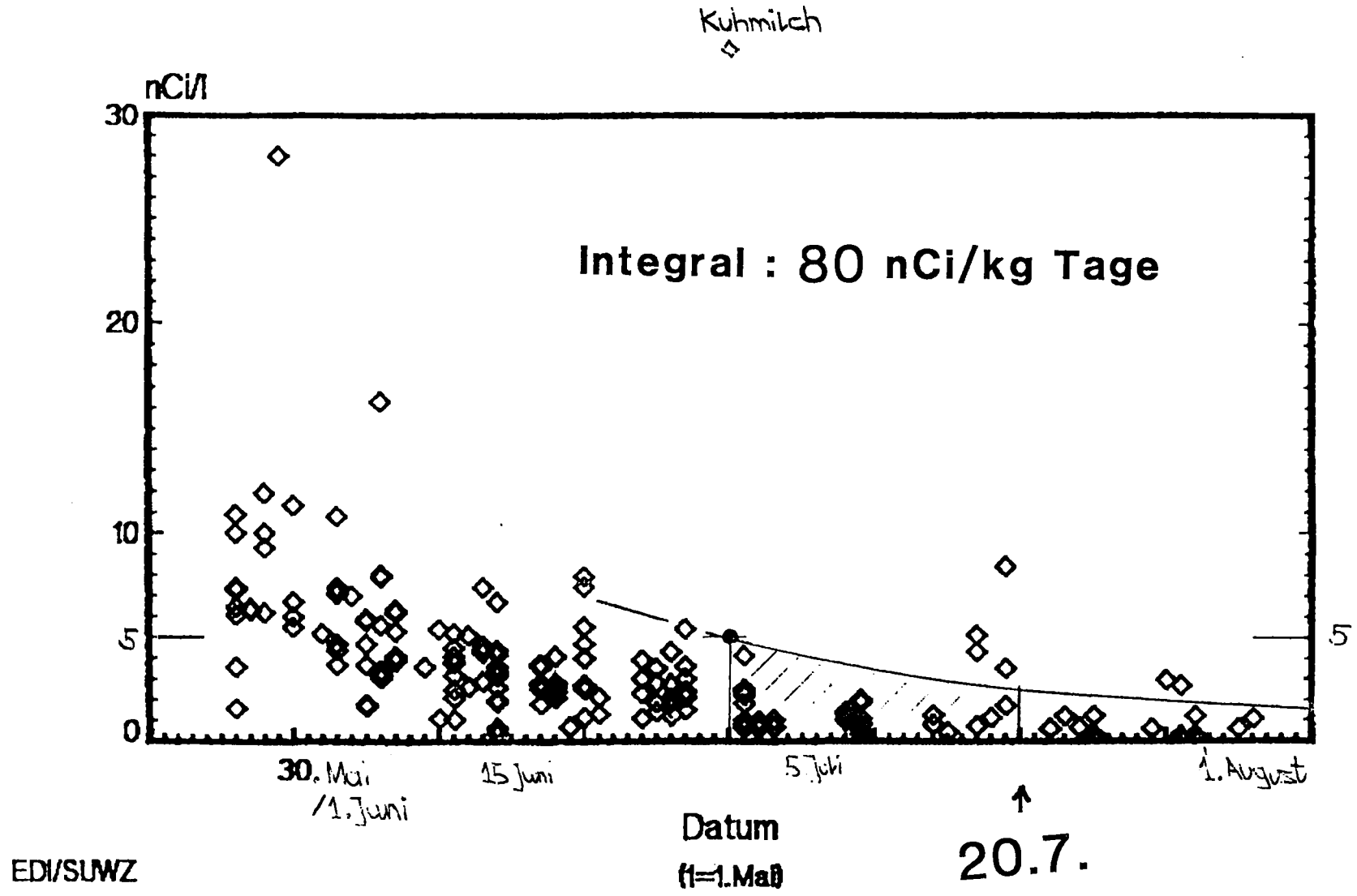
3) Calcul de dose sur la base de la radioactivité mesurée sur des denrées alimentaires prêtes à cuire ou à être consommées (p.ex. légumes et fruits, lavés ou pelés).

Fig. 6.2

Milchkontamination in der Nordschweiz (AG, ZH)



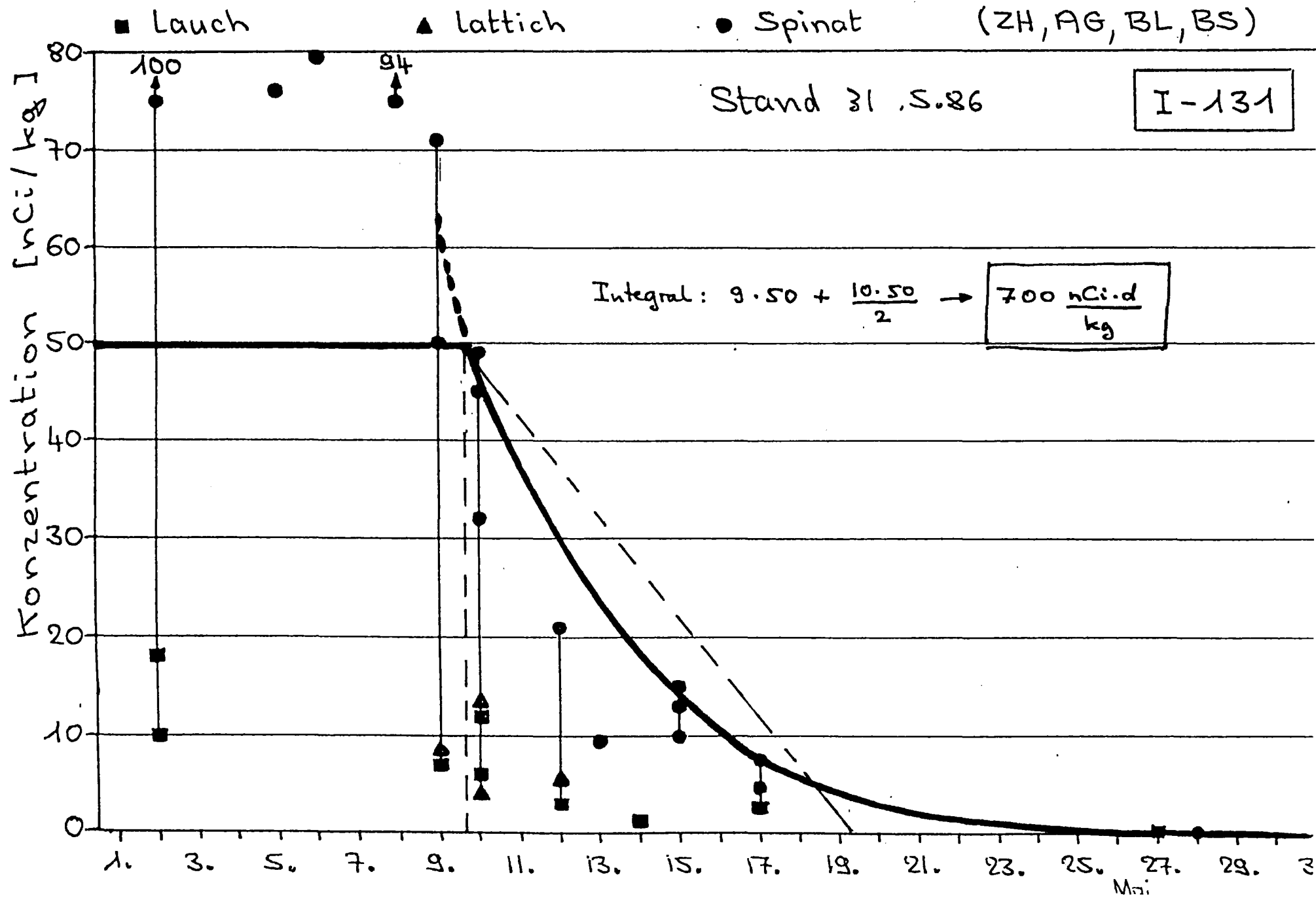
Cs-137: Kuh-Milch TI
Nachgeführt: 12. Aug. 1986



FIGUR 6.3

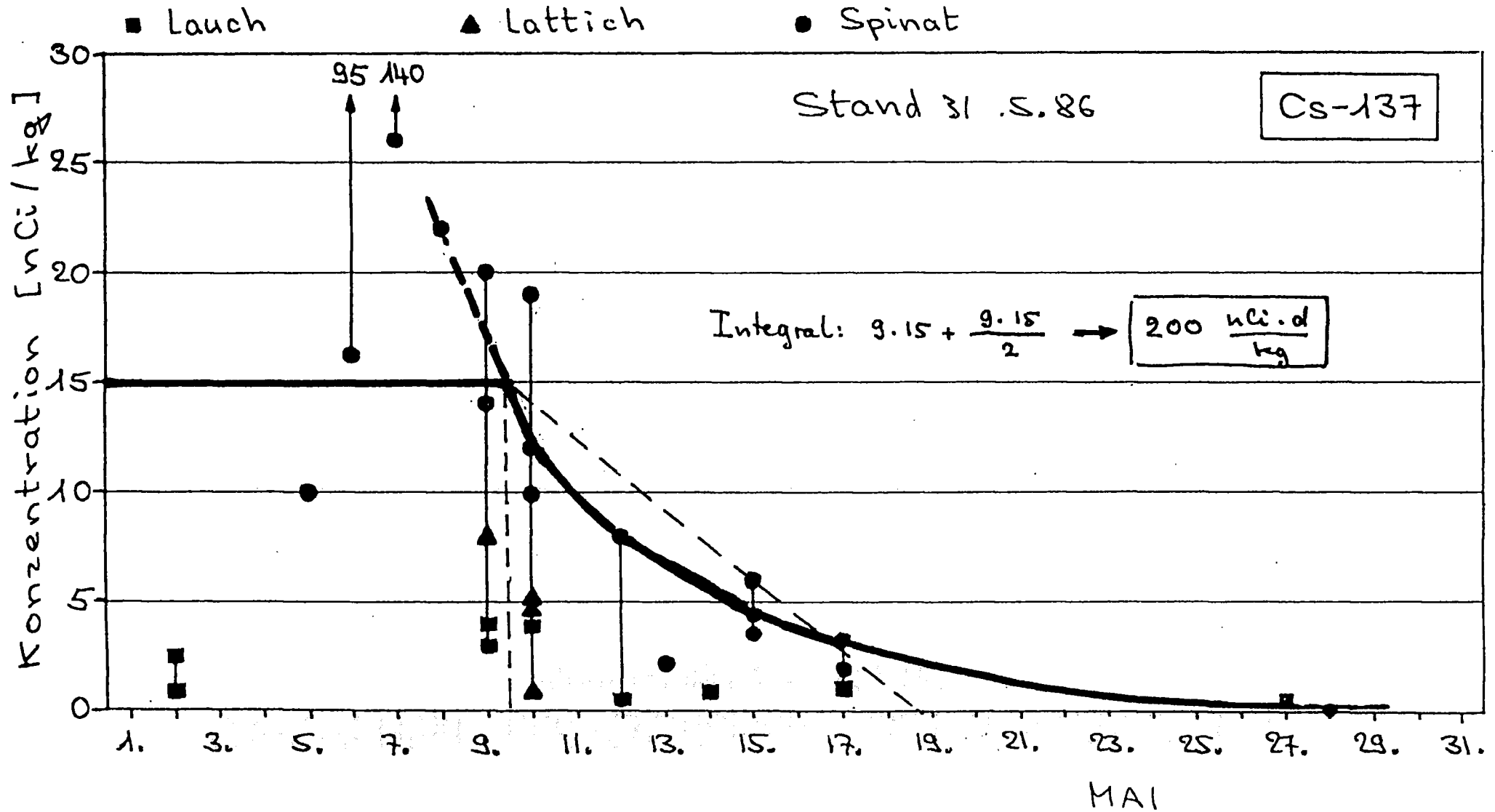
FIGUR 6.4

Kontamination von Blattgemüsen aus der Nordschweiz

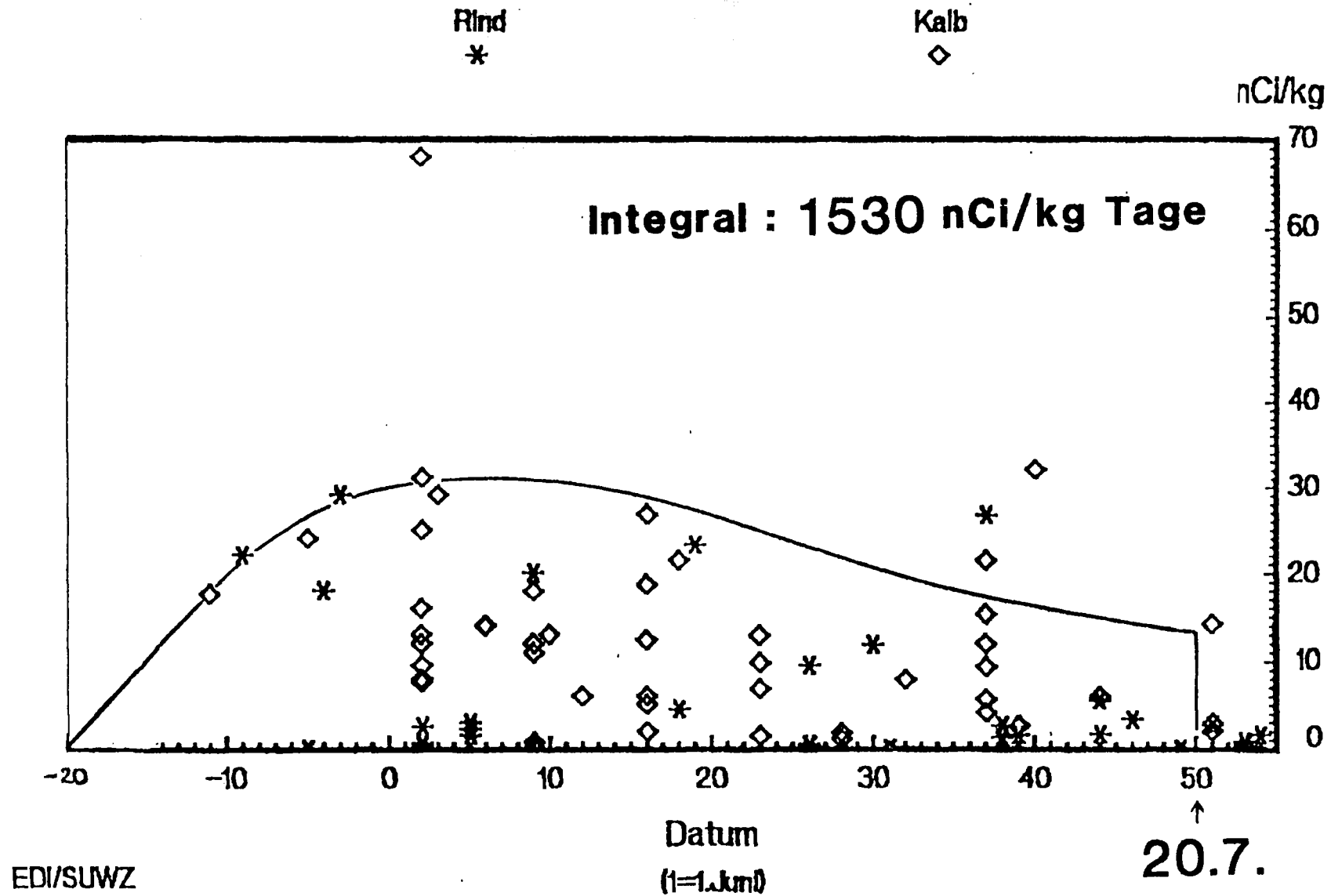


FIGUR 6.5

Kontamination von Blattgemüsen aus der Nordschweiz
(ZH, AG, BL, BS)

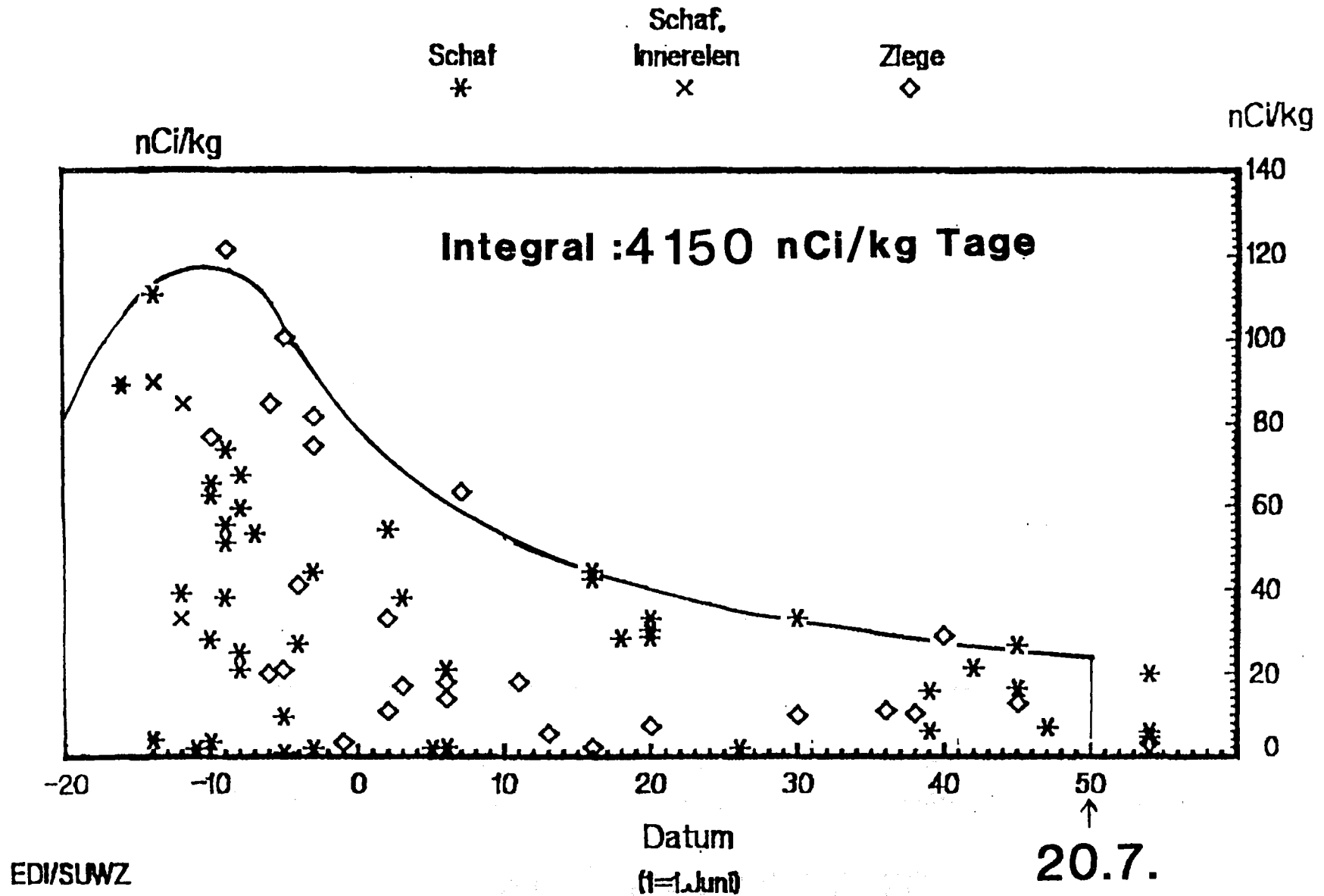


Cs-137: Rind- und Kalbfleisch Tessin und Südbünden
Nachgeführt am: 31.7.86



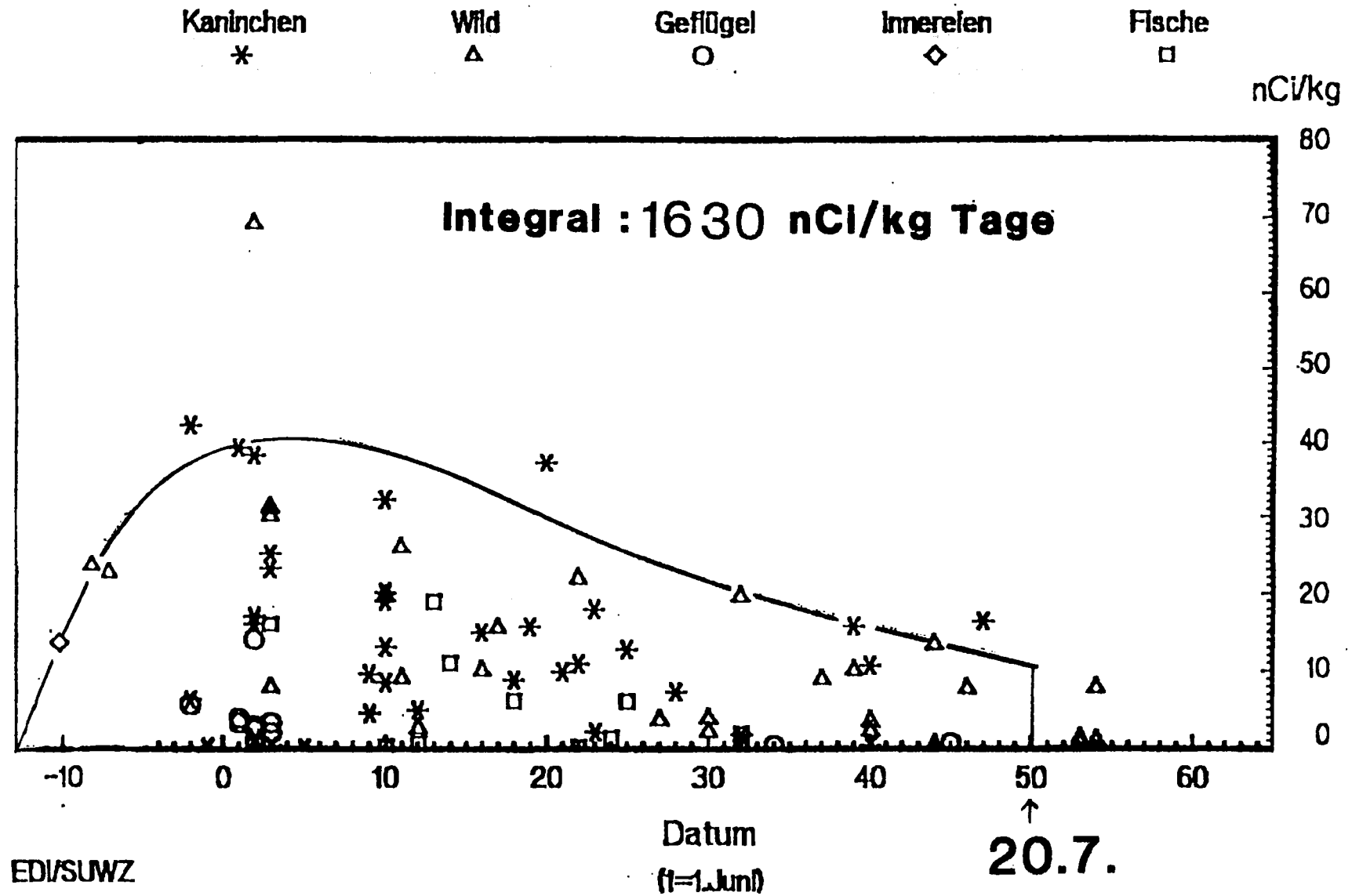
FIGUR 6.6

Cs-137: Schaf- und Ziegenfleisch Tessin und Südbünden Nachgeführt am: 31.7.86



FIGUR 6.7

Cs-137: Übriges Sonderfleisch Tessin und Südbünden Nachgeführt am: 31.7.86



FIGUR 6.8

Anhang 1: Liste der beteiligten Stellen

Einsatzleitung:

- Eigr KAC:** Einsatzgruppe KAC (Eidg. Kommission für AC-Schutz),
Bundeshaus, Bern
- NAZ:** Nationale Alarmzentrale, Zürich
- Gesamtleitung**
Tschernobyl : Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern
- Beratergruppe KAC**
- SUWZ:** Sektion Ueberwachungszentrale, EDI,

Speziallaboratorien:

- ALAB:** AC-Labor der Armee/A-Labor 86; GRD Spiez
- EIR:** Eidg. Institut für Reaktorforschung,
Abt. Strahlenüberwachung, Würenlingen
- LBS:** Kantonales Labor, Basel-Stadt
- LDU:** Labor Dübendorf der KUeR, Abt. Radioaktivität, EAWAG,
Dübendorf
- LFR:** Labor Fribourg der KUeR, Physikinstitut der Universität
Fribourg
- OMURA:** Institut d'Electrochimie et de Radiochimie EPFL und
Institut de Radiophysique Appliquée, Lausanne

Weitere Laboratorien und Probenahmestellen:

- BAG/LMK:** Bundesamt für Gesundheitswesen, Abt. Lebensmittel-
kontrolle
- BVET:** Bundesamt für Veterinärwesen, Abt. Fleischhygiene, Bern
- BLW:** Bundesamt für Landwirtschaft, Bern
- BFL:** Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, Bern
- BUS:** Bundesamt für Umweltschutz, Bern
- BAWI:** Bundesamt für Aussenwirtschaft, Bern
- HSK:** Hautabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen,
Würenlingen
- FAC:** Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und
Umwelthygiene, Bern
- FAW:** Eidg. Forschungsanstalt für Obst,- Wein- und
Gartenbau, Wädenswil

FAM: Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Bern
FAG: Eidg. Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche
Produktion, Grangeneuve/Posieux
LGR: Kantonales Labor Graubünden
LTI: Dipartimente Ambiente, Ticino, Bellinzona
GWBE: Gewässerschutzlabor Kanton Bern
ZVSM: Zentralverband der Schweizerischen Milchproduzenten

Kantonale Behörden:

**Kantonale Laboratorien und Lebensmittelinspektorate, Kantons-
tierärzte, Fleischschauer, Kantonale Jagd- und Fischereiver-
waltungen**

Fürstentum Liechtenstein

Amt für Lebensmittelkontrolle und Landestierarzt

Anhang 2

Zusammenstellung der bis zum 31. Juli 1986 erlassenen Empfehlungen

3. Mai 1986

- Die Einnahme von Wasser aus Zisternen ist zu vermeiden.
- Bei Kindern unter 2 Jahren, sowie schwangeren Frauen und stillenden Müttern kann Frischmilch durch Milchpulver oder Kondensmilch ersetzt werden.
- Frisches Gemüse ist grundsätzlich zu waschen.

5. Mai 1986

Ergänzung:

- Der Ersatz von Frischmilch kann zusätzlich durch vor den 3. Mai 86 eingekaufte oder mit Ablaufdatum vor 25. Juni 1986 versehene UTH-/UP-Milch erfolgen.
- Für Kinder unter 2 Jahren, für schwangere Frauen und stillende Mütter ist vom Konsum von Freilandblattgemüse abzuraten.

6. Mai 1986

Ergänzung:

- Vom Konsum von frischer Schafmilch wird auch für Erwachsene dringend abgeraten.

7. Mai 1986

- Bei einem unumgänglichen Wechsel von Zuluftfiltern von grossen Klimaanlageanlagen empfiehlt es sich, einen Staubschutz vor Mund und Nase zu tragen und die alten Filter in Plastik zu verpacken, sowie vorläufig zu lagern.
(Dieses Thema wurde von der SUVA im Rahmen des Arbeitsschutzes weiterbehandelt und findet hier keine weitere Behandlung)

8. Mai 1986

Ergänzung:

- Schafmilch kann zu Käse verarbeitet werden.
- Freilandprodukte sollen zusätzlich geschält werden.

9. Mai 1986

Aenderung:

- Nur mehr Kinder unter 2 Jahren, schwangere Frauen und stillende Mütter sollen Zisternenwasser nicht verwenden.

11. Mai 1986

Ergänzung:

- Frischer Schafkäse soll mindestens 3 Wochen gelagert werden.

12. Mai 1986

Aufhebung:

- Empfehlung für Zisternenwasser aufgehoben.

15. Mai 1986

Aufhebung:

- Gemüse- und Salat-Empfehlung für die gesamte Bevölkerung aufgehoben.

16. Mai 1986

Aufhebung:

- Empfehlung für Kuhmilch aufgehoben.

23. Mai 1986

- Vom Schlachten von Schafen und Ziegen ist im gesamten Kanton Tessin sowie in den Südtälern des Kantons Graubündens mit Ausnahme des Engadins und des Münstertales bis auf weiteres abzusehen.

27. Mai 1986

Aufhebung, Ergänzung:

- In der Schweiz sind alle bisherigen Empfehlungen aufgehoben ausser im Kanton Tessin, sowie in den Südtälern des Kantons Graubünden, wo weiterhin die Empfehlung für Schaf- und Ziegenmilch gilt, und zudem vom Schlachten von Schafen und Ziegen abgeraten wird (Abb. 5.) Das Engadin und das Münstertal werden nicht zu den Südtälern des Kantons Graubünden gerechnet.

2. Juni 1986

Klärschlamm: Empfehlung an die kantonalen Gewässerschutzfachstellen:

Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft

Gemäss Art. 11. Abs. 1 der Klärschlammverordnung dürfen innert drei Jahren je Hektare Düngefläche nicht mehr als 7,5 t Klärschlamm-Trockensubstanz ausgebracht werden. Es wird empfohlen, bis zum Herbst dieses Jahres diese Menge nicht auszuschöpfen und sich auf eine Einjahresgabe von 2,5 t Klärschlamm-Trockensubstanz zu beschränken.

Verbrennung von Klärschlamm im eigenen Ofen oder in der Kehrichtverbrennungsanlage

Filterasche und Schlacke sollten an Deponien abgeliefert werden.

Die Betreiber von Verbrennungsanlagen sind anzuweisen, dass bei der Reinigung der Filter eine Inkorporation vermieden wird (Staubmaske und Arbeitskleider tragen).

Deponie von entwässertem Klärschlamm. Filterasche und Schlacke

Entwässertes Klärschlamm, Filterasche und Schlacke der nächsten Monate sollen abgedeckt werden, damit eine Verwendung möglichst vermieden wird.

Eine Beimischung von entwässertem Klärschlamm zu Humus für Gartenerde und für Neuanpflanzungen soll während der nächsten Monate unterlassen werden.

13. Juni 1986

Gegenwärtig gelten noch folgende Empfehlungen für den Kanton Tessin sowie die italienisch-sprechenden Täler Graubündens mit Ausnahme des Engadins und des italienisch-sprechenden Münstertales:

- Für die ganze Bevölkerung ist vom Konsum von Schaf- und Ziegenmilch abzusehen.
- Vom Schlachten von Schafen und Ziegen wird abgeraten, sollte dies aber unumgänglich sein, so hat dies unter vorangegangener Kontaktnahme des Kantonstierarztes zu erfolgen. Kaninchen sollten 3 Wochen vor der Schlachtung mit Gras vom 2. Schnitt versorgt werden.

Empfehlung:

- Bei den in der Landwirtschaft benützten Vliesen ist die Verstrahlung erhöht (Messwerte bis 100 nano Curie pro Quadratmeter), sie können jedoch ohne Gefährdung weiterverwendet werden. Die neuen Ernten werden durch die Wiederverwendung nicht beeinträchtigt. Bei der Lagerung hingegen sollte die folgende Vorsichtsmassnahme eingehalten werden:

Vliese sind so aufzubewahren, dass sich Personen nicht längere Zeit in deren unmittelbaren Nähe aufhalten.

3. Juli 1986

Klärschlamm: teilweise Aufhebung der Empfehlung

- Empfehlung an die kantonalen Gewässerschutzfachstellen:

1. Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft

Gemäss Art. 11 Abs. 1 der Klärschlammverordnung dürfen innert drei Jahren je Hektare Düngefläche nicht mehr als 7,5 t Klärschlamm-Trockensubstanz ausgebracht werden. Für den Tessin wird empfohlen, bis zum Herbst dieses Jahres diese Menge nicht auszuschöpfen und sich auf eine Einjahresgabe von 2,5 t Klärschlamm-Trockensubstanz zu beschränken.

2. Verbrennung von Klärschlamm im eigenen Ofen oder in der Kehrlichtverbrennungsanlage

Filterasche und Schlacke sollten an Deponien abgeliefert werden.

Die Betreiber von Verbrennungsanlagen sind anzuweisen, dass bei der Reinigung der Filter eine Inkorporation vermieden wird (Staubmaske und Arbeitskleider tragen).

Auf diese Massnahme soll erst verzichtet werden, wenn die SUVA entsprechenden Erleichterungen zugestimmt hat.

3. Deponie von entwässertem Klärschlamm, Filterasche und Schlacke

Entwässertes Klärschlamm, Filterasche und Schlacke der nächsten Monate sollen abgedeckt werden, damit eine Verwendung möglichst vermieden wird.

Eine Beimischung von entwässertem Klärschlamm zu Humus für Gartenerde und für Neuanpflanzungen soll während der nächsten Monate unterlassen werden.

7. Juli 1986

Die Empfehlung für die Bevölkerung im Tessin und in den italienisch-sprechenden Tälern Graubündens kann teilweise aufgehoben werden:

- Kinder unter 2 Jahren, Schwangere und stillende Mütter sollen keine Schaf- und Ziegenmilch geniessen.

Annexe 1: Liste des organismes participants

Direction d'engagement

- Gr eng COPAC:** Groupe d'engagement COPAC (Commission fédérale pour la protection AC), Palais fédéral
- NAZ (CNAL):** Centrale nationale d'alarme, Zurich
- Direction générale Tchernobyl:** Office fédéral de la santé publique, Berne
- Groupe de spécialistes COPAC**
- SUWZ (SCS):** Section centrale de surveillance DFI.

Laboratoires spécialisés

- ALAB:** Laboratoire AC de l'armée/laboratoire A 86; GDA Spiez
- EIR (IFR):** Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs, Division du contrôle des radiations, Würenlingen
- LBS:** Laboratoire cantonal, Bâle-Ville
- LDU:** Laboratoire de la KUeR à Dübendorf, Division de la radioactivité, EAWAG, Dübendorf
- LFR:** Laboratoire de la KUeR à Fribourg, Institut de physique de l'Université de Fribourg
- OMURA:** Institut d'électrochimie et de radiochimie EPFL et Institut de radiophysique appliquée, Lausanne

Autres laboratoires et stations de prélèvement:

- OFSP/CDA:** Office fédéral de la santé publique, Division du contrôle des denrées alimentaires
- BVET (OVF):** Office vétérinaire fédéral, service de l'hygiène des viandes, Berne
- BLW (DFA):** Office fédéral de l'agriculture, Berne
- BFL (OFF):** Office fédéral des forêts et de la protection du paysage, Berne
- BUS (OFPE):** Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- BAWI (DFAEE):** Office fédéral des affaires économiques extérieures, Berne
- HSK (DSN):** Division principale pour la sécurité des installations nucléaires, Würenlingen

FAC (SRC): Station fédérale de recherches en chimie agricole et sur l'hygiène de l'environnement, Berne

FAW (SRW): Station fédérale de recherches en arboriculture, viticulture et horticulture, Wädenswil

FAM (SRL): Station fédérale de recherches laitières, Berne

FAG (SRA): Station fédérale de recherches sur la production animale, Grangeneuve/Posieux

LGR: Laboratoire cantonal des Grisons

LTI: Dipartimento Ambiente, Ticino, Bellinzona

GWBE: Laboratoire de la protection des eaux du canton de Berne

ZVSM: Union centrale des producteurs suisses de lait

Autorités cantonales:

Laboratoires et inspectorats cantonaux des denrées alimentaires, vétérinaires cantonaux, contrôleurs des viandes, services cantonaux de la chasse et de la pêche.

Principauté de Liechtenstein

Office du contrôle des denrées alimentaires et vétérinaire officiel.

Annexe 2

Liste des recommandations émises jusqu'au 31 juillet 1986

3 mai 1986

- Eviter de boire l'eau de citerne.
- Pour les enfants de moins de deux ans, ainsi que pour les femmes enceintes et les mères allaitantes, le lait frais peut être remplacé par le lait en poudre ou le lait concentré.
- Les légumes frais doivent être lavés soigneusement.

5 mai 1986

Complément aux recommandations ci-dessus :

- Le lait frais peut également être remplacé par du lait de longue conservation traité UHT ou UP acheté avant le 3 mai ou dont la date limite est antérieure au 25 juin 1986.
- Pour les enfants de moins de deux ans, les femmes enceintes et les mères allaitantes, la consommation des légumes à feuilles fraîchement cueillis est déconseillée.

6 mai 1986

Complément aux recommandations ci-dessus :

- La consommation du lait de brebis frais est formellement déconseillée même aux adultes.

7 mai 1986

- Lors du remplacement des filtres des installations de climatisation importantes, il est nécessaire de porter un masque de protection sur le nez et la bouche, et d'emballer les filtres usés dans un sachet plastique pour les conserver.
(Ce thème fut développé par la CNA dans le cadre de la protection du travail, mais aucune autre mesure n'est prise.)

8 mai 1986

Complément aux recommandations ci-dessus :

- Le lait de chèvre peut être employé pour sa transformation en fromage.
- Les produits cultivés en pleine terre doivent être pelés soigneusement.

9 mai 1986

Rectificatif :

- Seuls les enfants de moins de deux ans, les femmes enceintes et les mères allaitantes ne doivent pas boire l'eau de citerne.

11 mai 1986

Complément aux recommandations ci-dessus :

- Le fromage de chèvre frais doit être stocké au moins durant 3 semaines.

12 mai 1986

Suppression :

- Les directives concernant l'eau de citerne sont annulées.

15 mai 1986

Suppression :

- Annulation des dispositions concernant les légumes et salades, pour l'ensemble de la population.

16 mai 1986

Suppression :

- Suppression des recommandations sur le lait de vache.

23 mai 1986

- L'abattage des moutons et chèvres de l'ensemble du canton du Tessin ainsi que des vallées du Sud du canton des Grisons à l'exception de l'Engadine et du val de Münster, est à déconseiller jusqu'à nouvel ordre.

27 mai 1986

Suppression et modification :

- Toutes les recommandations émises en Suisse sont supprimées, sauf en ce qui concerne le canton du Tessin et les vallées du Sud du canton des Grisons, où les recommandations portant sur le lait de chèvre et de brebis restent valables, et où l'on continue à déconseiller l'abattage des moutons et des chèvres (ddb. 5.). L'Engadine et du val de Münster ne sont pas considérés comme faisant partie des vallées du Sud du canton des Grisons.

2 juin 1986

Boues d'épuration: Recommandation aux services cantonaux de la protection des eaux :

Emploi des boues d'épuration dans l'agriculture

En vertu de l'article 11, alinéa 1, de l'ordonnance sur les boues d'épuration la quantité de boues à l'état sec employée comme engrais ne doit pas dépasser 7,5 tonnes par hectare sur trois ans. Il est recommandé de ne pas utiliser cette quantité dans sa totalité jusqu'à l'automne à venir, mais de la répartir sur une proportion annuelle de 2,5 tonnes.

Incinération des boues d'épuration à la station même ou dans les usines d'incinération des ordures

Cendres et scories de filtres doivent être évacuées dans les dépôts existants.

Des instructions doivent être données au personnel des usines d'incinération, afin d'éviter la contamination par incorporation lors du nettoyage des filtres (à porter masques anti-poussières et combinaisons de protection).

Dépôts de boues d'épuration de cendres et de scories de filtres

Les boues séchées, les cendres et résidus de filtres doivent être mis à l'abri, afin d'éviter leur utilisation.

Il convient de s'abstenir, durant les prochains mois, de procéder au mélange des boues séchées avec l'humus pour la terre de jardinage et pour les cultures nouvelles.

13 juin 1986

Dans l'état actuel, les dispositions ci-dessous restent applicables au canton du Tessin et aux vallées de langue italienne du canton des Grisons, à l'exception de l'Engadine et du val de Münster:

- L'ensemble de la population est invité à s'abstenir de consommer du lait de brebis et de chèvre.
- L'abattage des moutons et chèvres est déconseillé, mais si celui-ci s'avère inévitable, il est conseillé de se référer au préalable au vétérinaire cantonal. Les lapins doivent être nourris d'herbe de 2ème coupe durant une période de trois semaines avant leur abattage.

Recommandations :

- Les toiles et bâches plastiques servant à couvrir les cultures comportent une radioactivité assez importante (pouvant aller jusqu'à 100 nano-Curie par mètre carré), mais celles-ci peuvent être néanmoins réutilisées sans risque. Aucun préjudice n'est apporté par cette réutilisation aux nouvelles récoltes. Pour le stockage de ces toiles, par contre, il est nécessaire d'observer les précautions suivantes :

Elles sont à garder dans des locaux où des personnes ne risquent pas de séjourner à proximité immédiate d'une manière prolongée.

3 juillet 1986

Boues d'épuration: suppression partielle des recommandations

- Recommandations aux services cantonaux de protection des eaux

1. Utilisation des boues dans l'agriculture

En vertu de l'article 11, alinéa 1, précité, la quantité de boues en substances sèches utilisée comme engrais ne doit pas dépasser 7,5 tonnes par hectare sur trois ans. Pour le Tessin, il est recommandé de ne pas utiliser cette quantité dans sa totalité jusqu'à l'automne à venir, et de se limiter à une proportion annuelle de 2,5 tonnes.

2. Incinération des boues d'épuration à la station même ou dans les installations d'incinération des ordures

Cendres et scories de filtres doivent être évacuées dans les dépôts existants.

Des instructions doivent être données au personnel des usines d'incinération, afin d'éviter la contamination par incorporation lors du nettoyage des filtres (à porter masques anti-poussières et vêtement de protection).

Ces mesures doivent être respectées jusqu'à ce que la CNA puisse se prononcer pour des allègements.

3. Dépôts des boues d'épuration des cendres et des scories de filtres

Les boues séchées, les cendres et résidus de filtres doivent être mis à l'abri, afin d'éviter leur utilisation.

Il convient de s'abstenir, durant les prochains mois, de procéder au mélange des boues séchées avec l'humus pour la terre de jardinage et pour les cultures nouvelles.

7 juillet 1986

Les dispositions suivantes pour la population du Tessin et les vallées de langue italienne des Grisons peuvent être supprimées partiellement :

- Les enfants de moins de 2 ans, les femmes enceintes et les mères allaitantes ne doivent pas consommer de lait de chèvre ou de brebis.