

Zeitschrift: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse = Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz

Band: - (1994)

Rubrik: Überwachung der Kernanlagen : Emissionen und Immissionen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

4. ÜBERWACHUNG DER KERNANLAGEN: EMISSIONEN UND IMMISSIONEN

Zusammenfassung

Im Jahr 1994 wurden die Jahresgrenzwerte für die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft aus dem Kernkraftwerk Beznau (KKB), Gösgen (KKG), Leibstadt (KKL) und Mühleberg (KKM) eingehalten. Beim Paul-Scherrer-Institut (PSI) wurden die Jahresabgabegrenzen - mit einer Ausnahme (vgl. unten) - eingehalten. Die auf Grund der erfolgten Jahresabgaben unter konservativen Annahmen berechneten Jahresdosen waren für Einzelpersonen der Bevölkerung wiederum sehr klein und lagen deutlich unterhalb des quellenbezogenen Dosisrichtwertes für die Abgaben von 0.2 mSv pro Jahr.

In der Pilotverbrennungsanlage des Paul-Scherrer-Institutes wurde während der Verbrennung zwischen dem 24. und 25. März der Jahres-Abgabegrenzwert für Tritium um ca 10 % überschritten, d.h. es wurden $4.35 \cdot 10^{12}$ Bq Tritium abgegeben. Insgesamt wurde der Jahresgrenzwert für Tritium um 25% überschritten. Daraus ergab sich unter ungünstigen Annahmen eine berechnete Dosis von 0.005 mSv für Einzelpersonen der Bevölkerung. Die verbrannten Abfälle aus einer BAG-Sammelaktion waren nicht als tritiumhaltig deklariert.

Das Ortsdosisleistungs-Messnetz MADUK ist seit Beginn des Berichtsjahres im Garantiebetrieb. Das aus 12-18 kontinuierlich Messsonden pro Kraftwerkstandort bestehende System wurde verschiedenen Tests unterzogen und hat sich bis anhin im allgemeinen bewährt.

Die wichtigsten Expositionspfade radioaktiver Stoffe in der Umgebung wurden im Rahmen des permanenten Probenahme- und Messprogrammes überwacht. Weder in der Luft noch bei den Ablagerungen am Boden konnten signifikante Beiträge künstlicher Radionuklide nachgewiesen werden, die aus dem Betrieb der schweizerischen Kernanlagen im Berichtsjahr stammen. Bei der Messung des Tritiumgehaltes in Niederschlägen ist der Betrieb der Verbrennungsanlage am PSI deutlich erkennbar (4.3.1, Figur 1). Im aquatischen System zeigten Sedimentproben, Wasserpflanzen und in zwei Einzelfällen Fische eine geringfügige Konzentration von künstlichen Radionukliden (Co-58 und 60, Zn-65 und Cs-137), die auf den Betrieb der Kernkraftwerke zurückzuführen sind (Kapitel 3.7 und 4.3.2, Tabelle 1). Der Einfluss der Abgaben auf die Umgebung war allerdings in jedem Fall klein und die unter konservativen Annahmen berechneten Dosen blieben um Grössenordnungen unter derjenigen der natürlichen Strahlung.

Die Überwachung der Ortsdosis resp. der Ortsdosisleistung zeigte unmittelbar ausserhalb der Umzäunung durch Direktstrahlung erhöhte Werte bei den Siedewasserreaktoren KKL und KKM aus dem Maschinenhaus oder anderen Anlageteilen, beim Ostteil des PSI aus den Abfallagern des Bundes sowie beim Westteil des PSI durch Neutronenstreustrahlung. Die Messeinrichtungen in grösserer Distanz zu den Anlagen und insbesondere in bewohnten Gebieten zeigten dagegen keine Werte über dem natürlichen Strahlenpegel.

Der quellenbezogene Dosisrichtwert von 0.3 mSv/Jahr (inkl. Direktstrahlung) für die Bevölkerung aus externer und interner Strahlung konnte bei den schweizerischen Kernkraftwerken und beim Paul-Scherrer-Institut eingehalten werden.

In Kapitel 4.4 sind auch die Radiaktivitätsabgaben und die Direktstrahlung des CERN und die entsprechenden Resultate der Umgebungsüberwachung zusammengefasst.

4.1. EMISSIONEN AUS DEN KERNANLAGEN (Tabellen 1a bis d)

F. Cartier, A. Leupin, M. Schibli und W. Baur

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), 5232 VILLIGEN-HSK

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit Abwasser und Abluft sowie die daraus für die Umgebungsbevölkerung errechnete maximale Personendosis im Jahr 1994 sind für die Kernkraftwerke und das Paul-Scherrer-Institut in den Tabellen 1a und 1b zusammengestellt. Den Tabellen 1c und 1d sind nuklidspezifische Angaben für die Emissionen über Abwasser und Abluft zu entnehmen. Die Abgabemessungen der Kernkraftwerke, wurden wie in den Vorjahren mit vierteljährlichen Stichproben durch die Behörden kontrolliert (Kap. 3.14, Tab. 6). Es kann festgestellt werden, dass mit einer Ausnahme die Grenzwerte für die Jahresabgaben eingehalten wurden.

Der Tritium-Abgabegrenzwert von $4 \cdot 10^{12}$ Bq pro Jahr der Verbrennungsanlage am PSI wurde durch die Abgaben des gesamten Jahres um ca. 25% überschritten. Während zweier Perioden ab 24. Januar (67 Tage) und vom 10. Oktober bis 22. Dezember 1994 wurden Abfälle deren Deklaration nicht auf Tritium hinwies verbrannt. Am 24./25. März trat bei der Verbrennung von Abfällen aus einer BAG-Sammelaktion eine Abgabe von $4.35 \cdot 10^{12}$ Bq Tritium und damit eine Überschreitung des Jahresabgabegrenzwertes um 10% auf. Der Messfehler bei der Bestimmung der Aktivitätsabgabe wird mit $\pm 6\%$ angegeben. Die Ausbreitungsrichtung war West-Südwest und der Hauptaufpunkt lag nicht in besiedeltem Gebiet. Umgebungsmessungen zeigten eine maximale Tritiumkonzentration von ca. 4000 Bq/kg in Proben aus stehendem Wasser (Pfüten) in ca. 200m Entfernung. Die berechnete Inhalationsdosis für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt im ungünstigsten Fall 0.005 mSv als Folge des Ereignisses. Insgesamt können die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung somit als unbedeutend beurteilt werden.

Als Konsequenz aus dem Zwischenfall wurde die Verbrennung sämtlicher Abfälle der Medizin, Industrie und Forschung aus Sammelaktionen des BAG vorläufig eingestellt und es wurden Massnahmen eingeleitet, um ähnliche Vorfälle in Zukunft verhindern zu können. Insbesondere werden Anstrengungen unternommen, in den Betrieben der Industrie, Medizin und Forschung die getrennte Sammlung und Deklaration der Abfälle zu verbessern.

Die aus den Emissionen errechnete Jahresdosis für Erwachsene und Kleinkinder (Altersklasse 1 Jahr) liegt für alle Anlagen auch unter Berücksichtigung der Ablagerungen aus den Vorjahren weit unterhalb des Dosisrichtwertes von 0.2 mSv pro Jahr. Sie beträgt für das KKB weniger als 0.006 mSv, beim KKM weniger als 0.012 mSv, beim KKG weniger als 0.004 mSv, beim KKL weniger als 0.007 mSv und für die Summe aller Abgabestellen des PSI weniger als 0.01 mSv. Im allgemeinen wird für die Kernkraftwerke die Dosis durch die C-14-Abgaben des laufenden Jahres dominiert, einzig beim KKM kommt der grösste Dosisanteil (ca. 0.01 mSv) durch die Ablagerung von Aerosolen, die im Jahr 1986 in die Umgebung gelangten (29. KUeR-Bericht), zustande. Beim PSI stammt der grösste Dosisbeitrag (0.007 mSv) aus dem Betrieb der Verbrennungsanlage und dort insbesondere aus der Abgabe von Aerosolen und tritiiertem Wasserdampf. Zusätzliche Hinweise über Berechnungsart, Definitionen und einige verwendete Annahmen geben die Fussnoten zu den Tabellen.

Betreffend den Betrieb der Kernanlagen ist folgendes zu erwähnen:

Beim KKB hat die Abwassermenge im Vergleich zum Vorjahr erneut abgenommen; dies ist auf die Wiederverwertung der Abschlammung aus den neuen Dampferzeugern im KKB I zurückzuführen. Die Abgabemenge wird sich voraussichtlich auf dem neuen Wert stabilisieren.

Die Erhöhung der Edelgas- und Jodabgaben im KKL im Vergleich zum Vorjahr (beim Jod ca. eine Verdoppelung) ist auf grössere Brennstabdefekte im Berichtsjahr zurückzuführen. Die Abgabe von Kr-85 aus dem PSI stammt aus dem Hotlabor und wurde aufgrund des Abbrandes der gehandhabten Brennelemente bilanziert.

Die Ausserbetriebsetzung des Reaktors „Saphir“ schlägt sich in den Gesamtabgaben des PSI-Ost nicht signifikant nieder, da sein Einfluss schon früher durch die Abgaben anderer Anlagen überdeckt wurde.

Die Kernkraftwerksblöcke befanden sich für Revisionsarbeiten während folgender Perioden des Berichtsjahres im Stillstand: KKB I vom 17. Juni bis 22. Juli, KKG vom 4. Juni bis 1. Juli, KKL vom 6. Juli bis 8. September und KKM vom 3. August bis 5. September. Im KKB II wurde auf 18-monatigen Betriebszyklus umgestellt, so dass 1994 keine Revision stattfand.

Beim Versuchskraftwerk Lucens wurde im Berichtsjahr das einjährige Beobachtungsprogramm zur Bestimmung der radiologisch und chemischen Charakteristik des Drainagewassers abgeschlossen. Es wurde festgestellt, dass die Abgaben von Cs-137 an den Bach „La Broye“ zirka 5 MBq pro Jahr betragen und sich auf einen Wert von 2 Bq pro Liter stabilisiert haben. Die Konzentration von Strontium-90 ist zirka Faktor 8 kleiner. Im weiteren konnten keine Gammastrahler künstlichen Ursprungs oder Alphastrahler nachgewiesen werden. Die abgegebene Menge radioaktiver Stoffe an die Broye ist radiologisch nicht relevant.

Tabelle 1a: Zusammenstellung der Abgaben radioaktiver Stoffe der Kernkraftwerke an die Umgebung für das Jahr 1994 und die daraus resultierenden Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung.
(Fussnoten am Ende der Tabelle).

Anlage	Medium	Art der Abgaben	Abgabelimiten (AL) (gem. Reglement) ¹⁾	Tatsächliche Abgaben ²⁾ ; ($\pm 50\%$)	Berechnete Jahresdosis ³⁾	
			Bq/Jahr	Bq/Jahr	Erwachsener Sv/Jahr	Kleinkind Sv/Jahr
KKB 1+ KKB 2	Abwasser (31000 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ⁴⁾	3,7E+11	3,0E+09	<1E-07	<1E-07
		Tritium	7,4E+13	1,1E+13		
	Abluft	Edelgase ⁴⁾	1,1E+15	2,8E+13	2,6E-07	2,6E-07
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit > 8 Tage)	5,6E+09	<0,1% AL	<1E-07	<1E-07
		Jod-131 ⁴⁾	3,7E+09 (nur I-131)	2,7E+07	<1E-07	<1E-07
		Kohlenstoff-14 ⁶⁾	--	4,0E+10	1,1E-06	5,3E-06
KKM	Abwasser (6545 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ⁴⁾	3,7E+11	1,9E+09	2,0E-07	<1E-07
		Tritium	1,9E+13	2,0E+11		
	Abluft	Edelgase ⁴⁾	2,0E+15	2,7E+12	<1E-07	<1E-07
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit > 8 Tage)	1,9E+10	<0,1% AL	9,7E-06	8,4E-06
		Jod-131	1,9E+10	<0,1% AL	<1E-07	<1E-07
		Kohlenstoff-14 ⁶⁾	--	2,0E+11	6,8E-07	3,2E-06
KKG	Abwasser (8431 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ^{4,7)}	1,9E+11	<0,1% AL	<1E-07	<1E-07
		Tritium	7,4E+13	1,1E+13		
	Abluft	Edelgase ⁴⁾	1,1E+15	<9,5E+12 (<3,8E+12)	<1E-07	<1E-07
		- β -total-Messung Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit > 8 Tage)	9,3E+09	<0,1% AL	<1E-07	<1E-07
		Jod-131	7,4E+09	<0,1% AL	<1E-07	<1E-07
		Kohlenstoff-14 ⁶⁾	--	1,0E+11	6,8E-07	3,2E-06
KKL	Abwasser (20093 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ⁴⁾	3,7E+11	5,3E+08	<1E-07	<1E-07
		Tritium	1,9E+13	5,7E+11		
	Abluft	Edelgase ⁴⁾	2,2E+15	7,4E+13	<1E-07	<1E-07
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit > 8 Tage)	1,9E+10	<0,1% AL	<1E-07	<1E-07
		Jod-131	1,9E+10	2,4E+09	1,5E-07	9,7E-07
		Kohlenstoff-14 ⁶⁾	--	2,4E+11	1,3E-06	6,0E-06

Tabelle 1b: Zusammenstellung der Abgaben radioaktiver Stoffe des Paul-Scherrer-Instituts an die Umgebung für das Jahr 1994 und die daraus resultierenden Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung (Fussnoten am Ende der Tabelle).

Anlage	Medium	Art der Abgaben	Abgabelimiten (AL) ¹⁾			Tatsächliche Abgaben ²⁾ , (±50%)			Berechnete Jahresdosis ³⁾					
			Bq/Jahr			Bq/Jahr			Erwachsener Sv/Jahr			Kleinkind Sv/Jahr		
PSI-OST	Abwasser (11228m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ⁴⁾	2,0E+11			<0,1% AL			{<1E-07			{<1E-07		
		Tritium	2,0E+13			2,4E+10								
	Abluft	Edelgase/Gase (Ar-41-aeq.) ⁴⁾	Hochka- min-Ost	Verbren- nungsanl.	Uebrig- e-Ost	Hochka- min-Ost	Verbren- nungsanl.	Uebrig- e-Ost	Hochka- min-Ost	Verbren- nungsanl.	Uebrig- e-Ost	Hochka- min-Ost	Verbren- nungsanl.	Uebrig- e-Ost
			--	4,0E+12	5,0E+11	1,3E+09	--	--	<1E-07	--	--	<1E-07	--	--
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (ohne Jod, Halbwertszeit>8 Tage)	1,0E+10	1,0E+09	1,0E+08	<0,1% AL	1.5E+08	--	{<1E-07	{1,8E-06	{--	{<1E-07	{3,2E-06	{--
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (8 Std.<Halbwertszeit<8 Tage)	--	--	--	8.6E+07	--	--						
		α-Aerosole	3,0E+08	5,0E+07	2,0E+06	--	7.9E+05	--						
		Jod (I-131-aeq.) ⁴⁾	3,0E+10	2,0E+09	2,0E+08	1,3E+09	3,5E+07	--	<1E-07	<1E-07	--	2,7E-07	1,6E-07	--
		Tritium (tritiertes Wasser)	--	4,0E+12	2,0E+12	1,8E+11	5,1E+12	1,8E+11	<1E-07	4,9E-06 ⁷⁾	<1E-07	<1E-07	1,9E-06 ⁷⁾	2,2E-07
PSI-WEST	Abwasser (92 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ⁴⁾	--			3,1E+05			{<1E-07			{<1E-07		
		Tritium	--			3,6E+09								
	Abluft	Edelgase/Gase (Ar-41-aeq.) ⁴⁾	Zentr. Ab- luft-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	Zentr. Ab- luft-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	Zentr. Ab- luft-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	Zentr. Ab- luft-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West
			2,0E+14	5,0E+12	2,0E+12	4,0E+13	2,2E+10	4,1E+10	1,8E-06	<1E-07	<1E-07	1,8E-06	<1E-07	<1E-07
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (ohne Jod und Be-7, T _{1/2} >8 Tage)	2,0E+08	5,0E+07	2,0E+08	5,6E+05	<0,1% AL	<0,1% AL	{<1E-07	{<1E-07	{<1E-07	{<1E-07	{<1E-07	{<1E-07
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (8 Std.<Halbwertszeit<8 Tage)	1,0E+11	--	--	2,4E+09	4,2E+04	2,4E+07						
		α-Aerosole	--	--	--	--	--	--						
		Jod (I-131-aeq.) ⁴⁾	5,0E+09	--	1,0E+08	3,1E+08	--	--	<1E-07	--	--	1,5E-07	--	--
		Tritium (tritiertes Wasser)	6,0E+13	--	2,0E+12	1,4E+11	--	5,5E+10	<1E-07	--	1,0E-07	<1E-07	--	3,1E-07

Tabelle 1c: Flüssige Abgaben der Kernanlagen an die Aare oder den Rhein, 1994 (Summe der bei Einzelmessungen nachgewiesenen Aktivitätsabgaben)

Nuklid	Abgaben (Q) ²⁾ [Bq im Jahr]				
	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
β-/γ-Strahler		<0.1% AL (ohne Tritium)			<0.1% AL (ohne Tritium)
H -3	1.1E+13	1.1E+13	5.7E+11	2.0E+11	2.8E+10
Be-7					3.2E+06
Na-22					5.8E+07
Na-24	1.3E+08			1.4E+07	
Sc-46					3.6E+05
Cr-51	1.2E+08	2.8E+05	3.8E+07	9.9E+08	1.0E+05
Mn-54	2.4E+08			3.3E+08	3.6E+07
Co-56					
Co-57	3.2E+07				1.0E+07
Co-58	9.2E+09		1.8E+07	6.9E+09	1.2E+07
Co-60	1.2E+10	2.5E+07	2.4E+08	1.3E+10	3.7E+07
Fe-59					1.5E+06
Zn-65			1.1E+09	2.7E+09	1.6E+07
Cu-67					
Se-75					1.5E+06
Rb-83					2.7E+06
Rb-84					
Sr-89	2.2E+08			1.4E+07	
Sr-90	6.2E+07			2.1E+06	4.7E+06
Y-88					8.0E+06
Y-90				2.1E+06	4.7E+06
Zr-95	8.0E+06				
Nb-95	1.2E+07				
Mo-99				6.4E+06	
Tc-99					
Tc-99m	8.4E+06	1.4E+07		1.6E+07	
Ru-103	7.0E+07		1.9E+06		
Cd-109		1.5E+06			
Ag-110m	4.2E+07				4.9E+05
Sb-122	4.8E+05				
Sb-124	9.1E+07	2.4E+06			7.4E+06
Sb-125	2.4E+08		5.8E+06		8.8E+06
Te-121					1.8E+05
Te-121m					1.7E+05
Te-123m		1.1E+07			3.6E+04
Te-132	1.4E+06				
I-125					3.2E+07
I-131	2.5E+07	1.2E+06	2.2E+08		3.7E+06
I-133	4.2E+07			1.7E+07	
Cs-134	9.3E+07		1.7E+08	4.2E+07	3.8E+06
Cs-137	2.3E+09	3.3E+05	1.7E+08	9.0E+08	2.2E+07
Ba-133					3.5E+06
Ba-140	2.6E+08				
La-140	1.8E+07				
Ce-141	1.4E+07				
Ce-144	2.3E+06				
α-Strahler					
U-234/238					1.0E+07
Pu-239/240					5.1E+06
Pu-238/Am-242					2.8E+06

Tabelle 1d: Abgaben der Kernanlagen mit der Abluft, 1994. (Summe der bei Einzelmessungen nachgewiesenen Aktivitätsabgaben)

Nuklid	Abgaben (Q) ²⁾ [Bq im Jahr]				
	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
Gase					
C-11					9.6E+12
N-13					9.5E+12
O-15					2.9E+13
Ar-41				6.3E+09	2.2E+12
Kr-85				2.4E+10	3.2E+11
Kr-85m	4.1E+11		2.0E+11	4.3E+09	
Kr-87			3.1E+11	7.0E+09	
Kr-88			3.0E+11	1.3E+10	
Kr-89				1.4E+11	
Xe-122					1.6E+10
Xe-123					5.0E+10
Xe-125					4.1E+10
Xe-127					8.3E+08
Xe-131m				6.2E+11	
Xe-133	5.0E+12	3.1E+12	1.0E+13	8.7E+10	
Xe-135	4.8E+12	3.8E+11	8.7E+12	4.2E+10	
Xe-135m			6.6E+12	1.1E+11	
Xe-137				6.5E+10	
Xe-138			2.2E+12	4.4E+10	
EG-Aequiv. ⁴⁾				3.0E+10	
Andere	7.2E+11	3.8E+11			
Jod		<0.1% AL		<0.1% AL	
I-122					1.4E+10
I-123					2.0E+10
I-124					2.2E+07
I-125					4.7E+08
I-126					1.1E+07
I-131	2.2E+07	6.7E+06	2.4E+09	1.3E+07	1.1E+09
I-133	1.6E+07				

Tabelle 1d: Abgaben der Kernanlagen mit der Abluft, 1994. (Fortsetzung)

	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
β-γ-Aerosole⁵⁾	<0.1% AL	<0.1% AL	<0.1% AL	<0.1% AL	
Be-7					1.8E+04
Na-24					1.6E+05
Cr-51			2.4E+05		
Mn-54			1.6E+05		
Co-58			3.7E+04		
Co-60		5.6E+06	2.2E+05	1.7E+06	1.7E+05
Zn-65			3.6E+05	3.8E+06	5.5E+07
Ge-69					
As-72					2.8E+06
As-74					7.1E+05
Se-75					1.1E+05
Br-76					2.0E+07
Br-77					8.0E+06
Br-82					2.5E+08
Sr-89					
Sr-90					
Nb-95		6.7E+03	1.3E+04	2.5E+04	
Ru-103					4.3E+06
Ru/Rh-106					3.8E+04
Ag-108m		9.3E+04			3.7E+06
Ag-110m					7.8E+05
Te-121					1.0E+06
Te-121m					1.0E+05
Te-123m					7.1E+07
Te-125m		1.0E+05			
Sb-124					3.6E+06
Sb-125			1.1E+05		7.0E+04
Cs-134		1.7E+04	1.6E+05	1.9E+06	1.4E+07
Cs-137			1.0E+07		
Ba-140					7.9E+07
Re-186					3.0E+08
Au-193					4.5E+08
Hg-193m					1.2E+09
Hg-195					3.7E+07
Hg-195m					1.1E+08
Hg-197m					
Hg-203					
Total β -Aerosole	2.0E+06				
α-Aerosole					
Po-208					6.9E+04
Po-210					7.2E+05
C-14⁶⁾	4.0E+10	1.0E+11	2.4E+11	2.0E+11	
Tritium					5.5E+12

Fussnoten zu Tabelle 1a-d

- 1) Abgabelimiten gemäss Bewilligung der jeweiligen Kernanlage. Die **Abgabelimiten** wurden so festgelegt, dass die radiologische Belastung der kritischen Bevölkerungsgruppe in der Umgebung unter 0.2 mSv/Jahr bleibt. Bei einigen Stoffgruppen und Abgabestellen des PSI wurde auf die Festlegung von Jahresabgabelimiten verzichtet, da auch bei dauernder Ausschöpfung der Kurzzeitabgabelimiten die resultierende Dosis unbedeutend klein ist.
- 2) Die **Messung der Abgaben** erfolgt nach den Erfordernissen der Reglemente "über die Abgaben radioaktiver Stoffe aus dem Kernkraftwerk ... und über die Umgebungsüberwachung" resp. des Reglementes "für die Abgabe radioaktiver Stoffe und deren Überwachung in der Umgebung des Paul Scherrer Instituts (PSI)" und nach Weisungen der HSK. Die Messgenauigkeit beträgt ca. $\pm 50\%$. Abgaben unterhalb 1% der Jahresabgabelimite werden von der HSK als nicht-relevant betrachtet und mit „<0,1% AL“ vermerkt.
Sofern für ein Nuklidgemisch keine nuklidspezifische Messungen vorliegen, wird für die Dosisberechnung und allfällige Äquivalentumrechnungen von einem Standardnuklidgemisch ausgegangen. Für Aerosole wird beim KKB ein Gemisch von 50% Co-60 und 50% Cs-137 angenommen. Beim KKG wird für die Edelgase eine β -total-Messung durchgeführt (siehe den Wert in Klammern); für die Berechnungen (Abgabe-Äquivalent und Dosis) wurde in diesem Fall ein Gemisch von 80% Xe-133, 10% Xe-135 und 10% Kr-88 angesetzt.
- 3) **Berechnete Jahresdosis** (effektive Äquivalenzdosis) für Personen, die sich dauernd am kritischen Ort aufhalten, ihre gesamte Nahrung von diesem Ort beziehen und ihren gesamten Trinkwasserbedarf aus dem Fluss unterhalb des Werkes resp. des PSI decken (Wasserführung der Aare in Mühleberg $3,8 \cdot 10^9$ m³/Jahr, in Gösgen $9,0 \cdot 10^9$ m³/Jahr, in Würenlingen (PSI) und in Beznau $1,8 \cdot 10^{10}$ m³/Jahr und des Rheines in Leibstadt $3,3 \cdot 10^{10}$ m³/Jahr).
Dosiswerte kleiner als 1,0E-07 Sv - entsprechend einer Dosis, die durch natürliche externe Strahlung in ca. einer Stunde akkumuliert wird - werden nicht angegeben. Bei der **externen Strahlung** wurde bei der Berechnung der Dosis der Abschirmeffekt durch den Aufenthalt in Häusern berücksichtigt: für den Abschirmfaktor im Haus wurde 0.2 angesetzt, für die Aufenthaltszeit im Freien 40 Stunden pro Woche.
Für die Berechnung des **Aerosol-Dosisbeitrages** wurde von homogenen Abgaben während des Jahres ausgegangen. Der Dosisbeitrag der Immissionen langlebiger Nuklide aus früheren Jahren durch Aerosol-Ablagerungen am Boden und Aufnahme über die Nahrung wurde berücksichtigt.
Beim Jod wurde die Ingestion über Gemüse und Fleisch berücksichtigt. Dies ergibt gegenüber der reinen Milch-ingestion eine Erhöhung der Dosis um ca. einen Faktor 1.5 für Kleinkinder und einen Faktor 3 für Erwachsene.
- 4) Angabe in **Abgabe-Äquivalenten**:
Abwasser: Abgaben in Bq/Jahr normiert auf einen C_w -Wert von 10^{-4} Ci/m³ = $3,7 \cdot 10^6$ Bq/m³ nach SSVO.
Edelgase: $C_A = 3,7E+05$ Bq/m³-Äquivalente respektive Argon-41-Äquivalente beim PSI, berechnet durch gewichtete Summation der Abgaben sämtlicher Nuklide pro Jahr.
Jod (Für das PSI und die Abgaben des KKB): Jod-131-Äquivalente berechnet durch gewichtete Summation der Abgaben sämtlicher Iod-Nuklide, wobei sich der Gewichtungsfaktor aus dem Verhältnis des Ingestionsdosisfaktors des jeweiligen Nuklides zum Ingestionsdosisfaktor von I-131 ergibt.
- 5) Der Dosisbeitrag von Aerosolen mit Halbwertszeiten kleiner 8 Tagen ist bei den Kernkraftwerken vernachlässigbar. Beim PSI-West spielen allenfalls die extrem kurzlebigen Aerosole für die Inhalations- und Immersionsdosis sowie für die Dosis aus der Bodenstrahlung eine Rolle. Unter sehr konservativen Annahmen errechnet sich ein Beitrag von ca. 50% zur gesamten Aerosoldosis.
Beim KKM ergibt sich der Hauptbeitrag zur Dosis durch die Bodenstrahlung von Aerosolen, die im Jahre 1986 durch eine unkontrollierte Abgabe in die Umgebung gelangten. Der Dosisbeitrag, der durch Aerosolabgaben im Berichtsjahr verursacht wurde, ist demgegenüber vernachlässigbar und liegt in der Grössenordnung der anderen schweizerischen Kernkraftwerke.
- 6) Die angegebenen Abgaben von C-14 basieren mit Ausnahme des KKL (gemessene Werte) auf Abschätzungen der HSK basierend auf temporären Messungen in den Anlagen in früheren Jahren.
- 7) Berechnete Dosis durch das Ereignis vom 24./25. März 1994. Die restlichen Tritiumabgaben des Jahres sind demgegenüber vernachlässigbar. Zu beachten ist, dass die Hauptaufschlagspunkte für das Kurzzeitereignis und für die übrigen Jahresabgaben (z.B. Aerosole) der Verbrennungsanlage nicht zusammenfallen und die Dosen somit nicht einfach addiert werden dürfen.

4.2. ORTSDOSISLEISTUNG IN DER UMGEBUNG DER KERNANLAGEN

F. Cartier, A. Leupin und W. Baur

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), 5232 VILLIGEN-HSK

Ch. Murith Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUER)

Bundesamt für Gesundheitswesen, Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

In der Tabelle 1 sind die Wertebereiche, die jährlichen Mittelwerte und die für die Gamma Ortsdosisleistung Maximalwerte am Zaun in der Umgebung der schweizerischen Kernanlagen angegeben. Die TLD-Parallelmessungen, die Ionisationskammer-Messfahrten und die MADUK- bzw. NADAM-Messnetze zeigen konsistente Resultate. Die Abweichungen (Tab. 1 und Fig. 1) entsprechen den spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Messsysteme. Zieht man den natürlichen Untergrund von 0.7 bis 1.2 mSv pro Jahr ab, so bleiben nur die durch die Direktstrahlung verursachten Erhöhungen feststellbar, besonders bei den Siedewasserreaktoren KKM und KKL, sowie beim PSI. Bei letzterem wurde wegen der zusätzlichen Neutronen-Streustrahlung der Beschleuniger, eine maximale netto Neutronen-Ortsdosis von 70 µSv/Jahr gemessen.

Die gemessenen Werte liegen alle unterhalb der StSV-Grenzwerte (Art. 102) von 5 mSv/Jahr. Es ist dabei noch zu erwähnen, dass die entsprechenden akkumulierten Personendosen nur einen Bruchteil der gemessenen jährlichen Ortsdosen am Zaun betragen, da diese Bereiche unbewohnt und die entsprechenden Aufenthaltszeiten beim Spazieren, Fischen oder Feldarbeiten kurz sind.

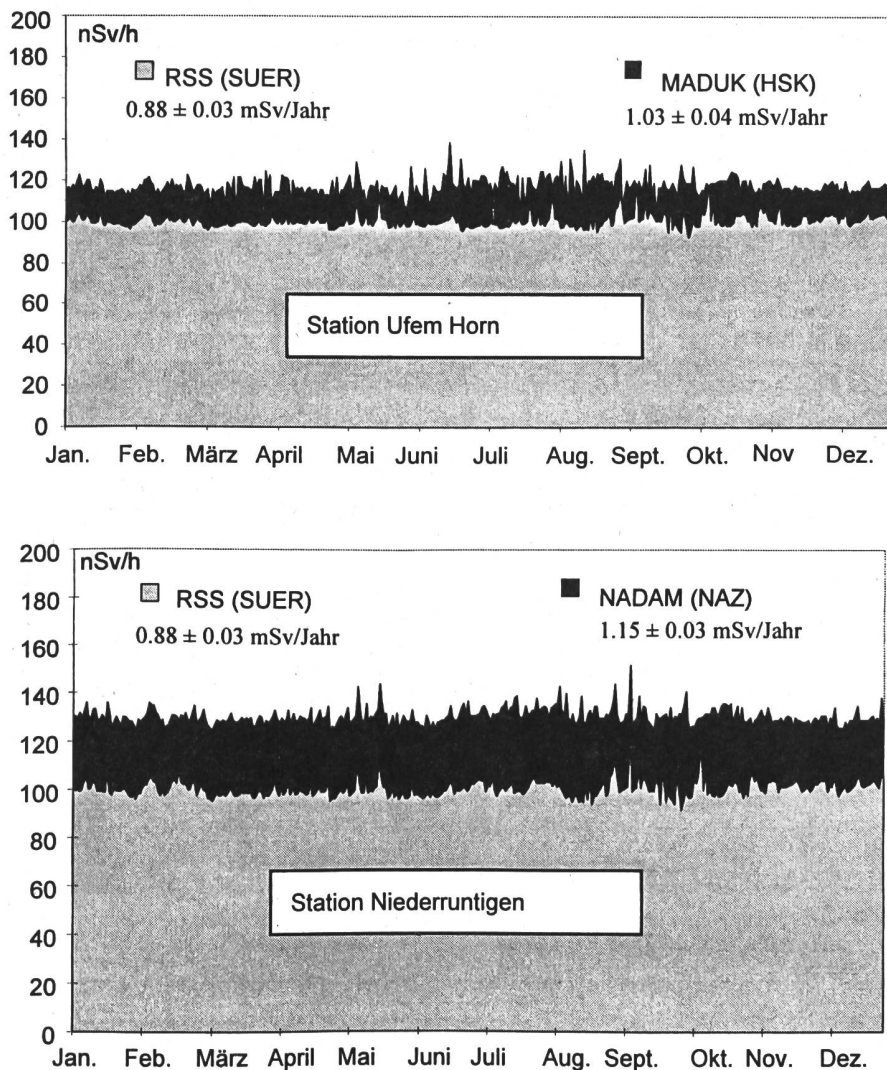
Tabelle 1 Ortsdosisleistung 1994

Gamma-Strahlung (inkl. nat. Untergrund von 0.7 - 1.2 mSv/Jahr)

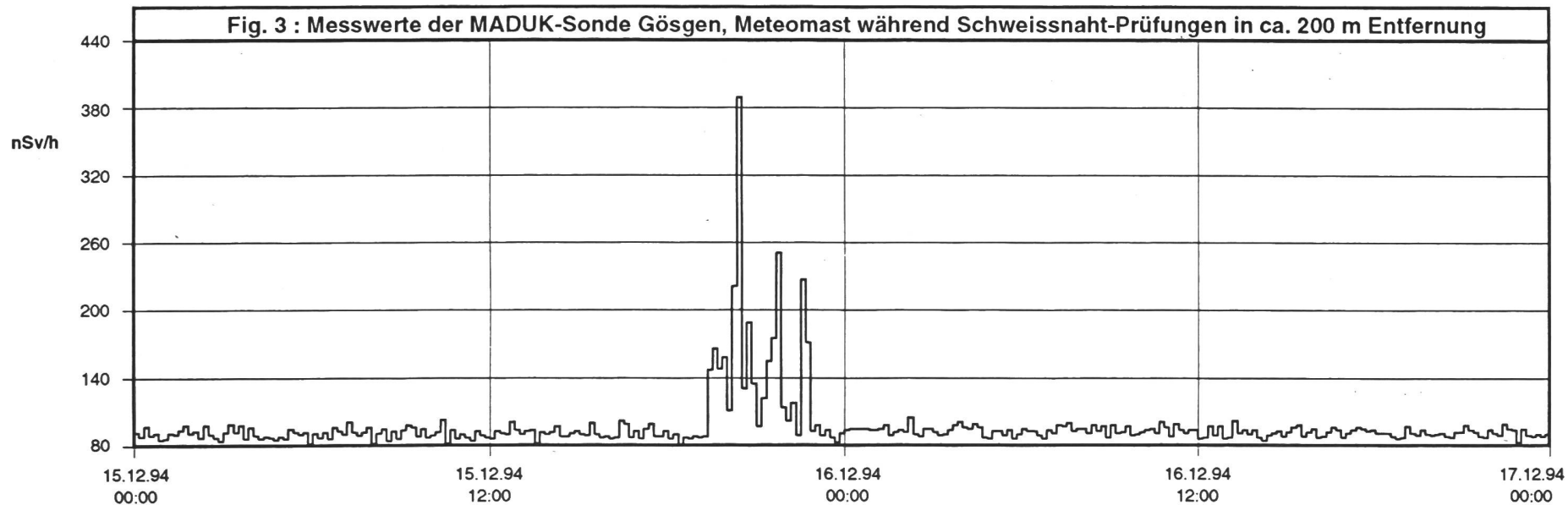
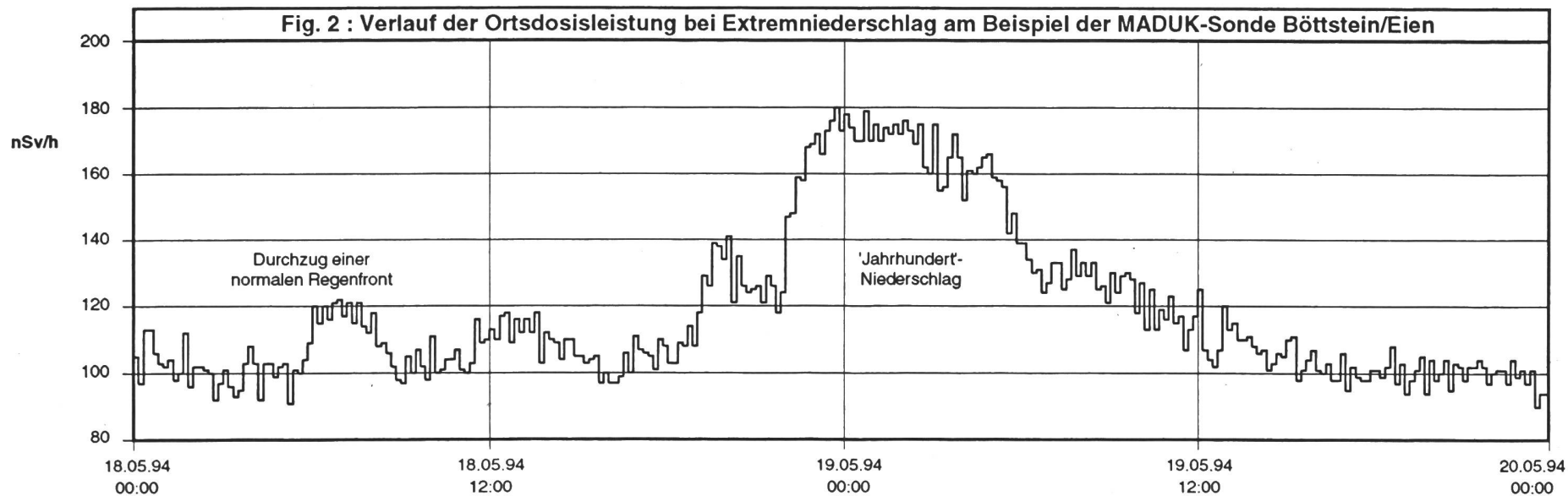
Wertebereich	mSv/Jahr	KKL	KKM	KKB/PSI	KKG
TLD (SUER)		0.57 - 0.72	0.80 - 0.99	0.66 - 0.70	0.62 - 0.75
TLD (KKW)		0.67 - 0.90	0.73 - 0.92	0.56 - 0.80	0.60 - 0.76
RSS-Messfahrten (SUER/HSK)		0.59 - 0.88	0.72 - 1.38	0.67 - 0.87	0.64 - 0.88
Mittelwerte	mSv/Jahr	KKL	KKM	KKB/PSI	KKG
MADUK (HSK)		0.85±0.03	0.90±0.03	0.85 / 0.89	0.83±0.03
NADAM (NAZ)		0.98 ± 0.03	1.15 ± 0.03	1.02 / 1.14	0.95 ± 0.03
Maximalwerte am Zaun					
mSv/Jahr		3.17	2.18	0.87 / 2.74	0.74

Die automatischen ODL-Messnetze mit Datenfernübertragung NADAM für die Gesamtschweiz und MADUK für die KKW-Umgebung betrieben durch die NAZ bzw. durch die HSK sind heute die wichtigsten Mittel zur Ortsdosisleistungsüberwachung. Der Verlauf ihrer Tagesmittelwerte ist mit dem der Ionisationskammer (RSS) in Fig. 1 verglichen.

Figur 1: Tagesmittelwerte der Ortsdosisleistung in der Umgebung von Mühleberg
(Messung SUER / HSK / NAZ)



Der natürliche Schwankungsbereich der Dosisleistung an den Standorten aller MADUK-Sonden des Messnetzes zur Automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke im Monat Februar 1994 ist im entsprechenden Kapitel des letztjährigen Berichtes aufgeführt. Der Wertebereich ist auch für die andern Monate typisch. Während der sehr starken und andauernden Regenfälle vom 18./19. Mai 1994 lagen die Dosisleistungswerte bei allen MADUK-Standorten oberhalb dieses Bereiches : In Figur 2 ist beispielhaft der Verlauf der Dosisleistung, die um bis zu 180 nSv/h erhöht war, von der Maduk-Sonde Böttstein/Eien dargestellt. In seltenen Fällen sind Dosisleistungserhöhungen festgestellt worden, die auf Manipulationen von Strahlenquellen zurückzuführen waren. Solche Ereignisse dauerten jeweils nur einige Stunden. So wurde zum Beispiel an der MADUK-Sonde Gösgen/Meteomast der in Figur 3 dargestellte Verlauf der Dosisleistung beobachtet. Diese Erhöhung war eindeutig auf Schweissnahtprüfungen mit einer Strahlenquelle in einem ca. 200 m entfernten Industriebetrieb zurückzuführen.



4.3. ENVIRONNEMENT DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES

Ch. Murith, A. Gurtner : Section de surveillance de la radioactivité, SUER
Office fédéral de la santé publique
Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

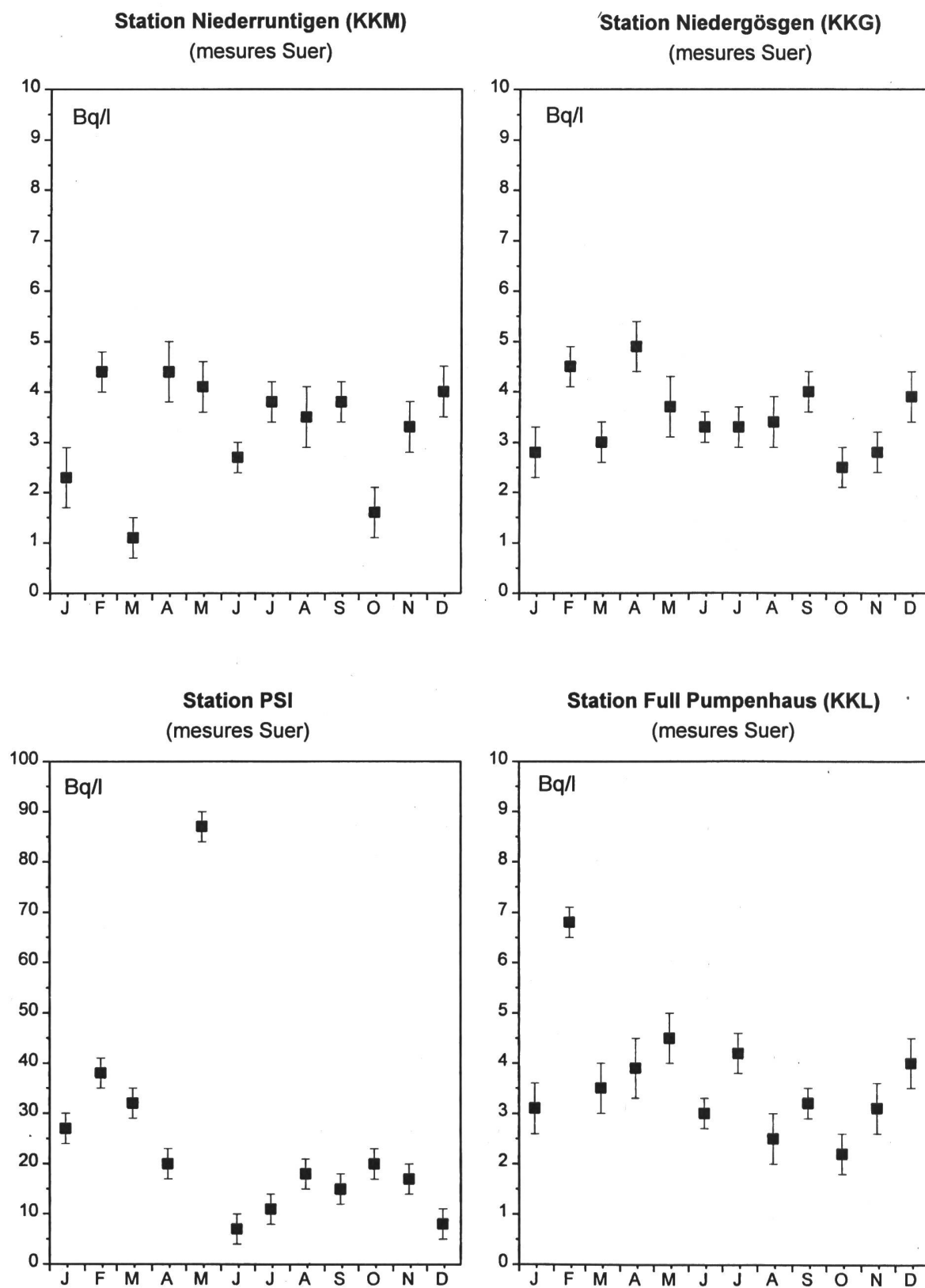
Résumé

Le fonctionnement des installations nucléaires suisses a entraîné en 1994 l'émission, après traitement et selon la législation en vigueur, d'effluents liquides et gazeux faiblement radioactifs. L'environnement est le récepteur de la radioactivité émise et également le vecteur des éléments radioactifs vers la population avoisinante. C'est pourquoi, l'OFSP coordonne dans un souci de protection des individus et de leur environnement, un nombre considérable de mesure de surveillance dans le voisinage de ces installations. Les contrôles de 1994 indiquent les traces habituellement décelables en raison du fonctionnement de ces installations, en particulier au niveau du cobalt-60 dans les rejets liquides et du carbone-14 dans les rejets atmosphériques. Les mesures effectuées en 1994 auprès des sites nucléaires suisses montrent que la radioactivité naturelle prédomine et confirment principalement dans le milieu terrestre que l'environnement reste avant tout marqué par le césium-137 de Tchernobyl et le strontium-90 des essais nucléaires.

4.3.1. Milieu atmosphérique (voir aussi chap. 3.1 et 3.2)

La surveillance de l'air et des précipitations effectuée en 1994 aux voisinages des installations nucléaires indique des concentrations comparables à celles enregistrées dans les stations de référence du nord des Alpes. Dans l'air, le beryllium-7 naturel produit en permanence par le rayonnement cosmique prédomine avec des concentrations qui s'échelonnent selon les saisons de 1 à 5 mBq/m³ auxquelles s'ajoutent celles du plomb-210. Au niveau artificiel, seules des traces sporadiques de césium-137 (jusqu'à 0.015 mBq/m³) témoignent encore de la remise en suspension dans l'air d'une partie de césium de Tchernobyl. Sinon, les concentrations artificielles gamma sont restées inférieures à la limite de détection de l'ordre de 0.002 mBq/m³. Le constat est identique dans les précipitations avec 400 à 2400 mBq/l de beryllium-7 et des concentrations artificielles inférieures à la limite de détection de l'ordre de 10 mBq/l. Depuis 1994 la teneur tritium est également examinée dans les précipitations. Cet émetteur bêta (période: 12.3 ans) de faible radiotoxicité n'entraîne qu'une exposition interne. Il a un très grand pouvoir de pénétration dans l'organisme, qui l'élimine rapidement dans sa quasi-totalité (période d'une dizaine de jours). Il est produit naturellement par les rayons cosmiques et a été injecté en quantités importantes dans la stratosphère à la suite des essais thermonucléaires. Il est aussi rejeté par les usines de retraitement de combustibles de la filière à eau légère et par l'industrie de peintures luminescentes. La figure 1 en présente le suivi mensuel auprès des installations nucléaires suisses et montre que des valeurs accrues sont observées auprès du PSI en raison du fonctionnement de la station d'incinération des déchets.

Fig. 1 Suivi mensuel du tritium dans les précipitations 1994



4.3.2. Milieu aquatique (voir aussi chap. 3.4 et chap. 3.10)

Dans le milieu aquatique, le fonctionnement de centrales nucléaires suisses se traduit par des effluents liquides, dont les traces sont avant tout mesurables dans les sédiments et les végétaux. Les nucléides rejetés peuvent atteindre l'homme par irradiation interne suite à l'utilisation de l'eau et à la consommation du poisson. Les échantillons d'eau prélevés dans l'Aar et le Rhin ainsi que dans la nappe phréatique auprès des centrales nucléaires n'ont indiqué aucune concentration tritium supérieure à la limite de détection de 10 Bq/l et aucune concentration gamma supérieure à la limite de détection de l'ordre du Bq/l pour les radionucléides artificiels. Concernant les poissons, seuls 2 échantillons ont montré un transfert de radionucléides artificiels. Il s'agit de traces de zinc-65 (1.2 ± 1.0 Bq/kg) dans une bondelle provenant de lac de Bienne en aval de Mühleberg et de césium-137 (1.2 ± 0.7 Bq/kg) dans un barbeau prélevé dans le Rhin 14 km en aval de Leibstadt. Contrairement au cobalt-60, cobalt-58 et zinc-65 qui constituent une empreinte des rejets liquides, le césium-137 peut en outre témoigner de l'accident de Tchernobyl et des essais nucléaires passés. Le tableau 1 indique les concentrations maximales enregistrées en 1994 dans les différents compartiments du milieu aquatique en aval des centrales nucléaires suisses. Les concentrations sont exprimées en Bq par kg de matière sèche.

Tableau 1: Concentrations maximales dans les compartiments du milieu aquatique (mesures EAWAG)

Compartiments		Radionucléides naturels			Radionucléides artificiels			
Sédiments (Bq/kg)		⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	⁶⁵ Zn	¹³⁷ Cs
KKB	(Klingnau)	430±25	45±5	25±2	< 2.9	2.9±0.2	< 0.4	9.7±0.8
KKG	(Aar)	430±30	48±8	25±3	< 0.3	1.3±0.3	< 0.6	3.8±0.8
KKL	(Rhin)	490±40	55±8	35±3	< 0.4	1.5±0.3	< 0.8	17±1
KKM	(Niederried)	450±40	55±15	37±5	< 0.6	68±3	12±2	17±1
Végétaux (Bq/kg)		⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	⁶⁵ Zn	¹³⁷ Cs
KKB	(Aar)	390±90	< 26	41±5	< 1.5	75±5	< 3.3	17±4
KKG	(Aar)	400±100	< 30	< 35	< 2.0	< 2.4	< 4.4	16±5
KKL	(Rhin)	470±70	50±40	25±10	8±3	85±5	< 2.9	26±4
KKM	(Niederried)	980±350	< 100	< 35	< 7.6	480±25	< 15	< 8
Poissons (Bq/kg)		⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	⁶⁵ Zn	¹³⁷ Cs
KKB	(Klingnau)	170±25	< 6	< 2	< 0.4	< 0.4	< 0.8	< 0.4
KKG	(Aar)	160±40	< 10	< 3	< 0.6	< 0.7	< 1.3	< 0.7
KKL	(Rhin)	120±20	< 5	< 2	< 0.4	< 0.3	< 0.7	1.2±0.7
KKM	(Lac de Bienne)	160±20	< 6	< 2	< 0.4	< 0.5	1.2±1.0	< 0.5

4.3.3. Milieu terrestre (voir aussi chap. 3.1 et 3.3)

Dans le milieu terrestre (herbe et sol), le fonctionnement des installations nucléaires suisses n'a indiqué aucune contamination attribuable à leurs rejets atmosphériques 1994. Cette surveillance ne signale d'autre part aucune accumulation des radionucléides de longue période. Les résultats rapportés dans le tableau 2 sont comparables à ceux enregistrés dans les échantillons du Plateau suisse, si l'on excepte les traces de cobalt-60 subsistant dans le proche voisinage de Mühleberg, qui témoignent encore du rejet des résines radioactives rejetées en automne 1986.

Tableau 2: Domaine des concentrations rapportées à la matière sèche dans le milieu terrestre (mesures IRA / PSI / SUER)

Herbe (Bq/kg)		⁷ Be	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
Voisinage	KKB	70-310	150-1500	--	--	1.2-4.4	--	< 2-4
Voisinage	PSI	90-570	900-1800	--	--	2.2-6.3	--	< 2-5
Voisinage	KKG	110-600	390-800	< 12-19	--	1.4-4.7	< 1.4	< 2
Voisinage	KKL	130-240	340-1800	< 20	--	4.1-7.5	< 2	< 2-7
Voisinage	KKM	170-560	530-900	< 12-19	--	2.6-3.8	< 1.4	< 2-5

Sol (0-5 dm: Bq/kg)		⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
Voisinage	KKB	430±50	30±10	--	--	1.5±0.2	< 10	40±10
Voisinage	PSI	420±50	40±10	--	--	3.2±0.3	< 10	20±10
Voisinage	KKG	330-420	25-30	24-30	< 0.6	2.4±0.2	0.7-1.2	23-47
Voisinage	KKL	370-450	25-30	22-30	< 0.6	2.3±0.3	0.7-1.1	20-31
Voisinage	KKM	600-670	20-30	29-32	< 0.8-3.5	2.5±0.3	0.6-4.5	10-51

La prédominance des concentrations naturelles se dégage en particulier pour le potassium-40. Concernant les injections artificielles, le rôle temporisateur du sol justifie qu'il représente un meilleur indicateur que l'herbe pour suivre l'évolution des contaminations et déceler une éventuelle accumulation à long terme. Si l'on excepte le voisinage de Mühleberg, le rapport moyen d'activité césium-137/césium-134, voisin de 32±5 dans les 5 premiers centimètres de sol des autres voisinages, traduit le dépôt Tchernobyl (rapport théorique actuel = $1.8 \cdot \exp(0.312 \cdot 8) = 22$) auquel s'ajoute la part césium-137 des essais nucléaires. L'affectation de certains sites du voisinage de la centrale de Mühleberg par les résines radioactives rejetées en 1986 est confirmée par un rapport correspondant de l'ordre de 14±4 (rapport théorique actuel = $0.8 \cdot \exp(0.312 \cdot 8) = 10$) et par les traces de cobalt-60. Le transfert sol-herbe apparaît faible au niveau du césium et inexistant pour le cobalt-60, alors que celui du strontium-90 des essais nucléaires se montre plus efficace. On peut donc s'attendre à une constatation analogue pour le transfert sol-denrées alimentaires.

4.3.4. Denrées alimentaires (voir aussi chap. 3.5)

Le contrôle de la chaîne alimentaire porte principalement sur le lait et les produits agricoles. Il se fait en étroite collaboration avec les laboratoires cantonaux. Il s'agit avant tout de garantir la sécurité de la population, en particulier au voisinage des installations nucléaires, du point de vue de l'irradiation interne suite à l'ingestion des radionucléides susceptibles d'être transférés dans la nourriture. Le tableau 3 donne un aperçu des résultats 1994. Les concentrations sont rapportées à la matière prête à la consommation.

Tableau 3: Les concentrations dans les denrées alimentaires du voisinage des installations nucléaires (mesures Lab. cant. AG / BE, IRA , SUER)

Lait (Bq/l)	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
Voisinage KKB	47-54	0.055-0.065	< 0.3	< 0.3
Voisinage KKG	44-51	0.073-0.096	< 0.3	< 0.3
Voisinage KKL	45-49	0.045-0.089	< 0.3	< 0.3
Voisinage KKM	42-44	0.07-0.08	< 0.5	< 0.5
Céréales (Bq/kg)	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
Voisinage KKB	112-122	0.35-0.40	< 0.6	< 0.6
Voisinage KKG	130±3	0.43±0.03	< 0.6	< 0.6
Voisinage KKL	109-130	0.40-0.54	< 0.6	< 0.6
Voisinage KKM	133±9	0.48±0.04	< 0.6	< 0.6

La prédominance du potassium-40 naturel se retrouve dans ces aliments de base. Parmi les radionucléides artificiels, seul le strontium-90 des essais nucléaires passés est partiellement transféré. Certains aliments dont la consommation est en général restreinte mettent néanmoins en évidence un transfert plus favorable des isotopes du césium. Il s'agit essentiellement d'espèces du milieu forestier comme les champignons, les baies et le gibier. Les mesures systématiques effectuées dans les aliments montrent que l'irradiation interne des personnes du voisinage des installations nucléaires suisses incombe principalement à l'incorporation des radionucléides naturels, qui représente en moyenne 0.4 mSv par an, dont 0.2 mSv/an provient du potassium-40. En comparaison l'irradiation interne annuelle consécutive aux rejets habituels des centrales nucléaires qui peuvent induire une augmentation de la concentration en carbone-14 dans les produits agricoles est environ 100 fois moindre.

4.3.5. Conclusions

Les doses d'irradiation de la population du voisinage des installations nucléaires suisses, imputables au fonctionnement de ces dernières sont restées en 1994 nettement inférieures à celles occasionnées par la radioactivité naturelle. Vu le faible impact des rejets de ces installations dans les milieux vecteurs de radioactivité, l'évaluation de la dose à la population avoisinante se base à priori sur les calculs pessimistes à partir des rejets effectifs. Les observations in situ et l'acquisition régulière des données sur les divers composants de l'environnement n'ont mis en évidence aucune anomalie pouvant être occultée par ce calcul compte tenu de la complexité du milieu récepteur. Pour 1994 toutes les installations nucléaires suisses ont respecté les taux d'émission maximaux de substances radioactives dans l'atmosphère et dans le cours d'eau fixés par le concept de la DSN. Sur cette base on peut affirmer que la dose annuelle d'une personne de la population avoisinante n'a pas dépassé la valeur tolérée selon ce concept, soit 0.2 mSv par an, qui représente approximativement la différence du rayonnement cosmique annuel entre Genève et Davos. En réalité, la dose effective en 1994 attribuable au fonctionnement des installations nucléaires est encore bien inférieure à cette valeur. En effet au niveau de l'irradiation interne, les répercussions des rejets annuels sont dominés par la dose supplémentaire due au carbone-14, surtout dans le voisinage du PSI et des réacteurs à eau bouillante (KKM et KKL), avec près de 0.001 mSv, soit un dixième de la dose attribuable à l'activité naturelle du carbone-14. Du point de vue de l'exposition ambiante, hormis le rayonnement direct (cf. 4.2.), seules les résines radioactives rejetées en 1986 à Mühleberg se répercutent encore en 1994 par une contribution voisine de 0.04 mSv pour un séjour permanent au point critique Ufem Horn. Un complément d'information se trouve dans le bilan des dix dernières années de surveillance [1]. Comparé aux autres contributions à l'exposition de la population, l'impact radiologique des installations nucléaires suisses ne porte raisonnablement aucun préjudice à la santé du point de vue de la radioprotection.

Nos remerciements s'adressent à tous les collaborateurs impliqués dans le programme de surveillance, aux exploitants, aux autorités locales et aux personnes privées, qui par leur disponibilité ont pu contribuer au bon déroulement de nos mesures ainsi qu'à Myriam Gobet pour le travail de dactylographie.

4.4. TRITIUM-ABFLUSSBILANZ IM AARE-EINZUGSGEBIET

H. Völkle Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUER),
Bundesamt für Gesundheitswesen, Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

4.4.1. Tritium-Emissionen

Von den Betrieben und Kernanlagen, die Tritium über Abluft und Abwasser an die Umwelt abgeben, liegen in der Schweiz die meisten im Einzugsgebiet der Aare, die bei Koblenz in den Rhein mündet. Es sind dies MB-Microtec AG in Niederwangen/BE, die Kernkraftwerke Mühleberg (KKM), Gösgen-Däniken (KKG) und Beznau (KKB) sowie das Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Villigen/AG. Die Tritiumabgaben des Kernkraftwerkes Leibstadt (KKL) gehen direkt in den Rhein, jene von RC Tritec AG (früher Radium-Chemie AG) in Teufen/AR über Sitter und Thur ebenfalls in den Rhein; lediglich die Tritiumabflüsse aus der Region La Chaux-de-Fonds fliessen über den Doubs nach Frankreich und gelangen letztlich via Saône und Rhone in das Mittelmeer. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch die Abgaben über die Abluft - sofern es sich um Tritium in Form von Wasserdampf (HTO) handelt - letztlich über die Niederschläge wieder ausgewaschen werden und ebenfalls über das Flusswasser abfliessen.

Tabelle 1: Tritium-Abgaben aus Betrieben im Aare-Rhein-Einzugsgebiet (siehe [1])

Anlage / Betrieb	1993		1994		Flusssystem
	Abwasser TBq/Jahr	Abluft TBq/Jahr	Abwasser TBq/Jahr	Abluft TBq/Jahr	
MB Microtec Niederwangen	0.005	16.7 (+)	0.010	18.0 (+)	Aare-Rhein
KKM Mühleberg/BE	0.3	(*)	0.2	(*)	Aare-Rhein
KKG Gösgen-Däniken/SO	13.0	(*)	11.0	(*)	Aare-Rhein
PSI Villigen/AG	0.026	2.23 (‡)	0.028	5.655 (†)	Aare-Rhein
KKB Beznau/AG	12.0	(*)	11.0	(*)	Aare-Rhein
KKL Leibstadt/AG	0.62	(*)	0.57	(*)	Rhein
RC Tritec AG Teufen/AR	0.012	11.3 (+)	0.013	10.4 (+)	Sitter-Thur-Rhein

(*) Schätzwert aufgrund der Reaktorleistung für alle Kernkraftwerke zusammen: 2 TBq/Jahr.

(+) nur HTO-Abgaben.

(‡) incl. Zwischenfälle mit Abgaben von 1.42 TBq

(†) incl. Zwischenfall mit einer Abgabe von 4.35 TBq.

Die für die Jahre 1993 und 1994 gemeldeten jährlichen Tritium-Abgaben über Abluft und Abwasser aus Betrieben und Kernanlagen im Einzugsgebiet von Aare und Rhein sind in der Tabelle 1 zusammengestellt [1]. Der Verlauf der Monats- bzw. Quartalswerte der entsprechenden Emissionen ist in den Fig. 1 bis 3 graphisch dargestellt. Die Tritium-Emissionen der

Fig. 1: Tritium-Emissionen mb Microtec Niederwangen/BE

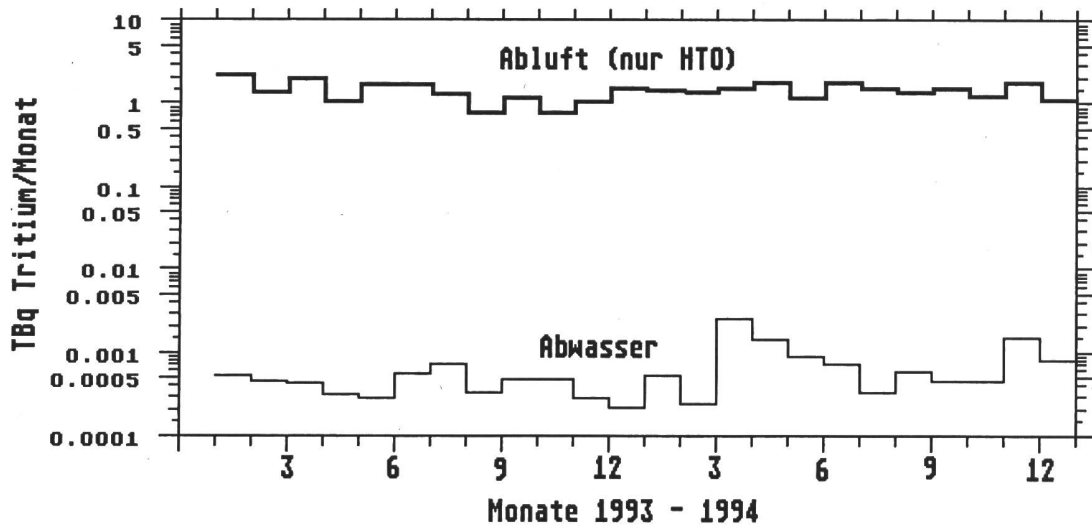


Fig. 2: Tritium-Emissionen von KKM, KKG und KKB über das Abwasser

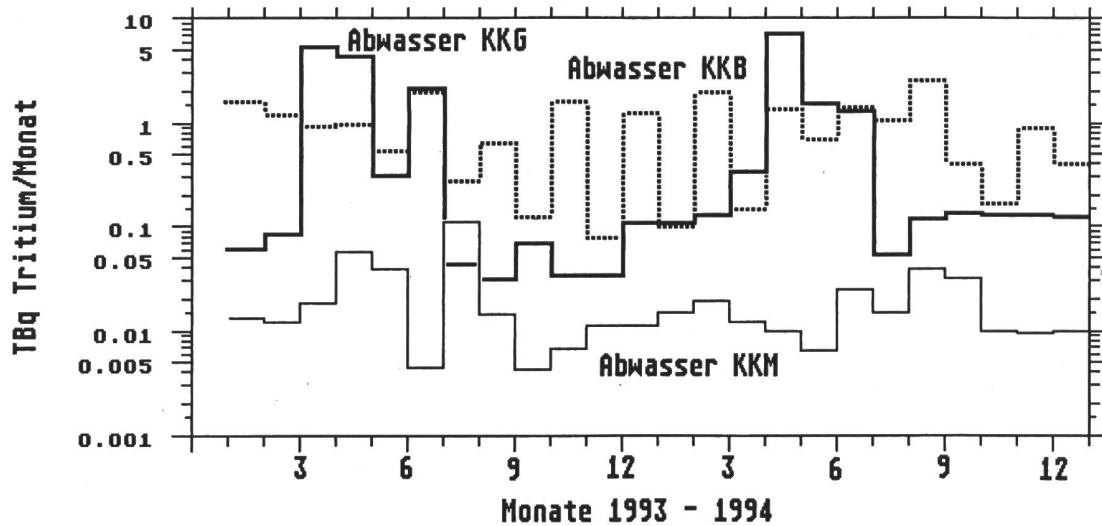
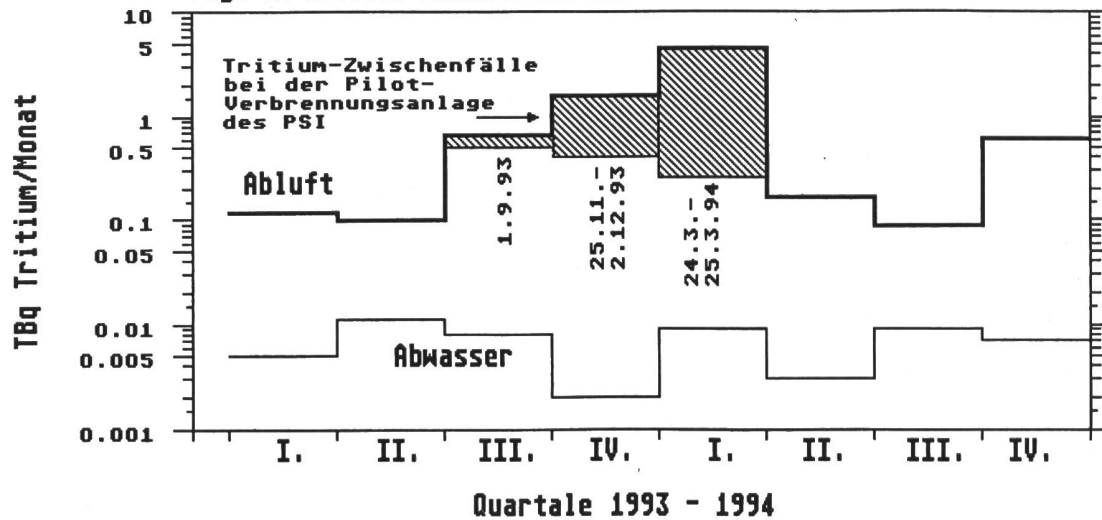


Fig. 3: Tritium-Emissionen des PSI



Kernkraftwerke über die Abluft werden nicht systematisch gemessen; sie sind jedoch proportional zur Reaktorleistung und dürften für die Schweizer Anlagen insgesamt etwa 2 TBq pro Jahr betragen.

In der Pilot-Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle des PSI ereigneten sich 1993 zwei und 1994 ein Zwischenfall, die zu erhöhten Tritiumabgaben über die Abluft an die Umwelt geführt haben: Am 1.9.93 mit 0.17 TBq, in der Woche vom 25.11. - 2.12.93 mit 1.25 TBq und am 24./25.3.95 mit 4.35 TBq. Ursache war die Verbrennung ungenügend deklarerter Tritiumabfälle aus Sammelaktionen des BAG (vergl. auch Kap. 4.1. in diesem Bericht). Der Beitrag dieser ungeplanten Abgaben ist auf der Fig. 3 schraffiert dargestellt.

4.4.2. Immissionsmessungen

In der Aare unterhalb Bern, d.h. beim Kühlwassereinlaufkanal des KKW Mühleberg, werden seit Juni 1994 wieder kontinuierlich Wasserproben für die Tritium-Bilanzierung der Aare entnommen. Da die Messserie nicht vollständig ist, können noch keine definitiven Schlüssen gezogen werden. Es scheint, dass an dieser Probenahmestelle, als provisorische Schätzung, knapp die Hälfte der Tritium-Abgaben von MB Microtec über die Abluft in Form von HTO bilanziert werden können.

Weitere systematische Tritium-Messungen an kontinuierlich gesammelten Wasserproben gibt es an der Aare nur an drei Stellen: (1) vor dem PSI, (2) zwischen PSI und KKB und (3) unterhalb des KKB (beim Stausee Klingnau). Die Messungen werden vom PSI durchgeführt. Die Erkennungsgrenze liegt bei 3 Bq/l. Die Ergebnisse sind auf der Fig. 4 dargestellt. Interessanterweise ist praktisch kein Unterschied zwischen den Proben von oberhalb und unterhalb von PSI bzw. KKB feststellbar. Die erhöhten Werte von März, April und Juni 1993 korrelieren mit den entsprechenden Abgaben des KKG über das Abwasser (Fig. 2). Die Spitzenwerte vom Januar 1994 können dagegen nicht mit einer erhöhten Abgabe in Einklang gebracht werden. Bei den erhöhten Abgaben des KKG im April-Juni 1994 ist die Übereinstimmung mit den Messungen in der Aare weniger eindeutig erkennbar.

Unter Benutzung der monatlichen Abflussmengen der Aare bei Brugg [2] kann eine Tritium-Abflussbilanz erstellt werden und den Tritium-Emissionen der Betriebe und Anlagen oberhalb dieser Probenahmestelle gegenübergestellt werden. Dieser Vergleich ist auf der Fig. 6 dargestellt. Es ergibt sich für die Probenahmestelle oberhalb des PSI für die zwei Jahre 1993 und 1994 eine Tritium-Abflussbilanz von 46 TBq, wenn man die Spitze vom Januar 1994 nicht dazu rechnet. Das sind 3/4 der Tritiumabgaben von MB Microtec, KKM und KKG im gleichen Zeitraum. Als Referenzwerte, d.h. als Nullwerte einer nicht durch Immissionen beeinflussten Probenahmestelle, wurden die Tritium-Messungen der Universität Bern [3] in der Aare bei Brienzwiler verwendet.

Die Niederschläge beim PSI werden monatlich auf Tritium untersucht; jene aus der Nähe des KKB ebenfalls monatlich seit Sommer 1994. Die Messwerte sind auf Fig. 5 dargestellt. Die Messung erfolgt ebenfalls durch das PSI mit einer Erkennungsgrenze von 3 Bq/l. Mit Ausnahme der Spitze vom Mai 1994, für die keine Erklärung gefunden werden konnte, zeigen sich erhöhte Werte im III. Quartal 1993 und im I. Quartal 1994, also während der Zeit, als die erhöhten Tritium-Freisetzungen bei der Verbrennungsanlage des PSI stattfanden.

Fig. 4: Tritium im Aarewasser vor und nach PSI/KKB

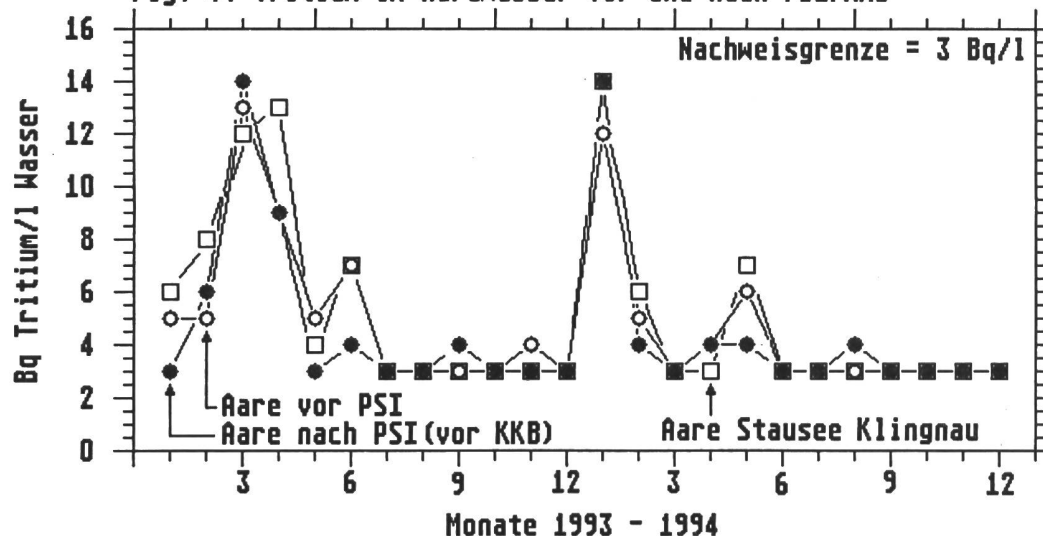


Fig. 5: Tritium im Regen bei PSI und KKB

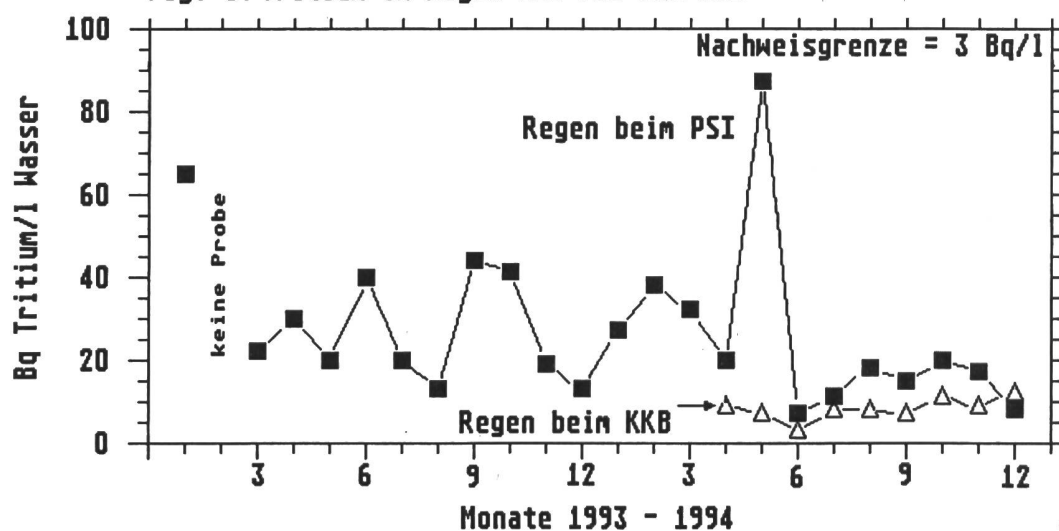
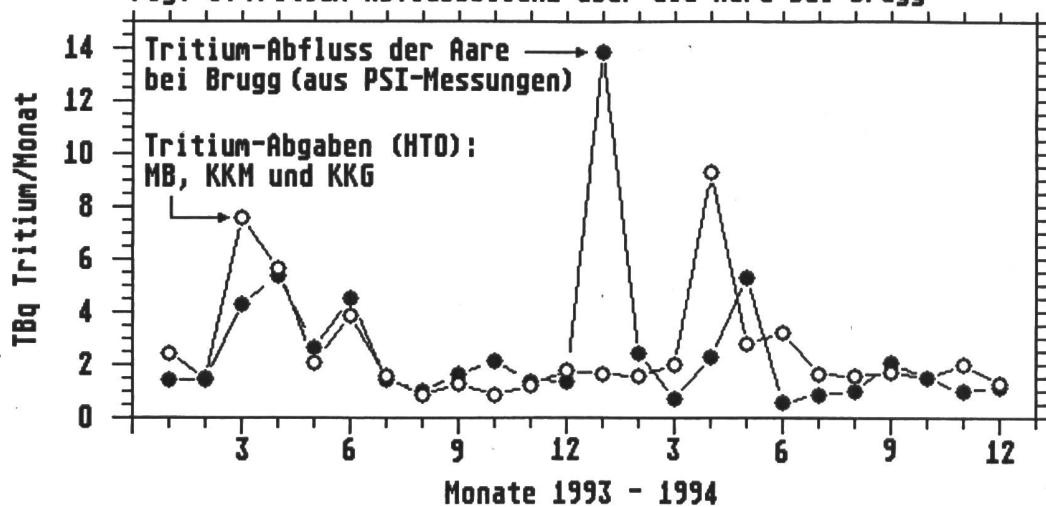


Fig. 6: Tritium-Abflussbilanz über die Aare bei Brugg



4.4.3. Radiologische Auswirkungen

Obwohl diese Tritium-Immissionen angesichts des heute tiefen weltweiten Tritiumpegels in Niederschlägen und Gewässern deutlich messbar sind, sind die radiologischen Auswirkungen vernachlässigbar. Der Immissionsgrenzwert LE/50 für öffentlich zugängliche Gewässer beträgt gemäss StSV (Art. 102) 12'000 Bq/l, jener für die Luft (CA/300) 1700 Bq/m³. Die ausschliessliche Verwendung des Regenwasser der Probenahmestelle beim PSI als Trinkwasser (2.2 Liter/Tag) hätte eine jährliche Ingestionsdosis von 0.0004 mSv zur Folge. Zu ähnlichen Dosiswerten kommt man, wenn annimmt, eine Person halte sich dauernd im Freien an dieser Stelle auf und nehme Tritium aus der Luftfeuchte durch die Atmung auf. Im Körperwasser dieser Person wird dann bereits nach wenigen Tagen die gleiche spezifische Tritiumaktivität sein, wie in der Luftfeuchte, bzw. im Regen- und Oberflächenwasser und in den Pflanzen an dieser Stelle.

Für den Zwischenfall bei der Verbrennungsanlage des PSI vom März 1995 wurde von der HSK für den maximalen Aufpunkt eine konservative Dosisabschätzung durchgeführt und ergab 0.005 mSv.

Die Tritium-Werte im Niederschlag beim PSI sind von derselben Grössenordnung wie jene in der Stadt Bern und sind deutlich niedriger als jene aus der Nahumgebung von MB Microtec in Niederwangen/BE (bis einige Hundert Bq/l) bzw. RC Tritec in Teufen/AR (bis einige Tausend Bq/l).

4.4.4. Schlussfolgerungen

Aus der Sicht des Strahlenschutzes sind keine weitere Massnahmen erforderlich, es sein denn eine bessere und lückenlosere Deklaration aller zur Verbrennung beim PSI angelieferten Abfälle. Für die Umweltüberwachung, insbesondere zur Bilanzierung des Tritium-Abflusses über die Aare wären kontinuierliche Probenahmestelle bei Brugg (d.h. unterhalb KKG, aber oberhalb PSI und KKB) sowie vor der Aaremündung in den Rhein zu empfehlen; eine weitere Stelle eventuelle im Rhein unterhalb Basel. Die monatlichen Tritiummessungen dieser Sammelproben sollten durch Low-Level-Labor durchgeführt werden.

4.4.5. Quellen:

- [1] Monats- und Quartalsberichte der Kernkraftwerke und des Paul-Scherrer-Institutes betreffend Emissions- und Umgebungsüberwachung, sowie Zusammenstellungen der SUVA über die Radioaktivitätsabgaben der Tritium-verarbeitenden Industriebetriebe.
- [2] Monatliche Abflussmengen der Aare bei Brugg, mitgeteilt durch die *Landeshydrologie und -Geologie* (Hr. Luder) des *Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft* (BUWAL) in Bern. (persönliche Mitteilung).
- [3] H. Schotterer: Tritium-Messungen in Niederschlägen und Flüssen durch die Universität Bern; (persönliche Mitteilung).
- [4] H. Völkle, A. Neu & S. Weimer: «Tritium aus industriellen Anwendungen in der Umwelt: Messungen in Süd-Deutschland und der Schweiz» in *StrahlenschutzPraxis* Nr. 3 (1995) pp. 30-35; Verlag TÜV-Rheinland; ISSN 0947-434X.

4.5. CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU CERN

M. Höfert et D. Wittekind

CERN, Commission TIS, Groupe Radioprotection, 1211 GENEVE 23

Le programme du contrôle de l'environnement autour du CERN a pour but de montrer que l'influence radiologique du fonctionnement des installations de l'Organisation sur l'environnement est soit non existante, soit faible en restant dans tous les cas en-dessous les normes qui se trouvent dans la législation de deux pays hôtes, la Suisse et la France. Le programme du contrôle est constamment adapté pour couvrir de nouvelles installations comme ISOLDE, le LEP et le futur LHC et suit également les évolutions dans le fonctionnement des accélérateurs existants.

Le programme actuel est résumé dans le tableau 1 et se divise en deux domaines distincts:

- Un contrôle de la radioactivité émise dans l'air et dans l'eau à partir de différentes installations du CERN situées sur les multiples sites de l'Organisation (émission).
- La mesure des rayonnements diffusés produits par l'exploitation des accélérateurs du CERN ainsi qu'une mesure de la radioactivité contenue dans différents échantillons prélevés dans l'environnement susceptible d'être influencés par le rayonnement ou la radioactivité produits par l'Organisation (immission).

Suite à la demande de l'Office fédéral de la santé publique, Division de la Radioprotection, Section de la Surveillance de la radioactivité à Fribourg les résultats des mesures ayant trait à la radioactivité dans l'environnement à partir des échantillons de l'eau et des sédiments dans les rivières au voisinage du CERN, dans la végétation ainsi que dans le vin récolté à proximité des installations de l'Organisation sont présentés dans les tableaux 2 à 5. D'autres mesures concernent la radioactivité dans les précipitations et dans l'eau potable (tableaux 6 et 7).

Le tableau 8 enfin contient les résultats des mesures des aérosols pour deux stations qui se trouvent à l'intérieur du site de Meyrin et loin des sites du CERN, chemin de Maisonnex, près de la cité de Meyrin. Les valeurs pour le ^7Be ont une importance particulière pour un laboratoire d'accélérateurs. Ce radionuclide est produit naturellement dans l'air dans des réactions de spallation de l'azote et de l'oxygène par le rayonnement cosmique mais le ^7Be est aussi formé artificiellement dans des réactions avec des faisceaux des particules de haute énergie. Sa présence typique peut donc être considérée comme un "leitfossil" pour le fonctionnement des accélérateurs du CERN. Une comparaison des résultats des deux stations montre que les variations dans les concentrations de ^7Be sont plutôt saisonnières et s'il y a une influence du CERN sur les quantités mesurées elle est faible.

Le rapport annuel du Groupe Radioprotection du CERN de 1994 contient plus de détails et peut être consulté¹⁾. Les rejets du CERN en 1994 et les doses qui en résultent pour la population se trouvent sur le tableau 9.

1) M. Höfert (editor), *Radiation Protection Group, Annual Report 1994, CERN/TIS-RP/95-04, 1995.*

PROGRAMME DU CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU CERN

Tableau 1a: Contrôle de l'émission

Objet de la mesure	MESURES					Nbre points	STATIONS DE CONTRÔLE / ECHANTILLONNAGE		
	Radiation Radioactivité	Fréquence	Temps après prélèvement	Unité	Instruments		Locations	Méthodes, Instruments	Préparation d'échantillons
1. Air /aérosol	β totale	2 x par mois	1 semaine	mBq /m ³	Compteur proportionnel à grande surface	15	PMV 11,31,51,61,70,72,73,74,170,801,819, 901,903,905,907, (70,819: ventilation circuit fermé)	Filtre en fibre de verre (Schleicher & Schüll, No 6, 20 cm Ø). Aérosols > 0.3µm	
	γ	1 x par mois			Détecteur Ge				
/gaz	β totale	continu		GBq	Chambre différentielle à ionisation	14	Puits de ventilation: BA3,5,85; Lab. Bât. 26; TT10,20,60,70; ACOL, BA7, PS, ISOLDE, LEP; PMVG31,51,819,11,26,801,72,73, 61,70,74,170,901,905		
2. Eau de surface, effluent liquide	γ totale	continu		Bq/l	Cristal de NaI (Tl)	1 1 3 1	Près du BA2 (PMW 21) Près du BA6 (PMW 62) Site Meyrin (PMW 101, 102, 103) Point 1 LEP (PMW 901)		
	β totale		1 semaine		Compteur proportionnel à grande surface	1 1 1 2 1 1	Site Prévessin-Le Lion (SWL2) Site Meyrin-Le Lion (SWL3) Site Prévessin-N.d'Avril (SWN1) Site Meyrin-N.d'Avril (SWN2, 3) LEP Point 1-N.d'Avril (SW901) Puits DP62 Bât. 513, ACOL (SWNA)	SEIN, échantillonneur automatique d'eau (5 cm ³ / 288 s)	évaporation de 4 l; 1 x par mois un échantillon mélangé est analysé
	γ	1 x par mois	Si l'act. β est > 0.37 Bq/l	Bq/l	Détecteur Ge				
	Tritium				Compt. à scintillation liquide				

PROGRAMME DU CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU CERN

Tableau 1b: Contrôle de l'immission

Objet de la mesure	MESURES					STATIONS DE CONTRÔLE / ÉCHANTILLONNAGE			
	Radiation Radioactivité	Fréquence des mesures	Temps après prélèvement	Unité	Instruments	Nbre points	Locations	Méthodes Instruments	Préparation d'échantillons
1. Rayonnement diffusé	γ totale n totale	continu		μSv	Chambre à ionisation (remplie avec argon). Compteur BF_3 + modérateur	39	26 près des clôtures ou à l'extérieur 13 sur les sites		
2. Air/aérosol	β totale γ	2 x par mois 1 x par mois	1 semaine	mBq/m^3	Compteur proportionnel à grande surface Décteur Ge	8	PMA 32, 71, 100, 126, 805, 821, 911, 951	Filtre en fibre de verre (Schleicher & Schüll, No 6, 20 cm Ø). Aérosols > 0.3 μm	
3. Eau potable et souterraine	γ totale	continu		Bq/l	Cristal de NaI(Tl)	1	Près du BA6 (PMW61)		
	β totale		1 semaine	Bq/l	Compteur proportionnel à grande surface	1	Site Meyrin - Peney (FWPE)		Évaporation de 4 l
	γ	1 x par an	Si l'act. β est > 0.37 Bq/l		Décteur Ge	1	Site Prévessin-Le Vengeron (FWVE)		
	Tritium				Compt. à scintillation liquide	1	Prévessin (UWPR)		
4. Précipitations	β totale		1 semaine	Bq/l et Bq/m ²	Compteur proportionnel à grande surface	1	Toit du bât. 24 RP (RWSS)	Collecteur 1 m ²	Évaporation de 4 l
	γ	1 x par mois	Si l'act. β est > 0.37 Bq/l		Décteur Ge	1	Toit du bât. 865 SPS (RWSF)	Collecteur 1 m ²	
	Tritium				Compt. à scintillation liquide				
5. Rivières	β totale	2 x par an	1 semaine	Bq/l	Compteur proportionnel à grande surface	1	Allondon (SWA1)		Évaporation de 4 l
	γ				Décteur Ge	1	Le Lion (SWL4)		
	Tritium				Compt. à scintillation liquide	1	La Versoix (SWV1)		
		1 x par an				1	Nant d'Avril (SWN4)		
6. Boue	β totale	2 x par an	1 semaine	Bq / kg poids sec	Compteur proportionnel à grande surface	1	Points LEP 1-8		Séchage
	γ				Décteur Ge	1	Allondon (MUA1)		
						1	Le Lion (MUL3)		
						1	La Versoix (MUV1)		
7. Herbes	β totale	1 x par an en juin	1 semaine	Bq / kg poids sec	Compteur proportionnel à grande surface	1	Nant d'Avril (MUN4)		Séchage
	γ				Décteur Ge	1	Nord-Ouest de AA (GRE2)		
						1	Nord-Est du BA7 (GRB4)		
						2	Site Meyrin BA6 (GRB3), PS (GRB1)		
8. Vin	γ	1 x par an		Bq/l	Décteur Ge	1	Zone Nord (GRN1)		Distillation
	Tritium				Compt. à scintillation liquide	1	Cessy, puits 5 LEP (GRC1)		
						1	Le Vengeron (GRVE)		
						1	Sud-Ouest du PS (WIS1)		

Tableau 2 : EAU DE SURFACE (RIVIERES)

1994 Date	Point de contrôle		Activité en Bq/l *)	
			Bêta totale	³ H
10.05	SWA1	Allondon	0.087	< 7.7
27.10	SWA1	Allondon	0.10	< 7.7
10.05	SWL4	Le Lion	0.085	< 7.7
27.10	SWL4	Le Lion	0.069	< 7.7
10.05	SWN4	Nant d'Avril	0.14	< 7.7
27.10	SWN4	Nant d'Avril	0.11	< 7.7
10.05	SWV1	La Versoix	0.050	< 7.7
27.10	SWV1	La Versoix	0.052	< 7.7

*) Limite de détection pour ³H.

Tableau 3 : SEDIMENTS (RIVIERES)

1994 Date	Point de contrôle		Activité en Bq/kg poids sec			
			Bêta totale	⁴⁰ K	⁷ Be	¹³⁷ Cs
10.05	MUA1	Allondon	550	290	2.5	2.2
27.10	MUA1	Allondon	460	260	4.2	1.9
10.05	MUL3	Le Lion	410	250	6.9	2.4
27.10	MUL3	Le Lion	320	230	11.0	2.8
10.05	MUN4	Nant d'Avril	450	120	23.0	3.2
27.10	MUN4	Nant d'Avril	590	330	13.0	2.5
10.05	MUV1	La Versoix	530	390	-	4.6
27.10	MUV1	La Versoix	460	330	6.3	3.9

Limite de détection en Bq/kg poids sec: ⁷Be: 3.8, ⁴⁰K: 3.5, ⁵⁴Mn: 0.44, ⁵⁸Co: 0.44,
⁶⁰Co: 0.41, ⁶⁵Zn: 0.92, ¹³⁴Cs: 0.41, ¹³⁷Cs: 0.47.

Note : Les échantillons sont pris deux fois par an.

Tableau 4 : VEGETATION

1994 Date	Point de contrôle		Activité en Bq/kg poids sec		
			⁴⁰ K	⁷ Be	¹³⁷ Cs
08.06	GRC1	Cessy point 5 du LEP	930	350	-
08.06	GRB3	Site Meyrin New Isolde	740	180	4.7
08.06	GRB1	Site Meyrin PS	570	120	-
08.06	GRB4	SW du BA7	500	240	-
08.06	GRK6	NW de AA	560	180	1.3
10.06	GRN1	Zone Nord	480	110	0.95
13.06	GRVE	Le Vengeron (échantillon de référence)	490	200	0.95

Limite de détection en Bq/kg poids sec: ⁷Be: 20, ⁴⁰K: 18, ⁵⁴Mn: 2.3, ⁵⁸Co: 2.3,
⁶⁰Co: 2.1, ⁶⁵Zn: 4.7, ¹³⁴Cs: 2.1, ¹³⁷Cs: 2.4.

Tableau 5 : VIN BLANC

1994			Activité en Bq/l		
Année	Point de contrôle		⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	³ H
1993	WIS1	400 m SO du PS	10	-	< 10

Limite de détection en Bq/l : ³H: 10, ⁴⁰K: 4.1, ⁷Be: 5.2, ¹³⁴Cs: 0.56, ¹³⁷Cs: 0.68.

Note : Les échantillons des tableaux 4 et 5 sont pris une fois par an.

Tableau 6 : PRECIPITATIONS

Point de contrôle : RWSS Site Meyrin, sur le toit du bâtiment 24

1994			Activité		
Mois	Précipitations	Bêta totale		³ H	
	l/m ²	Bq/l	Bq/ m ²	Bq/l	Bq/ m ²
1	71.3	0.017	1.2	< 7.7	<552
2	61.8	0.047	2.9	"	<480
3	21.4	0.067	1.4	"	<160
4	80.6	0.042	3.4	"	<620
5	101.1	0.07	7.1	"	<780
6	35.0	0.04	1.4	"	<270
7	25.0	0.16	3.9	"	<190
8	45.0	0.12	5.4	"	<350
9	190.5	0.046	8.8	"	<1500
10	88.0	0.10	8.8	"	<680
11	70.0	0.022	1.5	"	<540
12	105.0	0.046	4.8	"	<810
Total	894.7		51.0		< 6900

Limite de détection en Bq/l : ³H: 7.7, ⁷Be: 5.2, ⁵⁴Mn: 0.58, ⁵⁸Co: 0.57, ⁶⁰Co: 0.53,
⁶⁵Zn: 1.2, ¹³⁴Cs: 0.56, ¹³⁷Cs: 0.68.

Note : Entonnoir 1 m².

Tableau 7 : EAU POTABLE (FW) ET EAU SOUTERRAINE (UW)

1994 Date	Point de contrôle		Activité en Bq/l	
			Bêta totale	³ H
04.08	FWPE	Site Meyrin - Peney	0.17	< 7.7
04.08	FWVE	Prévessin - Vengeron	0.074	< 7.7
04.08	UWPR	Prévessin, fontaine	0.11	< 7.7
30.08	UWSG	St-Genis, fontaine	< 0.02	< 7.7
04.08	UWVX	Versonnex, fontaine	< 0.033	< 7.7

Tableau 8 : MONITEURS AEROSOL

1994 Date	Points de contrôle					
	Quantité d'air en 1000 m ³	Site Meyrin		LEP 1, chemin de Maisonnex		
		Activité en mBq/m ³		Quantité d'air en 1000 m ³	Activité en mBq/m ³	
		Bêta totale	⁷ Be		Bêta totale	⁷ Be
1a	10.1	0.19		-	-	
1b	8.9	0.34	2.1	-	-	
2a	9.6	0.38		-	-	
2b	9.8	0.49	3.1	-	-	
3a	7.3	0.34		6.5	0.37	
3b	13.8	0.29	3.9	12.6	0.26	3.3
4a	13.1	0.19		12.5	0.22	
4b	10.3	-	2.8	10.1	-	2.7
5a	11.7	0.38		10.2	0.36	
5b	10.6	-	5.0	10.1	-	3.9
6a	12.1	-		10.7	-	
6b	11.7	0.71	7.0	10.5	0.71	5.6
7a	8.8	1.2		10.7	0.89	
7b	15.3	0.59	9.3	10.6	-	7.1
8a	10.1	0.97		8.6	0.98	
8b	12.0	0.61	9.4	10.7	0.54	6.7
9a	11.4	0.42		9.9	0.43	
9b	11.1	0.49	6.5	12.6	0.56	4.3
10a	8.4	0.89		8.9	0.84	
10b	11.3	0.55	5.3	10.3	0.55	4.4
11a	14.0	0.34		12.4	0.37	
11b	11.0	0.71	2.9	9.3	-	2.8
12a	10.6	0.43		8.9	0.42	
12b	12.1	0.38	2.7	11.6	0.37	2.6

Limite de détection en mBq/m³ : ⁷Be: 0.15, ⁵⁴Mn: 0.015, ⁵⁸Co: 0.016, ⁶⁰Co: 0.014,

⁶⁵Zn: 0.032, ¹³⁴Cs: 0.015, ¹³⁷Cs: 0.017.

Note : Filtres changés deux fois par mois, les mesures de l'activité bêta totale sont effectuées 7 jours après la prise de l'échantillon.

**Tableau 9: REJETS DU CERN ET IMPACTE RADIOLOGIQUE
SUR L'ENVIRONNEMENT EN 1994**

Voie de rejet:	Limites annuelles §):	Rejets en 1994:
1) Rayonnements directs:	$H^*(10) = 1.5 \text{ mSv}^{1) \dagger)}$ $E = 0.3 \text{ mSv}^{1) \dagger)}$	$H^*(10) < 0.6 \text{ mSv}^{\dagger)}$ $E < 0.3 \text{ mSv}^{\dagger)}$
2) Rejets gazeux annuels:	$E = 0.2 \text{ mSv}^{\dagger)}$	$E = 0.09 \text{ mSv}^{\dagger)}$
Gaz ($T_{1/2} < 1$ jour)	40 TBq ^{#)}	15.4 TBq ^{#)}
Tritium gazeux	4 TBq	0.001 TBq
Aérosol: Be-7	400 GBq	0.19 GBq
Aérosols β/γ ($T_{1/2} > 1$ jours)	40 GBq	0.005 GBq
Aérosols α	40 kBq	---
3) Rejets liquides annuels:	$E = 0.2 \text{ mSv}^{\dagger)}$	$E = 0.00023 \text{ mSv}^{\dagger)}$
Tritium	4 TBq	0.0005 TBq
Be-7	400 GBq	---
Autres β/γ ($T_{1/2} > 1$ jours)	40 GBq	0.04 GBq

1) Manuel de Radioprotection CERN 1995 (en préparation)

2) Estimation selon M. Höfert et D. Wittekind, FS-94-71-T, page 560

§) Selon CERN-Guidelines (1987)

†) Dose ambiante (locale)

‡) Dose effective (des personnes de la population)

#) TBq (Tera-Bq) = 10^{12} Bq; GBq (Giga-Bq) = 10^9 Bq; kBq (kilo-Bq) = 10^3 Bq.