

Zeitschrift: Radioaktivität der Umwelt in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement en Suisse = Radioattività dell'ambiente in Svizzera

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheitswesen, Abteilung Strahlenschutz

Band: - (1991)

Rubrik: Ueberwachung der Kernkraftwerke : Emissionen und Immissionen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 26.04.2025

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

4. UEBERWACHUNG DER KERNKRAFTWERKE: EMISSIONEN UND IMMISSIONEN

F. Cartier, A. Leupin, J. Schuler, W. Baur
Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK, BEW
Ch. Murith
Sektion Ueberwachung der Radioaktivität SUER, BAG

Zusammenfassung

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft der Kernkraftwerke Beznau (KKB), Gösgen (KKG), Leibstadt (KKL) und Mühleberg (KKM) sowie des Paul Scherrer Instituts (PSI) lagen deutlich unterhalb der auferlegten Limiten. Die aus den Emissionen errechneten Jahresdosen für Personen der Bevölkerung liegen weit unterhalb des Dosisrichtwertes von 0.2 mSv pro Jahr für Emissionen.

Die wichtigsten Ausbreitungspfade von radioaktiven Stoffen in der Umgebung sind im Rahmen des permanenten Probenahme- und Messprogrammes überwacht worden. In den kontinuierlich erhobenen Aerosol, Regenwasser- und Flusswasserproben sowie in den Stichproben von Erde, Gras, Milch, Getreide, Kartoffeln und Trinkwasser konnten keine Radionuklide festgestellt werden, die für das Jahr 1991 auf Emissionen aus den Kernanlagen hinweisen. In einer Fischprobe aus dem Stausee Niederried wurden Spuren von Zn-65 nachgewiesen; die daraus berechnete Personendosis ist kleiner als 1% des oben angegebenen Dosisrichtwertes. In einigen Sedimentproben aus der Aare und dem Rhein sind wie in den Vorjahren Spuren von Co-58, Co-60, Mn-54 und in einigen Wasserpflanzenproben zusätzlich Zn-65 und I-131 gemessen worden.

Die Ueberwachung der Ortsdosisleistung in der Umgebung zeigte unmittelbar ausserhalb der Umzäunung erhöhte Werte durch Direktstrahlung: bei den Siedewasserreaktoren KKL und KKM aus dem Maschinenhaus oder andern Anlageteilen. Beim PSI sind auch Beiträge aus den Abfallagern des Bundes und beim PSI-West zusätzlich durch Neutronen-Streustrahlung der Beschleuniger zu erwähnen, wo bedingt durch die Strahlleistungserhöhung bis zur Entfernung von einigen hundert Metern gegenüber den Vorjahren deutlich höhere Werte auftraten. Im Bereich der Direktstrahlung wohnen nur beim PSI einzelne Personen. für sie muss unter konservativen Annahmen mit Personendosen von bis zu 0.03 mSv gerechnet werden. Im Jahre 1991 wurde sowohl beim Paul Scherrer Institut wie bei den schweizerischen Kernanlagen der quellenbezogene Dosisrichtwert für die Umgebungsbevölkerung von 0.3 mSv (Emissionen und Direktstrahlung) pro Kalenderjahr durch externe und interne Strahlung nicht überschritten.

4.1. Emissionen aus den Kernanlagen im Jahr 1991 (Tabelle 4a bis d)

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft und die daraus für die Umgebungsbevölkerung errechneten Personendosis im Jahre 1991 ist für die Kernkraftwerke in Tabelle 4a und für das PSI in Tabelle 4b zusammengestellt.

Nuklidspezifische Angaben über die Abgaben sind den Tabellen 4c und 4d zu entnehmen. Hinweise über die Berechnungsart und Definitionen sind in den Fussnoten zu diesen Tabellen zu finden. Die Abgaben der Kernkraftwerke und der Kernanlage Lucens liegen durchwegs im Bereich des Vorjahres.

Die errechneten Jahresdosis für Erwachsene wie für Kleinkinder (Alter 1 Jahr) der Umgebungsbevölkerung liegen bei allen Anlagen weit unterhalb des Dosisrichtwertes von 0.2 mSv pro Jahr. Sie ist kleiner 0.006 mSv beim KKB, <0.017 mSv beim KKM, <0.004 mSv beim KKG, <0.009 mSv beim KKL und kleiner 0.005 mSv beim PSI. Der Wert beim KKM wird dominiert (0.012 mSv) durch am Boden abgelagerte Aerosolen, die im Jahre 1986 in die Umgebung gelangten (29. KUER-Bericht) und bei in-situ-Gammaspektrometrie-Messungen (Kapitel 4.3) auch nachgewiesen werden. Demgegenüber ist der Dosisbeitrag durch Aerosolabgaben im Jahre 1991 vernachlässigbar und liegt in der Grössenordnung der andern schweizerischen Kernkraftwerke.

Ergänzend muss bemerkt werden, dass für das PSI die Ausbreitungsfaktoren für die einzelnen Abgabestellen im Rahmen einer vorbereiteten Revision des Abgabereglementes neu berechnet wurden (HSK-Aktennotiz 02/157). Da die Immissionsgebiete von PSI-Ost und -West nicht zusammenfallen sind die wichtigsten Abgabestellen in Tabelle 4b separat aufgeführt.

4.2. Ortsdosisleistung in der Umgebung der Kernanlagen im Jahr 1991 (Tabelle 4e und f, Figur 4.2)

Die Ueberwachung der externen Strahlung in der Umgebung der Kernanlagen erfolgt mit

- TL-Dosimetern (für Gamma-Strahlung) der Werke und der SUER (bis 40 Stellen in der Umgebung und zusätzlich ca 20 Stellen entlang der Umzäunung). Beim PSI-West werden zusätzlich Neutronendosimeter eingesetzt.
- Ionisationskammern, die an 1 bis 2 Stellen pro Werk die Gamma-Ortsdosisleistung kontinuierlich registrieren. Pro Werk ist zusätzlich eine NADAM Sonde in Betrieb.
- jährlich einer Messfahrt mit Ionisationskammern in die Nahumgebung von jedem Werk.
- in-situ-Messungen mit einem tragbaren Germaniumdetektor (siehe Kapitel 4.3).

Entlang der Umzäunung der Kernanlagen sind am meistbetroffenen Ort folgende Netto-Ortsdosen im Jahre 1991 bestimmt worden: KKB und KKG <0.05 mSv; KKL 1.8 mSv; KKM 1.5 mSv; PSI 2.9 mSv. Die Werte liegen alle unterhalb der Limite von 0.1 mSv pro Woche respektive 5 mSv pro Jahr. Diese Ortsdosiserhöhungen ergeben sich durch Direktstrahlung aus dem Maschinenhaus oder andern Anlageteilen bei den Siedewasserreaktoren KKL und KKM sowie aus den Abfallagern des Bundes beim PSI. Da in diesen Bereichen niemand wohnt und die Aufenthaltszeiten beim Spazieren, Fischen oder Arbeiten auf dem Feld kurz sind, betragen die akkumulierten Personendosen nur ein Bruchteil der gemessenen jährlichen Ortsdosen am Zaun.

Beim PSI-West sind zusätzlich bis zu Entfernungen von einigen hundert Metern deutlich höhere Neutronen-Ortsdosen gegenüber den Vorjahren gemessen worden (Tabelle 4e). Dies ist eine Folge der Strahlleistungserhöhung der Beschleuniger und der damit zusammenhängenden grösseren Neutronen-Streustrahlung. In diesem Bereich wohnen einzelne Personen. Für sie muss unter konservativen Annahmen mit Personendosen von bis zu 0.03 mSv gerechnet werden.

Aufgrund der Gamma-Dosimeter, die quartalsweise ausgewertet werden, lässt sich schliessen, dass die berechneten zusätzlichen jährlichen Netto-Dosen durch allfälliger Abgaben der Kernkraftwerke oder des Paul-Scherer-Institutes kleiner als 0.05 mSv waren. Mit den berechneten Netto-Dosen lässt sich im Jahre 1991 weder der Beitrag von Tschernobyl erkennen noch die Bodenstrahlung durch die Aerosol-Ablagerungen in der Umgebung des KKM im Jahr 1986 aufzeigen. Tabelle 4f dokumentiert die Ergebnisse der Messfahrten mit den Ionisationskammern. Die Dosisleistungen liegen im Wertebereich der natürlichen Strahlung mit Ausnahme der Messpunkte im Bereich der Direktstrahlung beim KKM. Die resultierende Personendosis an diesen Orten bleibt unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeit klein.

In Figur 4.2 sind die kontinuierlichen Messungen der Ortsdosisleistung in der Umgebung der Kernkraftwerke dargestellt. Die 14-Tage-Mittelwerte von "Ufem Horn" lassen nur noch tendenziell eine Ortsdosisleistungserhöhung erkennen, die bei den in-situ-Gammaspektrometrie Daten in Kapitel 4.3 näher diskutiert wird. Bei den Daten Niedergösgen, Wasserkraftwerk-Beznau, Leibstadt-Full und -Chlämme sind Tagesmittel aufgetragen. Sie zeigen die witterungsbedingte Variation der natürlichen Strahlung. Die Tagesmittelwerte sind aus ein-Minuten-Messwerten, die im Jahre 1991 nie auf erhöhte Aktivitätsabgaben der Kernanlagen hinwiesen, berechnet worden.

Tabelle 4 a: Zusammenstellung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung für das Jahr 1991 und die daraus resultierende Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung.
(Fussnoten am Ende der Tabellen).

Anlage	Medium	Art der Abgaben	Abgabelimiten (gem. Reglement) ¹⁾	Tatsächliche Abgaben ¹⁾ ,	Berechnete Jahresdosis ²⁾	
			Bq/Jahr	Bq/Jahr	Erwachsener Sv/Jahr	Kleinkind Sv/Jahr
KKB 1 und KKB 2	Abwasser (58000 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ³⁾	3,7E+11	4,3E+09	1,9E-07	1,9E-08
		Tritium	7,4E+13	8,9E+12	<1,0E-08	<1,0E-08
	Abluft	Edelgase (Xe-133-aeq.) ⁴⁾	1,1E+15	1,5E+14 (4,6E+13)	4,5E-07	4,5E-07
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage)	5,6E+09	1,8E+06	1,2E-08	1,2E-08
		Jod-131 ⁶⁾	3,7E+09	1,5E+07	<1,0E-08	3,5E-08
		Kohlenstoff-14 ⁷⁾	--	4,0E+10	1,1E-06	5,3E-06
KKM	Abwasser (8121 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ³⁾	3,7E+11	2,0E+09	4,0E-07	5,7E-08
		Tritium	1,9E+13	3,8E+11	<1,0E-08	<1,0E-08
	Abluft	Edelgase (Xe-133-aeq.) ⁴⁾	1,1E+16	1,6E+13 (4,4E+12)	<1,0E-08	<1,0E-08
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage)	1,9E+10	7,8E+07	1,5E-05	1,3E-05
		Jod-131 ⁶⁾	1,9E+10	1,8E+07	<1,0E-08	<1,0E-08
		Kohlenstoff-14 ⁷⁾	--	2,0E+11	6,8E-07	3,2E-06
KKG	Abwasser (8315 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ³⁾	1,9E+11	1,4E+06	<1,0E-08	<1,0E-08
		Tritium	7,4E+13	1,2E+13	1,3E-08	1,7E-08
	Abluft	Edelgase (Xe-133-aeq.) ⁴⁾	1,1E+15	5,1E+12 (5,1E+12)	<1,0E-08	<1,0E-08
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage)	9,3E+09	1,3E+06	<1,0E-08	<1,0E-08
		Jod-131 ⁶⁾	7,4E+09	--	--	--
		Kohlenstoff-14 ⁷⁾	--	1,0E+11	6,8E-07	3,2E-06
KKL	Abwasser (21379 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ³⁾	3,7E+11	2,4E+08	<1,0E-08	<1,0E-08
		Tritium	1,9E+13	8,1E+11	<1,0E-08	<1,0E-08
	Abluft	Edelgase (Xe-133-aeq.) ⁴⁾	2,2E+15	1,4E+14 (3,8E+13)	7,7E-08	7,7E-08
		Aerosole ⁵⁾ (ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage)	1,9E+10	7,1E+06	<1,0E-08	<1,0E-08
		Jod-131 ⁶⁾	1,9E+10	1,0E+09	6,4E-08	4,2E-07
		Kohlenstoff-14 ⁷⁾	--	3,4E+11	1,8E-06	8,3E-06

Tabelle 4b: Zusammenfassung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung für das Jahr 1991 und die daraus resultierende Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung
(Fussnoten am Ende der Tabelle)

Anlage	Medium	Art der Abgaben	Abgabelimiten ¹⁾			Tatsächliche Abgaben ¹⁾ ,			Berechnete Jahresdosis ²⁾						
			Bq/Jahr			Bq/Jahr			Erwachsene Sv/Jahr			Kleinkinder Sv/Jahr			
PSI- OST	Abwasser (20270 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ³⁾	2,0E+11			9,2E+08			<1,0E-08			<1,0E-08			
		Tritium	2,0E+13			8,0E+11			<1,0E-08			<1,0E-08			
	Abluft		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	
		Edelgase/Gase (Ar-41-aeq.) ⁴⁾	--	4,0E+12	5,0E+11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (ohne Jod, Halbwertszeit>8 Tage)	1,0E+10	1,0E+09	1,0E+08	9,8E+04	1,1E+08	--	<1,0E-08	1,5E-06	--	<1,0E-08	1,6E-06	--	
		α-Aerosole	3,0E+08	5,0E+07	2,0E+06	--	1,0E+06	--	--	1,3E-07	--	--	3,4E-07	--	
		Jod (I-131-aeq.) ⁶⁾	3,0E+10	2,0E+09	2,0E+08	3,0E+09 (3,1E+09)	8,0E+07 (9,9E+07)	1,8E+04 (1,8E+04)	1,0E-07	1,2E-07	<1,0E-08	5,8E-07	3,6E-07	<1,0E-08	
		Tritium ⁸⁾	--	4,0E+12	2,0E+12	5,7E+10	3,2E+10	1,1E+12	<1,0E-08	<1,0E-08	4,5E-07	<1,0E-08	2,5E-08	1,3E-06	
	PSI- WEST	Abwasser (32,5 m ³)	Nuklidgemisch (ohne Tritium) ³⁾	2,0E+09			1,6E+05			<1,0E-08			<1,0E-08		
			Tritium	2,0E+11			2,9E+07			<1,0E-08			<1,0E-08		
Abluft			Hochka- min-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	Hochka- min-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	Hochka- min-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	Hochka- min-West	Doppel- kamin	Uebrig- e-West	
		Edelgase/Gase (Ar-41-aeq.) ⁴⁾	2,0E+14	5,0E+12	2,0E+12	5,6E+12 (6,2E+12)	4,2E+11 (4,3E+11)	3,4E+10 (3,6E+10)	4,4E-07	2,3E-07	5,7E-08	4,4E-07	2,3E-07	5,7E-08	
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (ohne Jod und Be-7, T _{1/2} >8 Tage)	2,0E+08	5,0E+07	2,0E+08	6,2E+06	4,1E+04	7,3E+03	} 1,5E-08	<1,0E-08	<1,0E-08	} 3,2E-08	<1,0E-08	1,8E-08	
		β/γ-Aerosole ⁵⁾ (8 Std.,<Halbwertszeit<8 Tage)	1,0E+11	--	--	3,8E+08	2,5E+06	3,4E+06							
		Jod (I-131-aeq.) ⁶⁾	2,0E+09	5,0E+08	1,0E+08	8,1E+08 (2,2E+09)	1,2E+08 (3,6E+08)	--	1,4E-07	6,8E-08	--	6,2E-07	4,4E-07	--	
Tritium ⁸⁾	6,0E+13	--	2,0E+12	3,0E+09	--	1,6E+11	<1,0E-08	--	3,0E-07	<1,0E-08	--	9,0E-07			

Tabelle 4 c: Flüssige Abgaben der Kernanlagen an die Aare und den Rhein, 1991

Rejets liquides des installations nucléaires dans l'Aar et le Rhin, 1991

(Bq/Jahr; $1E + 12 = 10^{12}$)

(Fussnoten am Ende der Tabellen)

Isotop Isotope	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
H - 3	8.9E + 12	1.2E + 13	8.1E + 11	3.8E + 11	8.0E + 11
Na - 22					4.4E + 7
S - 35					1.2E + 7
Cr - 51	9.3E + 7		4.8E + 7	4.1E + 9	
Mn - 54	5.3E + 8		3.6E + 7	1.1E + 8	7.5E + 7
Fe - 59	2.6E + 6				3.8E + 6
Co - 56					3.0E + 6
Co - 57	4.1E + 7				1.1E + 8
Co - 58	1.3E + 10		1.1E + 7	1.1E + 9	2.8E + 7
Co - 60	1.3E + 10	1.0E + 7	3.2E + 8	8.6E + 9	9.1E + 7
Zn - 65			1.1E + 9	2.6E + 9	4.1E + 6
Se - 75					8.9E + 5
Rb - 83					9.0E + 5
Sr - 89				2.3E + 8	
Sr - 90	1.6E + 7			1.6E + 7	6.9E + 7
Y - 90				1.6 E + 7	
Nb - 95	1.3E + 7	5.2E + 4			
Mo - 99				1.5E + 7	2.4E + 7
Tc - 99m				1.8E + 7	
Ru - 103	7.7E + 6		2.6E + 6		
Ag - 110m	1.3E + 7				
Sb - 122	1.5E + 8				
Sb - 124	1.2E + 9	4.8E + 5			6.3E + 6
Sb - 125	4.0E + 8		1.3E + 7		2.4E + 7
Te - 121					1.6E + 5
Te - 121m					2.3E + 5
Te - 123m					5.7E + 4
I - 125					8.1E + 7
I - 131	1.9E + 8		1.0E + 8	8.9E + 6	1.2E + 7
I - 133	9.2E + 7			1.7E + 7	
Cs - 134	1.2E + 9		1.6E + 6	8.2E + 8	7.0E + 7
Cs - 137	5.5E + 9	1.2E + 6	9.3E + 6	1.8E + 9	2.2E + 8
Ba - 133					4.9E + 6
La - 140	2.8E + 6				
Alpha					
Pu -239/Am-241					1.2E + 6
U -234/U -238					1.6E + 6
Cm - 244					3.6E + 4
Pu -239/Pu-240					2.2E + 6
Total Bq/Jahr ³⁾ (ohne Tritium)	4.3E + 9	1.4E + 6	2.4E + 8	2.0E + 9	9.2E + 8

Tabelle 4 d: Gasförmige Abgaben der Kernanlagen, 1991

Rejets gazeux des installations nucléaires, 1991 (Bq/Jahr)

(Fussnoten am Ende der Tabellen)

Isotop Isotope	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
Gase / Edelgase ⁴⁾					
H - 3 (HTO)					1.4E + 12
C - 11					2.0E + 12
C - 14 ⁷⁾	4.0E + 10	1.0E + 11	3.4E + 11	2.0E + 11	
N - 13					1.6E + 12
O - 15					2.9E + 12
Ar - 41				1.9E + 10	7.3E + 11
Kr - 85m	4.2E + 11		5.6E + 10	2.0E + 11	
Kr - 87			4.8E + 10	1.9E + 9	
Kr - 88			4.4E + 10	1.2E + 11	
Xe - 122					1.4E + 11
Xe - 123					3.5E + 11
Xe - 125					1.7E + 11
Xe - 127					3.4E + 10
Xe - 131m				2.6E + 9	
Xe - 133	7.8E + 12		2.9E + 12	5.1E + 11	
Xe - 135	6.9E + 12		5.2E + 12	1.0E + 11	
Xe - 135m			3.6E + 12	2.2E + 11	
Xe - 137				1.0E + 11	
Xe - 138			1.4E + 12	7.4E + 10	
Xe - 133 aeq.		5.1E + 12		2.6E + 10	
Andere	1.4E + 12				
Total Xe-133 aeq. ⁴⁾	1.5E + 14	5.1E + 12	1.4E + 14	1.6E + 13	-
Total Ar-41 aeq. ⁴⁾	-	-	-	-	6.1E + 12
Radio-Jod ⁶⁾					
I - 122					1.2E + 11
I - 123					6.3E + 10
I - 124					1.0E + 7
I - 125					1.3E + 9
I - 126					3.1E + 7
I - 131	1.5E + 7		1.0E + 9	1.8E + 7	2.3E + 9
I - 133	1.0E + 7				
Total Radiojod ⁶⁾	1.5E + 7	< 4E + 6	1.0E + 9	1.8E + 7	4.0E + 9

Zu Tabelle 4 d:

Isotop Istotope	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
Aerosole 5)					
Be - 7					5.3E + 6
Na - 24					1.6E + 6
Cl - 38					5.2E + 9
Cl - 39					9.3E + 8
S - 38					1.8E + 8
Cr - 51			4.1E + 5		
Mn - 54			7.0E + 5		
Fe - 59			5.6E + 4	3.4E + 4	
Co - 58			1.4E + 5		7.8E + 3
Co - 60	9.0E + 5	1.2E + 6	2.5E + 6	2.6E + 6	1.2E + 5
Zn - 65			6.7E + 5	2.7E + 4	1.0E + 7
Se - 75					2.6E + 5
Br - 82					6.4E + 7
Sr - 89				6.6E + 7	
Sr - 90				1.6E + 6	
Zr - 95			3.1E + 5		
Nb - 95		4.1E + 3	4.1E + 5		
Mo - 99					2.5E + 4
Ru - 103			3.4E + 5		2.9E + 4
Ru/Rh-106					1.9E + 6
Ag - 110m					9.2E + 6
Sb - 125		9.3E + 2			5.6E + 5
Te - 121					2.1E + 7
Te - 121m					2.3E + 7
Te - 123m					5.1E + 6
Te - 125m					1.6E + 7
Cs - 134				2.5E + 5	3.0E + 6
Cs - 137	9.0E + 5	6.3E + 3		1.9E + 6	2.4E + 7
Ba - 140		1.9E + 4	1.2E + 6	5.5E + 6	
La - 140		6.3E + 3	3.5E + 6		
Ce - 141			3.3E + 5		
Au - 192					1.2E + 8
Hg - 192					9.1E + 7
Hg - 193m					5.7E + 7
Hg - 195					2.5E + 8
Hg - 195 m					5.5E + 6
Hg - 197 m					1.1E + 7
Hg - 203					7.9E + 5
Po - 210					1.0E + 6
Total Aerosole 5)	1.8E + 6	1.3E + 6	7.1E + 6	7.8E + 7	1.2E + 8

Zu Tabelle 4 d:

Isotop Istotope	Beznau	Gösgen	Leibstadt	Mühleberg	PSI
Aerosole ⁵⁾					
Be - 7					5.3E + 6
Na - 24					1.6E + 6
Cl - 38					5.2E + 9
Cl - 39					9.3E + 8
S - 38					1.8E + 8
Cr - 51			4.1E + 5		
Mn - 54			7.0E + 5		
Fe - 59			5.6E + 4	3.4E + 4	
Co - 58			1.4E + 5		7.8E + 3
Co - 60	9.0E + 5	1.2E + 6	2.5E + 6	2.6E + 6	1.2E + 5
Zn - 65			6.7E + 5	2.7E + 4	1.0E + 7
Se - 75					2.6E + 5
Br - 82					6.4E + 7
Sr - 89				6.6E + 7	
Sr - 90				1.6E + 6	
Zr - 95			3.1E + 5		
Nb - 95		4.1E + 3	4.1E + 5		
Mo - 99					2.5E + 4
Ru - 103			3.4E + 5		2.9E + 4
Ru/Rh-106					1.9E + 6
Ag - 110m					9.2E + 6
Sb - 125		9.3E + 2			5.6E + 5
Te - 121					2.1E + 7
Te - 121m					2.3E + 7
Te - 123m					5.1E + 6
Te - 125m					1.6E + 7
Cs - 134				2.5E + 5	3.0E + 6
Cs - 137	9.0E + 5	6.3E + 3		1.9E + 6	2.4E + 7
Ba - 140		1.9E + 4	1.2E + 6	5.5E + 6	
La - 140		6.3E + 3	3.5E + 6		
Ce - 141			3.3E + 5		
Au - 192					1.2E + 8
Hg - 192					9.1E + 7
Hg - 193m					5.7E + 7
Hg - 195					2.5E + 8
Hg - 195 m					5.5E + 6
Hg - 197 m					1.1E + 7
Hg - 203					7.9E + 5
Po - 210					1.0E + 6
Total Aerosole ⁵⁾	1.8E + 6	1.3E + 6	7.1E + 6	7.8E + 7	1.2E + 8

Tabelle 4 e: Neutronen-Dosen in der Umgebung des PSI-West im Jahre 1991

Ort/Gebäude ¹⁾	Neutronen-Dosen (μSv)					
	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	Summe	Netto ²⁾
PSI-Süd (350m; 100°)	15	9	11	20	55	28
Tüeliboden (400m; 310°)	13	9	9	16	47	20
Förderband (700m; 210°)	15	8	14	14	51	24
Scheune Schödler (200m; 270°)	21	18	19	70	128	101
Gästehaus (250m; 20°)	18	8	13	24	63	36
Villigen (1300m; 210°)	9	8	7	10	34	--

1) In Klammern Distanz und Richtung vom Beschleuniger (Nord = 0°, Ost = 90°)

2) Angegeben werden Werte, die im Jahr mindestens 20 μSv über dem Vergleichswert von Gebenstorf (27 μSv) liegen.

Fussnoten zu Tabelle 4

- 1) "Reglement über die Abgaben radioaktiver Stoffe aus dem Kernkraftwerk ... und über die Umgebungsüberwachung". Die Abgabelimiten werden so festgelegt, dass die radiologische Belastung der kritischen Bevölkerungsgruppe in der Umgebung unter 0.2 mSv/Jahr bleibt. Die Messung der Abgaben erfolgt nach den Erfordernissen des Reglementes und nach Weisungen der HSK. Die Messgenauigkeit beträgt ca. $\pm 50\%$.
Beim PSI ist eine Revision des Abgabereglementes in Vorbereitung, die dabei vorgeschlagenen Abgabelimiten sind hier bereits aufgeführt (Stand Ende 1991).
Beim PSI fallen unter "Uebrig-Ost" folgende Abgabestellen mit geringer Emmissionshöhe: Saphir, Proteus, Radioaktiv-Abfalllabor und Chemie-Labor Ost und unter "Uebrig-West" Injektor II, Tritiumhütte und Montagerraum ATEC.
Bei einigen Stoffgruppen und Abgabestellen des PSI wird auf die Festlegung von Jahresabgabelimiten verzichtet, da auch bei dauernder Ausschöpfung der Kurzzeitabgabelimiten die resultierende Dosis unbedeutend klein ist.
- 2) Berechnete Jahresdosis (effektive Aequivalenzdosis) 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-08 Sv - entsprechend einer Dosis, die durch natürliche externe Strahlung in einigen Minuten akkumuliert wird - werden nicht angegeben.
- 3) Abwasserabgaben in Bq/Jahr normiert auf einen C_w -Wert von 10^{-4} Ci/m³ = $3,7 \cdot 10^6$ Bq/m³ nach SSVO.
- 4) Xenon-133-Aequivalente respektive Argon-41-Aequivalente beim PSI, berechnet durch gewichtete Summation der Abgaben sämtlicher Nuklide pro Jahr, wobei sich der Gewichtungsfaktor aus dem Verhältnis des Immersionsdosisfaktors des jeweiligen Nuklides zum Immersionsdosisfaktor von Xe-133 respektive Ar-41 ergibt. Um Vergleiche zu den letztjährigen Tabellen zu ermöglichen, sind in Klammern die Aequivalentabgaben gemäss Berechnung mit den C_a -Werten aus der SSVO angegeben.
Bei der Berechnung der Dosis durch Immersion wurden die Abschirmeffekte durch Aufenthalt in Häusern berücksichtigt. Für den Abschirmfaktor im Haus wurde 0.2 angesetzt, für die Aufenthaltszeit im Freien 40 Stunden pro Woche.
- 5) Die Dosisberechnung beruht auf der Annahme homogener Abgaben während des Jahres.
Der Beitrag der Immissionen längerlebiger Nuklide aus früheren Jahren durch Aerosol-Ablagerungen am Boden (Bodenstrahlung) und Aufnahme über die Nahrung zur Dosis des Berichtsjahres wurde berücksichtigt.
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) Jod-131-Aequivalente pro Jahr 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. Um Vergleiche zu den letztjährigen Tabellen zu ermöglichen, sind in Klammern die Aequivalentabgaben gemäss Berechnung mit C_a -Werten aus der SSVO angegeben.
Beim Jod wurde dieses Jahr neu auch Ingestion über Gemüse und Fleisch berücksichtigt. Dies ergibt gegenüber der reinen Milchingestion eine Erhöhung der Dosis um ca. einen Faktor 1.5 für Kleinkinder und einen Faktor 3 für Erwachsene.
- 7) 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.
- 8) Es wurde angenommen, dass das Tritium in der Abluft in der Form von tritiiertem Wasser (HTO) abgegeben wurde.

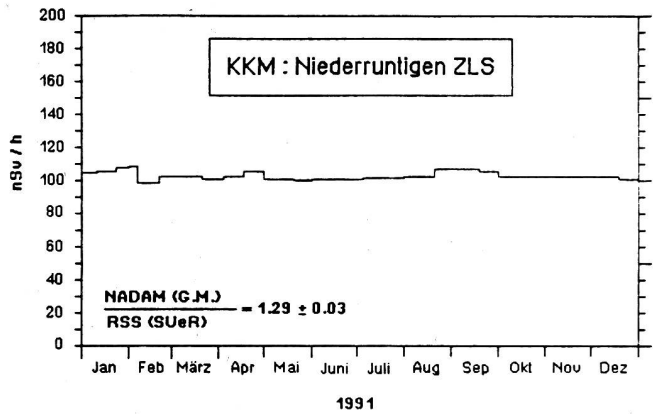
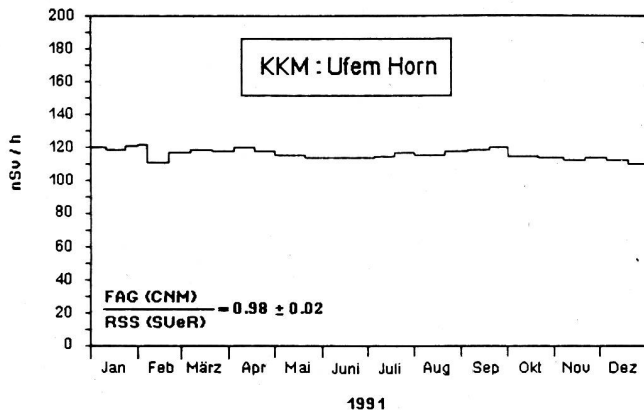
RSS-Messkampagnen in der Umgebung der schweizerischen Kernkraftwerke, 1991
Campagnes RSS dans le voisinage des centrales nucléaires suisses, 1991

Ort	CNM/KKM	1991 nSv/h	Ort	CNG/KKG	1991 nSv/h	Ort	CNB/KKB	1991 nSv/h	Ort	CNL/KKL	1991 nSv/h
Runtigerain Waldeingang *		103	Däniken Aarfeld		78	Hinter Rein, TLD 25		83	Full Ost, Wäldchen bei PSI-TLD 30		78
Runtigerain Vita-Parcour bei KÜER-TLD *		123	Däniken Walki		80	Villigen Basel, TLD 23		87	Full Juppen, bei KÜER-TLD		81
Runtigerain bei KKM-TLD 15 *		110	Dulliken Schachen, vis à vis Fa. NATECO		79	Villigen Appeli, Transp.-Mast, TLD 11		84	Full Dorf, Schulweg		84
Runtigerain beim Verbotsschild *		119	Dulliken Schachen, Kreuzweg		85	Villigen Ob. Chilen, Rebmatweg		81	Full Rüttistr. bei KKL-TLD 3		85
Ufen Horn beim Aerosolfilter		95	Dulliken Schachen, KKG-TLD 17		83	Villigen Chastel, TLD 13		83	Full Schützenhaus bei KÜER-TLD		83
Ufen Horn beim Schopf		110	Dulliken Schachen, bei Reservoir		81	Schmidberg TLD 15		81	Reuenthal Fischacker		79
Vordere Rewag Bohlweg		112	Ober-Gösigen Bollenfeld, KKG-TLD 10		87	Böttstein Lätten		96	Reuenthal Unteren-Tal		80
Hintere Rewag bei Pumpwerk		80	Ober-Gösigen Stöckenstrasse		91	Mandach Hinter Rei		101	Reuenthal Dorf, Talgasse bei KKL-TLD 9		80
Marfeldingen, KKM-TLD 30		97	Ober-Gösigen Aareufer, Trafostat. ATEL3		92	Böttstein Schnäggeberg		86	Reuenthal Ried nahe Umsetzer		79
Mühleberg, Kreuzung		95	Ober-Gösigen Gilgenhölzli		87	Böttstein Schlossgarten TLD 16		89	Leibstadt Strick		86
Gross-Mühleberg		97	Müldorf Auslauf-Bauwerk		79	Böttstein Flue, TLD 17		90	Leibstadt Fuerlängi		85
Stockeren, beim Umsetzer		82	Müldorf Schaltanlage 380 kV		79	Kleindöttingen Eien, TLD 18		90	Leibstadt Bäumlweg		80
Jaggisbach, nach Autobahn-Unterführung		93	Müldorf nahe Meteorgarten		83	Kleindöttingen Chessel, TLD 30		83	Leibstadt Bernau, Zoll		84
Oberei, Bus-Haltestelle		93	Niedergösigen Mehrzweckhalle		79	Kleindöttingen Stausee, Mast, TLD 31		83	Leibstadt bei Grundwassermesser		80
Fuchsenried, bei KKM-TLD 19		94	Niedergösigen Belchenstrasse		84	Leuggern Burten, TLD 32		86	Koblentz Härdli		77
Wasserkraftwerk		101	Buerwald Rainstrasse		76	Hettenschwil, neben Riegelhaus		88	Gippingen Feldegg		92
Äbnitacker		97	Aarau Schachen, bei KÜER-TLD		84	Leuggern Schulhaus		93	Hettenschwil, neben Riegelhaus		88
Salvisberg, vis à vis KÜER-TLD		99	Aarau Aareufer, Wiese vor Schwimmbad		85	Gippingen Feldegg		92	Leuggern Schulhaus		93
Frieswil		96	Unterentfelden		95	Koblentz Härdli		77	Leibstadt Rheinufer, Damm		83
Murzelen, KKM-TLD 24		92	Schönenwerd Riedbrunnen		94	Klingnau Hänger		96	Leibstadt Linden		78
Matzwil, Ob. Bannhubel		94	Schönenwerd Bergwald		95	Döttingen Usser Berg, Lustgarten		84	Leibstadt Wernet		92
Talmatt		86	Gretzenbach		81	Beznau KWK, TLD 12		83	Leibstadt Chalchbründli		93
Brättelen, Weekend Haus *		105	Däniken Oberdorf		88	Döttingen Bränthau, TLD 21		74	Leibstadt ARA		71
Buppen		91	Starrkirch-Wil, Maierhof (Olten)		93	Döttingen Öfelihau, TLD 5		81	Schwaderloch Im Sand		80
Oberruntigen		94	Olten Spital		88	Würenlingen südl. PSI, TLD 4		92	Schwaderloch Röm. Warte		90
Matzwil, Waldrand		95	Trimbach Grossfeld		100	Würenlingen Unterwald, TLD 8		76	Etzgen Weidhof, Pontonierhaus		87
Oltigen		88	Winznau Aareufer, Burmattstrasse		89	Untersiggenthal Schützenhaus		87	Etzgen Station, 100 m östlich		83
Golaten		85	Winznau Neufeld		89	Station Siggenthal, Steinbruch		77	Rheinsulz		76
Wilerau		88	Däniken Aarfeld, KANI-Leitung		77	Würenlingen Oberfeld, TLD 26		85	Mettan Metteberberg		95
Wileroltigen, bei ARA		78	Däniken Aarfeld, Geleiseweiche		82	Würenlingen Mänsenthal, TLD 27		90	Schiltegg		65
Niederruntigen, ZLS West		93	Däniken Aarfeld, ATEL-Versuchsgel.		81	Unterendingen Geren, TLD 28		94	Bossenhus Sägerei		91
Zufahrtsstrasse zum KKM *		120	Däniken Aarfeld		79	Döttingen Bard		90	Leibstadt Buechbrunnen		77

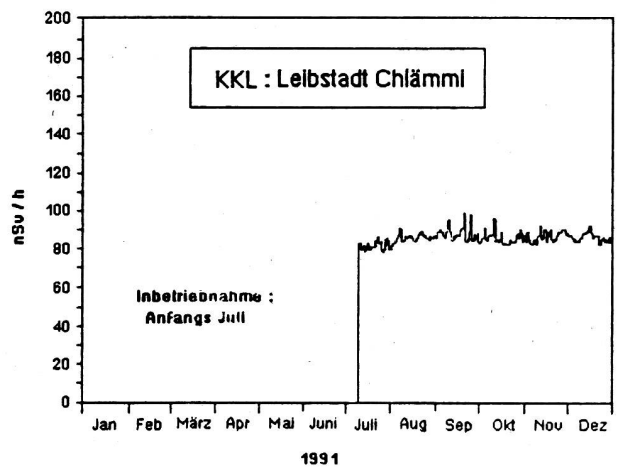
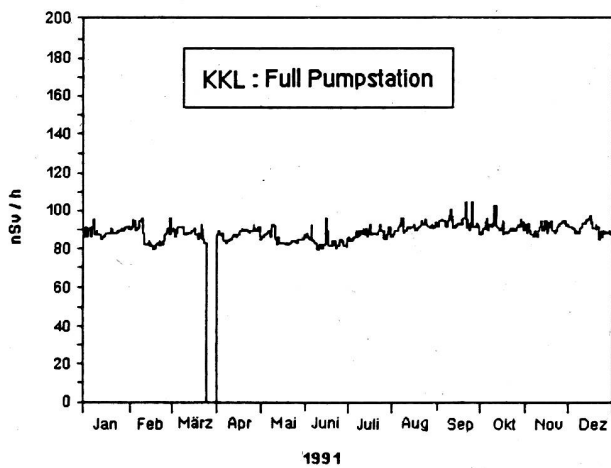
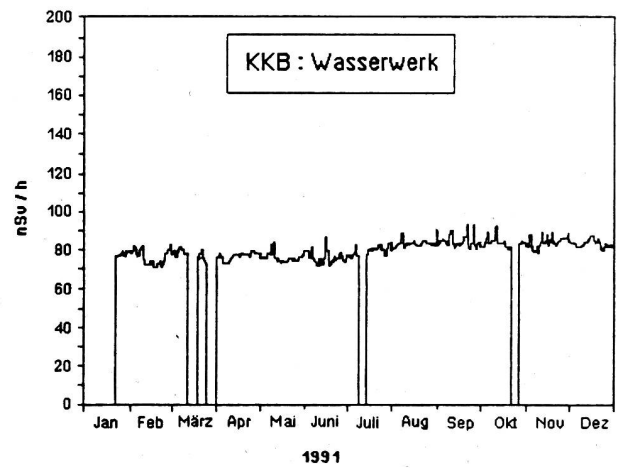
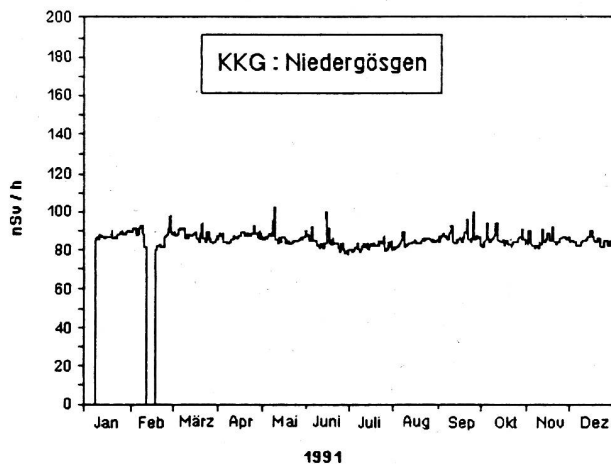
*) Points influencés par le rayonnement direct de la CNM. Im Bereich der Direktstrahlung.

Fig.4.2 : Kontinuierliche Registrierung der Ortsdosisleistung in der Umgebung von KKW, gemessen mit Ionisationskammer, 1991

ODL-Messungen (SUeR) : 14-Tage-Mittelwerte



ODL-Messungen (HSK) : Tagesmittelwerte



4.3. Incidence des rejets des installations nucléaires suisses dans l'environnement

CNB: Beznau I et II; GNG: Gösgen; CNL: Leibstadt;
CNM: Mühleberg

4.3.1 Objectif et programme de mesure dans l'environnement

Pour constater l'**incidence** des rejets dans l'environnement, en plus des dispositifs de l'exploitant, la Suer et la DSN disposent d'un programme de **prélèvement** et de **mesure** approprié. Celui-ci tient compte de toutes les **voies essentielles** par lesquelles la radioactivité peut atteindre l'homme (air, eau, sol, herbe, chaîne alimentaire). L'évolution annuelle de l'activité des radionucléides artificiels de longue période est particulièrement surveillée, afin qu'un **accroissement graduel** de leur concentration par suite d'un enrichissement dans la biosphère ne puisse passer inaperçu.

En plus des mesures de dose ambiante, des **analyses** alpha, bêta, gamma, strontium-90 (cf. 3.6), et tritium, carbone-14, krypton-85, argon-37 (cf. 3.2) sont effectuées dans les échantillons du plan de prélèvement. Ce programme de surveillance de routine est encore complété par les mesures de spectrométrie gamma **in situ**. Ces moyens restent exploitables pour des **interventions ciblées**, destinées à l'examen approfondi des valeurs anormales signalées par les enregistrements **continus** de l'exposition externe ou par l'évaluation des systèmes **permanents** de collecte (plaques de vaseline, filtres aérosols).

4.3.2 Résultats 1991 concernant les échantillons du plan de prélèvement spécifique au voisinage des centrales nucléaires (tableaux 4.3.a et 4.3.b)

Les **filtres mensuels** des collecteurs d'aérosols installés auprès des centrales nucléaires ont donné: Be-7 (naturel): 730 à 3400 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; Cs-137 (Tchernobyl): <5 à 20 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; Cs-134 (Tchernobyl) <5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; Co-60 (CNM): 13 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ en juin et 10 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ en novembre, sinon <5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Les faibles concentrations Cs-137 et Co-60 décelées occasionnellement témoignent vraisemblablement de la **remise en suspension** des particules radioactives par le vent.

- L'analyse des **précipitations** n'a mis en évidence aucun émetteur gamma artificiel; comme pour les stations en dehors du voisinage des centrales nucléaires, les concentrations de Cs-137 sont restées inférieures à 50 **mBq/l** en 1991. Les résultats du **tritium** dans les précipitations figurent au chapitre 3.2. Pour le **milieu aquatique** (cf. 3.4), relevons que l'analyse gamma EAWAG d'un chevaie prélevé au Stausee Niederried (voisinage CNM) a signalé 12 Bq/kg de Zn-65.
- Les résultats dans le **sol**, l'**herbe**, le **lait** et le **froment** sont exposés aux tableaux 4.3.a et 4.3.b. On relève dans les sols du voisinage de Beznau et Leibstadt des concentrations de césium-137 plus élevées, du fait de la retombée **Tchernobyl** plus importante au nord est de la Suisse (voir chap. 3.3).

- Dans les **pommes** et **pommes de terre** du voisinage de Leibstadt/Dogern(RFA), ainsi que dans un **poisson** du Rhin, les teneurs artificielles sont restées inférieures à **0.5 Bq/kg** de matière prête à la consommation. Un complément d'information concernant les **denrées alimentaires** se trouve dans le chapitre 3.5.
- Des **aiguilles de sapin** prélevées auprès de la CNM et de la CNB ont présenté les concentrations suivantes:
 CNM: 120 Bq/kg (K-40) et 3 Bq/kg (Cs-137),
 CNB: 90 Bq/kg (K-40) et 3 Bq/kg (Cs-137).

4.3.3 Mesures in situ 1991 dans le voisinage des centrales nucléaires (fig. 4.3.a et 4.3.b)

Ces mesures n'ont mis en évidence **aucune** contribution au niveau des émetteurs gamma, attribuable à l'exploitation **1991** des centrales nucléaires suisses. Comme le montre le suivi dans les sites de référence examinés par spectrométrie γ in situ depuis 1984 (fig. 4.3.a), les seules contaminations subsistantes incombent encore aux **essais nucléaires passés, à Tchernobyl** ainsi qu'au rejet de résines radioactives survenu en septembre 1986 à la centrale nucléaire de **Mühleberg**. Les mesures supplémentaires effectuées en 1991 dans des **forêts** du voisinage des centrales suisses ont indiqué une contribution naturelle de la radioactivité de leur sol relativement **faible** ainsi qu'un **renforcement** de la part artificielle. Celui-ci s'explique par une répartition de l'activité artificielle plus fortement concentrée dans la **couche supérieure**. Outre les spécificités locales du **sol** et des **précipitations** et l'absence **d'interventions humaines** (en particulier labourage), la déposition retardée de la part des aérosols attachés aux **aiguilles de sapin** peuvent justifier cette constatation. Les valeurs du MMGC-ratio déterminées par **cartographie gamma** par voie aérienne (cf. Aeroradiometrische Messungen in der Umgebung der schweizerischen Kernanlagen: ETHZ-Bericht für das Jahr 1991 zuhanden der HSK) signalent une **corrélation** correspondante concernant les forêts. Dans ce rapport de l'Institut de géophysique de l'EPFZ figurent également les mesures **comparatives** aéroradiométrie-spectroscopie in situ effectuées dans la plaine de Magadino, mettant en relation les **cps** déterminés dans la fenêtre **Cs-137** et les activités correspondantes obtenues par spectrométrie in situ. Il en résulte une calibration plus affinée de la cartographie gamma par voie aérienne concernant les contaminations Cs-137.

Les résultats in situ relatifs aux 19 sites du voisinage des centrales nucléaires suisses examinés à la fois par la **DSN** et par la **SUER** sont comparés ci-dessous:

Bq/kg	Ra-226 (U-238)	Ac-228 (Th-232)	K-40	Cs-137	Cs-134	Co-60
DSN/SUER	1.03±0.16	1.05±0.12	1.10±0.05	1.06±0.08	1.14±0.19	0.98±0.07

Cette comparaison montre une **bonne** concordance, en moyenne meilleure que $\pm 10\%$, sauf pour les faibles concentrations subsistantes du **Cs-134**, dont la détermination est moins précise.

Interprétation et conclusions des mesures in situ 1991

En résumé, la figure 4.3.b présente la contribution des contaminations du sol au **débit de dose ambiante** dans les sites examinés en 1991 auprès des centrales nucléaires, en comparaison de la part naturelle correspondante qui prédomine. Pour la part artificielle, on relève des valeurs plus élevées dans les **forêts** ainsi que dans les sites du voisinage de la **CNM** affectés par son **rejet** non contrôlé en automne 1986. Il en résulte les doses ambiantes annuelles en plein air suivantes pour 1991: **composante naturelle**: 0.6 à 1.1 mSv, dont env. 0.3 à 0.7 mSv du rayonnement terrestre et près de 0.4 mSv du rayonnement cosmique; **composante artificielle** (sans le rayonnement direct): 0.02 à 0.12 mSv, dont moins de 0.03 mSv des essais nucléaires passés, 0.01 à 0.08 mSv des retombées de Tchernobyl et 0.02 à 0.08 mSv du rejet CNM 1986 dans le rayon Ufem Horn.

Si l'on tient compte de la **surestimation** du débit de dose ambiante d'origine artificielle, du fait de l'hypothèse d'une répartition homogène des contaminations, ainsi que du **séjour limité** de personnes en plein air et de l'**atténuation** du rayonnement artificiel dans les habitations, l'exposition externe **individuelle** due aux différentes contaminations est encore bien moindre. Ainsi l'exposition externe **supplémentaire** due au rejet CNM de septembre 1986 se situe d'après les mesures in situ 1991 autour de **9 μ Sv** sur le **champ** (labouré) auprès de la ferme Ufem Horn, respectivement **20 μ Sv** sur le **pâturage** attendant à la ferme, n'ayant subi aucune intervention humaine depuis 30 ans. Ces valeurs recouvrent le calcul effectué à partir des émissions de la CNM, selon lequel la contribution des aérosols (provenant en majeure partie du rejet de septembre 1986) à l'irradiation externe est voisine de 12 μ Sv au point critique en 1991 (voir 4.1).

Remerciements

Nos remerciements cordiaux s'adressent à J. Schuler et W. Baur (DSN) pour leur précieuse collaboration aux mesures ainsi qu'à Mme M. Gobet et A. Gurtner (SUER) pour leur participation active à la mise en page (rédaction, tableaux et figures) de ce rapport. Nous aimerions également remercier toutes les personnes qui ont favorisé le bon déroulement de nos mesures.

Tab. 4.3.a

SOL ET HERBE DU VOISINAGE DES CENTRALES NUCLEAIRES

**Wertebereich der Aktivitäten von Erdboden (0-5cm), 1991
in Bq/kg Trockensubstanz (T.S.)**

**Domaine des valeurs des activités du sol (0-5 cm), 1991
en Bq/kg matière sèche (M.S.)**

Entnahmestelle (Anzahl Proben) Lieu de prélèvement (Nombre d'échantillons)	Kalium-40 (natürlich) Potassium-40 (naturel)	Radium-226 Uran-Reihe Radium-226 Série uranium	Actinium-228 Thorium-Reihe Actinium-228 Série thorium	Caesium-137 Césium-137	Caesium-134 Césium-134	Strontium-90 Strontium-90 (EPFL)
(Bq/kg TS - MS), 1991						
Umg. KKW Mühleberg (3) Vois. CN Mühleberg (3)	710-890	34-37	29-30	34-42	2-6	3.8
Umg. KKW Gösgen (4) Vois. CN Gösgen (4)	420-490	32-45	27-36	51-64	4-5	3.5
Umg. KKW Leibstadt (4) Vois. CN Leibstadt (4)	320-450	25-40	19-29	41-96	3-5	2.9
Umg. KKW Beznau/PSI (2) Vois. CN Beznau/PSI (2)	380-440	33-35	25-27	69-94	7-8	1.6-2.3

Points critiques du voisinage de la CNM: Co-60: 3-6 Bq/kg
PSI-Nord; Co-60: 7 Bq/kg; Sb-125: 2 Bq/kg

**Wertebereich der Aktivitäten von Gras, 1991
in Bq/kg Trockensubstanz (T.S.)**

**Domaine des valeurs des activités de l'herbe, 1991
en Bq/kg matière sèche (M.S.)**

Entnahmestelle (Anzahl Proben) Lieu de prélèvement (Nombre d'échantillons)	Kalium-40 natürlich Potassium-40 naturel	Beryllium-7 natürlich Beryllium-7 naturel	Caesium-137 Césium-137	Caesium-134 Césium-134	Strontium-90 Strontium-90 (EPFL)
(Bq/kg TS - MS), 1991					
Umg. KKW Mühleberg (10) Vois. CN Mühleberg (10)	760-1330	40-300	1-15	< 3	4.8-7.5
Umg. KKW Gösgen (8) Vois. CN Gösgen (8)	260-1080	50-480	1-8	< 3	4.5-4.9
Umg. KKW Leibstadt (4) Vois. CN Leibstadt (4)	520-1350	80-110	<10	< 3	1.8-5.1
Umg. KKW Beznau/PSI (6) Vois. CN Beznau/PSI (6)	370-1780	40-120	<10	< 3	3.2-6.2

Pour l'iode-131 et le cobalt-60 les valeurs ont toujours été inférieures à la limite de détection soit 2 Bq/kg

Tab. 4.3.b

LAIT ET FROMENT DU VOISINAGE DES CENTRALES NUCLEAIRES

Wertebereich der Aktivitäten von Milch, 1991
wenn nicht anders vermerkt: Kuhmilch

Domaine des valeurs des activités du lait, 1991
sans remarque: lait de vache

Entnahmestelle (Anzahl Proben) Lieu de prélèvement (Nombre d'échantillons)	Kalium-40 (natürlich) Potassium-40 (naturel)	Caesium-137 Césium-137	Caesium-134 Césium-134	Strontium-90 Strontium-90 (EPFL)	
(Bq/l), 1991					
Umg. KKW Mühleberg Vois. CN Mühleberg	(3)	*)	< 4	< 4	0.09-0.12
Umg. KKW Gösgen Vois. CN Gösgen	(1)	46	< 0.3	< 0.2	0.1
Umg. KKW Leibstadt Vois. CN Leibstadt	(3)	49-50	< 0.5	< 0.2	0.07-0.10
Umg. KKW Beznau/PSI Vois. CN Beznau/PSI	(2)	50-52	< 0.1	< 0.2	0.08

*) Données du lab. cant. de Berne (KLBE): seulement pour la contribution artificielle

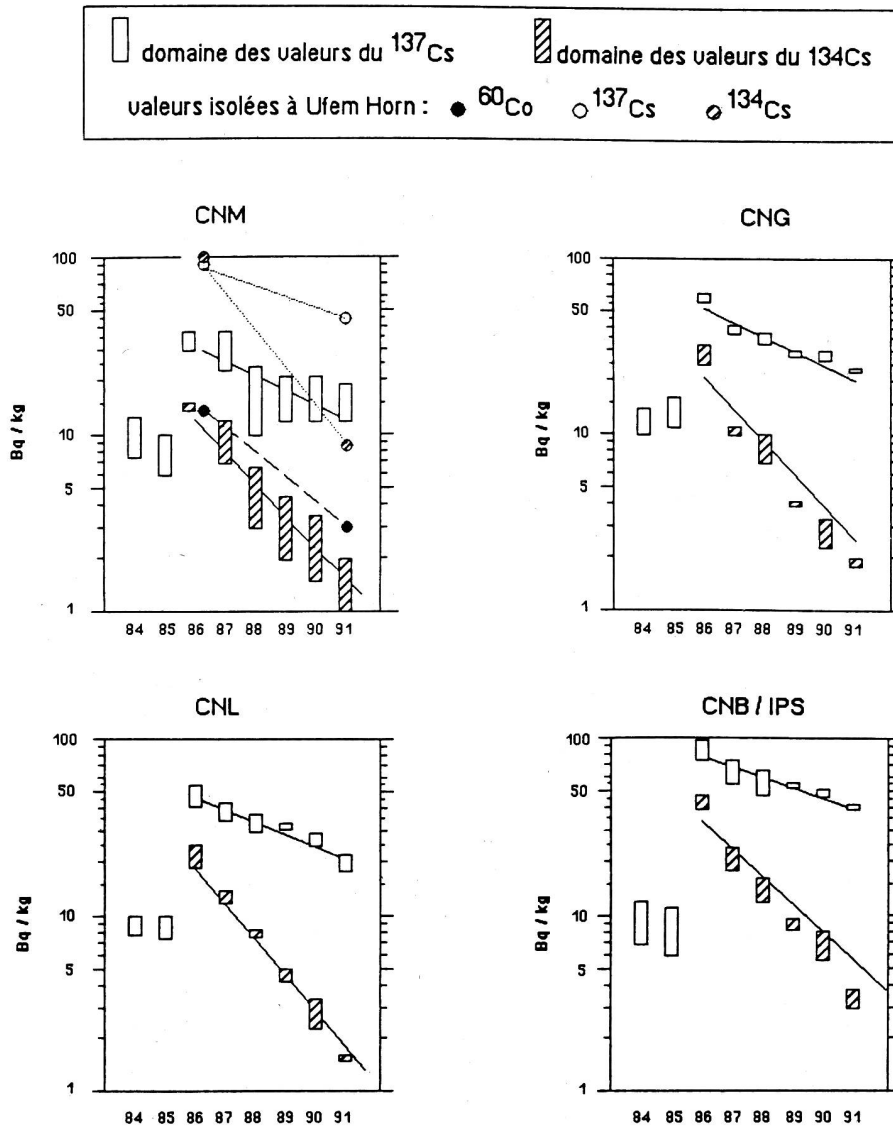
Pour l'iode-131, les valeurs ont toujours été inférieures à la limite de détection de 1 Bq/l

Wertebereich der Aktivitäten von Getreide, 1991
in Bq/kg Trockensubstanz

Domaine des valeurs des activités des céréales, 1991
en Bq/kg matière sèche

Entnahmestelle (Anzahl Proben) Lieu de prélèvement (Nombre d'échantillons)	Kalium-40 (natürlich) Potassium-40 (naturel)	Caesium-137 Césium-137	Caesium-134 Césium-134	Strontium-90 Strontium-90 (EPFL)	
(Bq/kg - TS - MS), 1991					
Umg. KKW Mühleberg Vois. CN Mühleberg	(1)	130	< 1	< 0.5	0.54
Umg. KKW Gösgen Vois. CN Gösgen	(1)	140	< 1	< 0.5	0.47
Umg. KKW Leibstadt Vois. CN Leibstadt	(2)	130	< 1	< 0.5	0.54
Umg. KKW Beznau/PSI Vois. CN Beznau/PSI	(1)	140	< 1	< 0.5	0.43
Gemeins. Gebiet KKL/KKB Rayon commun CNL/CNB	(1)	140	< 1	< 0.5	0.58

**Fig. 4.3.a : Suivi des concentrations artificielles dans le voisinage des centrales nucléaires
(valeurs calculées à partir des spectres in situ pour une répartition homogène dans le sol)**

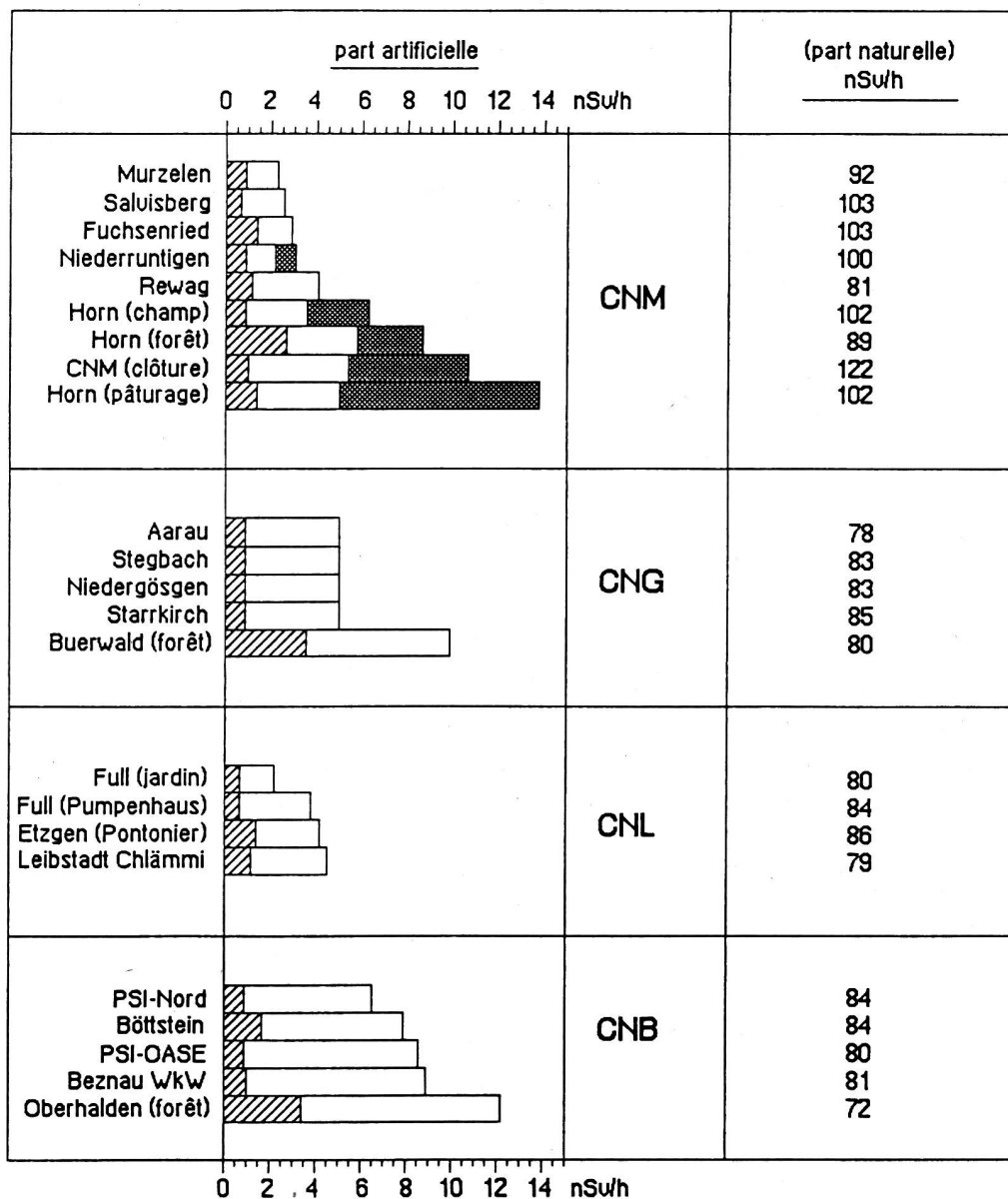


Avant mai 1986 : part des essais nucléaires passés

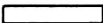
Dès mai 1986 : augmentation due aux retombées de Tchernobyl

Septembre 1986 : contribution additionnelle des résines radioactives rejetées par la CNM

Fig. 4.3.b Contributions artificielles à l'exposition externe dans le voisinage des centrales nucléaires 1991



 essais nucléaires passées

 Tchernobyl

 Rejets de la CNM en 1986