

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: - (1995)

Rubrik: Industrien und Spitäler

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: 11.01.2026

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

5. Industrien und Spitäler

5.1. Verarbeitung radioaktiver Stoffe in Industriebetrieben und Abgaben an die Umwelt

R. Grunder und Th. Lauffenburger

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Abteilung Arbeitssicherheit
Sektion Physik, Fluhmattstr. 1, 6002 LUZERN

Die SUVA betreut als Aufsichtsbehörde folgende Betriebe, die mit offenen radioaktiven Stoffen arbeiten:

Produktionsbetriebe (Total 4 Betriebe)

Radioaktive Stoffe werden benötigt für die Produktion von:

- Leuchtfarbe (H-3, C-14, Pm-147)
- Tritiumgaslichtquellen (H-3)
- Ionisationsrauchmelder (Am-241)
- Überspannungsableiter (H-3, Pm-147)
- Neutronengeneratoren (H-3)

Leuchtfarbenbetriebe (Total 16 Betriebe)

Die Tritiumleuchtfarbe wird manuell oder maschinell auf Zeigern und Zifferblättern von Uhren oder Instrumenten aufgetragen. Die drei Setzateliers in La Chaux-de-Fonds haben 1995 334 TBq Tritiumleuchtfarbe eingekauft bzw. verarbeitet.

Forschungsbetriebe (Total 60 Betriebe)

Es sind dies Unternehmungen der chemischen Industrie, die unter anderem Stoffwechseluntersuchungen mit radioaktiv markierten Stoffen durchführen.

Medizinisch analytische Laboratorien (Total 55 Betriebe)

Für Hormonbestimmungen werden sogenannte Radioimmunoassay Kits (Ria-Kits) mit I-125 und gelegentlich mit Co-57 Markierungen eingesetzt.

Einkauf radioaktiver Stoffe 1991-1995:

Jahres	Isotopen	1995	1994	1993	1992	1991	¹⁾
Produktionsbetriebe	H-3	4.39	11.5	6.81	17	13	PBq
	C-14	0.3	0.23	1.54	3.9	0.74	TBq
	Pm-147	44.34	27.4	57.9	0.13	42	TBq
	Am-241	18.24	29.1	53.6	22	29	GBq
Leuchtfarbenbetriebe	H-3	934	760	800	1300	970	TBq
Forschungsbetriebe	H-3	2.84	8.25	1.33	6.1	10.4	TBq
	C-14	557.13	309	577	590	330	GBq
	P-32	72.82	93.0	85.2	110	110	GBq
	S-35	62.98	76.4	72	62	60	GBq
	Ca-45	0.64	1.08	1.70	1.8	1.5	GBq
	Cr-51	30.02	32.6	40.5	32	36	GBq
	I-125	55.13	44.4	55.0	170	176	GBq
Analytische Laboratorien	H-3	5.2	71.3	17.4	38		MBq
	Co-57	63.5	98.1	110	140	150	MBq
	I-125	2.6	3.41	3.67	4.5	5.0	GBq

Im Berichtsjahr 1995 haben alle Betriebe, auch die in der Tabelle 1 aufgeführten Produktionsbetriebe, die Abgabebelimiten eingehalten.

Bemerkungen zu den Tabellen und Figuren:

Die Abgaben an die Umwelt der drei Betriebe mit dem grössten Tritium-Umsatz sind auf Tabelle 1 zusammengestellt (Jahreswerte); Detailangaben über das Berichtsjahr 1995 finden sich auf der Tabelle 2, zusammen mit den Tritium-Messungen der SUVA in der Umgebung der Firma RC TRITEC AG, Teufen/AR. Dieselben Daten sind auf den Fig. 1 bis 4 auch graphisch dargestellt. Die Lage der Probenahmestellen in Teufen sind aus der Fig. 3a zu entnehmen. Die Emissionsmessungen werden durch den Betrieb durchgeführt und durch Kontrollmessungen der SUVA überprüft. Die Messungen in der Umgebung werden von der SUVA gemacht. Das Tritium im Abwasser der Kläranlage stammt vor allem aus der Rauchgaswaschanlage der Kehrichtverbrennungsanlage von La Chaux-de-Fonds und an einem geringeren Anteil von den Tritium-Abgaben der Setzateliers an das Abwasser. Tritium gelangt aus den Setzateliers aber auch direkt in die Luft, wovon ein Teil mit den Niederschlägen wieder in die Oberflächengewässer ausgewaschen wird. Deshalb sind die Tritium-Abflüsse über den Doubs grösser als jene aus der Kläranlage. Für die Messungen in der Umgebung dieser Betriebe, siehe auch Kap. B.3.6. und B.5.3.

1) MBq = Mega-Becquerel = 10^6 Bq
 GBq = Giga-Becquerel = 10^9 Bq
 TBq = Tera-Becquerel = 10^{12} Bq
 PBq = Peta-Becquerel = 10^{15} Bq

Tabelle 1

Jahresabgaben in GBq/Jahr aus Betrieben

Jahr	MB Microtec AG Niederwangen / BE			RC Tritec AG Teufen / AR			Cerberus AG Volketswil / ZH		
	Abwasser Tritium	Abluft Tritium		Abwasser Tritium	Abluft Tritium		Abwasser Tritium	Am-241	Abluft Tritium
	Total	davon HTO		Total	davon HTO				
1979	74	<111'000	<1'500	19.0	--	--	--		--
1980	31	--	--	13.0	--	--	--		--
1981	15	--	--	10.4	--	--	--		--
1982	11	140'000	10'600	11.3	9'600	7'000	--		--
1983	15	123'000	20'700	11.8	8'700	7'400	--		--
1984	19	207'000	18'700	17.8	11'800	10'300	68.5	<0.6•10 ⁻³	700
1985	9	241'000	30'000	11.8	11'000	9'600	9.0	<0.6•10 ⁻³	1'400
1986	14	166'000	26'500	14.4	10'700	9'400	7.8	<0.9•10 ⁻³	400
1987	8	78'000	32'000	13.0	14'000	12'400	4.3	<0.9•10 ⁻³	500
1988	16	116'000	28'000	15.4	16'200	15'000	9.6	<3.8•10 ⁻³	1'400
1989	12	83'000	26'500	15.6	13'700	11'800	6.2	<5.6•10 ⁻³	1'200
1990	11	103'000	24'100	14.7	14'200	12'300	8.8	<3.9•10 ⁻³	600
1991	11	96'000	21'300	12.4	14'000	12'100	2.4	<4.6•10 ⁻³	300
1992	12	73'000	21'100	14.3	14'300	12'400	16.5	4.0•10 ⁻³	210
1993	5	62'500	16'700	12.2	14'500	11'300	0.97	4.9•10 ⁻³	200
1994	10	71'900	18'000	13.1	13'600	10'400	0.94	3.2•10 ⁻³	160
1995	4.7	66'400	23'400	16.8	15'800	12'500	0.80	0.3•10 ⁻³	220
Abgabelimite in GBq pro Woche pro Jahr	0.7 ¹⁾²⁾ (≈ 36)	HT Gas 37'000 ¹⁾ 370'000 ¹⁾	HTO Wasserdampf 3'700 ¹⁾ 37'000 ¹⁾	1.9 ¹⁾³⁾ (≈ 100)	HT Gas 3'700 ¹⁾ 37'000 ¹⁾	HTO Wasserdampf 1'850 ¹⁾ 18'500 ¹⁾	3.7 ⁴⁾ (≈ 190)	0.0037 ⁴⁾ (≈ 0.20)	200 ⁴⁾ 3'700 ⁴⁾

-- = keine Abgabe

1) Gültig seit 1984

3) Wochenlimite für C-14 = 0.4 GBq

2) Wochenlimite für C-14 = 0.15 GBq

4) Gültig seit 1988

Tabelle 2

Aktivitätsabgaben an die Umwelt, 1995

	mb-microtec AG 3127 Niederwangen / BE			RC Tritec AG 9053 Teufen / AR			Cerberus AG 8604 Volketswil / ZH		
	Abwasser H-3 GBq	Abluft HTO TBq	Abluft Total TBq	Abwasser H-3 GBq	Abluft Total TBq	Abluft Gesamt TBq	Abwasser H-3 GBq	Abwasser Am-241 MBq	Abluft HTO GBq
Januar	0.180	1.246	3.929	1.035	0.865	1.125	0.096	0.020	39.969
Februar	0.080	1.254	4.635	0.936	0.788	1.024	0.123	0.023	37.592
März	0.106	1.367	5.984	2.208	0.559	0.727	0.064	0.033	17.774
April	1.026	1.227	3.522	1.916	1.134	1.474	0.033	0.020	10.293
Mai	0.264	2.033	6.174	2.787	2.828	3.122	0.105	0.028	19.089
Juni	0.140	1.364	3.637	1.200	1.266	1.646	0.046	0.018	10.869
Juli	0.229	1.003	2.725	1.549	1.455	1.891	0.124	0.032	22.423
August	0.373	1.844	5.179	1.973	1.083	1.408	0.028	0.015	10.964
September	0.195	1.961	6.243	0.599	0.785	1.021	0.031	0.020	13.821
Oktober	1.276	5.318	11.877	1.311	0.635	0.826	0.036	0.020	13.520
November	0.347	2.459	8.510	1.052	0.687	0.893	0.088	0.030	20.168
Dezember	0.444	2.308	3.935	0.259	0.458	0.595	0.027	0.011	7.757
Total	4.660	23.384	66.350	16.825	12.543	15.752	0.801	0.267	224.239

Tritiumkonzentration im Wasserproben, Bq/l, 1995

Umgebung RC Tritec AG 9053 Teufen / AR					
Datum	Schacht	Einlauf Feuerweiher	Meteor alt	Regenklärbecken	Bach
09.01.95	1406	1591	2257	< 8	89
29.03.95	17020	1776	4440	35	118
03.07.95	5550	1776	1554	152	303
Mittelwert	7992	1714	2750	62	170

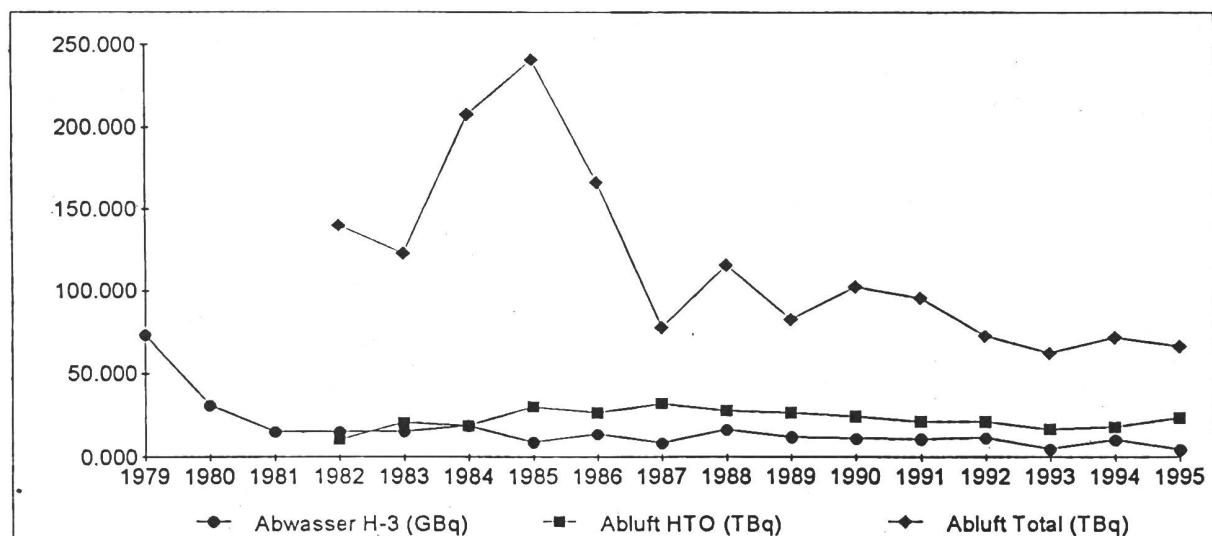


Fig 1: Tritium-Abgaben der mb-microtec AG in Niederwangen/BE

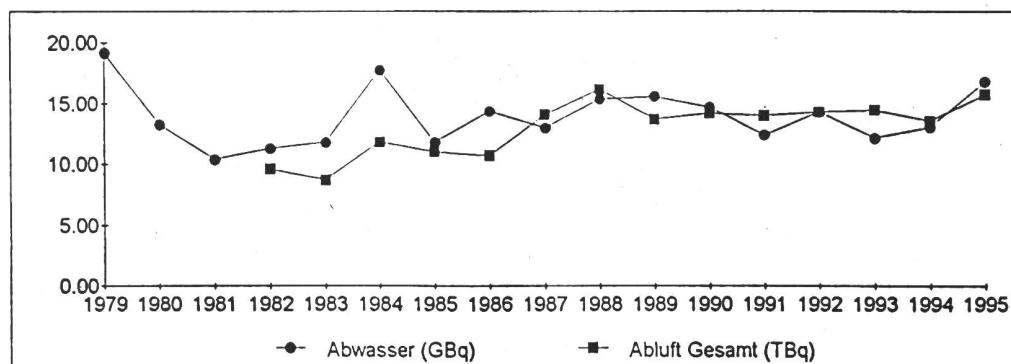


Fig. 2: Tritium-Abgaben von RC Tritec AG in Teufen / AR

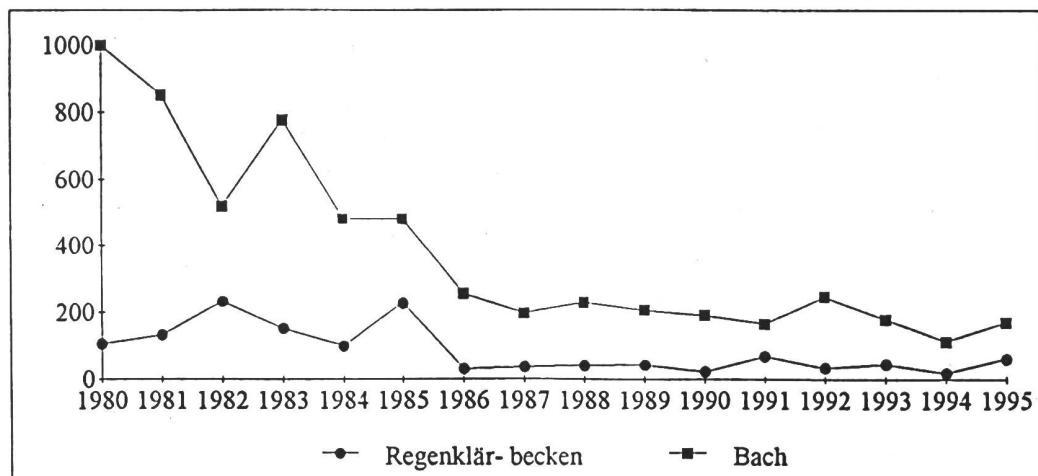


Fig. 3: Tritium-Messungen in der Umgebung von RC Tritec AG in Teufen / AR

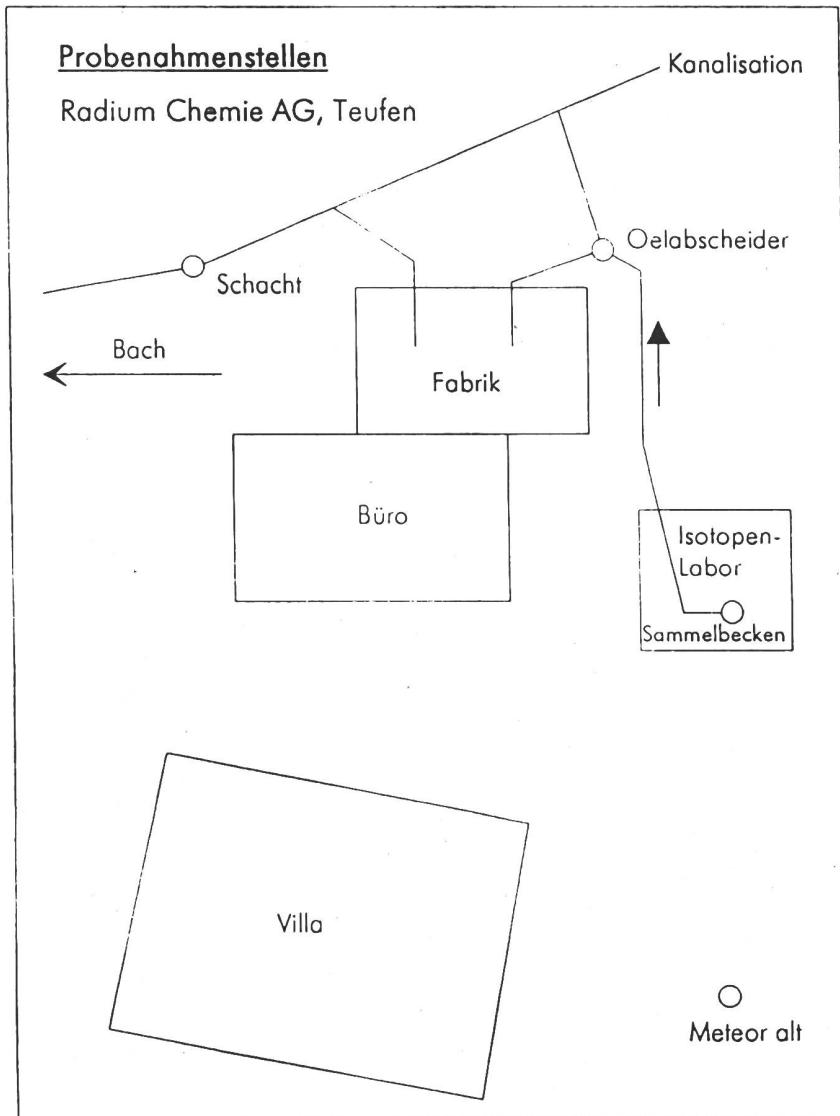


Fig. 3a: Probenahmestellen Umgebung RC Tritec AG in Teufen / AR

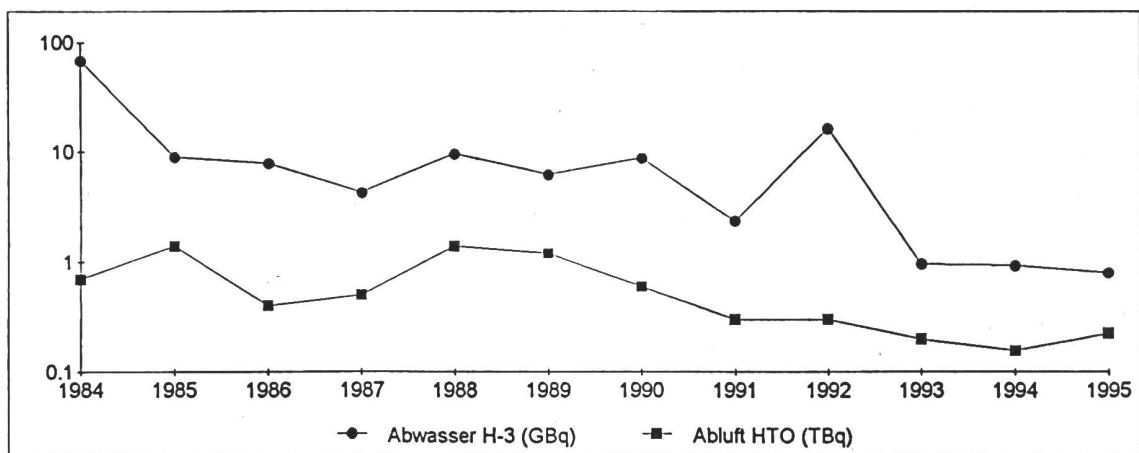


Fig. 4: Radioaktivitätsabgaben von Cerberus/AG in Volketswil/ZH

5.2. Jod-131-Abgaben der Spitäler

E. Elmer, P. Haag, R. Linder, H. Völkle Abteilung Strahlenschutz, Bundesamt für Gesundheit, 3003 BERN

Zusammenfassung

In diesem Kapitel sind die Radioaktivitätsabgaben (Jod-131) aus Spitäler über das Abwasser zusammengestellt. Damit lassen sich die Messungen am Ausfluss von Kläranlagen (siehe Kap. 5.3.) interpretieren. Radiologisch sind diese teilweise messbaren Aktivitäten unbedeutend.

5.2.1. Anwendung von Radionukliden am Menschen

In der Nuklearmedizin werden für Diagnostik und Therapie radioaktive Stoffe in offener Form am Menschen appliziert, die zum Teil im Körper zerfallen, zum Teil über Urin und Stuhl wieder ausgeschieden werden. In der Regel handelt es sich um Radionuklide mit sehr kurzen Halbwertszeiten im Bereich von Minuten bis einigen Tagen, wie z.B. Technetium-99m (HWZ = 6 Std), Yttrium-90 (64 Std), Thallium-201 (74 Std), Jod-125 (60 Tage) etc. Aus der Sicht des Strahlenschutzes das dominierende ist jedoch Jod-131 mit einer physikalischen Halbwertszeit von 8 Tagen. In den Schweizer Spitäler wurden 1995 insgesamt rund 1860 GBq Jod-131 an Patienten appliziert (hiervon 10 Prozent in Zürcher Spitäler, 23 Prozent im Berner Inselspital und 10 Prozent im Kantonsspital Basel-Stadt), davon etwa 210 GBq an ambulanten Patienten.

Bei Spitäler, in denen insbesondere Jod-131 zur stationären Behandlung von Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen verwendet wird, verlangt die Aufsichtsbehörde eine kontrollierte Abgabe der Abwässer aus den Therapie-Patientenzimmern über eine Abwasser-Abklinganlage. Das Jod-131 wird in der Regel oral verabreicht und zum grössten Teil wieder ausgeschieden. Während bei niedrigen Aktivitäten die Behandlung meist ambulant erfolgt, ist der Patient bei Aktivitätsmengen über 0.19 GBq ($\approx 5 \text{ mCi}$) während mindestens 48 Stunden in speziellen Patientenzimmern zu stationieren. Die Exkrete der Patienten gelangen über separat eingerichtete Toiletten in die Abklinganlage und werden dort solange zurückgehalten, bis deren Aktivität weitgehend abgeklungen ist. Die Aufsichtsbehörde hat für jedes Spital individuell im Bewilligungsverfahren eine maximale wöchentliche Abgaberate festgelegt. Die Entnahme von Abwasserproben vor einer Entleerung in die öffentliche Kanalisation ermöglichen die Erstellung einer Abwasser-Abgabebilanz. Kliniken, die über keine solche Abwasserkontrollanlage verfügen, dürfen somit höchstens 0.19 GBq Jod-131 an (ambulanten bzw. stationären) Patienten applizieren.

5.2.2. Überwachung der Kläranlagen auf Jod-131

Die Jod-131-Abgaben der mit einer Abkling- und Kontrollanlage ausgerüsteten Spitäler sind auf der Tabelle (Seite B.5.2.2) zusammengestellt. Die Immissionsüberwachung erfolgt durch die Messungen am Ausfluss der Kläranlagen (siehe Kap. 5.3.). Die Kläranlagen von Zürich, Bern, Basel, Lausanne und Genf werden z.T. seit Jahren anhand von wöchentlichen Abwassersammelproben auf Jod-131 überwacht. Aus den Messungen in der Kläranlagen lässt sich unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit schliessen, dass die von den betreffenden Spitäler gemeldeten Jod-131-Abgabebilanzen korrekt sind und die bewilligten Abgaberaten nicht überschritten wurden. Im Abwasser der Kläranlage von Bern wurden 1995 keine erhöhten Jod-131-Werte mehr festgestellt, und die Messwerte der Wochenproben lagen häufig unter der Messgrenze. Der Jahresabfluss an Jod-131 über die Kläranlage Bern betrug 1995 etwa 15-25 GBq. Diese Aktivitätsmenge setzt sich zusammen aus 5.9 GBq Jod-131, das über die Abkling- und Abwasserkontrollanlage des Inselspitals abgegeben wurde und einem Anteil des an ambulant behandelten Patienten im Raum Bern applizierten Jod-131 von 20 GBq. Radiologisch sind diese Aktivitäten allerdings unbedeutend, da die Abwässer der Kläranlage in die Aare eingeleitet und dort um rund einen Faktor 100 verdünnt werden.

Jod-131-Abgaben aus den Spitäler mit Abwasserkontrollanlagen (1995) in GBq

(Angaben: Sektion Betriebskontrollen, BAG)

Ort	Baden	Basel	Bellinzona	Bern	Chur	Genf	Lausanne	Münsterlingen	Schaffhausen	Sitten	Solothurn	St. Gallen	Winterthur	Zürich	Zürich
Spital	Kantons-spital	Kantons-spital	Hosp. S. Giovanni	Insel-spital	Kantons-spital	Hopital Cant.	CHUV 1)	Kantons-spital	Kantons-spital	Hopital Cant.	Kantons-spital	Kantons-spital	Kantons-spital	USZ 2)	Triemli-spital
Jan.	0.0000	0.281	0.0010	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.255
Feb.	0.0019	0.359	0.0003	0.070	0.000	0.014	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.256
März	0.0000	0.344	0.0000	1.170	0.000	0.042	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001	0.300	0.000	0.419
April	0.0000	0.141	0.0000	0.800	0.000	0.033	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.257
Mai	0.0011	0.437	0.0004	0.690	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.006	0.014	0.000	0.035	0.000	0.255
Juni	0.0000	0.229	0.0000	0.990	0.000	0.023	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000
Juli	0.0015	0.640	0.0000	0.600	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.020	0.000	0.249
Aug.	0.0000	0.089	0.0104	0.470	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.010	0.018	0.001	0.027	0.000	0.499
Sept.	0.0044	0.185	0.0094	0.340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.015	0.100	0.000	0.252
Okt.	0.0000	0.204	0.0004	0.210	0.000	0.001	0.041	0.000	0.000	0.009	0.000	0.004	0.035	0.000	0.492
Nov.	0.0000	0.215	0.0000	0.490	0.000	0.004	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.221
Dez.	0.0015	0.170	0.0003	0.080	0.000	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.000	0.010	0.000	0.255
Total	0.0104	3.294	0.0222	5.910	0.000	0.318	0.112	0.000	0.000	0.038	0.099	0.025	0.532	0.000	3.410

Von den Spitäler 1995 gesamthaft an Patienten applizierte Jod-131-Mengen in GBq ³⁾

(Angaben: Sektion Betriebskontrollen, BAG)

ambulant	7.77	0.00	3.26	20.00	8.03	10.50	0.00	46.81	0.15	0.00	1.59	2.33	1.65	1.00	20.23
stationär	109.04	189.00	40.16	410.11	23.09	92.90	89.70	10.43	0.00	26.62	37.78	216.30	37.41	152.50	136.56
Total	116.81	189.00	43.42	430.11	31.12	103.40	89.70	57.24	0.15	26.62	39.37	218.63	39.06	0.00	156.79

1) Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne

2) Universitätsspital Zürich

3) 18 weitere Spitäler, Kliniken und Arztpraxen verfügen über keine Abwasserkontrollanlage; sie dürfen daher nur ambulante oder stationäre Patienten mit höchstens je 0.19 GBq behandeln. 1995 haben diese folgende Jod-131-Mengen verwendet: Ambulante Patienten: 90.9 GBq, stationäre Patienten: 1.48 GBq; Total: 92.4 GBq.

5.3. Umgebung von Industriebetrieben, Kläranlagen und Deponien

H. Surbeck und G. Ferreri

Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUeR)

Bundesamt für Gesundheit, ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

5.3.1. Zusammenfassung

1995 wurden wie in früheren Jahren erhebliche Mengen Tritium durch die mb-microtec in Niederwangen /BE in die Luft abgelassen, allerdings im Rahmen der zugelassenen Abgabelimiten. Die Abgaben zeigen sich deutlich sowohl in den Niederschlägen als auch in der Luftfeuchte in der Umgebung des Betriebes.

Im geklärten Abwasser der ARA Bern hat sich der Trend zu tieferen ^{131}I -Aktivitäten 1995 bestätigt.

^{131}I konnte, wie schon in früheren Jahren, in mehreren Klärschlamm-Proben aus der ganzen Schweiz nachgewiesen werden.

Für weitere Messungen in der Umgebung von Industriebetrieben sei auf die Kap. B.3.6. und B.5.2. verwiesen.

5.3.2. Messprogramm und Methodik

Da sich sowohl am Messprogramm als auch bei der Methodik keine wesentlichen Änderungen ergeben haben, wird dafür auf den Jahresbericht 1992 verwiesen.

5.3.3. Umgebung von Industriebetrieben

a) Niederwangen: Tritium im Regen

Figur 1 zeigt die Tritium-Konzentrationen im Regen an den 4 Stationen um die mb-microtec und die Niederschlagsmenge bei der Station 320m NE mb-microtec. Nach der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung liegt die Limite für Trinkwasser bei 10'000 Bq/Liter und der Toleranzwert bei 1000 Bq/Liter.

b) Niederwangen: Tritium in der Luftfeuchtigkeit

Am Probenahmeort 320 m NE der mb-mictotec wird zusätzlich die Tritiumkonzentrationen in der Luftfeuchtigkeit gemessen (zweiwöchige Sammelprobe).

Der zeitliche Verlauf ist in Fig.2 zu sehen. Nach der neuen StSV liegt für die Allgemeinbevölkerung die Limite für die Tritiumkonzentration in der Luft im öffentlich zugänglichen Bereich bei 1700 Bq/m^3 (=CA/300).

c) Flüsse

Der Tritiumgehalt in Monatsproben aus dem Doubs bei St. Ursanne /JU (unterhalb von La Chaux-de-Fonds) ergab Werte zwischen 5 und 32 Bq/l. Die Aare unterhalb Bern wies Tritium-Werte zwischen 2 und 7 Bq/l auf.

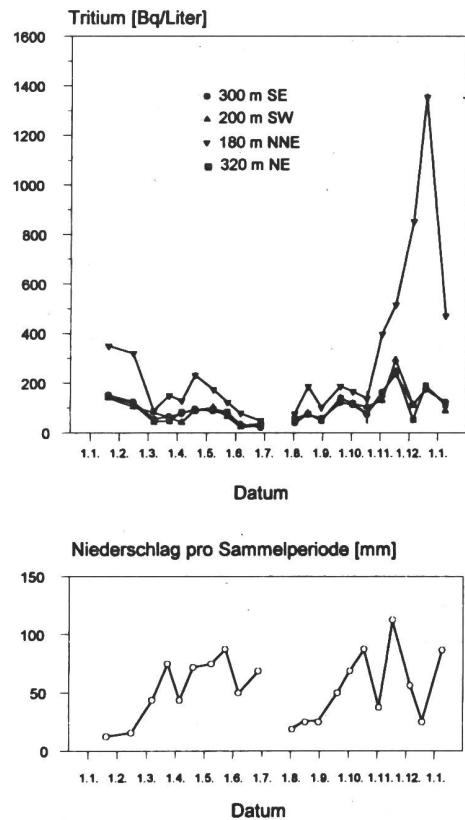


Fig. 1 Tritium (HTO) im Regen in Niederwangen (BE) in der Umgebung der mb-microtec.

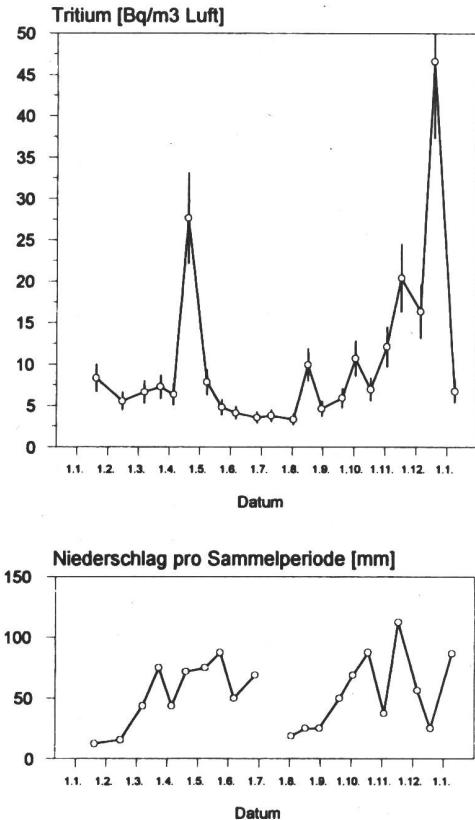


Fig. 2 Tritium (HTO) in der Luftfeuchte in Niederwangen 320 NE der mb-microtec.

5.3.4. Kläranlagen

a) Abwasser der Kläranlagen

Mit der Überwachung der Kläranlagen-Abwässer ist mindestens zum Teil eine Überwachung der Abgaben der Spitäler möglich. ^{131}I kann aber ausser direkt aus den Abklingtanks der Spitäler auch über den Urin der ambulant behandelten Patienten ins Abwasser gelangen.

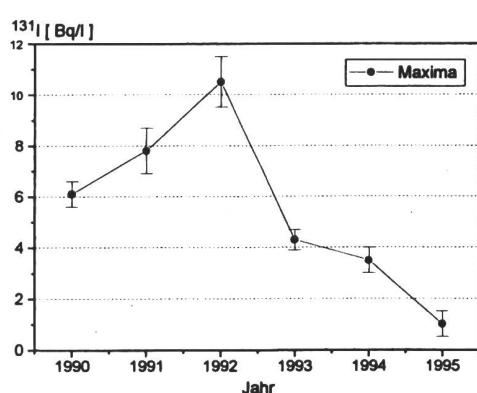


Fig. 3: Zeitreihe der ^{131}I Maximalwerte in Wochenproben aus dem Ausfluss der ARA Bern-Neubrück

Im Abwasser der ARA Bern lag die ^{131}I Aktivität 1995 in allen Wochenproben nahe der Nachweisgrenze von 1 Bq/Liter. Der Trend zu tieferen Werten zeigt sich insbesondere bei den Maximalwerten, die in den letzten Jahren deutlich kleiner geworden sind (Fig.3). Die Tritium-Aktivität der monatliche Sammelproben lag 1995 zwischen 9 und 20 Bq/l. In der Aare unterhalb Bern wurde noch zwischen 2 und 7 Bq/l nachgewiesen.

b) Klärschlamm

Alle Werte in Bq/kg frisch, bezogen auf das Probenahmedatum.

Ort	Datum	^{40}K	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs
Bern-Neubrück	14.06.94	5 ± 4	2.7 ± 0.4	< 0.5	< 1
Morges	21.06.94	6 ± 4	< 0.4	< 0.5	0.4 ± 0.3
Münsterlingen	16.06.94	19 ± 4	0.4 ± 0.3	0.5 ± 0.2	6 ± 0.6
Muzzano (Lugano)	10.06.94	10 ± 5	3.2 ± 0.6	0.5 ± 0.2	6.3 ± 0.6

5.3.5. Deponien

Am Centre d'Hydrogéologie der Univ. Neuchâtel wurde im Rahmen einer Diplomarbeit Grundwasser im Einflussgebiet einer Deponie im Val de Travers untersucht. Neben chemischen Analysen wurden auch Tritium und ^{226}Ra bestimmt. Während deutlich erhöhte Tritium-Aktivitäten in Proben aus der unmittelbarer Umgebung der Deponie festgestellt wurden, lagen alle ^{226}Ra Werte erfreulicherweise unterhalb der Nachweisgrenze von ca. 30 mBq/Liter.

Im Rahmen eines mit Beginn 1997 geplanten Projektes sollen weitere Deponien in der Schweiz auf eine mögliche Freisetzung von Radionukliden ins Grundwasser untersucht werden.

5.3.6. Überwachung der Kläranlagen von Zürich, Basel-Stadt, Genf und Lausanne

J. Beer ¹⁾, R. Bonjour ²⁾, J.-J. Geering ³⁾, E. Schmid ⁴⁾ und H. Völkle ⁵⁾

- 1) Abteilung Umweltphysik, EAWAG, Postfach, 8600 DÜBENDORF
- 2) Inst. für Umweltschutz und Landwirtschaft, FAL, 3097 LIEBEFELD-BERN
- 3) Institut de Radiophysique appliquée, Centre Universitaire, 1015 LAUSANNE
- 4) AC-Laboratorium, Gruppe Rüstung, 3700 SPIEZ
- 5) Sektion Überwachung der Radioaktivität (BAG), ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

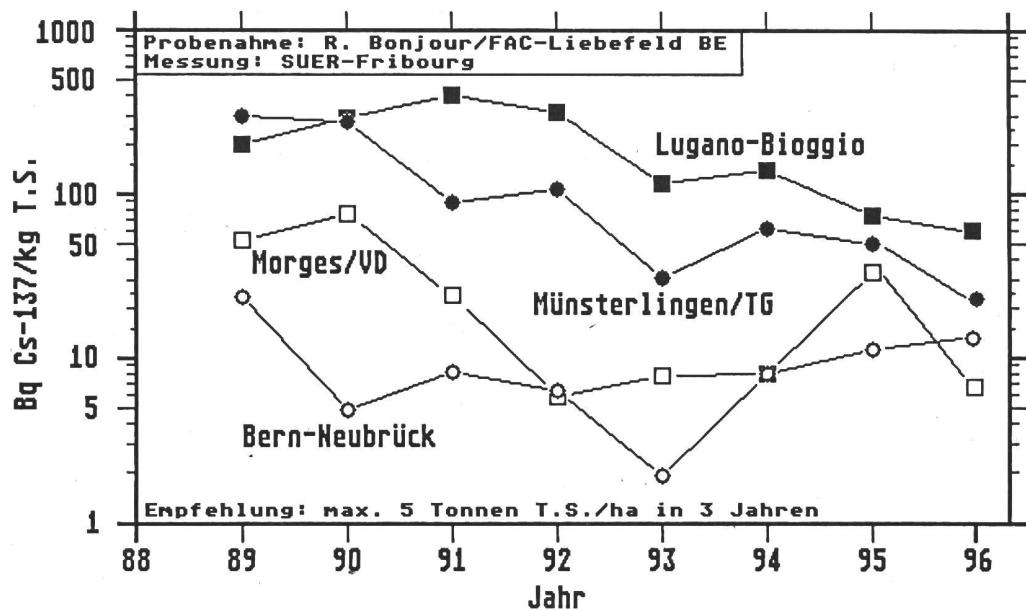
Das Abwasser aus der Kläranlage von **Zürich** wird wöchentlich durch die EAWAG untersucht. Die Messungen ergaben 1995 für Tritium durchwegs Werte unter 10 Bq/l und für Jod-131 unter der Nachweisgrenze, die mit wenigen Ausnahmen unter 1 Bq/l liegt. Andere Nuklide waren nicht nachweisbar.

Die Wochensammelproben der Kläranlage **Basel-Stadt** werden vom kantonalen Labor Basel-Stadt gemessen. Für 1995 ergaben die Tritium-Messungen, mit Ausnahme von vier Spitzenwerten, immer weniger als 20 Bq/l (im Mittel 12 Bq/l). Spitzenwerte wurden in den Wochen 19, 19, 20 und 30 festgestellt, mit Tritium-Werten von 131, 47, 30, bzw. 61 Bq/l. Für Jod-131 ergaben sich Werte zwischen 0.1 und 1.0 Bq/l mit einem Jahresmittel von rund 0.2 Bq/l. Andere künstliche Radionuklide konnten keine nachgewiesen werden (Caesium-137: < 20 Bq/l).

Die Wochensammelproben aus der Kläranlage **Lausanne** werden durch das Institut de Radiophysique Appliquée (IRA) gemessen. In allen Wochenproben lagen die Messwerte (mit einer Ausnahme) für die Radionuklide Caesium-134, Caesium-137 und Jod-131 unter der Messgrenze von 0.6 Bq/l (am 10.4.95 wurde 0.9 Bq Jod-131 gemessen). Die Tritium-Konzentration in monatlichen Sammelproben der ARA Lausanne lag zwischen 2 und 8 Bq/l.

Seit 1995 werden Wochenproben der beiden Kläranlagen von Genf ("Aire" und "Nant d'Avril") vom AC-Laboratorium im Spiez untersucht. Bei beiden Anlagen betragen die höchsten Jod-131-Werte 0.5 Bq/l, im Mittel betrug die Jod-131-Aktivität bei der Anlage "Aire" rund 0.2 Bq/l. Bei der Anlage "Nant d'Avril" lagen, mit zwei Ausnahmen, alle Messwerte für Jod-131 unter der Erkennungsgrenze von 0.1 bis 0.2 Bq/l. Andere künstliche Radionuklide werden keine nachgewiesen. Die an Monatsproben durch die SUER ermittelte Tritiumaktivität lag mit fünf Ausnahmen unter 20 Bq/l: "Aire" Juni: 43, Juli: 144 Bq/l; "Nant d'Avril" Januar: 24; September: 28, Oktober: 366 Bq/l.

Fig. 4: Cs-137 im Klärschlamm von Kläranlagen 1986-1996, umgerechnet auf Trockensubstanz



5.4. Ein- und Ausfuhr radioaktiver Stoffe 1995

P. Wyss Abteilung Strahlenschutz, Bundesamt für Gesundheit, 3003 BERN

Import und Export von radioaktiven Stoffen benötigen eine Bewilligung des Bundesamtes für Gesundheit. (Bei denjenigen mit Kernbrennstoff ist das Bundesamt für Energiewirtschaft zuständig). Die Abteilung Strahlenschutz hat aus den Meldungen der Zollorgane betreffend Import und Export der wichtigsten radioaktiven Stoffe für 1995 die folgende Zusammenstellung erarbeitet:

Radionuklid	Import in GBq/Jahr	Export in GBq/Jahr
H-3	265	3'776'000
C-14	447	73
P-32	15.4	---
S-35	10.2	---
Ni-63	0.37	---
Sr-90	1.5	---
Y-90	7.4	---
Mo-99	23'900	4
I-123	17.1	8
I-125	9.3	---
I-131	24'900	---
Xe-127	31.1	---
Xe-133	439	---
Cs-137	112	352
Am-241	5.6	1.3

Import:

Die Schweiz ist für den Bedarf radioaktiver Stoffe praktisch vollständig vom Ausland abhängig. Nur einige wenige sehr kurzlebige Nuklide werden in der Schweiz (PSI) hergestellt. Die aus der Aufstellung ersichtlichen Nuklide entsprechen dem Bedarf der wichtigsten in Medizin, Industrie und Forschung verwendeten radioaktiven Stoffen.

H-3/Tritium wird in Form von Tritiumgas importiert. Die Schweiz ist in der Technologie für die Tritiumverarbeitung weltweit führende Nation. Der grösste Teil der Aktivität wird in kleine und kleinste Glasröhren (TGLQ) abgefüllt, verschweisst und zu Beleuchtungszwecken in optischen Instrumenten, Skalen etc. verwendet. Daneben wird Tritiumgas traditionellerweise zu Leuchtfarbe verarbeitet, welche vor allem in der Uhrenindustrie zum Belegen von Zeigern und Zifferblättern etc. Anwendung findet.

Die importierte Aktivität von 265 GBq im Berichtsjahr entspricht, verglichen mit den Erfahrungswerten aus früheren Jahren einer extrem niedrigen Menge. Die Tritium verarbeitende Industrie hatte 1995 Probleme Nachschub an Tritiumgas aus dem Ausland zu erhalten.

Wichtige Nuklide für die nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie sind allen voran Mo-99, welches in Form von Tc-99 m-Generatoren in der Nuklearmedizin zum Einsatz kommt. Weiteres wichtiges Nuklid in der Nuklearmedizin stellt I-131 dar, welches vor allem in der Therapie von Schilddrüsenerkrankungen Bedeutung hat. Von den übrigen Nukliden, sei Am-241 herausgehoben, welches als Alphastrahler eine besondere Bedeutung einnimmt und in der Schweiz grösstenteils zur Herstellung von Ionisationsrauchmeldern verarbeitet wird.

Export:

Die ausserordentlich hohe Aktivität an H-3/Tritium wiederspiegelt die Bedeutung der Schweiz in der Verarbeitung von Tritiumgas. Dabei handelt es sich um Produkte höchster Präzision (Beleuchtung von Skalen, Instrumenten etc.). Die übrigen Nuklide sind Exporte im Rahmen der üblichen Forschung, dem Rückschub von gebrauchten Tc-99m-Generatoren, zur Wiederverwendung und Aufbereitung bestimmten Strahlenquellen (Cs-137) sowie dem Export von Am-241 in Form von Ionisationsrauchmeldern. Erwähnenswert ist noch der Export des sehr kurzlebigen I-123. Dieses findet Verwendung in der nuklearmedizinischen Diagnostik und wird in der Schweiz auch für die grenznahen Gebiete des benachbarten Auslandes hergestellt.