

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:	- (1999)
Rubrik:	Emissionen der Industriebetriebe 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: 15.02.2026

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

9. Emissionen der Industriebetriebe und Spitäler

Zusammenfassung

(hv) Dieses Kapitel enthält die Messungen der Immissionen aus Industriebetrieben und Spitäler, die radioaktive Stoffe (offene Strahlenquellen) verarbeiten. In der Schweiz sind dies im wesentlichen ^3H (Tritium) für die Herstellung von Leuchtfarbe für Uhren und Instrumente sowie Tritiumgas-Leuchtquellen ebenfalls für die Anzeigen von Uhren und Instrumenten sowie ^{131}I , das in der Medizin für Diagnose und Therapie bei Schilddrüsenerkrankungen verwendet wird. Die Überwachung umfasst daher die Emissionen dieser Betriebe an das Abwasser und bei gewissen auch die Abluft. Bei der Umgebungsüberwachung werden die Niederschläge, teilweise die Luftfeuchtigkeit sowie die Abflüsse dieser Nuklide über Kläranlagen (Zürich, Bern, Biel, Basel, Lausanne, La Chaux-de-Fonds) und über die Flüssen (Doubs bei St. Ursanne) [Kap. 4.1 und 4.2]. Die Abgaben der Tritium-Betriebe sowie Stichprobemessungen in der Nahumgebung dieser Betriebe sind im Kapitel 9.1. durch die SUVA zusammengestellt, die ^{131}I -Abgaben der Spitäler in Kapitel 9.2.

Abwässer der Kläranlagen der Städte Zürich, Basel, Bern und Lausanne wiesen vereinzelt geringe Mengen (bis 8 Bq/l) an ^{131}I aus der Nuklearmedizin auf. Der Tritiumgehalt am Ausfluss von Kläranlagen (Basel, Bern, Biel, La Chaux-de-Fonds und Zürich) betrug maximal 160 Bq/l, ausser jener von Biel mit Werten bis 8000 Bq/l (in Abklärung), sowie jener von La Chaux-de-Fonds, wo Werte bis 3600 Bq/l auftraten sowie. Dieses Tritium stammt hauptsächlich aus der Rauchgas-Waschanlage der regionalen Kehrichtverbrennungs-Anlage wo immer noch z.T. Tritium-haltige Abfälle verbrannt werden. Der Tritium-Abfluss über die Kläranlage von La Chaux-de-Fonds nahm von 1990 auf 1999 von 42 auf 9 TBq/Jahr ab. 1999 wurden in den Betrieben der Stadt La Chaux-de-Fonds 112 TBq ^3H verarbeitet [Kap. 4.2 und 9.1].

Die kontinuierlichen Messungen in der Umgebung der Betriebe in Teufen/AR, Niederwangen/BE und der Region La Chaux-de-Fonds finden sich in den Kapiteln 4.1 und 4.2 und sind dort kommentiert. Auch im Berichtsjahr haben diese Betriebe die ihnen in der Bewilligung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen auferlegten Abgabelimiten eingehalten und keine unzulässigen Immissionen verursacht.

9.1 Emissionen der Betriebe

R. Grunder und Th. Lauffenburger

Suva

Abteilung Arbeitssicherheit

Bereich Physik, Postfach 4358, 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 (^3H , ^{14}C , ^{147}Pm)
- ◆ Tritiumgaslichtquellen (^3H)
- ◆ Ionisationsrauchmelder (^{241}Am)
- ◆ Überspannungsableiter (^3H , ^{147}Pm)

Leuchtfarbenbetriebe

(Total 9 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 **1999 112 TBq** Tritiumleuchtfarbe eingekauft bzw. verarbeitet.

Forschungsbetriebe

(Total 53 Betriebe)

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

Medizinisch analytische Laboratorien

(Total 46 Betriebe)

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

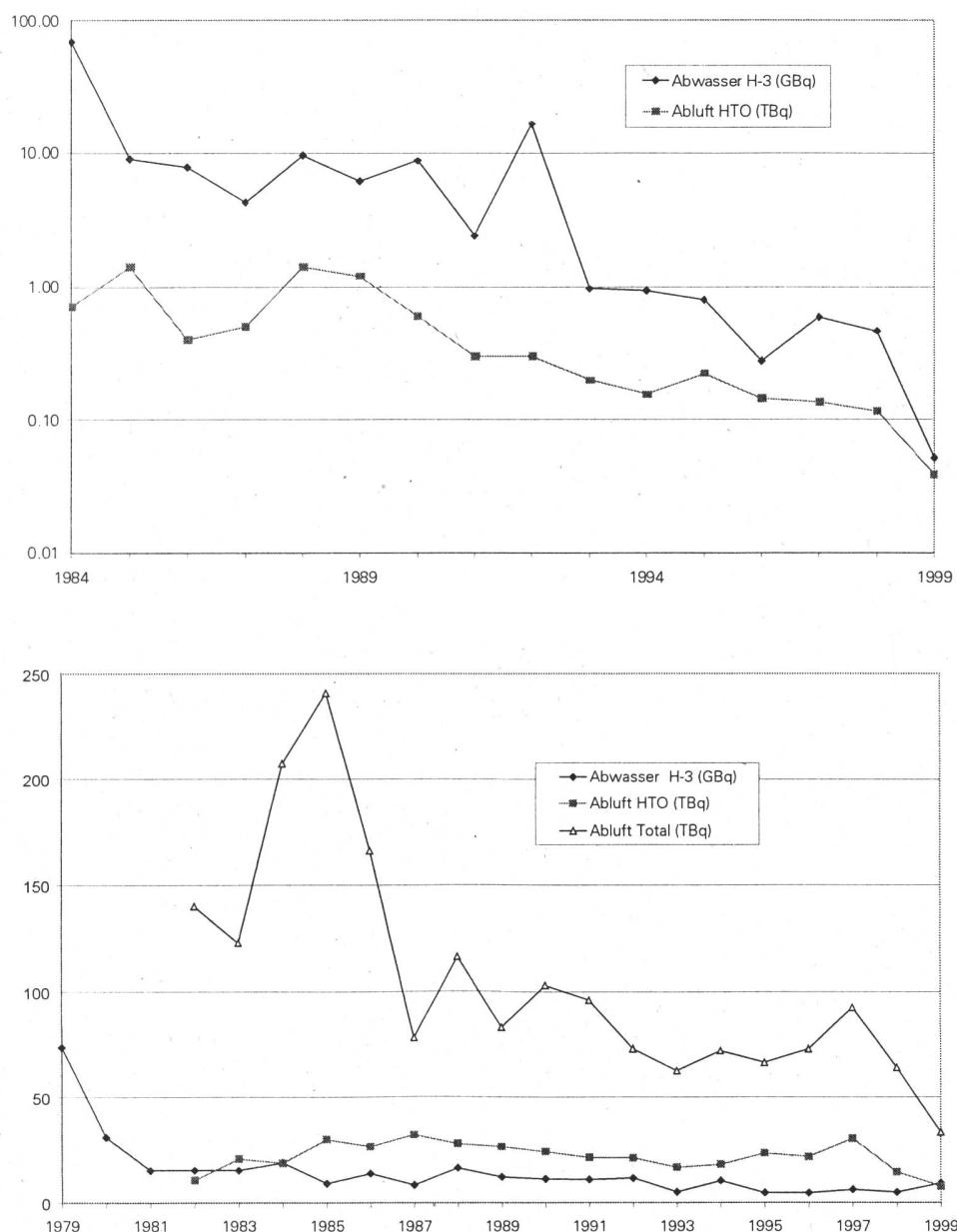
Einkauf radioaktiver Stoffe 1991 - 1999

	Isotope	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	Einheit
Produktionsbetriebe	^3H	8.9	8.1	6.5	20.1	4.4	11.4	6.8	17	13	PBq
	^{14}C	0.1	0.3	0.1	0.4	0.3	0.2	1.5	3.9	0.7	TBq
	^{147}Pm	21.3	25.1		114.9	44.3	27.4	57.9	0.1	42	TBq
	^{241}Am	15.2	12	31.4	17.6	18.2	29.1	53.6	22	29	GBq
Leuchtfarbenbetriebe	^3H	362	628	812	903	934	760	800	1300	970	TBq
Forschungsbetriebe	^3H	4.9	11.7	6.8	14.2	2.8	8.3	1.3	6.1	10.4	TBq
	^{14}C	438.1	819.9	381.7	288.9	557.1	309	576.6	590	330	GBq
	^{32}P	36.3	56.2	76.9	84.3	72.8	93	85.2	110	110	GBq
	^{35}S	36.2	42.8	58.3	69.3	63	76.4	72	62	60	GBq
	^{45}Ca	1.6	1.5	1.9	0.9	0.6	1.1	1.7	1.8	1.5	GBq
	^{51}Cr	18.6	18.7	18.4	19.8	30	32.6	40.5	32	36	GBq
	^{125}I	32.9	41.7	53.6	50.5	55.1	44.4	55	170	176	GBq
Analytische Laboratorien	^{125}I	1.5	1.6	2.2	2.2	2.6	3.4	3.7	4.5	5	GBq
	^3H	3	5.3	3.9	4.2	5.2	71.3	17.4	38		MBq
	^{57}Co	17.2	20.4	30.4	33	63.5	98.1	110	140	150	MBq
	^{14}C	861	1246	443.8	104						MBq

Im Berichtsjahr **1999** haben alle Betriebe, auch die in der Tabelle 1 aufgeführten Produktionsbetriebe, die Abgabelimiten eingehalten.

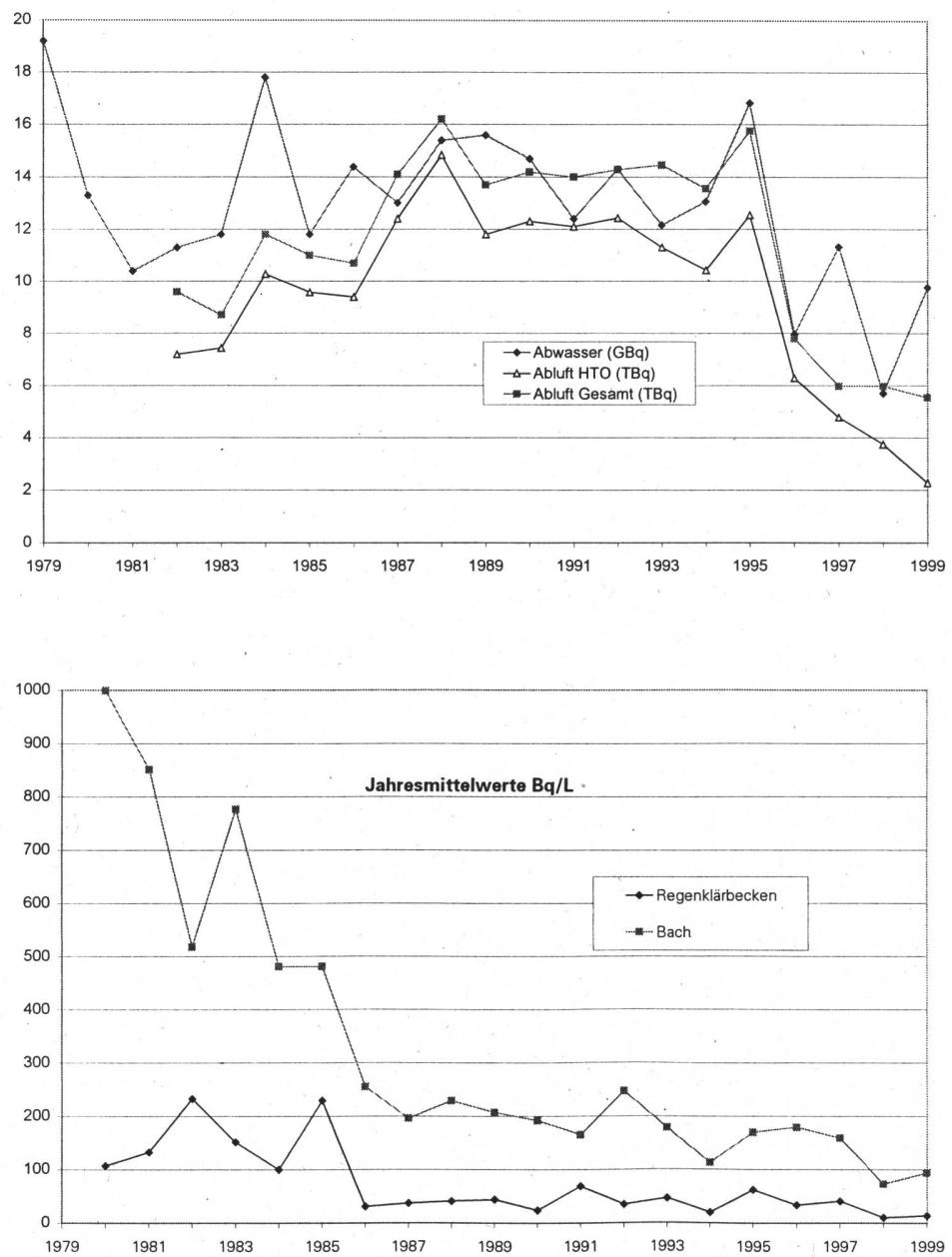
Bemerkungen zu den Tabellen und Figuren:

Die Abgaben an die Umwelt der drei Betriebe mit dem grössten Tritium-Umsatz sind in Tabelle 1 zusammengestellt (Jahreswerte). Die Tritium-Messungen der Suva in der Umgebung der Firma RC Tritec AG, Teufen/AR und die Abgaben aller drei Tritium-Betriebe sind in Figur 1 graphisch dargestellt. Die Emissionsmessungen werden durch den Betrieb durchgeführt und durch Kontrollmessungen der Suva überprüft. Die Messungen in der Umgebung werden von der Suva gemacht.



Figur 1: Tritium Abgaben aus Betrieben und in der Umgebung:

oben: Siemens Building Technologies, Cerberus Division, Volketswil/ZH
unten: mb microtec Niederwangen/BE



Figur 1: Tritium Abgaben aus Betrieben und in der Umgebung:

oben: RC Tritec Teufen/AR
unten: Umgebung RC Tritec

Tabelle 1

Jahresabgaben in GBq/Jahr aus Betrieben 1980 - 1999

Jahr	mb microtec 3127 Niederwangen / BE			RC Tritec AG 9053 Teufen / AR			Siemens Building Technologies AG Cerberus Division 8604 Volketswil / ZH		
	Abwasser Tritium	Total	Abluft Tritium	Abwasser Tritium	Total	Abluft Tritium	Abwasser Tritium	Total	Abluft Tritium
			davon HTO			davon HTO			
1980	31	—	—	13.0	—	—	—	—	—
1981	15	—	—	10.4	—	—	—	—	—
1982	15	140'000	10'600	11.3	9'600	7'200	—	—	—
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	300
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
1996	4.6	72'800	21'700	8.0	7'800	6'300	0.28	0.3.10 ⁻³	145
1997	6.2	92'300	30'300	11.3	6'000	4'800	0.59	0.3.10 ⁻³	137
1998	4.9	63'950	14'400	5.7	6'000	3'750	0.46	0.3.10 ⁻³	116
1999	9.1	33'240	7'490	9.8	5'540	2'270	0.05	0.3.10 ⁻³	40
Abgabelimitten in GBq pro Woche pro Jahr		HT	HTO	HT	Wasserdampf	HTO	Wasserdampf		
0.7 1) 2) (≈ 36)	37'000 1) 37'000 1)	Gas 37'000 1)	Wasserdampf 37'000 1)	1.9 1) 2) (≈ 100)	3'700 1) 37'000 1)	Gas 3'700 1)	1'850 1) 18'500 1)	3.7 3) (≈ 190)	0.0037 3) (≈ 0.20)
— = keine Abgabe		1) Gemäss Bewilligung vom Dezember 1993 (RC Tritec) bzw. vom April 1993 (mb microtec)		2) Wochenlimite für C-14 = 0.15 GBq (mb microtec bzw. 0.4 GBq (RC Tritec))		3) Gemäss Bewilligung vom Juni 1994		200 3) 3'700 4)	

9.2 Emissionen der Spitäler

Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz

H. Völkle Sektion Überwachung der Radioaktivität,
1700 FRIBOURG

R. Linder Sektion Aufsicht und Bewilligungen, 3003 BERN

Zusammenfassung

Obwohl die applizierten Aktivitäten an ^{131}I und anderen Therapienukliden meist zugenommen haben, ist die gesamthaft ans Abwasser abgegebene Aktivitätsmenge 1999 gemäss dem Trend der vergangenen Jahre weiter zurückgegangen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Abwasserkontrollanlagen in den Spitäler in den letzten Jahren modernisiert und dem höheren Patientenaufkommen angepasst wurden.

9.2.1 Ausgangslage

Anlässlich der jährlichen Umfrage in Betrieben mit einer Bewilligung für den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen (BAG Aufsichtsbereich) werden dem BAG Umsatz, Applikationen am Menschen sowie Abgaben offener radioaktiver Stoffe an die Umwelt gemeldet.

9.2.2 Therapeutische Anwendung von ^{131}I

^{131}I wird zur Schilddrüsentherapie verwendet. Aktivitäten < 200 MBq können den Patienten ambulant verabreicht werden. Weiter lässt die Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen (VUOS) ausnahmsweise ambulante Applikationen bis 400 MBq zu. Diese müssen zuvor begründet und vom BAG bewilligt werden. (pro Jahr werden an das BAG 10-20 Anträge gestellt)

Eine Weisung des Bundesamtes für Gesundheit vom April 2000 verbietet künftig auch wiederholte Applikationen kleinerer Aktivitäten (bis zu 200MBq) innerhalb von vier Wochen, die gelegentlich zur Umgehung eines Spitalaufenthaltes praktiziert wurden. Diese sind weder vom Strahlenschutz her, noch aus medizinischen Gesichtspunkten zu rechtfertigen. Aus diesem Grund wird sich voraussichtlich die gesamthaft applizierte Aktivität an ^{131}I künftig noch mehr in Richtung stationäre Applikation verlagern.

Bei Aktivitäten oberhalb 200 MBq werden die Patienten mindestens für die ersten 48 Stunden in speziellen Therapiezimmern isoliert. Die Ausscheidungen dieser Patienten werden in speziell dafür vorgesehenen Abwasserkontrollanlagen gesammelt und erst nach dem Abklingen unterhalb der bewilligten Abgaberate an die Umwelt (Abwasser) abgegeben.

9.2.3 Therapeutische Anwendung anderer Radionuklide

Zur Schmerzlinderung werden Patienten in Gelenke oder Tumore Radionuklide appliziert. Bei den verwendeten Nukliden handelt es sich um β -Strahler wie ^{90}Y , ^{169}Er , ^{186}Re , ^{89}Sr , ^{153}Sm und ^{32}P . Die Applikation erfolgt ambulant oder stationär je nach medizinischer Indikation oder applizierter Aktivität.

9.2.4 Abgabe radioaktiver Stoffe ans Abwasser

Die für einen Betrieb vom BAG bewilligte Abgaberate radioaktiver Stoffe ans Abwasser richtet sich nach Art.102 Abs.2 der Strahlenschutzverordnung (StSV). Danach darf die Aktivitätskonzentration in öffentlich zugänglichen Gewässern (in der Regel am Ausgang der ARA) im Wochenmittel 1/50 der Freigrenze nicht überschreiten.

Die in der Praxis bewilligte Abgabelimite für ^{131}I beruht auf den Angaben bezüglich der gesamten Abwassermenge des jeweiligen Betriebs und gewährleistet die Einhaltung der oben erwähnten Aktivitätskonzentration bereits am Betriebsausgang (Kanalisation).

Fig. 1: Applikation von ^{131}I 1994-1999 in GBq

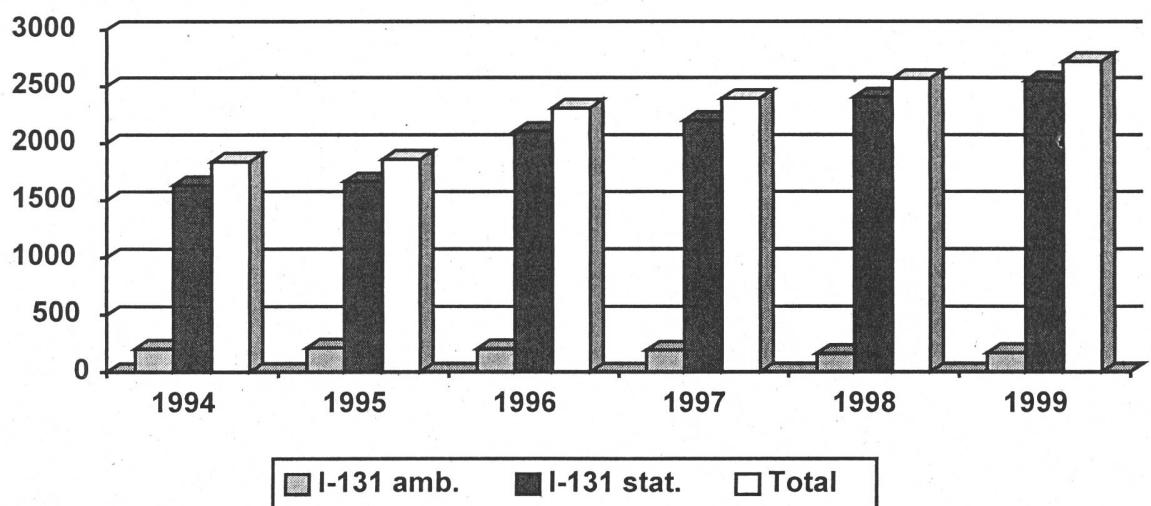


Fig. 2: Applikation anderer Therapie-Nuklide in GBq

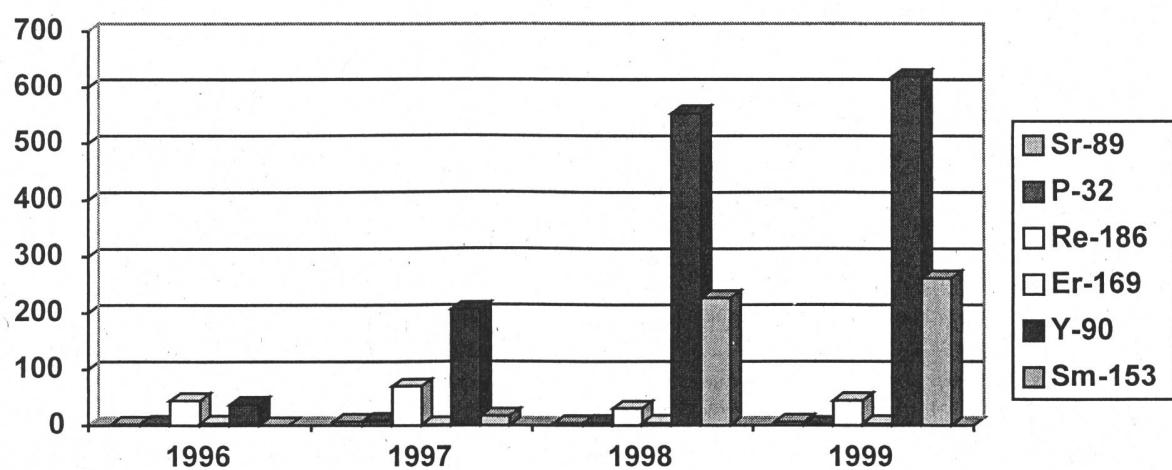


Fig. 3: Abgabe von I-131 ans Abwasser 1994-1999 in GBq

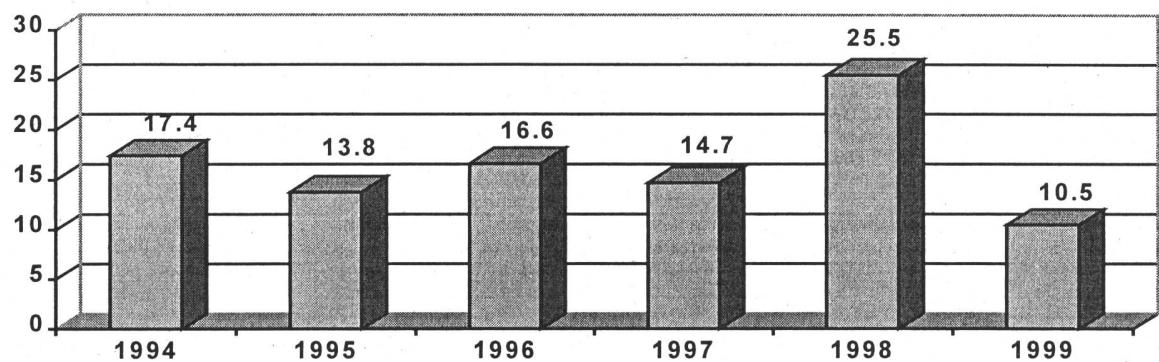
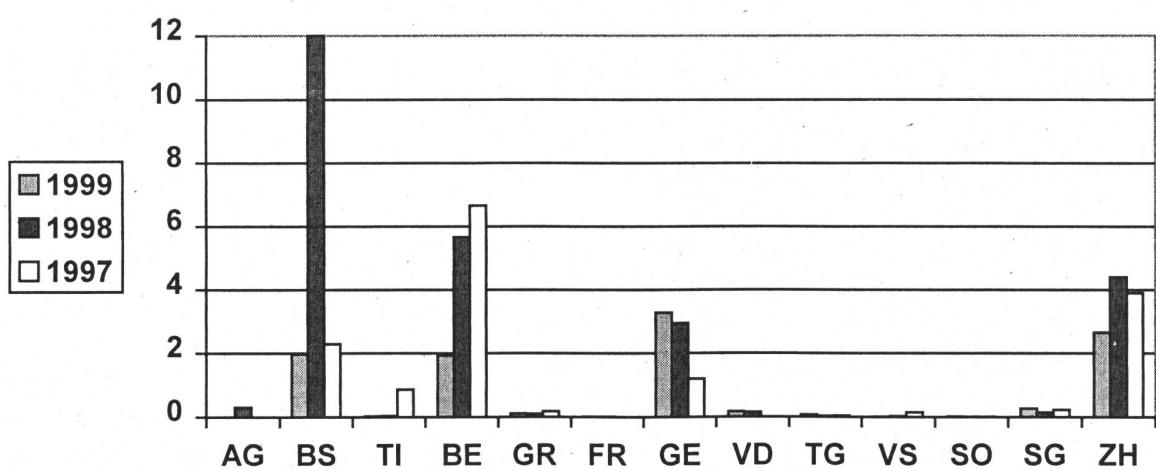


Fig. 4: Abgabe von I-131 ans Abwasser 1997-1999 in GBq pro Kanton



Tab.1 Applikationen radioaktiver Stoffe zu therapeutischen Zwecken 1999 in GBq pro Jahr

Ort	Spital	131I _{amb}	131I _{stat}	89Sr	32P	186Re	131Er	90Y	153Sm
Aarau	Kantonsspital	9.10						3.33	
Baden	Kantonsspital	5.75	177.90		0.15			0.37	78.10
Basel	Kantonsspital		281.00			11.40		582.00	
Bellinzona	San Giovanni	0.99	52.10			0.25	0.24	3.52	
Bern	Insel	13.88	504.74		0.52	2.55	0.48	5.58	12.00
Biel	Klinik Linde	3.68				0.19		0.37	
Brig	Kantonsspital	4.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bruderholz	Kantonsspital	0.00							
Chur	Kantonsspital	2.22	67.82	1.33		0.35		0.37	18.87
Frauenfeld	Kantonsspital					0.07		0.37	26.50
Fribourg	Hopital Cantonal	3.70	63.79	0.00	0.00	14.69	0.00	0.00	0.00
Genève	Hopital Cantonal	22.90	165.00	0.00	0.14	0.30	0.00	0.30	43.70
Lausanne	CIP Centre d'Imagerie	0.13							
Lausanne	Clinique Cécil	0.19							
Lausanne	Dr. Rosselet	4.63							
Genolier	Clinique Genolier			0.74					
Vevey	Hôpital Providence			0.24					
Lausanne	CHUV	0.55	265.80	2.98	0.93	1.96	0.44	5.20	16.30
Lugano	Civico	2.04							
Luzern	Kantonsspital	13.00			0.19	0.07	0.26	2.66	2.00
Luzern	St. Anna	15.09							
Luzern	Marugg	1.67							
Mendrisio	Beta Vergine	2.54							
Münsterlingen	Kantonsspital	27.34	95.61			0.37	0.22	0.37	
Schaffhausen	Kantonsspital	0.18					0.04	0.56	6.50
Sion	Hopital Cantonal	2.23	39.13	0.00	0.00	9.94	0.00	0.19	0.00
Schlieren	Limmatalspital	1.40						0.37	
Solothurn	Bürgerspital	3.30	24.20					0.55	
Wetzikon	Dr.med.Schaub	10.69						0.37	
St.Gallen	Kantonsspital	1.28	295.66	0.15	0.00	0.04	0.04	2.96	0.00
Winterthur	Kantonsspital	1.70	94.57	0.00	0.00	0.00	0.21	0.48	25.87
Zug	Kantonsspital				0.08				
Zürich	USZ	0.85	219.86	0.00	0.00	1.83	0.85	4.81	24.10
Zürich	Triemli	9.40	202.48	0.00	0.00	0.00	0.00	2.82	7.46
Zürich	Waid	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zürich	Bethanienspital	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Schweiz	gesamt	169.49	2549.66	5.44	2.00	44.01	2.78	617.55	261.40

Tab.2 Abgabe von I-131 aus Abwasserkontrollanlagen ans Abwasser 1999 in MBq pro Jahr

Ort	Baden	Basel	Bellinzona	Bern	Chur	Fribourg	Genf	Lausanne
Spital	KS	KS	S. Giovanni	Insel	KS	HC	HCG	CHUV
Jan.	0.00	170.90	0.00	0.00	8.40	0.00	96.00	15.00
Feb.	0.00	163.50	0.00	0.00	0.00	0.00	722.00	21.70
März	0.00	103.10	0.00	190.00	26.90	0.00	261.00	0.00
April	0.00	183.50	21.00	230.00	0.00	3.35	711.00	13.90
Mai	0.00	231.00	13.00	100.00	9.88	0.00	70.00	22.60
Juni	0.00	219.25	0.00	130.00	11.77	0.00	1156.50	13.30
Juli	0.00	287.70	0.40	550.00	0.00	0.12	36.00	24.50
Aug.	0.00	27.15	0.00	340.00	13.43	0.00	45.00	14.60
Sept.	0.00	90.70	0.00	120.00	0.00	0.00	59.00	5.00
Okt.	0.00	146.90	0.00	190.00	12.73	0.63	67.00	0.00
Nov	0.00	151.30	0.00	0.00	8.40	0.00	65.30	21.00
Dez.	0.00	198.70	0.00	90.00	12.10	0.00	0.00	13.60
Total 1999	0.00	1973.70	34.40	1940.00	103.61	4.10	3288.80	165.20
Total 1998	0.30	12018.00	36.34	5660.00	88.66	5.70	2952.00	138.80
Total 1997	0.00	2299.00	86.00	6650.00	178.00	0.00	1187.00	0.00
Bew. Abgabe pro Woche	22.2	100	25.90	370	16	16	77	31

Ort	Münsterlingen	Sitten	Solothurn	St.Gallen	Winterthur	Zürich	Zürich	Total GBq/Jahr
Spital	KS	HC	Bürger-spital	KS	KS	USZ	Triemli	
Jan.	6.19	0.00	0.00	0.50	12.00	0.00	288.00	
Feb.	0.00	0.00	19.50	3.10	55.00	0.00	399.00	
März	2.50	0.00	0.00	15.00	13.00	0.00	212.00	
April	15.65	0.00	0.00	6.60	12.00	0.00	0.00	
Mai	0.00	0.00	0.00	69.00	9.00	0.00	419.00	
Juni	0.00	0.04	0.00	10.60	18.00	0.00	261.00	
Juli	3.48	1.80	0.00	7.20	7.00	0.00	0.00	
Aug.	0.00	0.00	0.00	61.00	40.00	0.00	7.00	
Sept.	0.02	0.00	0.00	28.20	9.00	0.00	229.00	
Okt.	0.89	4.80	0.00	28.60	17.00	0.00	396.00	
Nov	37.12	0.00	0.00	11.10	4.00	0.00	72.00	
Dez.	0.00	0.00	0.00	16.80	3.00	0.00	212.00	
Total 1999	65.85	6.64	19.50	257.70	199.00	0.00	2495.00	10.55
Total 1998	31.21	29.89	2.40	146.70	509.00	0.00	3944.00	25.25
Total 1997	44.00	137.00	4.00	231.00	667.00	3.00	3232.00	14.72
Bew. Abgabe pro Woche	37	15	30	37	96	20	129.5	