

<b>Zeitschrift:</b>	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
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz
<b>Band:</b>	- (1994)
<b>Rubrik:</b>	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:** 14.02.2026

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

## 5. INDUSTRIEN UND SPITÄLER

### 5.1. VERARBEITUNG RADIOAKTIVER STOFFE IN INDUSTRIE BETRIEBEN 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.

#### **Forschungsbetriebe** (Total 65 Betriebe)

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

#### **Medizinisch analytische Laboratorien** (Total 57 Betriebe)

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

**Einkauf radioaktiver Stoffe 1991-1994:**

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

Im Berichtsjahr 1994 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 auf Tabelle 1 zusammengestellt (Jahreswerte); Detailangaben über das Berichtsjahr 1994 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. Auf Fig. 5 ist ein Überblick über die durch die Setzateliers insgesamt jährlich verarbeiteten Tritium-Mengen (wovon 33 Prozent in den Ateliers von La Chaux-de-Fonds) zusammengestellt, ergänzt durch den geschätzten jährlichen Tritium-Abfluss aus der Kläranlage von La Chaux-

---

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

de-Fonds (Messung EAWAG) bzw. im Doubs bei St-Ursanne (Messung SUER). 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.

Tabelle 1

## Jahresabgaben in GBq/Jahr aus Betrieben

Jahr	MB Microtec AG Niederwangen / BE			Radium-Chemie 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 <sup>-3</sup>	700
1985	9	241'000	30'000	11.8	11'000	9'600	9.0	<0.6•10 <sup>-3</sup>	1'400
1986	14	166'000	26'500	14.4	10'700	9'400	7.8	<0.9•10 <sup>-3</sup>	400
1987	8	78'000	32'000	13.0	14'000	12'400	4.3	<0.9•10 <sup>-3</sup>	500
1988	16	116'000	28'000	15.4	16'200	15'000	9.6	<3.8•10 <sup>-3</sup>	1'400
1989	12	83'000	26'500	15.6	13'700	11'800	6.2	<5.6•10 <sup>-3</sup>	1'200
1990	11	103'000	24'100	14.7	14'200	12'300	8.8	<3.9•10 <sup>-3</sup>	600
1991	11	96'000	21'300	12.4	14'000	12'100	2.4	<4.6•10 <sup>-3</sup>	300
1992	12	73'000	21'100	14.3	14'300	12'400	16.5	4.0•10 <sup>-3</sup>	210
1993	5	62'500	16'700	12.2	14'500	11'300	0.97	4.9•10 <sup>-3</sup>	200
1994	10	71'900	18'000	13.1	13'600	10'400	0.94	3.2•10 <sup>-3</sup>	160

Abgabelimiten in GBq pro Woche pro Jahr	HT Gas (≈ 36)	HTO Wasserdampf 37'000 <sup>1)</sup> 370'000 <sup>1)</sup>	HT Gas 1.9 <sup>1)3)</sup> (≈ 100)	HTO Wasserdampf 3'700 <sup>1)</sup> 37'000 <sup>1)</sup>	HT Gas 3'700 <sup>1)</sup> 18'500 <sup>1)</sup>	HTO Wasserdampf 1'850 <sup>1)</sup> 18'500 <sup>1)</sup>	3.7 <sup>4)</sup> (≈ 190)	0.0037 <sup>4)</sup> (≈ 0.20)	200 <sup>4)</sup> 3'700 <sup>4)</sup>
---	---------------------	---	---	---	--	---	------------------------------	----------------------------------	--

-- = keine Abgabe

1) Gültig seit 1984

2) Wochenlimite für C-14 = 0.15 GBq

3) Wochenlimite für C-14 = 0.4 GBq 4) Gültig seit 1988

**Tabelle 2****Aktivitätsabgaben an die Umwelt, 1994**

- B.5.1.5 -

	mb-microtec AG 3127 Niederwangen			Radium-Chemie AG 9053 Teufen			Cerberus AG 8604 Volketswil		
	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	0.53	1.485	10.243	0.983	0.731	0.950	0.085	0.784	16.096
Februar	0.24	1.400	5.514	1.165	0.475	0.618	0.057	0.287	17.401
März	2.55	1.577	8.890	0.897	0.518	0.673	0.153	0.291	24.585
April	1.37	1.846	6.714	0.605	0.821	1.067	0.076	0.269	18.715
Mai	0.86	1.209	4.635	1.679	0.820	1.066	0.035	0.192	5.046
Juni	0.71	1.777	6.784	0.298	0.793	1.031	0.235	0.299	9.175
Juli	0.32	1.550	4.772	1.386	0.913	1.187	0.044	0.208	6.700
August	0.59	1.373	4.485	1.416	1.255	1.632	0.060	0.182	5.606
September	0.45	1.532	4.967	0.425	1.034	1.344	0.033	0.169	6.453
Oktober	0.44	1.286	5.462	1.817	1.032	1.342	0.077	0.182	11.585
November	1.50	1.835	5.781	0.802	1.018	1.323	0.056	0.202	27.370
Dezember	0.77	1.130	3.615	1.582	1.018	1.323	0.024	0.099	7.365
<b>Total</b>	10.330	18.000	71.862	13.055	10.428	13.556	0.935	3.163	156.097

**Tritiumkonzentration im Wasserproben, Bq/l, 1994**

Umgebung Radium Chemie AG 9053 Teufen						
Datum	Schacht	Einlauf Feuerweiher	Meteor alt	Meteor neu	Regenklärbecken	Bach
5.01.94	962	1739	518	2183	20	81
6.04.94	888	1628	481	aufgehoben	< 8	74
4.07.94	1221	1887	< 8	aufgehoben	59	167
30.09.94	5550	1924	2257	aufgehoben	< 8	130
Mittelwert	2155	1795	814		20	113

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

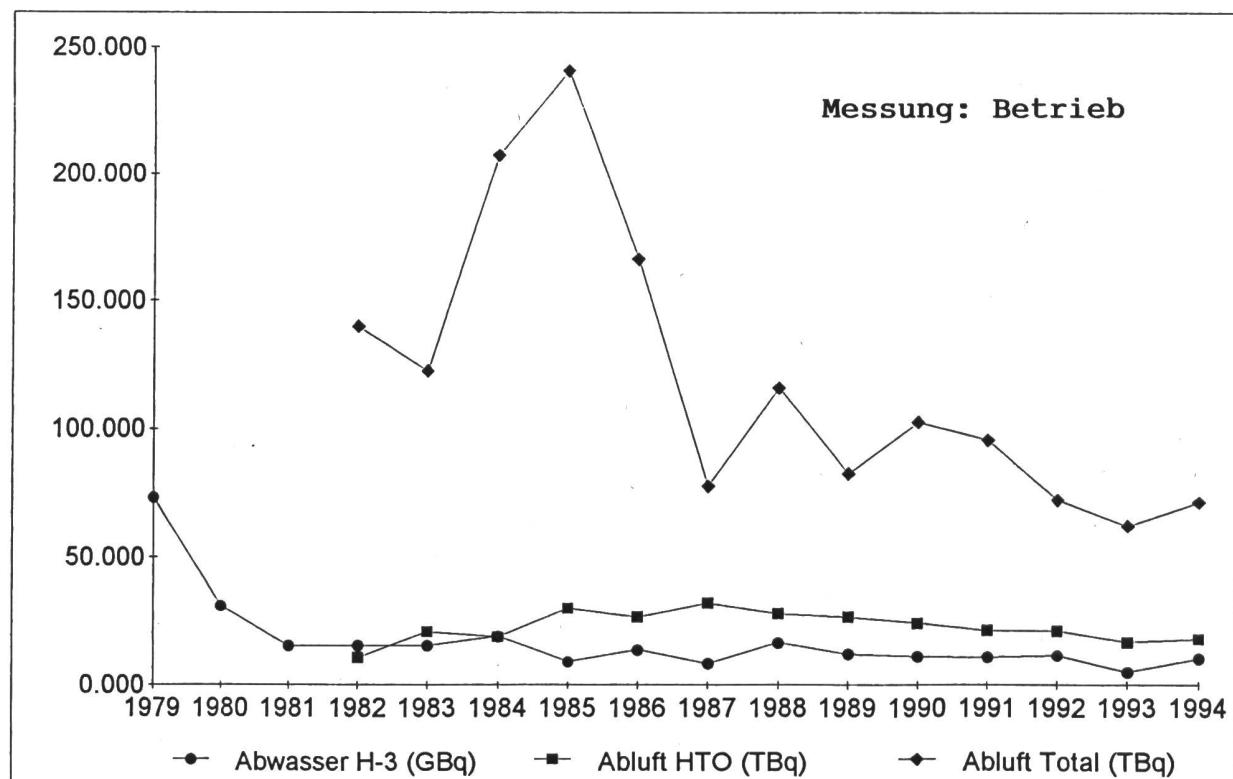


Fig. 2: Tritium-Abgaben von Radium-Chemie AG in Teufen/AR

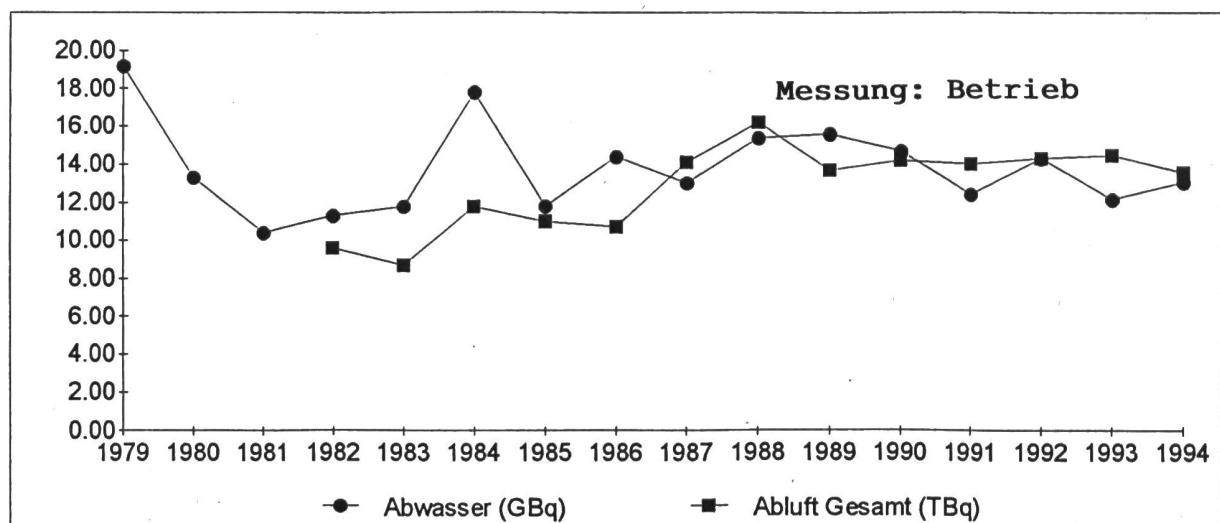
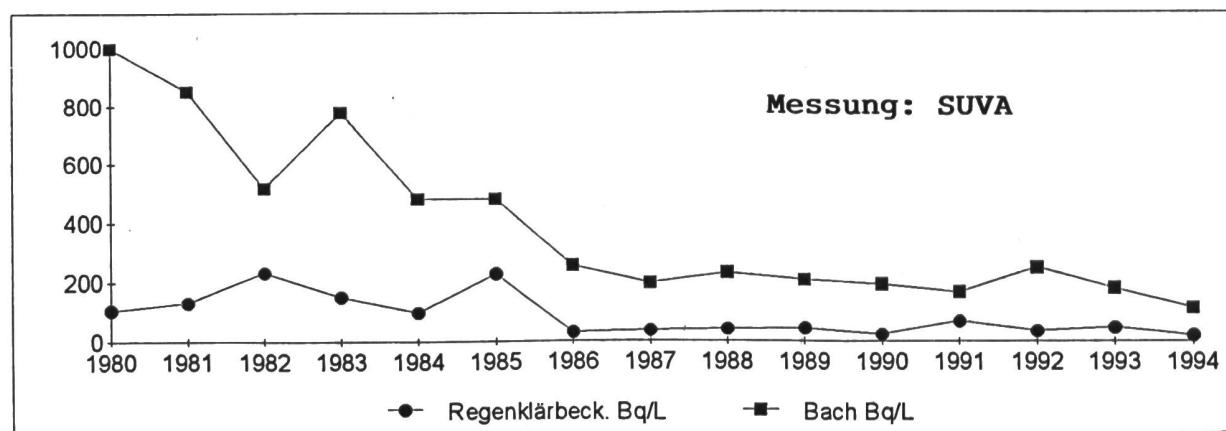
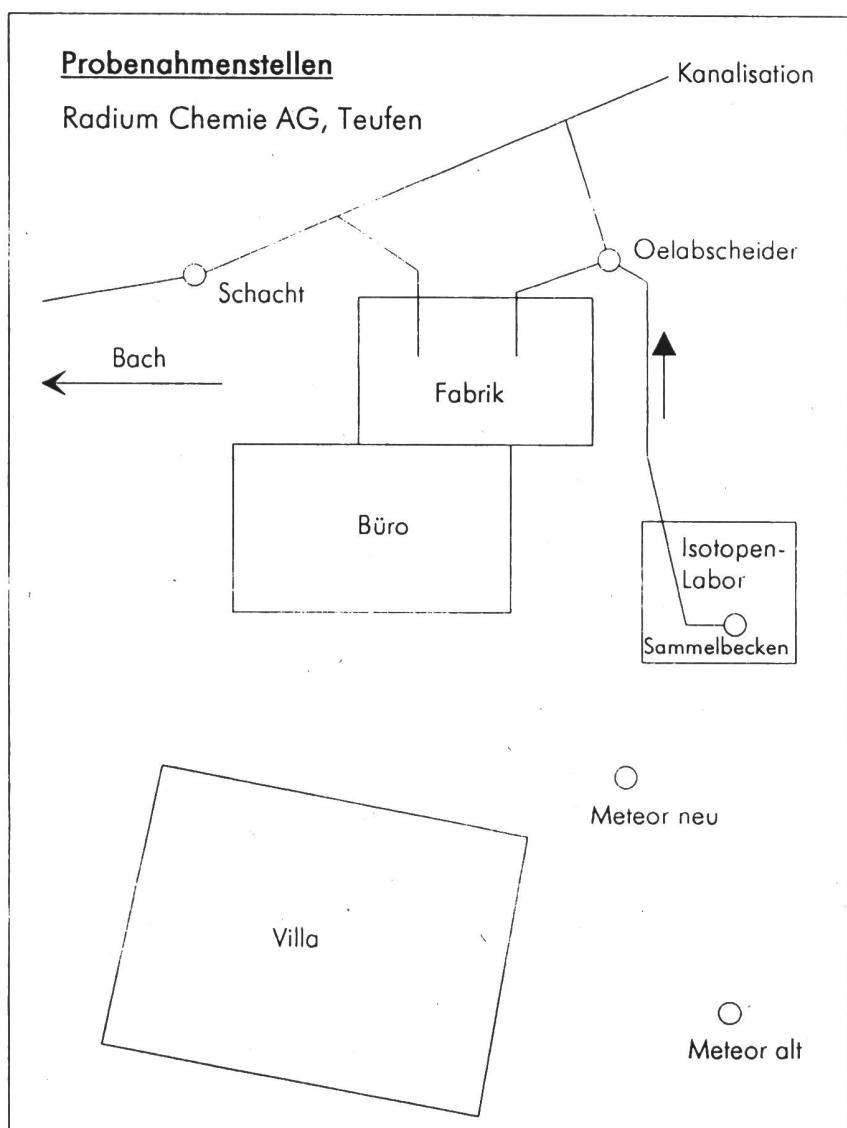


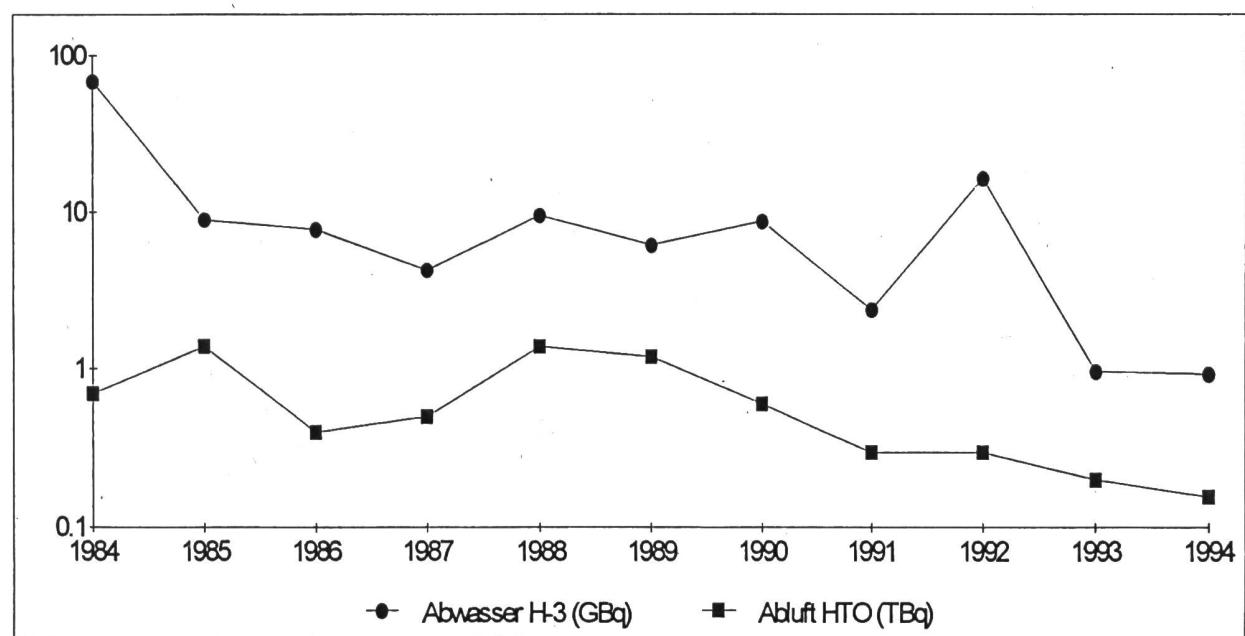
Fig. 3: Tritium-Messungen in der Umgebung von Radium-Chemie AG



**Fig. 3a: Probenahmestellen Umgebung Radium-Chemie AG**



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



## 5.2. ABGABE VON RADIONUKLIDEN AUS SPITÄLERN AN DAS ABWASSER

E. Elmer<sup>1)</sup>, P. Haag<sup>1)</sup>, R. Linder<sup>1)</sup> und H. Völkle<sup>2)</sup>, Abteilung Strahlenschutz, BAG

<sup>1)</sup> Sektion Betriebskontrollen, 3001 BERN

<sup>2)</sup> Sektion Überwachung der Radioaktivität, Chemin du Musée 3, 1700 FRIBOURG

### Zusammenfassung

*In diesem Kapitel sind die Radioaktivitätsabgaben (Jod-131) aus Spitäler über das Abwasser zusammengestellt. Damit lassen sich die Messungen am Ausfluss von Kläranlagen interpretieren. Für Bern beispielsweise, wo häufig Jod am Ausfluss der Kläranlage festgestellt wird, ergab sich, dass nur ein kleiner Teil davon direkt aus den kontrollierten Abgaben des Inselspitals stammt, während der grössere Anteil von den ambulant behandelten Patienten stammt. Radiologisch sind diese Aktivitäten allerdings 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 Spitälern wurden 1994 insgesamt rund 1800 GBq Jod-131 an Patienten appliziert (hiervon 16 Prozent in Zürcher Spitälern, 24 Prozent im Berner Inselspital und 16 Prozent im Kantonsspital Basel-Stadt), davon etwa 200 GBq an ambulanten Patienten.

Bei Spitälern, in denen insbesondere Jod-131 zur stationären Behandlung von Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen verwendet wird, verlangt die Aufsichtsbehörde eine kontrollierte Abgabe der Abwässe 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 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.

## Jod-131-Abgaben aus den Spitälern mit Abwasserkontrollanlagen (1994) 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.	0.0004	0.400	0.000	0.037	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.181	0.000	0.247
Feb.	0.0000	0.400	0.016	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.002	0.070	0.000	0.496
März	0.0000	0.400	0.002	0.111	0.000	0.003	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	1.780	0.299
April	0.0000	0.400	0.000	0.037	0.000	0.033	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.417	0.146	0.487
Mai	0.0001	0.400	0.004	0.037	0.000	0.012	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	1.410	0.072	0.270	0.501
Juni	0.0000	0.400	0.000	0.111	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.235	0.259
Juli	0.0000	0.400	0.001	0.481	0.000	0.012	0.008	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.153	0.090	0.000
Aug.	0.0000	0.400	0.006	0.111	0.000	0.146	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	0.059	0.481
Sept.	0.0000	0.400	0.002	0.740	0.000	0.028	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.236	0.000	0.507
Okt.	0.0000	0.400	0.001	0.037	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.192	0.000	0.247
Nov.	0.0000	0.400	0.000	0.555	0.000	0.058	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.034	0.000
Dez.	0.0003	0.400	0.000	0.037	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.487	
Total	0.0008	4.800	0.033	2.331	0.000	0.378	0.081	0.000	0.000	0.009	0.014	1.413	1.745	2.646	4.011

- B.5.2.2 -

## Von den Spitälern 1994 gesamthaft an Patienten applizierte Jod-131-Mengen in GBq <sup>3)</sup>

(Angaben: Sektion Betriebskontrollen, BAG)

ambulant	5.44	0.00	3.44	34.75	11.14	16.53	0.00	27.60	0.63	0.00	0.52	4.40	1.18	0.19	14.87
stationär	68.50	290.80	61.31	399.90	24.83	142.87	92.70	14.43	0.00	2.66	18.32	149.00	87.95	119.05	155.00
Total	73.94	290.80	64.75	434.65	35.97	159.40	92.70	42.03	0.63	2.66	18.84	153.40	89.13	119.24	169.87

1) Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne

2) Universitätsspital Zürich

3) 15 weitere Spitäler, Kliniken und Arztpraxen verfügen über keine Abwasserkontrollanlage; sie dürfen daher nur ambulante oder stationäre Patienten mit höchstens je 0.19 GBq behandeln. 1994 wurden folgende Jod-131-Mengen verwendet: Ambulante Patienten: 84.0 GBq, stationäre Patienten: 3.75 GBq; Total: 87.8 GBq.

### **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. Damit kann ein Vergleich mit den wöchentlichen Jod-131-Messungen am Ausfluss der betreffenden Kläranlagen gemacht werden. Die Kläranlagen von Zürich, Bern, Basel und Lausanne werden seit Jahren anhand von wöchentlichen Abwassersammelproben auf Jod-131 überwacht (ab 1995 auch die Anlage von Genf). Die Messungen ergeben meist Werte unter der Nachweigrenze: Zürich:  $\leq 0.2$  Bq/l, Basel: 0.1 bis 1.4 Bq/l und Lausanne  $\leq 0.6$  Bq/l. Daraus lässt sich unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit schliessen, dass die von den betreffenden Spitälern gemeldeten Jod-131-Abgabebilanzen korrekt sind und die bewilligten Abgaberaten nicht überschritten wurden. Im Abwasser der Kläranlage von Bern wurden 1994 in den wöchentlichen Sammeproben typische Jod-131-Konzentrationen zwischen 0.5 und 1.5 Bq/l, mit Spitzenwerten bis 3.8 Bq/l, gemessen. Aus diesen Überwachungsmessungen von 1994 lässt sich ein Jahresabfluss von Jod-131 über die Kanalisation von Bern von 20-30 GBq berechnen. Diese Aktivitätsmenge setzt sich zusammen aus 2.3 GBq Jod-131, das über die Abkling- und Abwasserkontrollanlage des Inselspitals abgegeben wurde und einem Anteil des am ambulant behandelten Patienten im Raum Bern applizierten Jod-131 von 34.75 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.

### 5.3. UMGEBUNG VON INDUSTRIEBETRIEBEN, KLÄRANLAGEN, DEPONIEN.

**H. Surbeck und G. Ferreri** Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUeR)  
Bundesamt für Gesundheitswesen, ch. du Musée 3,  
1700 Fribourg

#### 5.3.1. Zusammenfassung

*1994 wurden wie in früheren Jahren erhebliche Mengen Tritium durch die mb-microtec in Niederwangen in die Luft abgelassen. Dies zeigt sich deutlich sowohl in den Niederschlägen als auch in der Luftfeuchte in der Umgebung des Betriebes.*

*Im geklärten Abwasser der ARA Bern konnte wie schon in vorhergehenden Jahren  $^{131}I$  häufig nachgewiesen werden. Die Werte lagen aber 1994 generell tiefer als in früheren Jahren.*

*Als guter, allerdings nur qualitativer Indikator für erhöhte Aktivität im Abwasser hat sich Klärschlamm erwiesen.  $^{131}I$  konnte in mehreren Proben aus der ganzen Schweiz nachgewiesen werden.*

#### 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. Resultate

##### Umgebung von Industriebetrieben

###### a) *Niederwangen, Tritium im Regen*

Figur 1 zeigt die Tritium-Konzentrationen im Regen an den 4 Stationen in der Umgebung von mb-microtec und die Niederschlagsmenge bei der Station 320 m NE mb-microtec. Für öffentlich zugängliche Gewässer gilt in der neuen StSV eine Limite (LE/50) von 12'000 Bq/Liter (unverändert gegenüber der früheren SSVO). [Nach der neuen StSV liegt der Grenzwert für flüssige Lebensmittel bei 10'000 Bq/Liter und der neu eingeführte Toleranzwert für Lebensmittel bei 1000 Bq/Liter].

###### b) *Niederwangen, Tritium in der Luftfeuchtigkeit*

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

Der zeitliche Verlauf ist in Fig. 2 zu sehen. Gemäss der neuen StSV beträgt die Limite für die Tritiumkonzentration in der Luft im öffentlich zugänglichen Bereich  $1700 \text{ Bq/m}^3$  ( $C_A/300$ ) früher  $1200 \text{ Bq/m}^3$ .

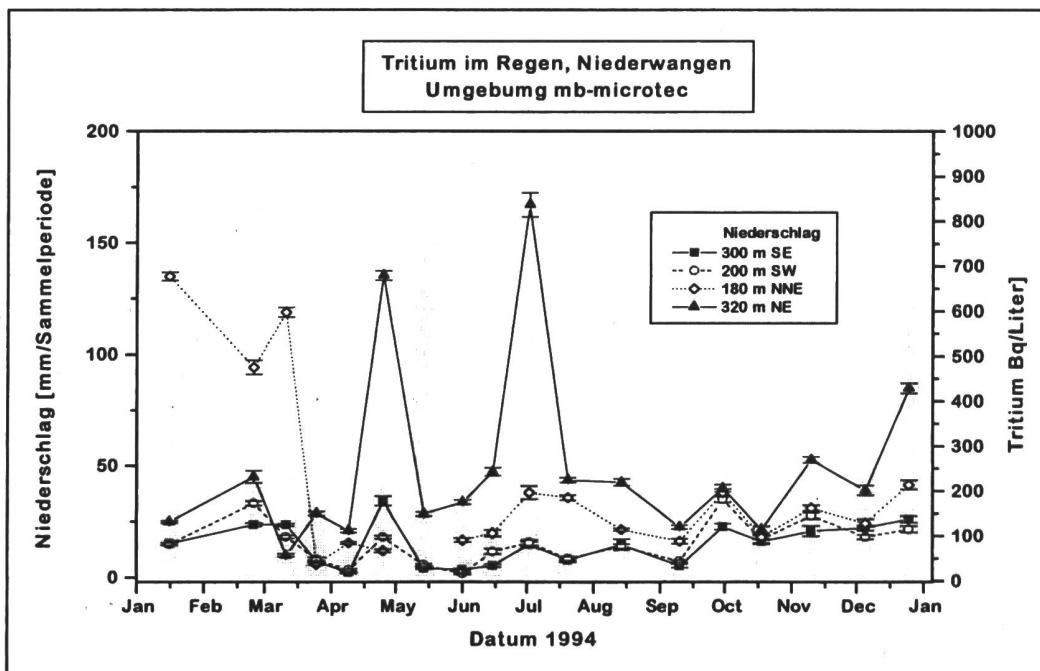


Fig. 1 Tritium (HTO) im Regen in Niederwangen (BE) in der Umgebung der mb-microtec.

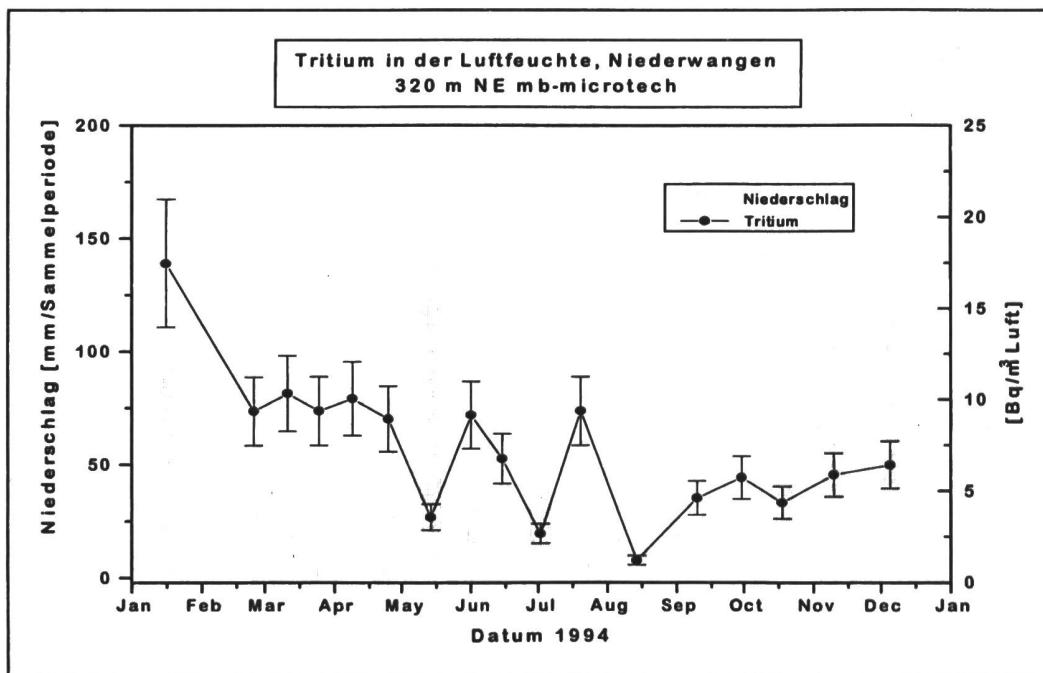


Fig. 2 Tritium (HTO) in der Luftfeuchte in Niederwangen 320 n NE der mb-microtec.

## Kläranlagen

### a) Klärschlamm

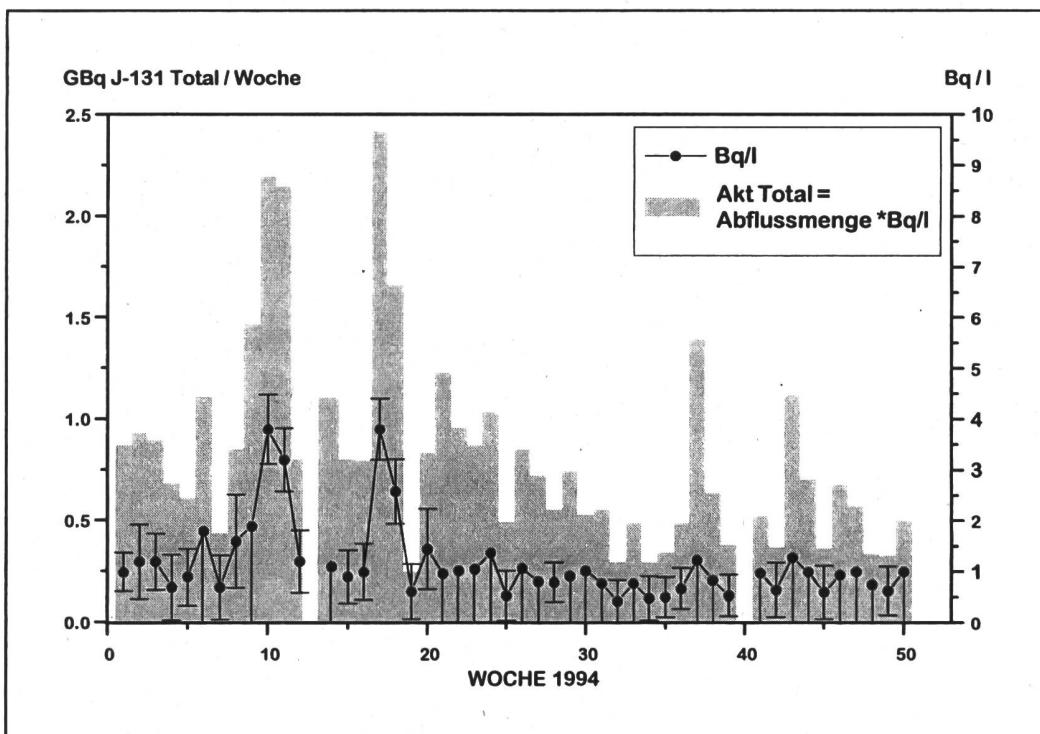
Alle Werte in Bq/kg frisch, bezogen auf das Probenahmedatum.

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

### b) Abwasser der Kläranlagen

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

Im Abwasser der ARA Bern ist häufig  $^{131}\text{I}$  nachweisbar (Fig.3). Die Werte lagen 1994 aber generell tiefer als in früheren Jahren.



**Fig. 3**  $^{131}\text{I}$  Abgaben aus der ARA Bern-Neubrück. Limite nach der neuen StSV für öffentlich zugängliche Gewässer (LE/50): 8 Bq/Liter im Wochenmittel.

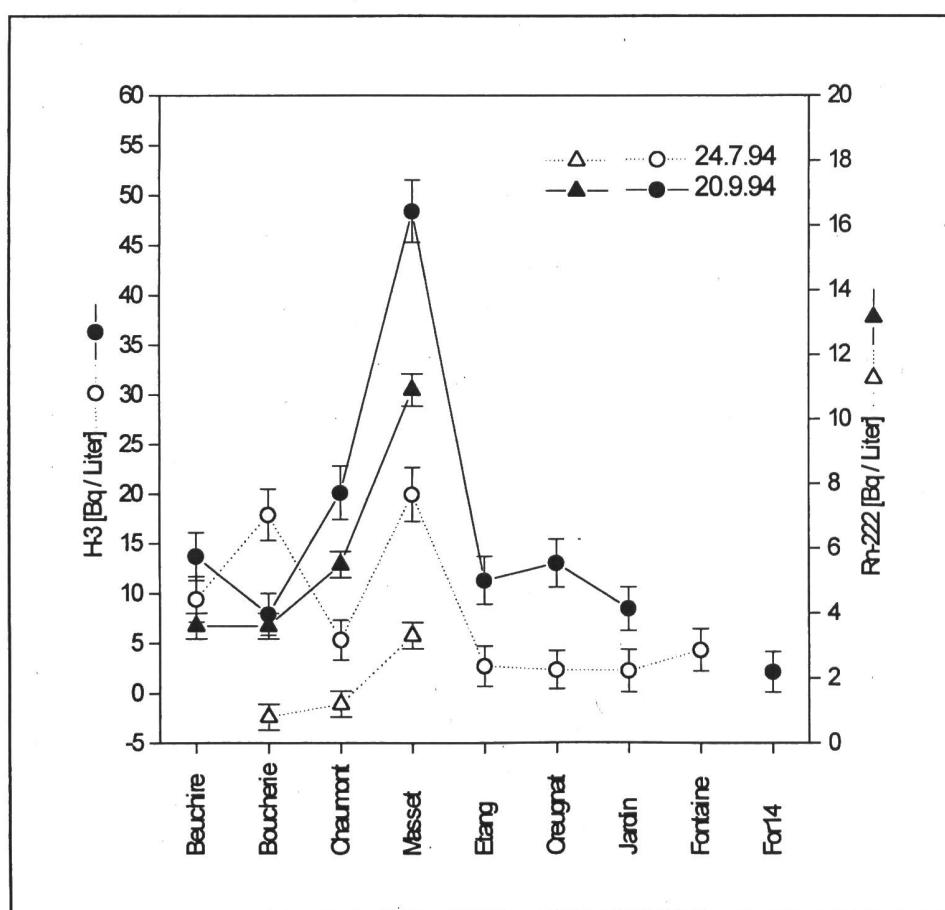
## Deponien

In Zusammenarbeit mit dem Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel (CHYN) wurden Grundwasserbohrungen in und um eine Deponie im Jura beprobt (Fig. 4).

Die zum Teil erhöhten  $^3\text{H}$ -Konzentrationen zeigen, dass der Deponiekörper tritiumhaltige Abfälle enthält. Die  $^{222}\text{Rn}$ -Werte sind dagegen im Bereich der für Sickerwasser zu erwartenden Konzentrationen.  $^{226}\text{Ra}$ -Abfälle sind daher wahrscheinlich nicht vorhanden.

Die Proben wurden in zwei Serien erhoben. Die erste Serie am 24.7.94 bei Niedrigwasser, die zweite am 20.9.94 bei Hochwasser. Die Werte sind sowohl für das  $^3\text{H}$  als auch für das  $^{222}\text{Rn}$  bei Hochwasser mit einer Ausnahme deutlich höher als bei Niedrigwasser. Das zeigt, dass es nicht genügt eine einzige Probe zu nehmen. Es muss zumindest je eine Probe bei Hochwasser und eine bei Niedrigwasser genommen werden.

Bei der Probenahmestelle "Boucherie" sinkt die  $^3\text{H}$ -Konzentration bei Hochwasser, während sie für das  $^{222}\text{Rn}$  und bei den anderen Probenahmestellen ansteigt. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, ob dieses unterschiedliche Verhalten von Radon und Tritium Hinweise auf die Struktur des Deponiekörpers liefern könnte.



**Fig. 4** Tritium (HTO) und  $^{222}\text{Rn}$ -Konzentration in Grundwasserproben aus der Umgebung einer Deponie im Jura.

## 5.4. WEITERE MESSUNGEN IN KLÄRANLAGEN UND IN DER UMGEBUNG TRITIUM-VERARBEITENDER BETRIEBE

J. Beer<sup>1)</sup>, R. Bonjour<sup>2)</sup>, J.-J. Geering<sup>3)</sup>, U. Vögeli<sup>4)</sup> und H. Völkle<sup>5)</sup>

- 1) Abteilung Umweltphysik, EAWAG, Postfach, 8600 Dübendorf
- 2) Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene,  
3097 LIEBEFELD-BERN
- 3) Institut de Radiophysique appliquée, Centre Universitaire, 1015 LAUSANNE
- 4) Kantonales Laboratorium Bern, Muesmattstr. 19, 3000 BERN 9
- 5) Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUER)  
Bundesamt für Gesundheitswesen, ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

### 5.4.1. Überwachung der Kläranlagen von Zürich, Basel-Stadt und Lausanne

Das Abwasser aus der Kläranlage von **Zürich** wird wöhentlich durch die EAWAG untersucht. Die Messungen ergaben 1994 für Tritium durchwegs Werte unter 10 Bq/l und für Jod-131 weniger als 0.2 Bq/l. In zwei Proben waren Spuren von Caesium-137 nachweisbar.

Die Wochensammelproben der Kläranlage **Basel-Stadt** werden vom kantonalen Labor Basel-Stadt gemessen. Für 1994 ergaben die Tritium-Messungen, mit Ausnahme von sechs Spitzenwerten, immer weniger als 20 Bq/l (im Mittel 10 Bq/l). Spitzenwerte wurden in den Wochen 3, 6, 29, 39, 40 und 41 festgestellt, mit Tritium-Werte 182, 41, 44, 40, 36, bzw. 462 Bq/l. Für Jod-131 ergaben sich Werte zwischen 0.1 und 1.4 Bq/l mit einem Jahresmittel von rund 0.4 Bq/l. Andere künstliche Radionuklide konnten keine nachgewiesen werden.

Die Wochensammelproben aus der Kläranlage **Lausanne** werden durch das Institut de Radiophysique Appliquée (IRA) gemessen. In allen Wochenproben lagen die Messwerte für die Radionuklide Caesium-134, Caesium-137 und Jod-131 unter der Messgrenze von 0.6 Bq/l. Die Tritium-Konzentration in monatlichen Sammelproben der ARA Lausanne lag immer unter 5 Bq/l.

Kläranlage **Bern**: Siehe Kap. 5.3.

### 5.4.2. Klärschlämme

Von den vier Kläranlagen Morges/VD, Bern-Neubrück, Münsterlingen/TG und Lugano-Bioggio werden seit einigen Jahren Klärschlammproben auf Radioaktivität untersucht. Die Ergebnisse sind in Fig. 1 dargestellt. Wenn die Empfehlung (maximal 5 Tonnen pro ha in 3 Jahren) eingehalten wird, denn wird durch Düngung von Wiesen und Kulturen mit Klärschlamm dem Boden nicht mehr Caesium-137-Aktivität zugeführt als durch die Niederschläge abgelagert werden.

### 5.4.3. Tritiummessungen in der Umgebung von mb-Microtec AG in Niederwangen/BE

1994 wurden aus der Umgebung der Firma mb-Microtec in Niederwangen/BE, in Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Laboratorium Bern, 16 Milch- und 10 Gemüseproben auf Tritium untersucht, um den Einfluss der Tritiumabgaben dieses Betriebes auf die Umwelt zu erfassen. Gemäss der neuen Strahlenschutzverordnung (StSV vom 22.6.94) darf der Tritiumgehalt in öffentlich zugänglichen Gewässern durch Abgaben aus Betrieben um nicht mehr als 12'000 Bq/l erhöht werden. Dies würde bei täglichem Konsum von 2.2 Liter dieses Wassers zu einer jährlichen Dosis von 0.2 mSv führen. Zusätzlich wird in der Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe für Tritium in Lebensmitteln ein Toleranzwert von 1000 Bq/kg sowie ein Grenzwert von 10'000 Bq/kg festgelegt; für Säuglingsnahrung gilt ein solcher von 3000 Bq/kg.

In den **Milchproben** aus der näheren Umgebung wurden Tritiumwerte zwischen 12 und 184 Bq/l gemessen. **Gemüseproben** (Salat, Krautstiele, Rhabarber, Kohlräbli etc.) aus Niederwangen zeigten im Wasser, das in den Pflanzen enthalten ist, Tritiumwerte zwischen 21 und 220 Bq/l.

