



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

November 2024

Jahresbericht 2023

Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen
in der Schweiz

Bericht der Aufsichtsbehörden
Bundesamt für Gesundheit (BAG)
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva)

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Personendosimetriestellen	3
3	Vergleichsmessungen	6
4	Externe Strahlenexposition	7
5	Interne Strahlenexposition	13
6	Exposition durch kosmische Strahlung	14
7	Effektive Dosen durch gesamte Strahlenexposition	14
8	Überschreitungen von Dosisgrenzwerten und spezielle Vorkommnisse	16
9	Trend der letzten 48 Jahre	18
10	Schlussfolgerungen	21
11	Weitere Publikationen	22
12	Referenzen	23

1 Einleitung

Der vorliegende Jahresbericht fasst die Ergebnisse der Personendosimetrie der Schweiz für externe und interne Bestrahlung im Jahr 2023 zusammen und zeigt den Trend der letzten 48 Jahre auf.

Die aktuellen Dosisdaten stammen aus dem Schweizerischen Zentralen Dosisregister (ZDR), das seit 1990 beim Bundesamt für Gesundheit (BAG) geführt wird. Die Statistiken vor 1990 wurden anhand von Meldungen der einzelnen Dosimetriestellen erstellt. Die Daten im ZDR stammen derzeit von 11 anerkannten Dosimetriestellen für externe Bestrahlung und 8 Stellen für interne Bestrahlung.

Auf den Webseiten des BAG (Strahlenschutz, www.str-rad.ch) sind der vorliegende Bericht sowie weitere Informationen aus dem Bereich Dosimetrie und berufliche Strahlenexposition verfügbar und werden laufend aktualisiert.

2 Personendosimetriestellen

Das Ziel der Personendosimetrie ist es, die Strahlenexposition von Personen zu ermitteln, die bei ihrer beruflichen Tätigkeit oder Ausbildung ionisierender Strahlung ausgesetzt sind. Damit soll die Einhaltung der vorgeschriebenen Dosisgrenzwerte gewährleistet und die Expositionssituation in den verschiedenen Tätigkeitsbereichen ermittelt werden. Anerkannte Schweizer Dosimetriestellen stellen dazu passive Dosimeter zur Überwachung der Exposition des gesamten Körpers, der Extremitäten und der Augenlinsen bereit. Sie können auch die interne Exposition im Falle einer Inkorporation oder Inhalation einer radioaktiven Substanz überwachen.

2.1 Personendosimetriestellen für externe Bestrahlung

Die Messung der Personendosen wurde im Jahr 2023 von den folgenden anerkannten Stellen durchgeführt:

CERN	Organisation européenne pour la recherche nucléaire, Genève
Dosilab	Dosilab AG, Köniz
IRA	Institut de radiophysique, Lausanne
KKB	Kernkraftwerk Beznau, Döttingen
KKG	Kernkraftwerk Gösgen, Däniken
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt, Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg, Mühleberg
PEDOS	PEDOS AG, Muri b. Bern
PSI	Paul-Scherrer-Institut, Villigen
Suva	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern

Die Messmethoden, sowie die Anzahl der von den verschiedenen Stellen dosimetrierten beruflich strahlenexponierten Personen, sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Messmethoden und Messumfang der Personendosimetriestellen für äussere Bestrahlung 2023.

Mess- stelle	Ganzkörper $H_p(10)$ und $H_p(0.07)$			Extremitäten $H_p(0.07)$			Augenlinse $H_p(3)$ oder $H_p(0.07)$		
	Strahlung	Methode	Anzahl Personen	Strahlung	Methode	Anzahl Personen	Strahlung	Methode	Anzahl Personen
CERN	β, γ, X	DIS ¹	8646	β, γ, X	TLD	132			
	n	PADC ²	12						
Dosilab	β, γ, X	TLD ³	43 606	β, γ, X	TLD	1094	β, γ, X	TLD	87
IRA	β, γ, X	TLD, OSL ⁴	12 139	β, γ, X	OSL	498	β, γ, X	TLD	17
KKB	β, γ, X	DIS	1720 ⁵			59			
KKG	β, γ, X	DIS	1268			11			
KKL	β, γ, X	DIS	1736			73			
KKM	β, γ, X	TLD	652			2			
PEDOS	β, γ, X	TLD	15 640	β, γ, X	TLD	457			
PSI	β, γ, X	RPL ⁶ , DIS	2335	β, γ, X	TLD	144			
	n	PADC	2077 ⁷						
Suva	β, γ, X	TLD	13 061	β, γ, X	TLD	332			

Tabelle 2: Messmethoden, Nuklide und Messumfang der Inkorporationsmessstellen 2023.

¹ DIS Direct Ion Storage Dosimetrie

² PADC Neutronendosimetrie mit PADC Dosimeter

³ TLD Thermolumineszenz-Dosimetrie

⁴ OSL Optisch Stimulierte Lumineszenz

⁵ Diese Zahl umfasst auch die mit Ganzkörperdosimetern ausgestatteten Personen im ZWILAG.

⁶ RPL Radio-Photolumineszenz-Dosimetrie

⁷ Diese Zahl umfasst auch die mit Neutronendosimetern ausgestatteten Personen in den Kernkraftwerken und im ZWILAG.

Messstelle	Methode	Strahlung	Detektor	Nuklide	Personen
HUG	Ganzkörperzähler	γ	Nal ⁸ Ge ⁹	Cr-51, Fe-59, Co-57, Co-58, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, Tc-99m, In-111, Cs-134, Cs- 137, Sm-153, Lu-177, Re-186, Re-188, Tl-201	--
IRA	Schilddrüse	γ	Nal	I-123, I-125, I-131	1
	Urin	β	Scint ¹⁰	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45	26
		β	PC ¹¹	Sr-90	
	Urin, Stuhl	α	Si ¹²	Po-210, Ra-226, U-234, U-235, U-238, Pu-239, Am-241	7
LS	Ganzkörperzähler	γ	Ge	Cr-51, Co-57, Co-58, Fe-59, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, Tc-99m, In-111, Ba-133, Cs- 134, Cs-137, Eu-152, Sm-153, Eu-154, Lu-177, Re-186, Re- 188, Tl-201	
mb-microtec	Urin	β	Scint	H-3	61
PSI	Ganzkörperzähler	γ	Ge	Cr-51, Fe-59, Co-57, Co-58, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, Tc-99m, In-111, Cs-134, Cs- 137, Sm-153, Lu-177, Re-186, Re-188, Tl-201	1
	Schilddrüse	γ	Nal	I-123, I-124, I-125, I-131	
	Urin	β	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ni-63, Sr-89, Sr-90, Y- 90, Er-169	
	Urin, Stuhl	α	Si	Po-210, Ra-226, Th-228, Th- 232, U-234, U-235, U-238, Np- 237, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244	
RC TRITEC	Urin	β	Scint	H-3, C-14	12
Suva	Urin	β	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45	72

⁸ Nal Nal-Szintillator
⁹ Ge Germanium-Detektor
¹⁰ Scint Flüssigszintillator
¹¹ PC Proportionalzähler
¹² Si Silizium-Detektor

2.2 Inkorporationsmessstellen

2.3 Dosimetrie des Flugpersonals

Das Flugpersonal ist während der Arbeit in der Luft einer erhöhten Strahlenexposition durch kosmische Strahlung ausgesetzt und gilt daher als beruflich strahlenexponiert. Die Dosisberechnung kann betriebsintern durch den Luftfahrzeugbetreiber selber oder durch einen Dienstleister durchgeführt werden. Das BAG führt eine Liste mit Software-Lösungen für die Dosisberechnung, welche dem Stand der Technik entsprechen:

- ACD Helios 1.0
- AVIDOS 2.0
- CARI-7 und CARI-7A (Federal Aviation Administration, USA)
- EPCARD Version 3.34
- EPCARD Version 5.4.3
- GlobaLog Version 2.0
- IASON FREE mit den Software-Komponenten FREEBackend Version 1.3.0 und FREEDu Version 1.3.1
- IASON FREE 2.0.0
- PANDOCA Version 1.1.1
- PCAire Version PCAire DLL v1.2.0.21 und Calculation DLL v1.1.0.1
- SIEVERT Version 2.4.5

3 Vergleichsmessungen

Nach Artikel 92 der StSV (814.501, 2017) müssen sich die Dosimetriestellen an Vergleichsmessungen beteiligen. Im Berichtsjahr wurde je eine Vergleichsmessung für die externe und die interne Dosimetrie durchgeführt.

3.1 Externe Dosimetrie

Zehn anerkannte Dosimetriestellen haben mit je 10 Dosimetern an der 2023 vom IRA durchgeführten Vergleichsmessung für die externe Dosimetrie teilgenommen. Insgesamt 144 Ganzkörperdosimeter wurden unter verschiedenen Bedingungen bestrahlt. Die Messwerte von zwei Teilnehmern erfüllten bei Bestrahlungen unter Referenzbedingungen die Anforderungen der Dosimetrieverordnung nicht (Artikel 21 der Dosimetrieverordnung: die Abweichung zwischen gemessener Dosis und Referenzdosis sollte maximal 10 % betragen). Bei den ermittelten Dosen bei Photonenbestrahlung (N-120) waren die Ergebnisse gut.

Bei den Extremitätendosimetern nahmen sechs Dosimetriestellen mit insgesamt 56 Dosimetern an der Vergleichsmessung 2023 teil. Die Resultate der Extremitätendosimeter waren sehr zufriedenstellend; kein Teilnehmer lag außerhalb der Toleranz.

Die zuständigen Aufsichtsbehörden haben die Ergebnisse ausgewertet und mit den betroffenen Dosimetriestellen die Gründe für die beobachteten Abweichungen und Massnahmen besprochen.

3.2 Interne Dosimetrie

2023 wurde das PSI mit der Durchführung einer Vergleichsmessung für die interne Dosimetrie beauftragt. Sechs anerkannte Stellen haben an der Vergleichsmessung teilgenommen. Organisation und Datenanalyse erfüllten die Vorgaben internationaler Standards. Jede Messstelle erhielt Proben, die einem Kontaminationsszenario einer fiktiven Person entsprachen. Die Vergleichsmessung bestand darin, die Aktivität dieser Proben nach dem in der Zulassung anerkannten Standardverfahren zu bestimmen und dann die effektive Folgedosis E_{50} nach angegebenen Szenarien und Aktivitäten abzuleiten. Für diesen Test wurde Tritium gewählt.

Die gemessenen Aktivitäten aller Teilnehmenden und aller Proben lagen innerhalb des Toleranzbereichs von $\pm 20\%$ gemäss Dosimetrieverordnung. Auch die effektive Folgedosis E_{50} wurde korrekt und gemäss Dosimetrieverordnung berechnet. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass die Berechnungen der E_{50} -Dosen in komplexeren Szenarien verbessert werden können, z. B. im Fall einer früheren Inkorporation

Die Inkorporationsmessstellen erfüllten somit die Anforderungen an die Messgenauigkeit bei der Bestimmung der Tritiumaktivität im Urin.

4 Externe Strahlenexposition

In diesem Abschnitt werden die Messungen zur Bestimmung der akkumulierten Dosen durch externe Bestrahlung erläutert. Die Exposition durch kosmische Strahlung wird hier nicht berücksichtigt, sondern separat behandelt.

4.1 Ganzkörperdosen

Die Dosen durch externe Bestrahlung werden mit Personendosimetern gemessen, die von den beruflich strahlenexponierten Personen am Körperrumpf getragen werden.

Als Dosimeter werden TL- (Thermolumineszenz), DIS- (Direct Ion Storage), RPL (Radio-Photoluminescence) und OSL (optisch stimulierte Lumineszenz) -Dosimeter eingesetzt. Grundsätzlich wird damit die Personen-Tiefendosis $H_p(10)$ bestimmt, wobei die Dosisbeiträge der natürlichen Untergrundstrahlung subtrahiert werden müssen. Die ermittelten Dosen werden dem Auftraggeber, dem Zentralen Dosisregister (ZDR) beim BAG, sowie in dessen Aufsichtsbereich dem ENSI gemeldet.

Wo es notwendig ist, werden zusätzlich spezielle Neutronendosimeter (poly-allyl diglycol carbonate, kurz PADC Dosimeter) verwendet. Im Jahr 2023 wurde keine Dosis über 0 mSv mit einem PADC-Dosimeter gemessen. Die Neutronendosen sind in den Daten für $H_p(10)$ jeweils enthalten. In Tabelle 3 sind die Personen-Tiefendosen durch externe Bestrahlung nach Tätigkeitsbereichen aufgeschlüsselt. Angegeben sind die Anzahl Personen pro Dosisintervall und die Kollektivdosen.

Tabelle 3: Personen-Tiefendosen durch äussere Bestrahlung 2023: Anzahl der Personen und Kollektivdosis¹³. Die Summe der Kollektivdosen der einzelnen Sektoren kann aufgrund von Rundungen von der Gesamtkollektivdosis abweichen.

Dosisintervall [mSv]	Spitäler	Arztpraxen	Radiologische Arztpraxen	Zahnärztl. Praxen	Universitäten, Forschung	Kernkraftwerke ZWILAG ¹⁴	Industrie, Handel	Öffentl. Dienste	Veterinärmedizin	Versch.	Total
= 0	35804	19136	816	14970	10946	3160	2620	630	3795	2767	94644
0.1-1.0	1776	238	32	223	911	1420	156	9	187	27	4979
1.1-2.0	165	8	7	1	8	368	45		5	6	613
2.1-3.0	49	2	5		1	166	18		1	3	245
3.1-4.0	12		1	1		99	10			1	124
4.1-5.0	8					37	7				52
5.1-6.0	1					25	2				28
6.1-7.0	2					8					10
7.1-8.0	2					2	1				5
8.1-9.0						1				1	2
9.1 -10.0						1					1
10.1-11.0	1										1
11.1-12.0											
12.1-13.0											
13.1-14.0											
14.1-15.0											
15.1-16.0											
16.1-17.0											
17.1-18.0											
18.1-19.0											
19.1-20.0											
20.1-50.0	1										1
>50.0											
Total	37821	19384	861	15195	11866	5287	2859	639	3988	2805	100705
Kollektivdosis [Personen-Sv]	0.89	0.05	0.04	0.03	0.21	2.23	0.25	0.0	0.03	0.04	3.78

¹³ Falls eine Person in mehreren Bereichen tätig war, wird sie dem Bereich mit dem höchsten Dosisbeitrag zugeteilt, bei gleichen Dosen nachfolgender Priorität: Kernkraftwerke, dann Spitäler, Arztpraxen, usw. gemäss der Reihenfolge in der Tabelle.

¹⁴ ZWILAG: Zwischenlager Würenlingen AG

Die Anzahl der infolge externer Bestrahlung beruflich strahlenexponierten Personen betrug im Berichtsjahr 1000705.

Die Kollektivdosis, d.h. die Summe der individuellen Personen-Tiefendosen aller beruflich strahlenexponierten Personen der Schweiz, lag im Jahr 2023 bei 3.78 Personen-Sv (gegenüber 4.18 Personen-Sv im Vorjahr). Die Kollektivdosis bewegt sich seit 2000 in einem stabilen Bereich zwischen 4 und 6 Personen-Sv. Die jährlich auftretenden Schwankungen sind hauptsächlich unterschiedlich intensiven periodischen Revisionsarbeiten und Nachrüstungen in den Kernkraftwerken zuzuordnen.

Die einzelnen Tätigkeitsbereiche trugen zur Kollektivdosis wie folgt bei: Kernkraftwerke 59%, Medizin (Veterinärmedizin eingeschlossen) 28%, Forschung 6%, Industrie, Handel, öffentliche Dienste und Verschiedenes 8%. In der Abbildung 1 sind die Anzahl der Personen und die Dosisverteilungen der verschiedenen Tätigkeitsbereiche dargestellt.

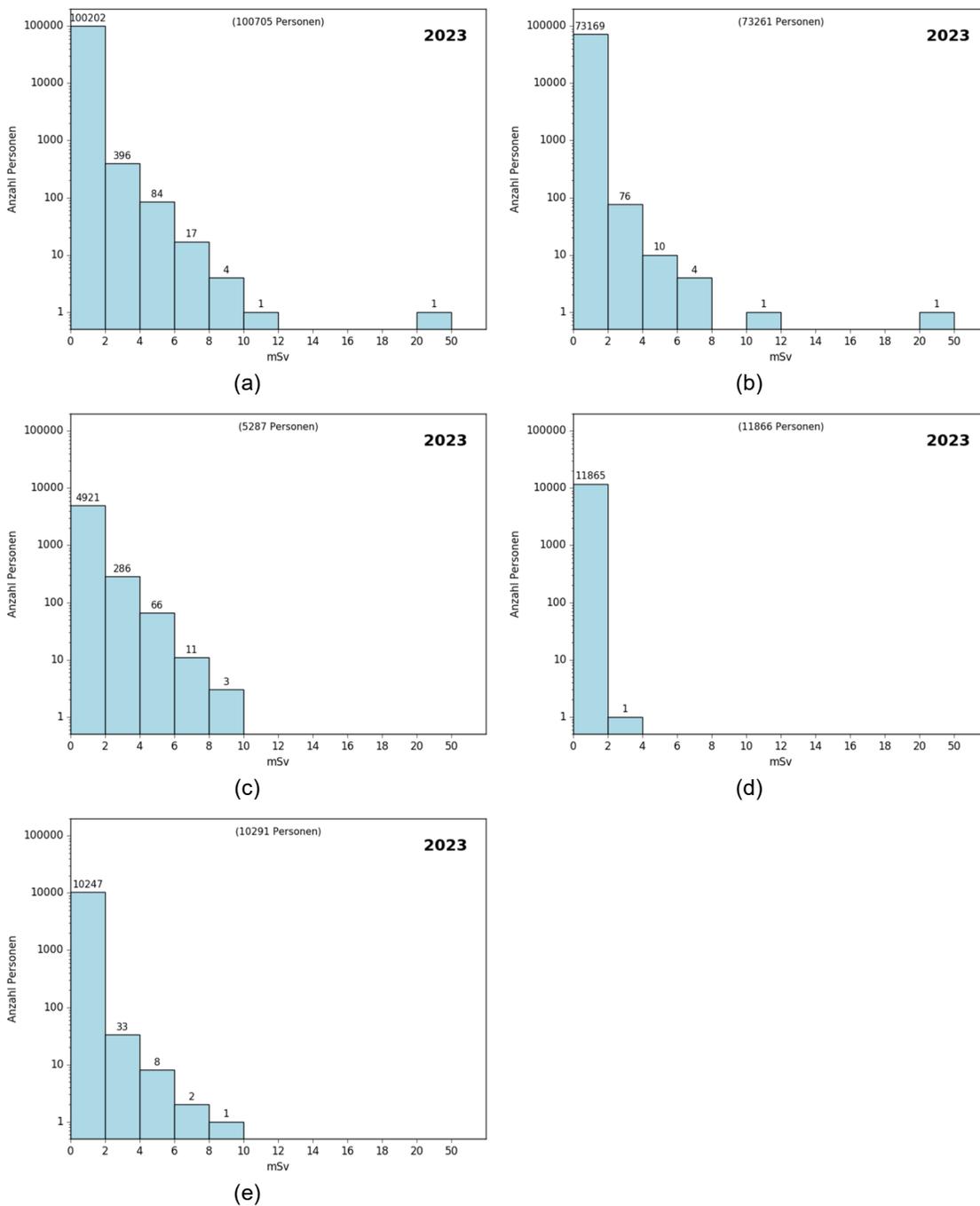


Abbildung 1: Personen-Tiefendosen durch externe Bestrahlung in (a) allen Tätigkeitsbereichen, (b) der Medizin, (c) Kernkraftwerken und ZWILAG, (d) Universitäten und Forschung, (e) Industrie und Verschiedenes (Handel, öffentliche Dienste).

Entsprechend der Empfehlung der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz (KSR) ist die Jahresdosis einer Person die Summe der auf 0.1 mSv gerundeten Monats- oder Quartalsdosen, wo-bei Dosen kleiner als 0.075 mSv als Null Dosen verbucht werden. Die höchsten jährlichen Personendosen (> 10 mSv) wurden in der Industrie und in den Spitälern gemessen (Tabelle 3). Im Berichtsjahr überschritt eine Person den Grenzwert für die Ganzkörperdosis (siehe Kapitel 8).

4.2 Teilkörperdosen

Die Personen-Oberflächendosen (Hautdosen) werden üblicherweise mit den gleichen Personendosimetern gemessen, mit denen auch $H_p(10)$ ermittelt wird. Die Messresultate werden in der Dosisgrösse $H_p(0.07)$ angegeben. Bei üblichen Expositionen und Photonenenergien sind diese zwei Werte praktisch gleich. Bei sehr tiefen Photonenenergien und β -Strahlen ist $H_p(0.07)$ grösser als $H_p(10)$.

Für die Messung der Strahlenexposition der Extremitäten werden TLD- oder OSL-Dosimeter in Form von Fingerringen verwendet. Damit werden die Extremitätendosen (Handdosen) mit der Dosisgrösse $H_p(0.07)$ ermittelt. In Tabelle 4 sind die Handdosen nach Tätigkeitsbereich und Dosisintervall aufgeführt. Eine in der interventionellen Radiologie tätige Person hat eine Extremitätendosis über dem Jahresgrenzwert akkumuliert (siehe Abschnitt 8).

Tabelle 4: Handdosen 2023: Anzahl der Personen.

Dosisintervall [mSv]	Medizin	Universitäten, Forschung	Kernkraftwerke & ZWILAG	Industrie	Veterinärmedizin	Versch.	Total
= 0	1034	280	41	81	10	104	1550
0.1 - 25.0	786	55	104	36	14	11	1006
25.1 - 50.0	86	2					88
50.1 - 75.0	45	2					47
75.1 - 100.0	31	2					33
100.1 - 125.0	20						20
125.1 - 150.0	16						16
150.1 - 175.0	11						11
175.1 - 200.0	13						13
200.1 - 225.0	6						6
225.1 - 250.0	7						7
250.1 - 275.0	1						1
275.1 - 300.0	3						3
300.1 - 325.0							
325.1 - 350.0							
350.1 - 375.0							
375.1 - 400.0							
400.1 - 425.0							
425.1 - 450.0							
450.1 - 475.0							
475.1 - 500.0							
> 500.0	1						1
Total	2060	341	145	117	24	115	2802

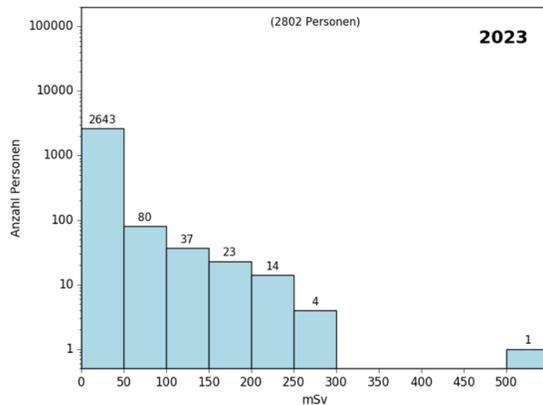


Abbildung 2: Handdosen in allen Tätigkeitsbereichen.

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Handdosen. Die höheren Dosen stammen hauptsächlich aus den Abteilungen für Nuklearmedizin. Im Berichtsjahr überschritt eine Person den Grenzwert für die Extremitätendosis (569 mSv).

4.3 Augenlinsendosen

Die Augenlinsendosis wird der mit dem Ganzkörperdosimeter gemessenen Oberflächen-Personendosis $H_p(0.07)$ gleichgesetzt oder kann alternativ mit einem Augenlinsendosimeter bestimmt werden ((814.501.43, 2017) : Art. 11).

Tabelle 5: Augenlinsendosis 2023: Anzahl der Personen und Kollektivdosis

Dosisintervall [mSv]	Spitäler	Arztpraxen	Radiolog. Arztpraxen	Zahnärztl. Praxen	Universitäten, Forschung	Industrie	Öffentl. Dienste	Vet.-medizin	Versch.	Total
= 0	6624	1446	22	2785	270	280	212	600	29	12268
0.1 – 1.0	765	50	2	91	38	28	3	23	10	1010
1.1 – 2.0	128	5		1	1	7		2	1	145
2.1 – 3.0	61	1				1		1	1	65
3.1 – 4.0	34					1				35
4.1 – 5.0	21									21
5.1 – 6.0	19									19
6.1 – 7.0	10									10
7.1 – 8.0	10								1	11
8.1 – 9.0	5								1	6
9.1 – 10.0	7								1	8
10.1 – 11.0	4									4
11.1 – 12.0	4									4
12.1 – 13.0	2								1	3
13.1 – 14.0	1									1
14.1 – 15.0										
15.1 – 16.0	1									1
16.1 – 17.0									1	1
17.1 – 18.0										
18.1 – 19.0										
19.1 – 20.0										
20.1 – 50.0										
> 50.0										
Total	7696	1502	24	2877	309	317	215	626	46	13612
Kollektivdosis [Personen-Sv]	1.26	0.02	0.0	0.02	0.01	0.02	0.0	0.01	0.06	1.41

5 Interne Strahlenexposition

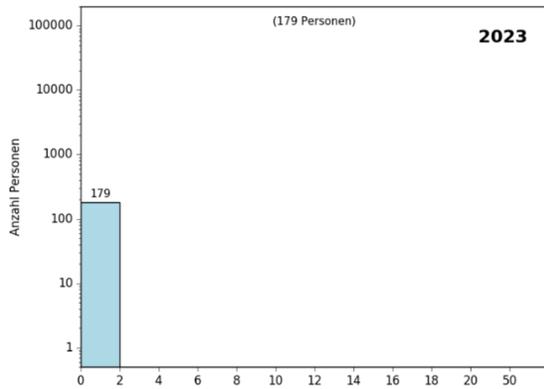


Abbildung 3: Effektive Folgedosen durch interne Bestrahlung.

Die Inkorporationsüberwachung erfolgt entweder zuerst mittels Triagemessungen durch den Betrieb, oder direkt durch eine Inkorporationsmessung bei einer anerkannten Dosimetriestelle. Wird bei der Triagemessung die nuklidspezifische Messschwelle überschritten, muss eine Inkorporationsmessung durchgeführt werden. Die Berechnung einer Dosis als Folge von Inkorporationen radioaktiver Stoffe erfolgt über die Bestimmung der Aktivität in Organen oder durch Ausscheidungsanalyse. Aufgrund dieser Messungen wird die effektive Folgedosis E_{50} ermittelt.

Tabelle 6: Effektive Folgedosen durch innere Bestrahlung 2023: Anzahl der Personen, Kollektivdosen und inkorporierte Nuklide

Dosisintervall [mSv]	Medizin	Universitäten, Forschung	Kernkraftwerke & ZWILAG	Uhrenindustrie	Übrige Industrie	Veterinärmedizin	Versch.	Total
= 0	1	27		25	14		70	137
0.1– 1.0				33			5	38
1.1 – 2.0				4				4
2.1 – 3.0								
3.1 – 4.0								
4.1 – 5.0								
5.1 – 6.0								
6.1 – 7.0								
7.1 – 8.0								
8.1 – 9.0								
9.1 -10.0								
10.1-11.0								
11.1-12.0								
12.1-13.0								
13.1-14.0								
14.1-15.0								
15.1-16.0								
16.1-17.0								
17.1-18.0								
18.1-19.0								
19.1-20.0								
20.1-50.0								
> 50.0								
Total	1	27		62	14		75	179
Kollektivdosis [Personen-Sv]	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.01
Nuklide mit $E_{50} > 1$ mSv				^3H				

Bei ca. 9090 Personen wurden Triagemessungen zur Überprüfung einer möglichen Inkorporation direkt in den betroffenen Betrieben durchgeführt.

Im Jahr 2023 wurden bei 179 Personen Inkorporationsmessungen durchgeführt und die effektive Folgedosis E_{50} ermittelt. In Tabelle 6 sind die Ergebnisse nach Tätigkeitsbereichen aufgeführt. Die höchste effektive Folgedosis betrug 1.6 mSv.

In Abbildung 3 ist die Verteilung der internen Dosen dargestellt. Die Kollektivdosis ist höher als im Vorjahr (0.01 vs 0.015 Personen-Sv). Sie ist hauptsächlich durch Tritium-Inkorporationen in der Uhrenindustrie zustande gekommen.

6 Exposition durch kosmische Strahlung

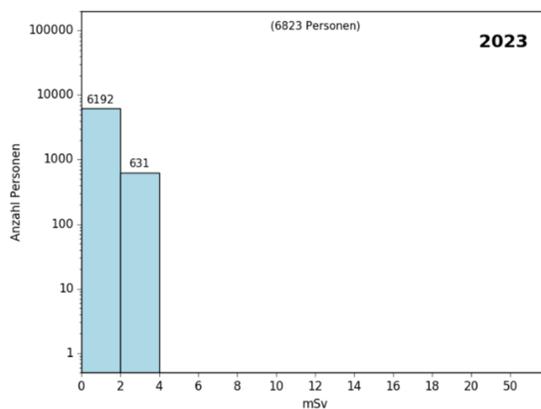


Abbildung 4: Effektive Dosen durch kosmische Strahlung in der Luftfahrt.

Im Berichtsjahr wurden bei 6823 Personen die Flugdosen rechnerisch ermittelt. Abbildung 4 zeigt die Verteilung dieser Dosen. Der höchste Jahreswert für die effektive Dosis, der bei einem Mitglied des Kabinenpersonals berechnet wurde, betrug 3.51 mSv. Somit sind bisher alle Personen in diesem Bereich der Kategorie B zuzuordnen (Personen, die bei ihrer beruflichen Tätigkeit pro Kalenderjahr bis 6 mSv effektive Dosis akkumulieren können). Wie erwartet hatte das Flugpersonal mit 1.01 mSv (1.2 mSv in 2022) die höchste mittlere Jahresdosis aller beruflich strahlenexponierten Personen. Die Kollektivdosis betrug 6.95 Personen-Sv.

7 Effektive Dosen durch gesamte Strahlenexposition

Die effektive Dosis wird der Summe aus der Personen-Tiefendosis $H_p(10)$ durch externe Bestrahlung und der effektiven Folgedosis E_{50} durch interne Bestrahlung gleichgesetzt. Beim Flugpersonal wird die effektive Dosis rechnerisch ermittelt.

Tabelle 7: Effektive Dosen durch alle Bestrahlungsarten 2023: Anzahl der Personen und Kollektivdosen ¹⁵.

Dosisintervall [mSv]	Spitäler	Arztpraxen	Radiologische Arztpraxen	Zahnärztliche Praxen	Universitäten, Forschung	Kernkraftwerke und ZWILAG	Industrie, Handel	Öffentliche Dienste	Veterinärmedizin	Verschiedenes	Luftfahrt	Total
= 0	35772	19126	816	14969	10950	3160	2654	627	3795	2826	212	94907
0.1-1.0	1776	238	32	223	911	1420	189	9	187	32	3415	8432
1.1-2.0	165	8	7	1	8	368	49		5	6	2570	3187
2.1-3.0	49	2	5		1	166	18		1	3	601	846
3.1-4.0	12		1	1		99	10			1	23	147
4.1-5.0	8					37	7					52
5.1-6.0	1					25	2					28
6.1-7.0	2					8						10
7.1-8.0	2					2	1					5
8.1-9.0						1				1		2
9.1-10.0						1						1
10.1-11.0	1											1
11.1-12.0												
12.1-13.0												
13.1-14.0												
14.1-15.0												
15.1-16.0												
16.1-17.0												
17.1-18.0												
18.1-19.0												
19.1-20.0												
20.1-50.0	1											1
> 50.0												
Total	37789	19374	861	15194	11870	5287	2930	636	3988	2869	6821	107619
Kollektivdosis [Personen-Sv]	0.89	0.05	0.04	0.03	0.21	2.23	0.26	0.0	0.03	0.04	6.95	10.75

¹⁵ Bemerkung: Falls eine Person in mehreren Bereichen tätig war, wird sie dem Bereich mit dem höchsten Dosisbeitrag zugeteilt, bei gleichen Dosen nachfolgender Priorität: Kernkraftwerke, dann Spitäler, Arztpraxen, usw. gemäss der Reihenfolge in der Tabelle Dies erklärt den Unterschied der Anzahl Personen zwischen Tabelle 3 und Tabelle 6.

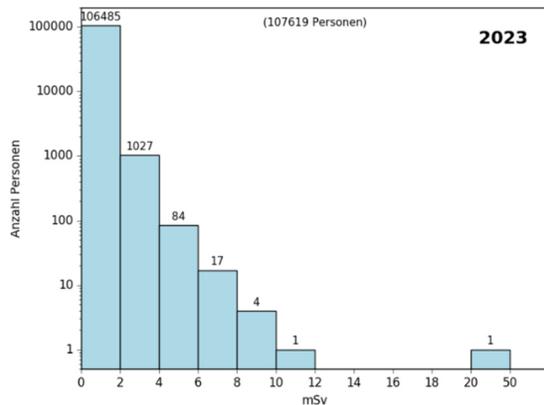


Abbildung 5: Effektive Dosen durch externe und interne Bestrahlung in allen Tätigkeitsbereichen.

Die Verteilung der effektiven Dosen ist in Tabelle 7 und in Abbildung 5 dargestellt. Die Gesamtzahl aller beruflich strahlenexponierten Personen betrug im Berichtsjahr 107 619 (Vorjahr: 106 582). Darin nicht enthalten sind Personen, bei denen ausschliesslich Triagemessungen durchgeführt wurden. Die gesamte Kollektivdosis betrug 10.75 Personen-Sv, respektive 3.78 Personen-Sv ohne das Flugpersonal (Vorjahr: 4.18 Personen-Sv). Die Verteilung auf die verschiedenen Bereiche ist in Abbildung 6 ersichtlich (Abbildung 7 umfasst auch die Luftfahrt).

Die Inkorporationen trugen nur ca. 0.1% zur Gesamtkollektivdosis bei. Die entsprechenden Dosen stammten überwiegend aus der Industrie, wo die Inkorporationen rund 4 % der Kollektivdosis ausmachten.

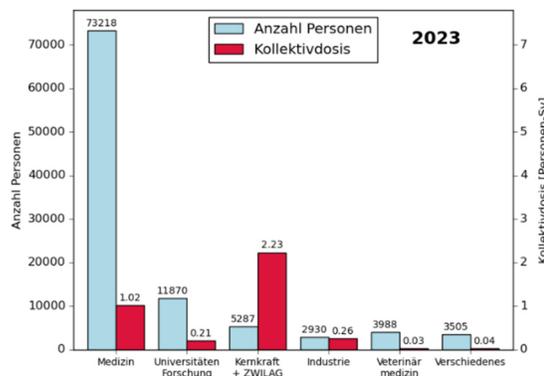


Abbildung 6: Anzahl Personen und Kollektivdosen durch alle Bestrahlungsarten.

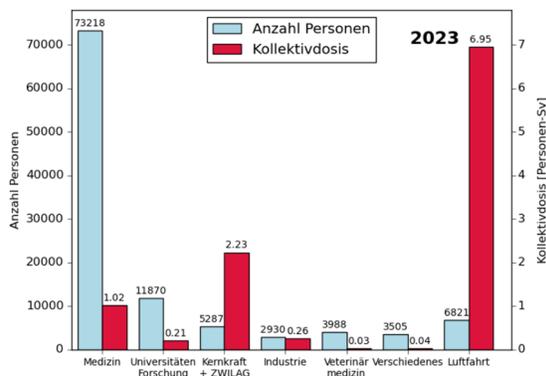


Abbildung 7: Die Abbildung schließt auch die kosmische Strahlung in der Luftfahrt ein.

8 Überschreitungen von Dosisgrenzwerten und spezielle Vorkommnisse

Im Berichtsjahr überschritt eine in der Radiologie tätige MTRA (Medizinisch-Technische/r Radiologie Assistent/in) den Jahresgrenzwert für die Ganzkörperdosis von 20 mSv. Trotz einer Untersuchung des betroffenen Spitals in Zusammenarbeit mit dem BAG konnte jedoch keine Dosisursache gefunden werden. Da ebenfalls kein plausibles Szenario vorlag, in dem nur das Dosimeter bestrahlt worden wäre, wurde die Dosis unverändert im Dosisregister eingetragen.

Eine Jahresgrenzwertüberschreitung der Extremitätendosis wurde bei einem in der interventionellen Radiologie tätigen Arzt festgestellt. Durch eine monatliche Akkumulation hoher Dosen betrug die Jahresdosis per Ende Dezember 569 mSv. Das Spital hat den Strahlenschutz und die Expositionsbedingungen untersucht und in einem Bericht zuhanden des BAG Optimierungen aufgezeigt.

Tabelle 8: Personenkollektivdosen durch externe Bestrahlung seit 1976. N = Anzahl der Personen. S = Kollektive Dosis [pers-Sv].

Jahr	Medizin		Universitäten und Forschung		Kernkraftwerke und ZWILAG		Industrie und Verschiedenes		Total	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
1976	19134	5.36	5046	5.68	960	8.14	3590	1.74	28730	20.92
1977	21284	6.06	6429	5.57	1021	8.08	4057	1.57	32791	21.28
1978	23948	7.06	8838	6.24	974	6.05	4312	2.06	38072	21.40
1979	25945	7.43	9434	6.14	1690	6.25	4211	2.67	41280	22.50
1980	27408	6.85	8394	4.54	1915	8.86	4457	1.31	42174	21.56
1981	28193	6.72	8593	3.45	2056	9.13	4589	1.31	43431	20.62
1982	28806	4.92	7903	3.13	2155	10.40	4513	0.97	43377	19.41
1983	32370	3.68	8186	3.00	2315	14.93	3899	0.98	46770	22.60
1984	33640	2.67	8759	2.74	3607	10.85	3944	0.56	49950	16.82
1985	34376	2.38	8673	3.08	3702	12.17	4229	0.75	50980	18.38
1986	35271	1.63	8811	2.92	3898	20.27	4434	0.45	52414	25.27
1987	35919	1.76	8562	3.04	3724	13.55	4554	0.42	52759	18.77
1988	37267	1.85	8855	3.00	3840	12.51	4748	0.44	54710	17.80
1989	37551	1.53	9232	2.37	3717	12.31	4990	0.50	55490	16.71
1990	37061	1.52	9061	2.60	4171	8.20	4684	0.43	54977	12.75
1991	38052	1.34	9392	2.39	4385	9.07	4820	0.44	56649	13.24
1992	38779	1.39	9606	2.55	4592	8.47	4846	0.61	57823	13.02
1993	39588	1.59	9565	1.63	4560	8.10	4806	0.33	58519	11.65
1994	39927	1.67	9578	1.67	4139	6.53	4718	0.33	58362	10.20
1995	40988	1.27	9592	1.87	4117	5.56	4572	0.31	59269	9.01
1996	42041	1.53	9896	1.89	4427	5.43	4646	0.34	61010	9.19
1997	42531	1.45	9590	1.57	3773	4.29	4747	0.35	60641	7.66
1998	42616	1.15	9801	1.37	3556	3.75	4710	0.26	60683	6.53
1999	43545	1.01	9632	1.01	3823	4.50	4845	0.25	61845	6.77
2000	44360	0.89	11303	1.15	3193	3.08	4822	0.25	63678	5.37
2001	45811	0.86	10345	0.67	3330	3.40	4805	0.23	64291	5.16
2002	47256	0.89	9214	0.43	3189	2.92	4828	0.21	64487	4.45
2003	48292	0.87	8676	0.72	3531	3.02	4846	0.20	65345	4.81
2004	50068	1.06	9079	0.56	3828	4.25	4522	0.24	67497	6.11
2005	50823	1.11	7847	0.68	3955	3.97	4506	0.27	67131	6.03
2006	52129	1.08	9242	0.64	3885	3.03	4566	0.25	69822	5.00
2007	53396	1.15	9239	0.44	4211	3.05	4732	0.19	71578	4.83
2008	54893	1.18	9468	0.47	4689	3.62	4876	0.25	73926	5.52
2009	56259	1.03	9856	0.51	4814	3.17	5015	0.18	75944	4.89
2010	57489	1.23	10311	0.60	5329	3.99	5259	0.21	78388	6.03
2011	59300	1.39	10534	0.63	5264	3.00	5547	0.49	80645	5.51
2012	61325	1.29	11372	0.62	5881	4.29	5648	0.18	84226	6.38
2013	63452	1.35	11860	0.77	5452	3.30	5856	0.20	86620	5.62
2014	66032	1.19	12983	0.89	5381	3.08	6001	0.23	90397	5.39
2015	68270	1.10	13235	0.34	6230	4.22	6018	0.22	93753	5.88
2016	70406	1.15	13280	0.32	5172	2.87	6284	0.18	95142	4.52
2017	72470	1.15	13936	0.30	5284	3.48	6558	0.20	98248	5.13
2018	70503	1.15	14443	0.32	4599	2.44	6851	0.25	96396	4.17
2019	67858	1.07	13427	0.34	4737	2.38	8682	0.24	94704	4.03
2020	68905	0.91	10490	0.25	4499	2.25	8541	0.20	92435	3.61
2021	70228	0.98	10865	0.24	6037	4.62	9208	0.25	96338	6.09
2022	72382	0.98	11462	0.22	5448	2.75	9827	0.24	99119	4.18
2023	73261	1.01	11866	0.21	5287	2.23	10291	0.32	100705	3.78

9 Trend der letzten 48 Jahre

Die Kollektivdosen bei externer Bestrahlung (ohne kosmische Strahlung) der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz sind im Laufe der letzten 48 Jahre deutlich gesunken, trotz kontinuierlicher Zunahme der Anzahl überwachter Personen. Zu Beginn der statistischen Erfassung im Jahr 1976 lag die gesamte Kollektivdosis durch äussere Bestrahlung bei ca. 21 Personen-Sv, am Ende der erfassten Periode beträgt der aktuelle Wert 3.78 Personen-Sv.

Die Gesamtanzahl der beruflich strahlenexponierten Personen ist in derselben Periode um einen Faktor drei gestiegen – von ca. 30 000 auf ca. 100 000.

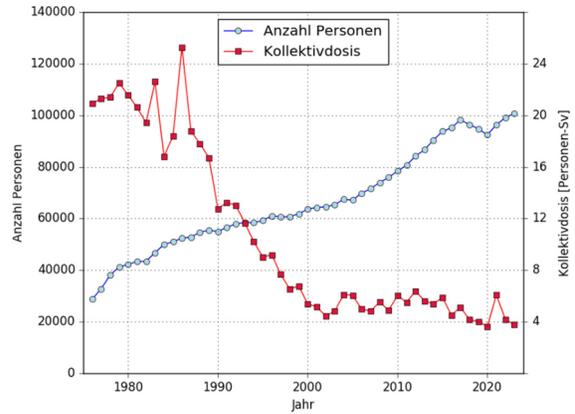
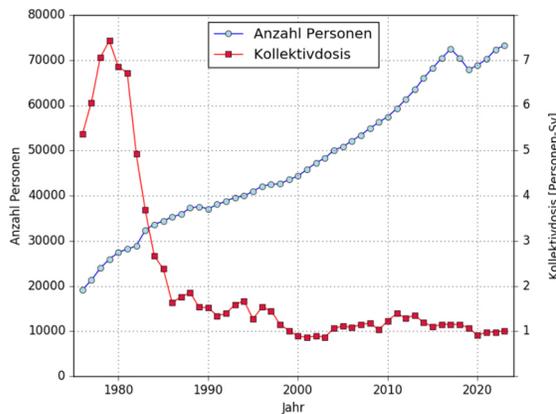
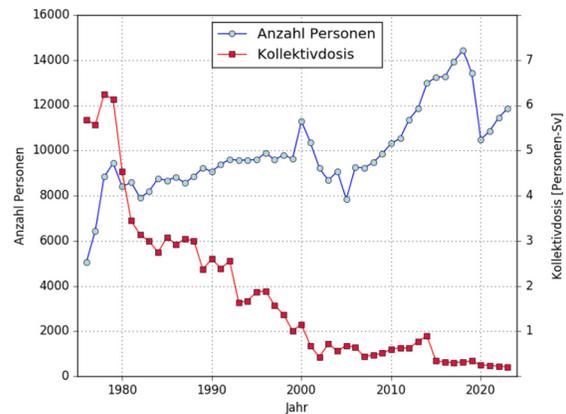


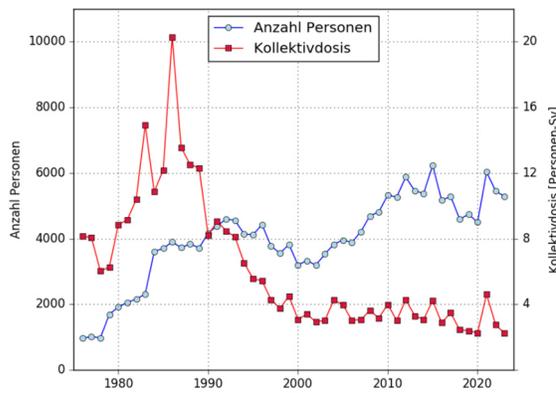
Abbildung 8: Externe Bestrahlung seit 1976 (ohne Flugpersonal).



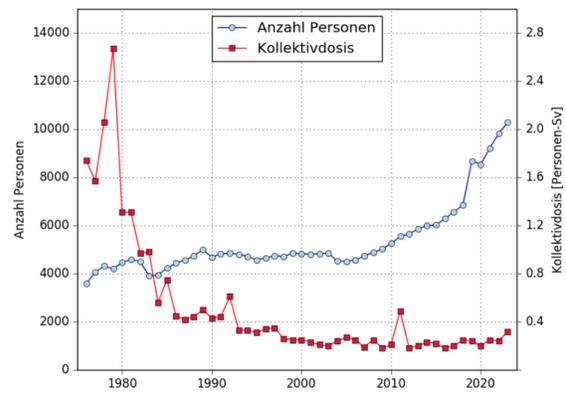
(a)



(b)



(c)



(d)

Abbildung 9: Externe Bestrahlung seit 1976 in (a) der Medizin, (b) Universitäten und Forschung, (c) Kernkraftwerken und ZWILAG, (d) Industrie und Verschiedenes (Handel, öffentliche Dienste, ...).

Die mittlere Dosis pro Person hat in diesem Zeitraum von 0.73 mSv pro Jahr auf 0.04 mSv abgenommen. Der Hauptgrund für diese Abnahme waren Optimierungsprozesse in den 90er Jahren, welche insbesondere in den Kernkraftwerken zu einer hohen Dosisreduktion geführt haben.

Die Aufschlüsselung der Kollektivdosen nach den verschiedenen Tätigkeitsbereichen ergibt ein ähnliches Ergebnis. In allen Bereichen ist im Laufe der Zeit zunächst eine deutliche Abnahme der Kollektivdosen zu verzeichnen (Abbildung 9, (a) bis (d)). Bei den Kollektivdosen im medizinischen Bereich ist die starke Abnahme von 1982 - 1985 auf die Umstellung von Filmdosimetern auf

Thermolumineszenzdosimeter (TLD) zurückzuführen. Mit der Filmdosimetrie wurden die Dosen überschätzt.

In den letzten Jahren scheint sich die Kollektivdosis in der Medizin zu stabilisieren. In Abbildung 9(c), die den Bereich der Kernkraftwerke zeigt, sind die Dosisspitzen auf dosisintensive Revisions- und Nachrüstarbeiten zurückzuführen. Von diesen Schwankungen abgesehen deuten auch hier die Daten auf eine Stabilisierung der Kollektivdosis auf konstantem Niveau ab dem Jahr 2000 hin.

Tabelle 9: Personenkollektivdosen durch interne Bestrahlung seit 1995.

Seit der Inkraftsetzung der StSV im Jahre 1994

Tab	Anzahl Personen*	Kollektivdosis [Personen-Sv]
1995	6154	0.99
1996	7193	0.96
1997	6128	0.71
1998	5586	0.62
1999	5996	0.43
2000	5636	0.29
2001	1332	0.18
2002	1287	0.1
2003	1223	0.07
2004	1065	0.05
2005	994	0.04
2006	828	0.03
2007	859	0.037
2008	826	0.018
2009	917	0.005
2010	901	0.004
2011	792	0.010
2012	838	0.025
2013	673	0.017
2014	694	0.013
2015	603	0.009
2016	599	0.012
2017	527	0.016
2018	538	0.017
2019	278	0.025
2020	252	0.019
2021	245	0.020
2022	185	0.015
2023	179	0.010

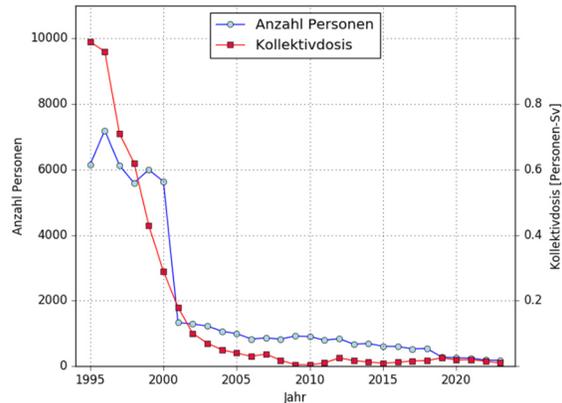


Abbildung 10: Interne Bestrahlung seit 1995.

werden durch die Dosimetriestellen die effektiven Folgedosen durch innere Bestrahlung (E_{50}) ermittelt und seit dem Jahr 2001 auch dem ZDR gemeldet. Die Abnahme der Kollektivdosis infolge interner Bestrahlung ist beträchtlich und beträgt seit dem Jahr 1995 mehr als einen Faktor 20 (Tabelle 9 und Abbildung 10). Diese Abnahme ist einerseits einer Optimierung der Arbeiten in den Leuchtfarbenbetrieben und andererseits einem Rückgang der verarbeiteten Tritium-Leuchtfarbe in der Uhrenindustrie zuzuschreiben. Seit 2009 wird keine Tritium-Leuchtfarbe mehr verarbeitet. Die in der Uhrenindustrie akkumulierten Dosen resultieren von Personen, die in Räumen arbeiten, in denen Zeiger und Zifferblätter mit Tritium-Leuchtfarbe gelagert werden. Zudem werden Dosen bei Personen festgestellt, die Tritiumgas-Lichtquellen (GTLs) für Spezialuhren herstellen oder montieren. Die Daten von Dosen durch innere Bestrahlung vor 1995 können nicht direkt in den Vergleich miteinbezogen werden, da

früher andere Berechnungsmethoden und Dosisfaktoren verwendet wurden.

Tabelle 10 : Handdosen seit 1977.

Jahr	Anzahl Personen						
	Medizin	Universitäten & Forschung	Kernkraftwerke & ZWILAG	Industrie und Verschiedenes	Total	>75mSv	>150mSv
1977	135	140	53	107	435	22	10
1978	155	266	33	116	570	20	7
1979	206	211	86	159	662	19	8
1980	226	225	101	146	698	9	1
1981	254	182	82	152	670	14	5
1982	287	198	103	135	723	34	6
1983	206	162	65	214	647	11	3
1984	306	116	106	174	702	4	1
1985	302	223	83	187	795	7	4
1986	347	225	83	223	878	9	2
1987	396	269	127	225	1017	5	2
1988	523	284	94	236	1137	6	2
1989	504	307	74	307	1192	8	3
1990	558	333	68	311	1270	5	3
1991	590	420	136	324	1470	3	2
1992	582	270	237	326	1415	2	2
1993	563	410	111	348	1432	3	1
1994	606	399	95	363	1463	6	2
1995	650	404	87	361	1502	0	0
1996	581	322	102	407	1412	6	1
1997	594	361	92	368	1415	8	3
1998	629	341	44	307	1321	11	5
1999	696	340	52	293	1381	10	2
2000	657	279	40	280	1256	9	2
2001	692	286	53	228	1259	12	2
2002	742	274	45	208	1269	11	2
2003	708	265	40	183	1196	7	1
2004	773	274	39	157	1243	13	3
2005	820	290	39	129	1278	13	4
2006	820	289	50	154	1313	13	2
2007	861	288	40	165	1354	10	3
2008	958	326	47	147	1478	10	1
2009	975	315	35	134	1459	16	3
2010	1077	290	54	127	1548	14	4
2011	1112	285	75	103	1575	17	10
2012	1202	318	93	111	1724	17	3
2013	1261	282	61	106	1710	13	3
2014	1311	285	31	111	1738	14	1
2015	1430	291	104	80	1905	16	0
2016	1465	303	120	82	1970	14	0
2017	1550	320	114	67	2051	11	0
2018	1823	335	56	80	2294	65	20
2019	2121	288	88	78	2575	85	33
2020	2151	267	72	64	2554	101	47
2021	2113	249	260	74	2696	114	47
2022	2150	310	176	118	2754	112	40
2023	2060	341	145	256	2802	111	42

Die Anzahl der Personen, bei denen eine Handdosis ermittelt wird, ist in den letzten 48 Jahren in der Medizin kontinuierlich gestiegen (Tabelle und Abbildung 11(a)). Waren es 1977 noch 135 Personen, trugen im Berichtsjahr bereits rund 2'800 Personen ein Extremitätendosimeter. Anders sieht es in der Industrie aus, wo die Anzahl seit 1996 abnimmt. Betrachtet man lediglich Fälle mit einer akkumulierten Jahresdosis über 75 mSv, fällt zunächst eine Zunahme seit 1995 auf (Tabelle und Abbildung 11(b)). Diese höheren Jahreshanddosen stammen fast ausschliesslich aus den medizinischen Bereichen Nuklearmedizin und interventionelle Radiologie. Mit der Einführung des Korrekturfaktors bei Arbeiten mit offenen Quellen ist seit 2018 eine starke Zunahme hoher Handdosen zu verzeichnen.

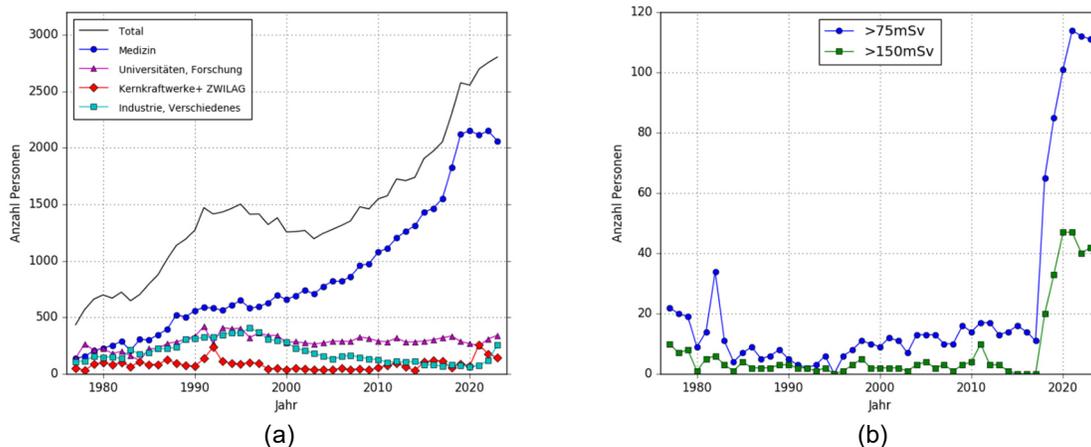


Abbildung 11 : (a) Handdosen: Anzahl Personen seit 1977. (b) Hohe Handdosen in allen Tätigkeitsbereichen seit 1977.

10 Schlussfolgerungen

Der vorliegende Bericht lässt auf einen allgemeinen guten Stand des Strahlenschutzes bei beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz schliessen. Die Kollektivdosis hat sich seit dem Jahr 2000 auf ein konstantes Niveau mit geringen Schwankungen eingependelt und der Anteil der internen Strahlenexposition blieb in den letzten 15 Jahren äusserst gering.

Das Flugpersonal akkumuliert eine mittlere Jahresdosis von 1.01 mSv pro Person. Wie erwartet, ist diese Berufsgruppe am meisten exponiert, gefolgt vom Personal in den Kernkraftwerken (0.42 mSv). Jedoch war kein Mitglied des Flugpersonals einer Jahresdosis von über 6 mSv ausgesetzt, so dass die gesamte Gruppe in die Kategorie B eingeteilt werden konnte.

Tabelle 71: Grenzwertüberschreitungen seit 1995 (ohne Augenlinsendosen). E = Effektive Dosis; H_{extr} = Extremitätendosis.

Jahr	Bereich	Quelle	Dosis	Bemerkung
1995	Spital	X	$E = 36.6$ mSv	Orthopädie, Durchleuchtung
	Industrie	H-3	$E = 24.6$ mSv	Inkorporation
1996	Industrie	H-3	$E = 5.2$ mSv	Inkorporation (Schwangerschaft)
	Industrie	H-3	$E = 29$ mSv	Inkorporation
1997	Industrie	Ir-192	$E = 83$ mSv	Gammagraphie
	Industrie	H-3	$E = 4.6$ mSv	Inkorporation (Schwangerschaft)
	Spital	X	$H_{\text{extr}} = 517$ mSv	interventionelle Radiologie
1998	Spital	X	$E = 22.8$ mSv	unklarer Vorfall
2002	Spital	Co-60	$E = 22.8$ mSv	Strahlentherapie
	Spital	I-131	$H_{\text{extr}} = 1256$ mSv	Nuklearmedizin, Kontamination
2004	Zahnarzt	X	$E = 22.2$ mSv	unklarer Vorfall
2005	Spital	X	$E = 20.2$ mSv	Kardiologie, Durchleuchtung
2007	Spital	Y-90	$H_{\text{extr}} = 1300$ mSv	Nuklearmedizin, Fingerkuppe
2009	KKW	γ	$E = 37.8$ mSv	2 Personen bei Revision
			$E = 25.4$ mSv	
2010	KKW	γ	$E = 28$ mSv $H_{\text{extr}} = 7500$ mSv	Taucher bei Revision
	Spital	X	$E = 30.2$ mSv	Angiographie, Durchleuchtung
	Spital	Y-90	$H_{\text{extr}} = 1000$ mSv	medizinische Forschung
2011	Spital	X	$E = 27$ mSv	Kardiologie, Durchleuchtung
	Spital	Y-90	$H_{\text{extr}} = 2000$ mSv	Kontamination Nuklearmedizin
	Industrie	e^- , γ	$E = 278$ mSv	Elektronenstrahlvernetzungsanlage
2012	Spital	Y-90	$H_{\text{extr}} = 1000$ mSv	Nuklearmedizin
2014	Spital / Industrie	X	$H_{\text{extr}} = 700$ mSv	Reparatur einer Durchleuchtungsanlage
2016	Spital	unbekannt	$E = 24.1$ mSv	Nuklearmedizin
2017	Spital	unbekannt	$E = 29.6$ mSv	Notfallstation
2018	Spital	PET	$H_{\text{extr}} = 552$ mSv	Nuklearmedizin
	Spital	PET	$H_{\text{extr}} = 562$ mSv	Nuklearmedizin
2020	Spital	X	$H_{\text{extr}} = 542$ mSv	Interventionelle Radiologie
2023	Spital	unbekannt	$E = 20.2$ mSv	Konventionelle Radiologie
2023	Spital	X	$H_{\text{extr}} = 569$ mSv	Interventionelle Radiologie

11 Weitere Publikationen

Weitere Publikationen sind auf den folgenden Web-Seiten zu finden:

- Jahresbericht der Abteilung Strahlenschutz des BAG
www.str-rad.ch
- Jahresbericht des ENSI
www.ensi.ch
- Jahresbericht der Suva
www.suva.ch

- Tätigkeitsbericht der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz (KSR)
www.ksr-cpr.admin.ch
- Tätigkeitsbericht der Eidgenössischen Kommission für nukleare Sicherheit (KNS)
www.bfe.admin.ch/kns

12 Referenzen

814.501, RS. 2017. Strahlenschutzverordnung StSV. [Online] 27. April 2017.

<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/502/de>.

814.501.43, RS. 2017. Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungsdosimetrie. [Online]

26. April 2017. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/504/de>.

ISO-29661. 2012. Reference radiation fields for radiation protection. [Online] 2012.

L-10-04, Wegleitung. 2018. Extremitätendosimetrie beim Umgang mit offenen radioaktiven .

Extremitätendosimetrie beim Umgang mit offenen radioaktiven . [Online] 07. Juli 2018.

[https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-](https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html)

[bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html](https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html).

Recommendations-no17. 2021. Recommendations No. 17 Eye Lens Dosimetry. [Online] Septembre

2021. [https://ssrpm.ch/wp-content/uploads/2021/12/recommendations-no17-eye-lens-dosimetry-2021-](https://ssrpm.ch/wp-content/uploads/2021/12/recommendations-no17-eye-lens-dosimetry-2021-12.pdf)

[12.pdf](https://ssrpm.ch/wp-content/uploads/2021/12/recommendations-no17-eye-lens-dosimetry-2021-12.pdf).

Strahlenschutz. [Online] www.str-rad.ch.