

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: - (2008)

Rubrik: Strahlendosen = Doses de rayonnements

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: 01.04.2026

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

Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz

Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse

Ergebnisse 2008 Résultats 2008

Kapitel 2 Strahlendosen

Chapitre 2 Doses de rayonnements

Kapitel 2.1 Strahlendosen	26
Aufgaben	26
Tätigkeiten und Ergebnisse: Strahlendosen der Bevölkerung	26
Beurteilung	29
Chapitre 2.2 Doses de rayonnements	30
Missions	30
Activités et résultats	31
Evaluation	34

Kapitel 2.1

Strahlendosen

P. Steinmann, S. Estier

Sektion Umweltradioaktivität (URA), BAG, 3003 Bern

Aufgaben

Grenzwerte für die Bevölkerung und für beruflich strahlenexponierte Personen

Die Strahlenschutzverordnung limitiert in Art. 33 bis 37 die maximal zulässigen jährlichen Strahlendosen. Für die Bevölkerung darf die effektive Dosis den Grenzwert von 1 Millisievert (mSv) pro Jahr nicht übersteigen, wobei medizinische Anwendungen und die natürliche Strahlenexposition nicht inbegriffen sind. Dosisgrenzwerte für Personen, die in ihrer beruflichen Tätigkeit mit Strahlen umgehen, sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Die angegebenen Limiten gelten nicht für Strahlenanwendung an Patienten, für aussergewöhnliche Situationen (z. B. Katastropheneinsätze) sowie für die natürliche Strahlenexposition. Das Personal der zivilen Luftfahrt gehört in der Schweiz nicht zu den beruflich strahlenexponierten Personen. Der Betriebsinhaber muss jedoch das Personal über die bei der Berufsausübung auftretende Strahlenexposition aufklären. Schwangere Frauen können verlangen, vom Flugdienst befreit zu werden.

Tabelle 1:

Dosisgrenzwerte für berufliche Strahlenexposition in mSv pro Jahr

Dosis	Grenzwert [mSv/Jahr]
Effektive Dosis für Personen über 18 Jahre	20
Effektive Dosis für Personen im Alter von 16 bis 18 Jahren	5
Organdosis – Augenlinse	150
Organdosis – Haut, Hände, Füsse	500
Äquivalentdosis an der Abdomenoberfläche bei schwangeren Frauen	2

Dosisüberwachung bei beruflich strahlenexponierten Personen: Das Schweizerische Zentrale Dosisregister

In der Schweiz tragen alle beruflich strahlenexponierten Personen bei ihrer Arbeit ein persönliches Dosimeter. Die akkumulierte Dosis wird einmal pro Monat durch eine anerkannte Dosimetriestelle ermittelt und ausgewertet. Die Dosimetriestellen melden ihre Daten regelmässig dem Bundesamt für Gesundheit (BAG), das ein zentrales Register der Dosen aller beruflich exponierten Personen der Schweiz führt. Damit haben die Aufsichtsbehörden jederzeit eine Kontrolle über die akkumulierten Dosen dieser Personen, statistische Auswertungen und Langzeit-Beobachtungen werden ermöglicht, und die Archivierung der Daten ist sichergestellt. Die Ergebnisse der Dosisüberwachung bei strahlenexponierten Personen werden jährlich in einem separaten Bericht veröffentlicht. Der Bericht sowie andere Informationen zur Dosimetrie und beruflichen Strahlenexposition sind auf den Webseiten des BAG (Strahlenschutz, www.str-rad.ch) zu finden und werden laufend aktualisiert. So können zum Beispiel die Informationsbroschüre, das temporäre Dosisdokument oder eine Liste der anerkannten Personendosimetriestellen direkt heruntergeladen werden.

Tätigkeiten und Ergebnisse: Strahlendosen der Bevölkerung

Dosen aus natürlichen Strahlenquellen

Die durchschnittliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung beträgt 4.0 mSv pro Jahr. Die einzelnen Beiträge sind in Figur 1 dargestellt. Die hier präsentierten Abschätzungen beruhen auf der „Analyse der Beiträge zur Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung in 2004“, die von der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität (KSR) im Jahr 2005 herausgegeben wurde (Download unter <http://www.bag.admin.ch/ksr-cpr/04320/04358/>). Diese Werte weichen geringfügig von den in früheren Jahresberichten aufgeführten Werten ab (kosmische Strahlung +0.05 mSv, terrestrische Strahlung -0.1 mSv).

Zusätzlich wurde die Dosis für „übrige Strahlungsquellen“ neu eingeschätzt (≤ 0.1 mSv statt 0.2 mSv). Der neue tiefere Durchschnittswert von 4.0 mSv ergibt sich also aus diesen Anpassungen an den neusten Erkenntnisstand und entspricht nicht einer messbaren Abnahme der Dosisbelastung in einem bestimmten Bereich.

Strahlenbelastung durch Radon

Bei der internen Strahlenexposition liefern ^{222}Rn und seine Folgeprodukte in Wohn- und Arbeitsräumen den grössten Dosisbeitrag. Diese Nuklide gelangen über die Atemluft in den Körper. Die in der Schweiz bis 2008 durchgeführten Erhebungen in rund 95'000 Wohn- bzw. Arbeitsbereichen ergeben ein gewichtetes arithmetisches Mittel von 78 Bq ^{222}Rn pro m^3 . Geht man von einer Aufenthaltsdauer im Wohnbereich bzw. am Arbeitsplatz von 7'000 bzw. 2'000 Stunden pro Jahr aus, so erhält man für die Schweizer Bevölkerung eine durchschnittliche Radondosis von rund 1.6 mSv pro Jahr. Im Einzelfall, bei besonders stark radonbelasteten Häusern, kann die Dosis aber bis zu 100 mSv oder mehr pro Jahr betragen. Es laufen im Moment systematische Radonmesskampagnen in den Gemeinden mit hohem und mittlerem Radonrisiko, damit möglichst viele Gebäude mit Grenzwertüberschreitung ($> 1'000$ Bq pro m^3) gefunden werden. Durch bauliche Massnahmen soll dann die Radonkonzentration unter den Richtwert von 400 Bq pro m^3 gesenkt werden. Somit wird die Zahl der sehr stark belasteten Gebäude in den nächsten Jahren abnehmen, und es ist zu erwarten, dass dadurch auch die durchschnittliche Radonbelastung langfristig geringfügig abnimmt.

Bestrahlung durch medizinische Diagnostik

Die letzte Erhebung der Dosis aufgrund von medizinischen Anwendungen (Röntgendiagnostik) fand vor 5 Jahren statt. Für das Jahr 2003 gilt ein Wert von 1.2 mSv pro

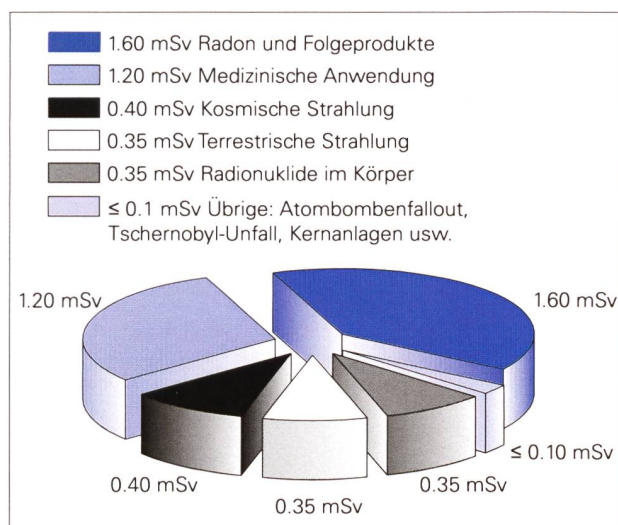
Jahr, was gegenüber der vorletzten Erhebung (1998) eine Erhöhung um 20% bedeutete. Diese Erhöhung beruht vor allem auf der zunehmenden Häufigkeit von Computertomographieuntersuchungen. Eine neue Erhebung für das Jahr 2008 ist in Bearbeitung. Weil der Trend zu mehr CT-Untersuchungen ungebrochen ist, ist eine weitere Erhöhung der Dosis zu erwarten. Wie beim Radon ist die Belastung durch die medizinische Diagnostik ungleichmässig auf die Bevölkerung verteilt. Nur ungefähr ein Viertel der Bevölkerung ist von Untersuchungen, die zu einer erhöhten Dosis führen, betroffen.

Terrestrische und kosmische Strahlung

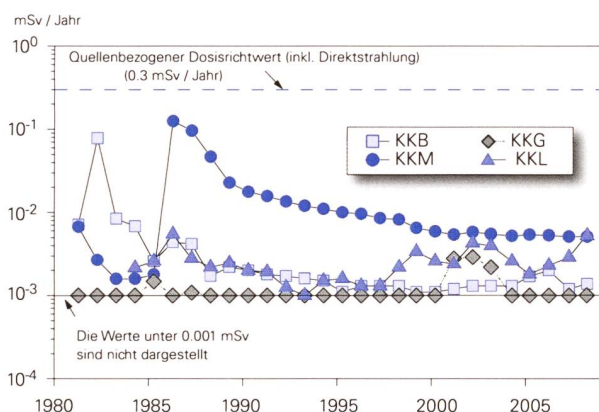
Bei der Strahlenexposition durch externe Quellen ergeben die natürlichen Radionuklide im Boden und die kosmische Strahlung die grössten Beiträge. Die terrestrische Komponente macht im Mittel 0.35 mSv jährlich aus und hängt von der Zusammensetzung des Bodens ab. Die kosmische Strahlung nimmt mit der Höhe über Meer zu, da sie von der Lufthülle der Erde abgeschwächt wird. Im schweizerischen Mittel beträgt deren Dosis jährlich etwa 0.4 mSv (KSR Bericht: 0.38 mSv). In Zürich ist der Wert beispielsweise 0.4 mSv und im höher gelegenen St. Moritz 0.75 mSv. In 10 km Höhe liegt die Dosis durch kosmische Strahlung zwischen 20 und 50 mSv pro Jahr. Aus diesem Grund ergibt ein Flug Schweiz-USA eine Dosis von rund 0.04 mSv. Das Flugpersonal und Personen, die viel fliegen, erhalten so eine zusätzliche Dosis bis einige mSv pro Jahr. Im Hausinnern wird die kosmische Strahlung durch die Gebäudehülle etwas abgeschwächt, die terrestrische Komponente dagegen durch die in den Hauswänden enthaltenen Radionuklide etwas verstärkt. Gesamthaft ist die Dosis in den Häusern etwa 10% höher als im Freien.

Radionuklide in der Nahrung

Radionuklide gelangen auch über die Nahrung in den menschlichen Körper und führen im Durchschnitt zu Dosen von rund 0.35 mSv (KSR Bericht: 0.34 mSv). Das ^{40}K liefert mit rund 0.2 mSv den grössten Beitrag. Kalium ist überall in der Nahrung und im menschlichen Körper vorhanden. Da es vor allem im Muskelgewebe eingelagert wird, ist der Kaliumgehalt bei Männern etwas höher als bei Frauen. Neben Kalium enthält die Nahrung auch Nuklide der natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium sowie durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre laufend erzeugte Radionuklide (Tritium, ^{14}C , ^7Be und weitere). Auch künstliche Radionuklide kommen in der Nahrung vor; heute hauptsächlich noch die Nuklide ^{137}Cs und ^{90}Sr . Diese stammen von den Kernwaffenversuchen der 1960er Jahre und vom Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Die jährlich durchgeführten Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergaben Dosen durch aufgenommenes ^{137}Cs von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr. Aus den Untersuchungen von menschlichen Wirbelknochen lassen sich Dosen durch ^{90}Sr von derselben Grössenordnung herleiten.



Figur 1:
Durchschnittliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung in [mSv pro Jahr pro Person]



Figur 2:
Berechnete Strahlendosen der Bevölkerung in der Umgebung der Kernkraftwerke

Übrige (künstliche) Strahlenquellen

Zu den bisher erwähnten Strahlendosen kommt ein geringer Beitrag von ≤ 0.1 mSv. Die Neueinschätzung dieser in früheren Jahresberichten mit 0.2 mSv angegebenen Dosis beruht auf der Erkenntnis, dass radioaktive Gegenstände wie tritiumhaltige Uhren kaum mehr in Gebrauch sind, und dass von anderen leicht erhöhten Bestrahlungen (siehe unten) nur wenige Leute betroffen sind. Der hier mit ≤ 0.1 mSv angegebene Beitrag umfasst die Strahlenexposition durch Kernkraftwerke, Industrien, Forschung und Medizin, Handel und öffentlicher Dienst, Konsumgüter und Gegenstände des täglichen Lebens sowie künstliche Radioisotope in der Umwelt. Bei der künstlichen Radioaktivität in der Umwelt macht der radioaktive Ausfall nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986 und von den oberirdischen Kernwaffenversuchen (1960^{er} Jahre) heute nur noch wenige Hundertstel mSv aus. Bei dauerndem Aufenthalt im Freien betragen die resultierenden Dosen zwischen 0.01 bis 0.5 mSv pro Jahr. Der letzte Wert gilt für das Tessin. Der grosse Streubereich ist eine Folge der regionalen Unterschiede bei der Ablagerung von ^{137}Cs insbesondere nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl. An einigen Stellen entlang der Umzäunung der Kernkraftwer-

ke Mühleberg und Leibstadt, die über einen Siedewasserreaktor verfügen, weist die Direktstrahlung durch das kurzlebige ^{16}N bis einige 100 nSv/h auf. Da sich Personen jedoch nicht über längere Zeit an diesen Stellen aufhalten, sind die daraus resultierenden Personendosen unbedeutend. Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus den Schweizer Kernkraftwerken (Figur. 2), aus dem PSI und dem CERN ergeben bei Personen, die in unmittelbarer Nähe wohnen, Dosen von höchstens einem Hundertstel mSv pro Jahr.

Verteilung der Strahlendosis innerhalb der Bevölkerung

Von den beiden grössten Ursachen der Strahlenbelastung – Radon und medizinische Diagnostik – ist die Bevölkerung unterschiedlich stark betroffen. Nur wenige Personen halten sich regelmässig in Räumen mit sehr hoher Radonkonzentration auf und nur rund jede(r) Vierte ist von einer Untersuchung mit Röntgendiagnostik betroffen. Die Tabelle 2 stellt einen Versuch dar, die Verteilung der verschiedenen Beiträge zur Jahresdosis innerhalb der Bevölkerung aufzuschlüsseln. Als Basis dienen wiederum die Angaben im weiter oben zitierten Bericht der KSR. Statt die gesamte Bevölkerung zu betrachten, wird diese in 4 gleich grosse Klassen unterteilt. Links in der Tabelle, in der Spalte „Klasse 0 – 25%“ stehen die mittleren Jahresdosen für jene 25% der Bevölkerung, die vom jeweiligen Typ Bestrahlung (Ursache) am wenigsten betroffen sind. Weiter rechts, in der Spalte „Klasse 75 – 100%“ stehen die mittleren Jahresdosen für die am stärksten betroffenen 25% der Bevölkerung. Dazwischen befinden sich die beiden mittleren Klassen. In der untersten Linie der Tabelle ist die Gesamtdosis durch alle Ursachen «zusammengezählt». Weil die verschiedenen Ursachen der Strahlenbelastungen weitgehend unabhängig sind, muss das „Zusammenzählen“ mit Hilfe einer Zufallsauswahl (daher „Monte-Carlo“) vorgenommen werden. Es ist zum Beispiel gut möglich, dass eine Person zu den obersten 25% bezüglich der Radonbelastung gehört, aber nicht von der medizinischen Diagnostik betroffen ist. Für das „Monte-Carlo Berechnung“ wurden also einige 10'000 Fälle „simuliert“, indem für jede Strahlenquelle zufällig eine Klasse gewählt wurde und die so erhaltenen Teildosen addiert wurden. Diese Testpopula-

Tabelle 2:
Verteilung der aus den wichtigsten Strahlenquellen resultierenden Strahlendosis innerhalb der Bevölkerung
Alle Werte in [mSv pro Jahr pro Person]

Strahlenquelle	Mittlere Jahresdosis in mSv pro Jahr pro Person				Mittelwert ganze Bevölkerung
	Klasse 0 - 25%	Klasse 25 - 50%	Klasse 50 - 75%	Klasse 75 - 100%	
Radon	0.25	0.85	1.45	3.85	1.6
Medizinische Diagnostik	0	0	0.2	4.6	1.2
Terrestrisch + kosmisch + Körper	1	1.1	1.1	1.2	1.1
alle (nach Monte-Carlo Berechnung)	1.5	2.3	4.5	7.3	3.9

tion wurde wiederum in 4 gleich grosse Klassen eingeteilt und die mittlere Gesamtdosis für jede Klasse ermittelt. Das Ergebnis dieser Abschätzung verdeutlicht die Unterschiede innerhalb der Bevölkerung bezüglich der Strahlenbelastung. Während das am wenigsten belastete Viertel der Bevölkerung im Durchschnitt 1.5 mSv pro Jahr erhält, ist das am stärksten betroffene Viertel mit etwas mehr als 7 mSv pro Jahr belastet.

Dosen aus beruflichen Strahlenexpositionen

Die Anzahl der beruflich strahlenexponierten Personen ist mit ca. 74'300 im Berichtsjahr, im Vergleich zu rund 72'000 im Jahr 2007, wieder leicht angestiegen. Dieser Zuwachs ist vor allem dem medizinischen Bereich zuzuordnen.

Auch die Kollektivdosis, d.h. die Summe der individuellen effektiven Dosen aller beruflich strahlenexponierten Personen, hat im 2008 auf 5.56 Personen-Sievert zugenommen. Im Vorjahr waren es noch 4.87 Personen-Sv. Die höhere Kollektivdosis ist vor allem durch periodische Revisionsarbeiten im Bereich der Kernkraftwerke bedingt. Die Anteile der einzelnen Tätigkeitsbereiche an der Kollektivdosis sind in der Figur 3 ersichtlich.

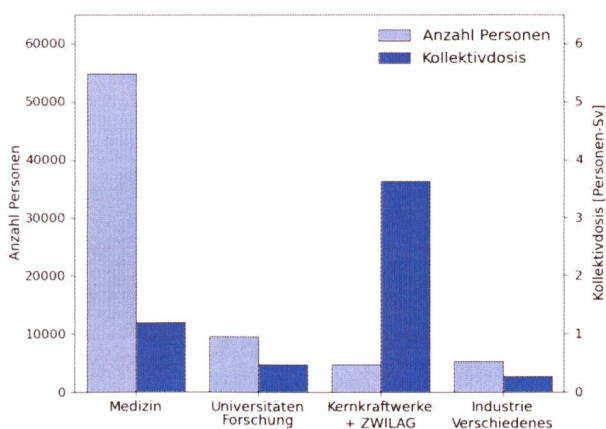
Im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit untersucht das BAG in den Bereichen Medizin und Forschung individuell alle Monats-Ganzkörperdosen über 2 mSv sowie alle Extremitätendosen über 10 mSv. 2008 wurden 112 solcher Fälle gemeldet, wobei sich 29 Fälle als nicht echte Personendosen herausstellten (z. B. Dosimeter im Bestrahlungsraum liegen gelassen). Die meisten echten Dosen gab es an Extremitäten (Handdosen) in den dosisintensiven Bereichen Nuklearmedizin und interventionelle Radiologie. Erfreulicherweise war im Berichtsjahr keine Grenzwertüberschreitung zu verzeichnen.

Beurteilung

Die durchschnittliche jährliche Strahlendosis der Bevölkerung betrug 2008 rund 4 mSv. Etwa ein Drittel stammt aus Quellen, die nicht beeinflusst werden können (terrestrische und kosmische Strahlung, Radionuklide im Körper). Ein gutes Drittel der jährlichen Strahlendosis ist durch erhöhte Radonkonzentrationen in Wohn- und Arbeitsräumen bedingt. Ebenfalls etwa ein Drittel der Strahlenbelastung ist der Anwendung von ionisierenden Strahlen in der medizinischen Diagnostik zuzurechnen. Hier ist die Tendenz wegen der zunehmenden Verbreitung von CT-Geräten steigend. Die Emissionen aus Kernkraftwerken machen weniger als 1 % der Gesamtdosis aus.

Im Berichtsjahr 2008 war die Schweizer Bevölkerung keiner unzulässigen Bestrahlung durch künstliche Strahlenquellen ausgesetzt. Nach wie vor ist jedoch die Radonkonzentration in etwa 10% der bisher in der Schweiz untersuchten Häuser über dem Richtwert (davon mehr als 2% mit Grenzwertüberschreitung).

Die beruflich strahlenexponierten Personen akkumulierten 2008 gesamthaft eine Kollektivdosis von 5.6 Personen-Sievert; die durchschnittliche Dosis pro Person lag unter 0.1 mSv pro Jahr.



Figur 3:
Anzahl Personen und Kollektivdosis in verschiedenen Bereichen

Chapitre 2.2

Doses de rayonnements

P. Steinmann, S. Estier

Section Radioactivité de l'environnement (URA), OFSP, 3003 Berne

Missions

Valeurs limites de dose

L'ordonnance sur la radioprotection définit, dans ses articles 33 à 37, les doses de rayonnement maximales admissibles par année. Les valeurs limites de dose pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession sont indiquées dans le tableau 1. Pour la population, la dose effective ne doit pas dépasser la valeur limite de 1 mSv/an. Ces valeurs limites de dose ne s'appliquent pas aux patients, exposés aux rayonnements à des fins diagnostiques ou thérapeutiques en médecine, ni aux situations exceptionnelles (p. ex., intervention en cas de catastrophe); les expositions liées au rayonnement naturel en sont également exclues. En Suisse, le personnel navigant de l'aviation civile n'est pas considéré comme professionnellement exposé aux radiations. Les responsables des compagnies aériennes doivent toutefois informer le personnel appelé à naviguer à bord de leurs avions sur une exposition possible aux rayonnements dans le cadre de leur travail. Les femmes enceintes peuvent ainsi exiger d'être dispensées du service de vol.

Tableau 1:

Valeurs limites de dose pour les personnes professionnellement exposées aux rayonnements en mSv par an

Doses	Valeur limite [mSv/an]
Dose effective pour les personnes de plus de 18 ans	20
Dose effective pour les personnes entre 16 et 18 ans	5
Dose à l'organe - cristallin	150
Dose à l'organe - peau, mains, pieds	500
Dose équivalente à la surface de l'abdomen pour les femmes enceintes	2

Surveillance des doses pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession: le registre dosimétrique central suisse

En Suisse, toute personne exposée aux radiations dans l'exercice de sa profession porte un dosimètre individuel pendant son travail. La dose accumulée est mesurée et évaluée une fois par mois par un service de dosimétrie agréé. Ces services transmettent régulièrement leurs données à l'OFSP, qui tient un registre central des doses reçues par chacune de ces personnes. Les autorités de surveillance peuvent ainsi contrôler à tout moment les doses accumulées par ces professionnels. Ceci permet non seulement d'effectuer des évaluations statistiques et des observations de longue durée, mais aussi d'assurer l'archivage des données dans le registre central, pour une durée de 80 ans.

Les résultats de la surveillance des doses chez les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession sont publiés chaque année dans un rapport séparé. Ce rapport ainsi que d'autres informations relatives à la dosimétrie et à l'exposition des professionnels sont disponibles sur le site de l'OFSP (Radioprotection, www.str-rad.ch), où ils sont actualisés en permanence. Il est par exemple possible de télécharger la brochure d'information, le document dosimétrique temporaire ou une liste des services agréés de dosimétrie individuelle.

Activités et résultats

Doses de rayonnement reçues par la population

La dose de rayonnement totale reçue en moyenne par la population suisse est d'environ 4 mSv par an. Les différentes composantes sont illustrées dans la figure 1. Les estimations présentées ici reposent sur le document «Analyse des contributions à l'irradiation de la population Suisse en 2004», publié en 2005 par la Commission fédérale de protection contre les radiations et de surveillance de la radioactivité (CPR) (disponible au téléchargement à l'adresse <http://www.bag.admin.ch/ksr-cpr/04320/04358/>). Ces valeurs s'écartent légèrement de celles reportées dans les rapports annuels précédents (rayonnement cosmique +0.05 mSv, rayonnement terrestre -0.1 mSv). De plus, la dose due aux «Sources diverses de rayonnement» (telles que retombées des bombes atomiques, accident de Tchernobyl, sources faibles, etc) a été réévaluée (≤ 0.1 mSv au lieu de 0.2 mSv). La nouvelle valeur moyenne légèrement plus faible, établie à 4 mSv, reflète donc une adaptation à l'état actuel des connaissances dans le domaine et non pas une diminution mesurable de la dose engendrée par une source de rayonnement en particulier.

Doses de rayonnement dues au radon

La contribution majeure à la dose d'irradiation interne provient du ^{222}Rn et de ses descendants radioactifs dans les locaux d'habitation et de travail. Ces radionucléides pénètrent dans l'organisme via la respiration. Les mesures réalisées en Suisse dans près de 95'000 bâtiments jusqu'en 2008 indiquent une moyenne arithmétique pondérée de 78 Bq/m³ pour le ^{222}Rn . En supposant qu'une personne séjourne en moyenne 7'000 heures par an dans

son logement et 2'000 heures par an à son poste de travail, on obtient une dose moyenne due au radon d'environ 1.6 mSv/an pour l'ensemble de la population vivant en Suisse. Dans certains cas, en présence de quantités particulièrement importantes de radon dans le bâtiment, la dose peut cependant dépasser 100 mSv par an. Des campagnes de mesures systématiques du radon sont actuellement menées dans les communes présentant un risque moyen ou élevé d'exposition au radon, afin de trouver le plus de bâtiments possible dans lesquels la concentration en radon pourrait dépasser la valeur limite de 1'000 Bq/m³. En assainissant les bâtiments concernés, la concentration en radon devrait être abaissée sous la valeur directrice de 400 Bq/m³. De cette manière, le nombre de bâtiments à très forte concentration de radon va diminuer dans les prochaines années et il faut s'attendre par conséquent à ce que l'impact moyen du radon baisse légèrement sur le long terme.

Doses de rayonnement dues au diagnostic médical

Le dernier recensement des doses dues aux applications médicales (radiodiagnostic) a eu lieu il y a 5 ans. Pour l'année 2003, la valeur était de 1.2 mSv par an, ce qui correspond à une hausse de 20% par rapport au précédent relevé de 1998. Cette hausse est principalement due à l'augmentation du nombre d'examens de tomodensitométrie (CT-scan). Une nouvelle enquête pour l'année 2008 est en cours de préparation. La tendance actuelle allant vers l'utilisation de plus en plus fréquente de la tomodensitométrie, il faut s'attendre à une nouvelle augmentation des doses. Notons que, comme pour le radon, l'impact du diagnostic médical est réparti de façon inégale dans la population. Seul un quart environ de cette dernière est concernée par des examens où sont relevées des doses plus élevées.

Rayonnement terrestre et cosmique

Le rayonnement cosmique et la présence de radionucléides naturels dans le sol et les matériaux de construction constituent les principales contributions à l'exposition externe. La composante terrestre induit, en plein air, une dose moyenne de 0.35 mSv/an, en fonction de la composition du sol. Le rayonnement cosmique augmente quant à lui avec l'altitude, car il est atténué par l'atmosphère terrestre. La contribution annuelle moyenne du rayonnement cosmique à la dose reçue par la population suisse peut être estimée à 0.4 mSv/an (rapport CPR: 0.38 mSv). A Zurich, par exemple, il contribue à hauteur de 0.4 mSv/an à la dose reçue par la population, contre 0.75 mSv/an à St Moritz, située plus haut par rapport au niveau de la mer. Notons encore qu'à 10 km d'altitude, les doses attribuables au rayonnement cosmique atteignent des valeurs comprises entre 20 et 50 mSv/an. Un vol Suisse – Etats-Unis correspond à environ 0.04 mSv. Le personnel de vol et les personnes qui prennent souvent l'avion reçoivent donc une dose supplémentaire pouvant atteindre quelques mSv/an. Le rayonnement cosmique est plus faible à

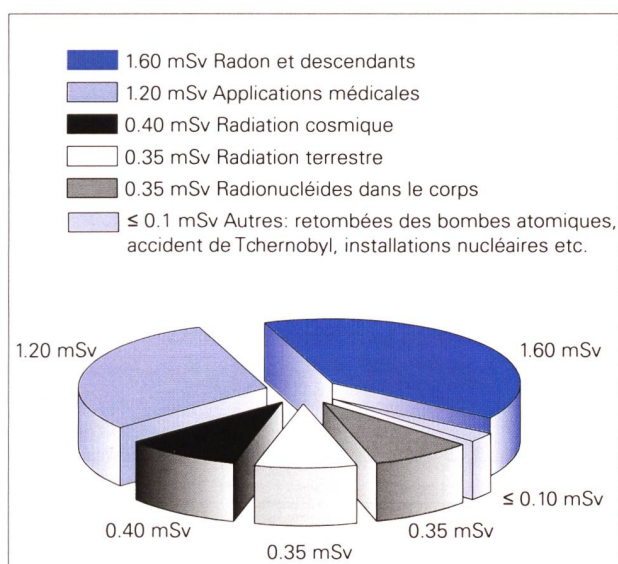


Figure 1:
Doses moyennes de rayonnements reçues par la population suisse en [mSv par an par personne]

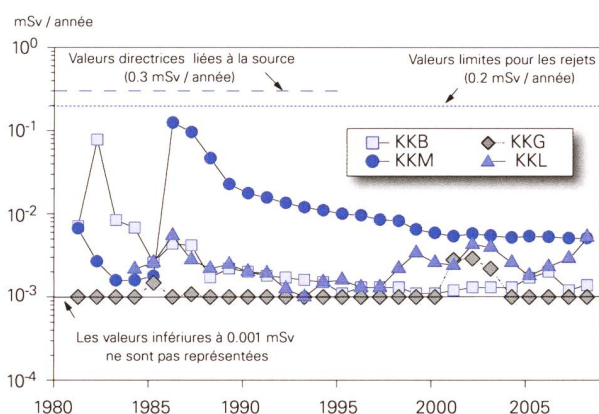


Figure 2:
Doses de rayonnements calculées dans la population résidant dans le voisinage des centrales nucléaires

l'intérieur des maisons, car il est atténué par la structure des bâtiments. Par contre le rayonnement terrestre y est plus important en raison de la présence de radionucléides dans les matériaux de construction. Au total, la dose relevée dans les bâtiments est environ 10% supérieure à celle observée en plein air.

Radionucléides dans les denrées alimentaires

Des radionucléides naturels sont également assimilés dans le corps humain par l'intermédiaire de l'alimentation et occasionnent une dose moyenne d'environ 0.35 mSv/an (rapport CPR: 0.34 mSv), la contribution la plus importante provenant du ^{40}K (env. 0.2 mSv). Celui-ci est présent partout dans les denrées alimentaires et dans le corps humain. Le potassium est stocké principalement dans les muscles, raison pour laquelle la teneur en potassium est légèrement plus élevée chez les hommes que chez les femmes. En plus du ^{40}K , les aliments contiennent également des radionucléides issus des séries de désintégration naturelle de l'uranium et du thorium ainsi que leurs descendants, auxquels s'ajoutent des radionucléides produits en permanence par le rayonnement cosmique dans l'atmosphère, comme par exemple le tritium, le ^{14}C , le ^7Be et autres. On trouve aussi des radionucléides artifi-

ciels dans l'alimentation, notamment le ^{137}Cs et le ^{90}Sr . Ils proviennent des retombées des essais nucléaires atmosphériques effectués dans les années 60 ainsi que de l'accident de Tchernobyl, survenu en avril 1986. Les mesures au corps entier réalisées chaque année sur des collégiens ont montré que les doses occasionnées par l'incorporation du ^{137}Cs étaient inférieures à un millième de mSv/an. Les analyses de vertèbres humaines ont indiqué des doses du même ordre de grandeur dues au ^{90}Sr .

Autres sources de rayonnement (artificielles)

Outre les doses de rayonnement mentionnées précédemment, vient s'ajouter une faible contribution, évaluée à ≤ 0.1 mSv provenant d'autres sources de rayonnement. La nouvelle évaluation de cette contribution, estimée dans les rapports précédents à 0.2 mSv, repose sur le constat que les objets radioactifs comme les montres contenant du tritium ne sont quasiment plus utilisés et que seul un nombre restreint de personnes sont exposées aux autres sources de rayonnements légèrement plus élevées citées plus bas. La contribution évaluée ici à ≤ 0.1 mSv comprend l'irradiation due aux centrales nucléaires, aux industries, à la recherche et à la médecine, au commerce et aux services publics, aux biens de consommation et aux objets usuels ainsi qu'aux radio-isotopes artificiels présents dans l'environnement. En ce qui concerne la radioactivité artificielle dans l'environnement, notons que les doses occasionnées par les retombées de l'accident du réacteur de Tchernobyl, survenu en avril 1986, ainsi que par celles des essais nucléaires atmosphériques effectués dans les années 1960 ne représentent plus aujourd'hui que quelques centièmes de mSv par an. En cas de séjour permanent à l'air libre, cette contribution peut varier entre 0.01 et 0.5 mSv/an, ce dernier chiffre valant pour le Tessin. Cette large fourchette est due aux variations régionales des dépôts de ^{137}Cs , suite à l'accident de Tchernobyl en particulier. En certains endroits situés le long des clôtures des centrales nucléaires de Mühleberg et de Leibstadt (réacteurs à eau bouillante), le rayonnement direct dû à l' ^{16}N , radionucléide de courte période, peut atteindre quelques centaines de nSv/h. La durée de séjour en ces endroits étant très limitée, les doses qui en résultent restent insignifiantes.

Tableau 2:
Répartition de la dose due aux principales sources de rayonnements dans la population.
Toutes les valeurs sont exprimées en [mSv par an par personne]

Source de rayonnement	Doses annuelles moyennes en mSv par an par personne				Moyenne de l'ensemble de la population
	Classe 0 - 25%	Classe 25 - 50%	Classe 50 - 75%	Classe 75 - 100%	
Radon	0.25	0.85	1.45	3.85	1.6
Diagnostic médical	0	0	0.2	4.6	1.2
Terrestre + cosmique + corps	1	1.1	1.1	1.2	1.1
Toutes («méthode Monte-Carlo»)	1.5	2.3	4.5	7.3	3.9

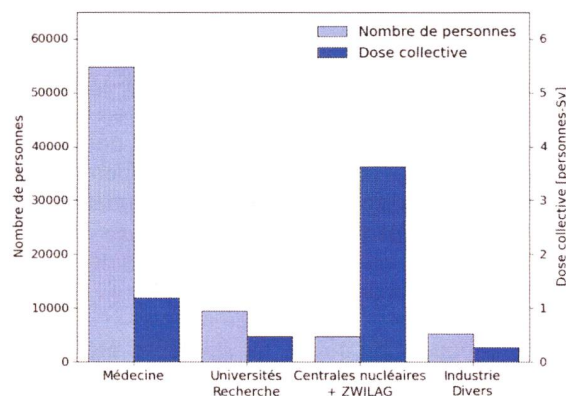
Les résultats des différentes mesures et calculs effectués montrent que les doses reçues par les personnes habitant à proximité immédiate des centrales nucléaires suisses (voir figure 2), du PSI ou du CERN, et qui sont attribuables aux émissions de substances radioactives par ces installations, atteignent, au maximum 0.01 mSv/an.

Répartition de la dose de rayonnement sur la population

La population n'est pas exposée de façon homogène aux sources de rayonnement que sont le radon ou le diagnostic médical, qui constituent les deux contributions principales à la dose. Seules très peu de personnes séjournent régulièrement dans des pièces où sont relevées de très fortes concentrations en radon, et seulement un quart d'entre elles est concerné par un examen radiologique. Une tentative d'évaluation de la répartition des différentes contributions à la dose annuelle au sein de la population a été effectuée à partir des informations du rapport CPR citées précédemment et figure dans le tableau 2. Au lieu de considérer la population dans son ensemble, elle est divisée en 4 classes de taille identique. Dans la colonne de gauche du tableau «Classe 0 – 25%» sont indiquées les doses annuelles moyennes reçues par les 25% de la population les moins touchés par le type de rayonnement en question (cause; par exemple, radon). Tout à droite, dans la colonne «Classe 75 – 100%» sont indiquées les doses annuelles moyennes pour les 25% de la population les plus exposées au rayonnement en question. Entre les deux se trouvent les deux classes intermédiaires. La dernière ligne du tableau représente la dose totale, «somme» des doses reçues par toutes les sources d'irradiation. Etant donné que les différentes sources d'exposition sont indépendantes les unes des autres, cette «somme» doit être calculée en utilisant un tirage aléatoire (d'où l'expression «Monte-Carlo»). Ainsi, il est par exemple possible qu'une personne fasse partie des 25% supérieurs pour l'exposition au radon, mais ne soit pas touchée par le diagnostic médical. Pour effectuer la «moyenne Monte-Carlo», 10'000 cas ont été simulés en choisissant au hasard une certaine classe de population pour chacune des sources de rayonnement et en additionnant les doses partielles ainsi obtenues. Cette population – test s'est vue à nouveau répartie en 4 grandes classes et la dose totale moyenne pour chaque classe a été reportée dans le tableau.

Le résultat de cette évaluation met en évidence les différences existant au sein de la population en ce qui concerne la dose d'irradiation à laquelle un individu est soumis. Tandis que le quart de la population le moins exposé reçoit en moyenne 1.5 mSv par an, le quart le plus touché reçoit plus de 7 mSv par an.

Doses résultant de l'exposition aux rayonnements dans le cadre professionnel



Figur 3:

Nombre de personnes et dose collective dans les différents domaines d'activités

Le nombre de personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession était d'environ 74'300 au cours de l'année 2008. Une légère augmentation a donc été enregistrée par rapport à 2007 (72'000), qui doit avant tout être attribuée au domaine médical.

La dose collective en Suisse, c'est-à-dire la somme des doses individuelles effectives reçues par toutes les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, était de 5.56 personnes-Sv en 2008 (4.87 personnes-Sv l'année précédente). Les contributions à la dose collective en fonction des différents domaines d'activités sont représentées dans la figure 3.

Dans les secteurs de la médecine et de la recherche, l'OFSP effectue une analyse individuelle de toutes les doses mensuelles supérieures à 2 mSv (dose au corps entier) ainsi que de toutes les doses aux extrémités supérieures à 10 mSv. En 2008, 112 cas de ce type ont été examinés (au moment où ce rapport a été établi).

Pour la plupart, il s'agissait de doses aux extrémités (doses aux mains) qui ont été enregistrées dans les domaines de la médecine nucléaire ou de la radiologie. Tandis que les doses au corps entier (doses effectives) sont en léger recul, les doses aux extrémités augmentent, surtout dans ces deux domaines. L'OFSP veut contrer cette tendance en organisant des formations ciblées sur place et en diffusant du matériel d'information supplémentaire.

Nous sommes heureux de constater qu'en 2008 aucun dépassement de la valeur limite n'a été enregistré.

Evaluation

La dose annuelle moyenne reçue par la population en 2008 avoisine les 4 mSv. Elle provient pour un tiers de sources qu'il est impossible d'influencer (rayonnement terrestre et cosmique, radionucléides dans le corps). Un tiers de la dose annuelle revient aux concentrations en radon élevées relevées dans les lieux d'habitation et de travail. Le tiers restant provient de l'utilisation de rayonnements ionisants dans le radiodiagnostic médical. La tendance est ici à la multiplication des tomodensitomètres. Les émissions des centrales nucléaires représentent moins de 1% de la dose totale d'irradiation.

En 2008, la population suisse n'a donc pas été exposée d'une manière excessive à des sources de rayonnement artificielles. En revanche, dans environ 10% des bâtiments examinés jusqu'ici en Suisse, la concentration en radon est supérieure à la valeur directrice (2% dépassent la valeur limite).

Les personnes exposées aux rayonnements ionisants dans l'exercice de leur profession ont accumulé au total en 2008 une dose collective de 5.6 personnes-Sv; la dose moyenne par personne était inférieure à 0.1 mSv/an.