

Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 30 (1987-1988)

Heft: 1: Text

Rubrik: 5. Ueberwachung der Emissionen und der Immissionen in der Umgebung von Kernanlagen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

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

5. Ueberwachung der Emissionen und der Immissionen in der Umgebung von Kernanlagen

(In Zusammenarbeit mit der HSK)

5.1. Ueberwachungsziele; Umfang der Ueberwachung

Aus den Kernanlagen können, auch im Normalbetrieb, radioaktive Stoffe über Abluft und Abwasser in die Umwelt gelangen. Bei den luftgetragenen Emissionen handelt es sich um radioaktive Edelgase, Jod-Isotope, Kohlenstoff-14, Tritium und an Aerosole angelagerte Radionuklide. Ueber das Abwasser werden ebenfalls radioaktive Spalt- und Aktivierungsprodukte sowie Tritium abgegeben.

Die Aufsichtsbehörde, die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, HSK, hat die Abgabelimiten für radioaktive Stoffe an die Umwelt bei jedem KKW so festgelegt, dass keine Person der Umgebungsbevölkerung durch die Immissionen des Werkes pro Kalenderjahr mehr als 0,2 mSv effektive Äquivalentdosis erhalten kann. Zusammen mit einem allfälligen Beitrag durch die Direktstrahlung aus dem Werk darf die maximale Personendosis der Umgebungsbevölkerung pro Kalenderjahr 0,3 mSv nicht übersteigen.

Ueberwacht werden sowohl die Emissionen wie auch die Immissionen. Aus den Emissionen und Immissionen können mit radioökologischen Modellen die Dosen der in der Umgebung wohnenden Bevölkerung berechnet und mit den aus Abgabelimiten berechneten Dosen verglichen werden.

Die Emissionen müssen vom Betreiber zuhanden der Behörden überwacht und bilanziert werden; sie werden zudem durch Kontroll- und Parallelmessungen durch HSK und SUeR überprüft. Diese erheben mehrmals jährlich Proben von abgabebereitem Abwasser, von Abluft, Abgas, Aerosolfiltern etc. zur Analyse. Der Vergleich dieser Resultate mit den Parallelergebnissen der Werke ergab auch in den beiden Berichtsjahren eine befriedigende Uebereinstimmung.

SUeR und HSK führen Immissionsmessungen durch. Damit wird überprüft, ob in der Umgebung Radioaktivität feststellbar ist und wie gross diese ist. Das Ueberwachungsprogramm der Umgebung umfasst die Messung der Ortsdosen an zahlreichen Stellen sowie die Ueberwachung der wichtigsten Ausbreitungspfade, teilweise durch kontinuierliche, teilweise durch stichprobenartige Probenahmen und Messungen. So werden beispielsweise Aerosole in der Luft, Ablagerungen aus der Luft, Erde, Gras, Milch, Getreide, Wasser, Wasserpflanzen, Fische und Sedimente überwacht.

5.2. Emissionen der Kernkraftwerke; berechnete Dosen

Gemäss Angaben der HSK blieben in den beiden Berichtsjahren die tatsächlichen Radioaktivitäts-Abgaben durch die Schweizer Kernanlagen immer unter den festgelegten Abgabegrenzwerten (Fig. 4.1. bis 4.5., Tab. 4.1. bis 4.6.). Somit lagen auch die aus den Emissionen berechneten Personendosen für die Bevölkerung in der Umgebung unter der Limite von jährlich 0,2 mSv (Fig. 4.6., Tab. 4.1. bis 4.6.). Bei der Berechnung der Dosis aus Emissionsdaten wird angenommen, dass eine Person am Ort mit der grössten zu erwartenden Radioaktivitätskonzentration in der Luft und mit den grössten Ablagerungen auf dem Boden wohnt und dass sie sich nur mit lokal produzierten Nahrungsmitteln ernährt. Zugleich wird angenommen, dass diese Person ihren ganzen Trinkwasserbedarf aus dem Fluss unterhalb der Kernanlage deckt.

Wenn beim Kernkraftwerk Mühleberg die Radioaktivität einbezogen wird, die im Herbst 1986 unkontrolliert in der Umgebung abgelagert wurde, lässt sich für dieses Kraftwerk für 1987 aus den Emissionen eine Dosis von 0,1 mSv und für 1988 eine solche von 0,06 mSv berechnen (Fig. 4.6.). Die berechneten maximalen Dosen in der Umgebung des PSI betragen ca. 0,04 mSv (Iodabgaben hätten 1987 für ein Kleinkind, das nur mit Milch einer am kritischen Ort grasenden Kuh ernährt worden wäre, zu einer zusätzlichen hypothetischen Dosis von 0,09 mSv geführt). Die Dosen in der Umgebung der Kernkraftwerke Beznau, Gösgen und Leibstadt sind kleiner als 0,003 mSv. Die Hochschulanlagen

Lausanne, Basel und Genf sowie das ehemalige Versuchs-Atomkraftwerk Lucens haben nach Angaben der HSK keine nennenswerten Mengen Radioaktivität an die Umwelt abgegeben.

5.3. Resultate der Immissions-Ueberwachung

a) Aktivität im Boden

Aktivitätsmessungen an Bodenproben resp. in-situ-Messungen in der Umgebung der Schweizer Kernanlagen zeigten an künstlichen Nukliden vor allem Caesium-137, Caesium-134, Strontium-90, Cobalt-60 und Zink-65 (Tab. 3.1. und 4.9.). Die Caesium Aktivität stammt von den Bombenversuchen der 60er Jahre, von Tschernobyl und - für die Nahumgebung des KKM - von der unkontrollierten Abgabe durch das Kraftwerk im Herbst 1986; die Strontium-90 Aktivität von den Bombenversuchen und zu einem kleinen Teil von Tschernobyl. In der Nahumgebung des KKM finden sich Reste von Cobalt-60 und Zink-65 von der Abgabe im Jahre 1986. Die Caesium-137 Aktivität pro m² Boden blieb in den beiden Berichtsjahren etwa gleich gross; die Caesium-134 Aktivität nahm wegen des Zerfalls von 1987 auf 1988 ab. Aus den Messungen ergeben sich keine Hinweise, dass von den Kernanlagen in den Berichtsjahren zusätzlich langlebige Radioaktivität abgegeben worden wäre, die gegenüber den oben erwähnten, schon vorhandenen Mengen ins Gewicht fallen würde.

b) Ortsdosen

Ortsdosen resp. Ortsdosisleistungen werden in der Umgebung der Schweizer Kernanlagen überwacht, mit

- Dosimetern der Werke und der KUeR (4 Stellen pro Werk)
- in-situ-Messungen mit einem tragbaren Germanium-Detektor in der Nahumgebung
- Ionisationskammern oder anderen Geräten, die an 1 bis 2 Stellen pro Werk die Werte kontinuierlich registrieren
- jährlich einer Messfahrt mit Ionisationskammern in die Nahumgebung von jedem Werk
- einer NADAM Sonde pro Werk

Die Ergebnisse dieser Systeme stimmen untereinander innerhalb der jeweiligen Messfehler gut überein.

Die Dosimeter zeigen für die verschiedenen Standorte relative Unterschiede der Ortsdosis von bis zu 30% (Tab. 4.7. und 4.8.). Dafür sind hauptsächlich natürliche Variationen in der Zusammensetzung des Bodens verantwortlich. Von einigen Dosimetern wird auch die Direktstrahlung aus dem Werk oder einem Abfallager registriert (siehe später). Im weiteren treten von einem Ablese-Quartal zum andern witterungsbedingte Unterschiede auf. Mit der Methode der ortsspezifischen Parameter lassen sich all diese Unterschiede weitgehend auskorrigieren, so dass allfällige Netto-Dosen wegen Abgaben der Werke empfindlicher nachgewiesen werden können. So schliesst die HSK aus den Daten der Dosimeter, dass zusätzliche jährliche Netto-Dosen wegen allfälligen Abgaben der Werke in den Berichtsjahren kleiner waren als 0.05 mSv. Die berechneten Netto-Dosen zeigen ferner in der Umgebung des KKB den Beitrag von Tschernobyl (1987 ca. 0.15 mSv und 1988 ca. 0.1 mSv). In der Umgebung des KKM sind erhöhte Netto-Dosen an einigen Stellen auf die Freisetzung von Radioaktivität im Herbst 1986 zurückzuführen.

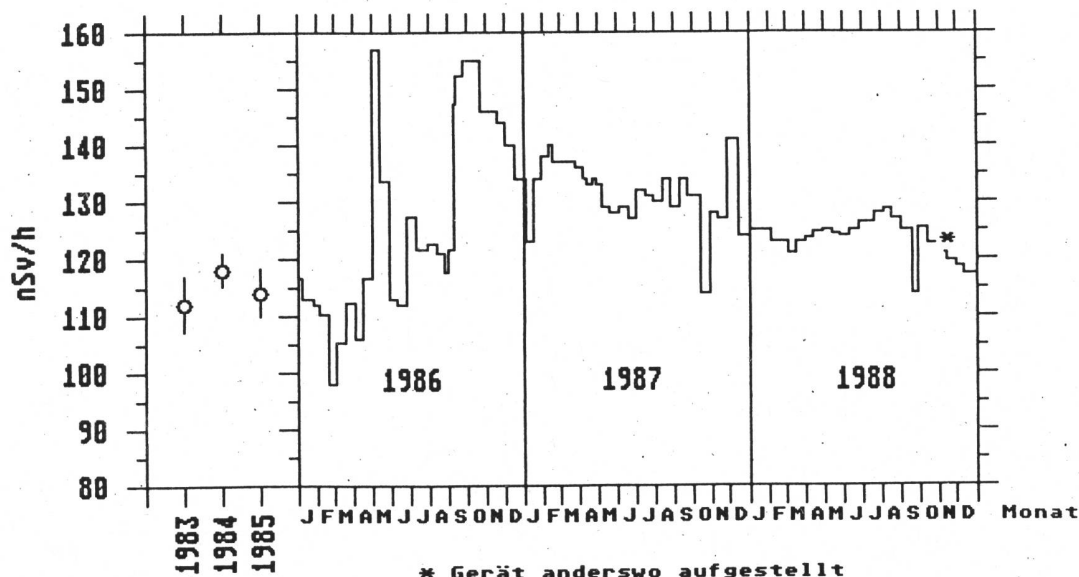
Aus in-situ-Resultaten lassen sich für die Umgebung der Kernkraftwerke folgende Mittelwerte für die jährlichen Ortsdosen im Freien berechnen (in mSv; für die Umrechnung in Personendosen: siehe später):

	KKB/PSI	KKG	KKL	KKM	
Kosmische Strahlung	0.38	0.39	0.38	0.40	
Terrestrische Strahlung	0.42	0.38	0.39	0.47	
Bomben Fallout	0.01	0.01	0.01	0.01	
Tschernobyl					
1987	0.10	0.05	0.06	0.03	
1988	0.08	0.04	0.05	0.02	
Zwischenfall KKM im Herbst 1986					
1987	--	--	--	0.10	x)
1988	--	--	--	0.06	x)

x) An der Stelle "Ufem Horn"

Die mit Ionisationskammern kontinuierlich registrierten Ortsdosisleistungen waren insbesondere 1988 an einigen Standorten innerhalb der Schwankungsbreiten bereits wieder gleich gross wie vor dem Unfall Tschernobyl (KKG Fig. 4.9. und KKL Fig. 4.11. und 4.12.); an den übrigen Standorten nahmen die Messwerte von 1987 auf 1988 deutlich ab (KKB Fig. 4.10., KKM Fig. 4.7. und 4.8.). Fig X zeigt für den Standort "Ufem Horn" diesen zeitlichen Rückgang der Ortsdosisleistung, der auf das allmähliche Eindringen der künstlichen Caesium-Aktivität in den Boden und auf den Zerfall von Caesium-134 und Cobalt-60 zurückzuführen ist. Die pro m² Bodenfläche vorhandene Caesium-137 Aktivität blieb jedoch seit 1986 praktisch konstant, unabhängig, ob sie von Tschernobyl oder vom Harz-Zwischenfall im KKM im Herbst 1986 stammt. Die in-situ-Messungen an der Stelle Ufem Horn erlauben den Schluss, dass 1988 der Hauptanteil der zusätzlichen Ortsdosis durch die im Herbst 1986 abgegebene Aktivität verursacht wurde (Fig. 4.14.).

Fig. X: Ortsdosisleistung gemessen mit Ionisationskammer UFEM HORN (UMGEBUNG KKM)



Eine Schnellabschaltung im KKM hatte am 18.5.1988 kurzzeitig eine erhöhte Aktivitätsabgabe zur Folge. Die Ortsdosisleistung bei der BKW Schaltzentrale, 800m Ost-Nordost des KKM, stieg während ca. 10 Minuten von ca. 110 nSv/h auf etwa 180 nSv/h (Fig. 4.13.). Die dadurch verursachte zusätzliche Dosis ist vernachlässigbar. Weitere technische Angaben über den Betrieb der Schweizer Kernanlagen (z.B. Schnellabschaltungen) sind in den Jahresberichten der HSK enthalten.

Weder die jährlich einmaligen Messungen mit einer Ionisationskammer an ca. 30 Stellen noch die in-situ-Messungen an mehreren Stellen noch die NADAM-Sonden ergaben Hinweise auf unerlaubte Abgaben der Werke in den Berichtsjahren (Fig. 3.16.k., Tab. 4.9. bis 4.11.).

c) Direktstrahlung

Bei den Kernkraftwerken mit Siedwasserreaktor (KKM und KKL) tritt unmittelbar ausserhalb der Umzäunung eine zusätzliche Ortsdosisleistung durch Gamma-Direktstrahlung aus dem Maschinenhaus oder anderen Anlageteilen auf. Beim PSI verursachten die Abfallager des Bundes im Bereich des Zaunes erhöhte Ortsdosen, beim PSI-West zusätzlich der Beschleuniger. Diese erhöhten Ortsdosen werden durch zusätzliche Dosimeter entlang der Umzäunung überwacht. Erhöhte Dosen kommen praktisch nur unmittelbar ausserhalb der Umzäunung der Anlagen vor und nehmen mit der Entfernung rasch ab.

In den Berichtsjahren wurden entlang der Umzäunung am Ort der höchsten Dosisleistung auf ein Jahr umgerechnet folgende Netto-Ortsdosen gemessen: KKL: 1,6 mSv; KKM: 1,3 mSv; PSI-Ost: 1,1 bis 2,6 mSv; PSI-West: 1,2 mSv; KKB und KKG: $\leq 0,3$ mSv (Tabelle 4.12.).

Limitiert ist nicht die Ortsdosis, sondern die Personendosis (siehe Kap. 5.1.). Zu deren Berechnung muss die jährliche Aufenthaltsdauer im Bereich einer erhöhten Ortsdosis berücksichtigt werden. Niemand wohnt im Bereich der

Direktstrahlung, und die Aufenthaltszeiten beim Spazieren, Fischen oder Arbeiten auf dem Feld sind kurz. So betragen die akkumulierten Personendosen nur einen kleinen Bruchteil der gemessenen jährlichen Ortsdosen am Zaun der Anlagen. Die Dosislimiten für die Bevölkerung in der Umgebung dieser Anlagen sind also eingehalten.

d) Aktivität in Luft und Niederschlägen

Die in der Umgebung der KKW mit Luftfiltern gesammelten Aerosolproben zeigten in den Berichtsjahren ähnliche Caesium Aktivitäten wie diejenigen von Vergleichsstandorten (Fig. 3.1. bis 3.4.). Diese Aktivitäten stammen vermutlich von Tschernobyl. Auch die auf Vaselineplatten gesammelten Staubteilchen lassen keine durch Abgaben der KKW verursachten Erhöhungen der Aktivität erkennen (Fig. 4.15. bis 4.20.). Einige Vaselineplatten aus der Nahumgebung des PSI wiesen leicht erhöhte Gesamt- β -Werte auf, die möglicherweise auf Abgaben der Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle zurückzuführen sind.

In Regenproben aus der Umgebung vom KKG und KKL ergaben Gesamt- β -Messungen und nuklidspezifische Analysen nur Aktivitäten, die von Tschernobyl stammen oder einen natürlichen Ursprung haben (Fig. 3.7., 3.8.). Die Tritium-Aktivitäten in monatlichen Niederschlagsproben lagen für die Umgebung des KKG und des KKM zwischen 2 und 11 Bq/Liter (Fig. 3.13. und 3.14.). Sie unterscheiden sich somit nicht wesentlich von Tritium Aktivitäten, wie sie an andern Standorten gemessen wurden (Fig. 3.9. bis 3.11.).

e) Aktivität in Wasser; Sedimenten und Fischen

Oberhalb und unterhalb der Kernanlagen werden kontinuierlich Flusswasserproben gesammelt. An ihnen werden die Gesamt- β - und die Tritium-Aktivitäten wöchentlich bis monatlich gemessen. Die Gesamt- β -Aktivität (ohne Tritium) betrug 1987 und 1988 wie in früheren Jahren 0,04 bis 0,6 Bq/l, die Tritium-Aktivität war immer kleiner als 25 Bq/l. Ein systematischer Unterschied zwischen den Proben, die oberhalb einer Anlage und denen, die

unterhalb erhoben wurden, war nicht festzustellen. Gesamt- β - und Tritium-Messungen in Grundwasserproben aus der Umgebung der Kernkraftwerke zeigten ebenfalls keinen Einfluss dieser Anlagen (Fig. 4.21. und 4.22.). Die Gesamt- β -Aktivität in diesen Gewässern stammt grossenteils vom natürlichen Kalium-40.

In Sedimenten aus den Flüssen unterhalb der Kernkraftwerke wurden einerseits natürliche Radionuklide sowie Caesium-134 und Caesium-137 aus Tschernobyl und vom Atombombenfallout gemessen (Fig. 4.25., Tab. 4.13. und 4.14.). Andererseits lassen sich auch geringe Konzentrationen von Cobalt-60 und Zink-65 nachweisen, die aus den Kernkraftwerken stammen. Ein Teil der in Sedimenten aus dem Stausee Niederried gemessenen künstlichen Aktivitäten ist vermutlich auf Abgaben des Kernkraftwerks Mühleberg zurückzuführen (Tab. 4.14.).

In gesamthaft 14 Fischproben aus der Umgebung der Kernkraftwerke wurden 1987 und 1988 Caesium-Aktivitäten bis ca. 10 Bq/kg Fischfilet gemessen. Das Caesium-134/137-Verhältnis stimmt innerhalb der Fehlerbreite mit demjenigen der Radioaktivität aus Tschernobyl überein. Eine signifikante Erhöhung durch Abgabe der KKW kann deshalb ausgeschlossen werden.

f) Aktivität in Gras aus der Umgebung der Kernanlagen

Die Aktivität in periodisch erhobenen Grasproben stammt zum grössten Teil vom natürlichen Kalium-40 (Tab. 3.2.). Die Aktivität von Caesium-134 und -137 in Proben aus der Umgebung der Kernanlagen war 1987 und 1988 innerhalb der Schwankungsbreite gleich gross wie in Proben von andern Standorten im Mittelland (vergl. mit Fig. 3.19.a und b). Diese künstlichen Nuklide sind also von Tschernobyl und durch die Bombenversuche verursacht; ein Beitrag durch Abgaben der Kernanlagen kann nicht festgelegt werden. Stichproben von Gras, die zusätzlich durch das Kantonale Laboratorium Bern in der Umgebung des KKM erhoben wurden, ergaben für beide Berichtsjahre Caesium-134 und -137-Aktivitäten je unter der Nachweisgrenze von 4 Bq/kg (frisch).

g) Radioaktivität in Lebensmitteln aus der Umgebung von Kernanlagen

Proben von Milch und Getreide, die periodisch in der Umgebung der Kernanlagen erhoben wurden, zeigten innerhalb der normalen Schwankungsbreite gleiche Aktivitäten wie Proben von andern Standorten im Mittelland (Tab. 3.3. und 3.4.). Am meisten Aktivität stammt vom natürlichen Kalium-40; die Caesium-137-Aktivitäten betragen höchstens 1 Bq/l in Milch und sind kleiner als 2 Bq/kg in Getreide, die Strontium-90-Aktivität beträgt ca. 0,1 Bq/l Milch und 0,6 Bq/kg Getreide. Diese künstlichen Aktivitäten können dem Ausfall von Tschernobyl und den Bombentests zugeordnet werden.

Zusätzliche Lebensmittelproben aus der Umgebung des Kernkraftwerks Mühleberg, die im Jahre 1987 vom Kantonalen Laboratorium in Bern genommen und gemessen wurden, enthielten geringe Caesium-Aktivitäten; teilweise lagen sie unter der Nachweisgrenze von 4 Bq/l bzw. 4 Bq/kg. Einzelne Proben von Milch und Rindfleisch enthielten geringe Zink-65-Aktivitäten (bis 4 Bq/kg), die von den Abgaben des KKM im Herbst 1986 herrühren. Alle Lebensmittelproben aus dem Jahre 1988 zeigten Caesium-134 und -137 Gehalte unter 4 Bq/l bzw. Bq/kg, Zink-65 Gehalte unter 1 Bq/l bzw. Bq/kg und Cobalt-60 Gehalte unter 0,5 Bq/l bzw. Bq/kg. (Dosisabschätzung: siehe Kapitel 5.4.).

h) Kohlenstoff-14 in Baumblättern

Kohlenstoff-14 Messungen werden seit 1977 in Blättern von Buchen aus der Umgebung der Kernanlagen vorgenommen, um im Vergleich mit Proben einer Referenzstation allfällige Abgaben von assimilierbarem $^{14}\text{CO}_2$ durch die KKW festzustellen (vergl. Kap. 4.1.). In Uebereinstimmung mit den von der HSK abgeschätzten Emissionsraten werden erhöhte Werte besonders in der Umgebung der Siedewasserreaktoren Leibstadt und Mühleberg gemessen.

Die 1987 und 1988 aus der Umgebung des KKL erhobenen Proben zeigten in der Hauptwindrichtung (gegen Nordost) um bis zu 110 ‰ erhöhte $\Delta^{14}\text{C}$ Werte (Fig. 4.26.b und c). Neben der Hauptwindrichtung und mit der Entfernung nehmen die Erhöhungen rasch ab. Falls sich eine Person ausschliesslich mit landwirtschaftlichen Produkten ernähren würde, die eine um 100 ‰ erhöhte ^{14}C Konzentration aufweisen, würde dies jährlich zu einer zusätzlichen Dosis von ca. 0,001 mSv führen. Dies ist unbedeutend.

4 Stichproben aus der unmittelbaren Umgebung des KKM zeigten Kohlenstoff-14 Erhöhungen gegenüber der Referenzstation von 50 bis 85 ‰. Diese Erhöhungen sind ähnlich wie in früheren Jahren und erlauben den Schluss, dass die Abgaben von ^{14}C durch das Kraftwerk etwa gleich geblieben sind.

Die höchsten ^{14}C Werte in Baumblättern treten nach wie vor in der unmittelbaren Umgebung des Forschungsreaktors SAPHIR des PSI auf (Fig. 4.26.d). Da die Abgaben auf der Höhe des Gebäudedachs erfolgen, und da die Blattproben in ungefähr der gleichen Höhe entnommen wurden, ist die lokale Verdünnung wesentlich geringer als in der Umgebung der KKW, wo die Abgaben über einen Kamin erfolgen. Die Abnahme der zusätzlichen ^{14}C Aktivität mit der Entfernung vom SAPHIR ist bereits für die in Fig. 4.26.d dargestellten Probenahmeorte erkennbar; in der weiteren Umgebung des PSI und des KKB wurden in den Berichtsjahren ähnliche Erhöhungen (bis höchstens 100 ‰) gemessen wie in früheren Jahren. Auch hier fallen mögliche zusätzliche Dosen durch den Verzehr von Nahrungsmitteln mit einem erhöhten ^{14}C Gehalt nicht ins Gewicht.

5.4. Zusätzliche Dosen in der Nahumgebung des Kernkraftwerks Mühleberg

Im Folgenden sollen für die Nahumgebung des KKM die zusätzlichen Jahresdosen bestimmt werden, die sich als Folge der unkontrollierten Radioaktivitätsabgabe im Herbst 1986 in den beiden Berichtsjahren ergaben. Insbesondere soll überprüft werden, ob die Vorschrift eingehalten ist, dass keine Person wegen den Immissionen pro Kalenderjahr mehr als 0,2 mSv erhalten darf. Als kritische Stelle wird der Ort "Ufem Horn" betrachtet.

Aus in-situ-Messungen (Tab. 4.9.) und aus Ionisationskammermessungen (Fig. 4.7.) folgen die in Kapitel 5.3.b schon erwähnten zusätzlichen Ortsdosen im Freien von 0,1 mSv im Jahre 1987 und von 0,06 mSv für 1988. Nimmt man eine Aufenthaltsdauer im Freien von täglich 6 Stunden und einen Abschirmfaktor im Haus von 10 für die restliche Zeit des Tages an, so erhält man für 1987 eine externe Personendosis von ca. 0,03 mSv und für 1988 von ca. 0,02 mSv als Folge des Zwischenfalls im KKM im Herbst 1986.

Eine maximale interne Dosis kann abgeschätzt werden, wenn man davon ausgeht, dass sich eine Person nur von lokal erzeugten Nahrungsmitteln ernährt. Im weiteren wird angenommen, dass diese Nahrungsmittel im Jahre 1987 alle eine Caesium-Aktivität von 4 Bq/kg und 1988 eine solche von 2 Bq/kg enthalten haben (siehe Kapitel 5.3.g); ferner soll diese Aktivität ganz den Emissionen des KKM zugeordnet werden. Damit erhält man eine Aufnahme von ca. 2000 Bq im Jahre 1987 und von ca. 1000 Bq im Jahre 1988. Unter der Annahme, dass Caesium-134 ca. 50% der Aktivität ausmacht, bewirkt diese aufgenommene Aktivität eine maximale interne Dosis von 0,04 mSv im Jahre 1987 und von 0,02 mSv im Jahre 1988. Damit ist gezeigt, dass in den Berichtsjahren die Summe aus externer und interner Dosis auch für einen Selbstversorger an der meistexponierten Stelle in der Umgebung des KKM kleiner wäre als die Limite von 0,2 mSv pro Kalenderjahr.