

# 20 Jahre seit dem Reaktorunfall von Tschernobyl Die Auswirkungen auf die Schweiz

## 1. Das Ereignis

Vor 20 Jahren, am 26. April 1986 um 1:24 Uhr Lokalzeit explodierte der Block Nr. 4 des russischen Kernkraftwerks Tschernobyl. Dabei geriet der Reaktor ausser Kontrolle, wurde vollständig zerstört und brannte während zehn Tagen. Es wurden grosse Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt. Dieser schwerste, je in einer zivilen Kernanlage aufgetretene Unfall war eine Folge menschlichen Fehlverhaltens, ist aber auch der Fehlkonzeption dieses Reaktortyps zuzuschreiben. Die hohe freigesetzte Radioaktivität wurde hauptsächlich in den heutigen Staaten Ukraine, Weissrussland und Russische Föderation abgelagert, ein Teil gelangte jedoch nach Westen, so dass ab dem 30. April auch die Schweiz betroffen war. Die Wolke erreichte um 2 Uhr morgens die Messstation auf dem Weissfluhjoch bei Davos und um 15 Uhr desselben Tages jene in Fribourg in der Westschweiz. Sie wanderte also mit einer mittleren Geschwindigkeit von 15 km pro Stunde von Osten nach Westen. Abb. 1 zeigt die Aktivitäten der wichtigsten Radionuklide in der Luft anfangs Mai 1986, gemessen an den Luftfiltern von Fribourg. (Das Becquerel, Bq, ist das Mass für die Radioaktivität mit  $1 \text{ Bq} = 1$  Zerfall pro Sekunde.) Der Maximalwert für die  $^{137}\text{Cs}$  Caesium (Cs)-Konzentration der Luft nach dem Unfall von Tschernobyl betrug in der Schweiz  $12 \text{ Bq/m}^3$ .

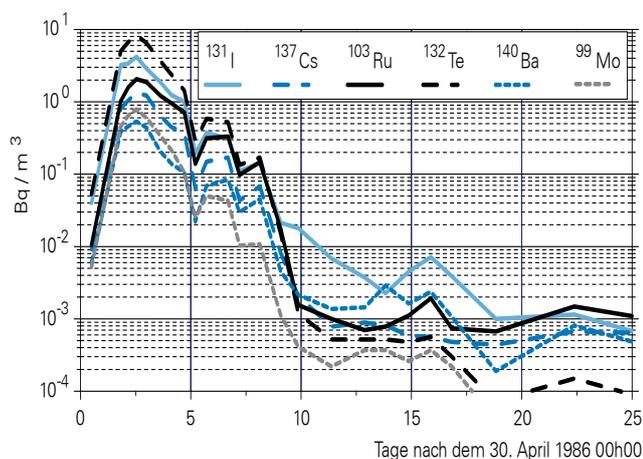


Abb. 1: Radioaktivität der Luftfilter von anfangs Mai 1986 von Fribourg in  $\text{Bq pro m}^3$

Abb. 2 zeigt die geographische Verteilung der Caesium-Ablagerungen in der Schweiz nach dem Unfall von Tschernobyl. Da beim Durchzug der radioaktiven Wolke im Tessin heftiger Regen fiel, wurde in dieser Region am meisten Radioaktivität auf Boden und Pflanzen abgelagert, nämlich bis etwa  $50'000 \text{ Bq } ^{137}\text{Cs pro m}^2$ . Etwas weniger betroffen waren der Bodenseeraum mit bis  $10'000 \text{ Bq pro m}^2$  und einzelne Gebiete des Juras; in der übrigen Schweiz waren die Ablagerungen mit bis einige  $1000 \text{ Bq pro m}^2$  geringer als diejenigen der oberirdischen Kernwaffenversuche der 50er- und 60er-Jahre.

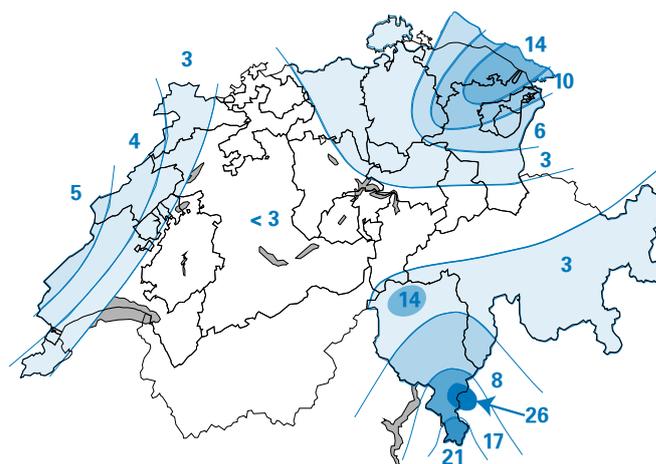


Abb. 2: Ablagerung von  $^{137}\text{Cs}$  in  $\text{kBq pro m}^2$  nach dem Reaktorunfall Tschernobyl

## 2. Die Strahlendosen

Zur Strahlendosis haben drei Radionuklide am meisten beigetragen: das kurzlebige Jod 131 mit einer Halbwertszeit von acht Tagen, sowie die beiden Caesium-Nuklide  $^{134}\text{Cs}$  und  $^{137}\text{Cs}$  mit Halbwertszeiten von zwei beziehungsweise 30 Jahren. Im ersten Jahr nach dem Unfall (Abb. 3) lag die durchschnittliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung durch diesen Unfall bei  $0.2 \text{ mSv}$  (milli-Sievert, mSv, ist die Einheit für die Strahlendosis).

Der Hauptbeitrag wurde durch den Konsum von Caesium-Nukliden und Jod 131 kontaminierten Lebensmitteln verursacht. In den am meisten betroffenen

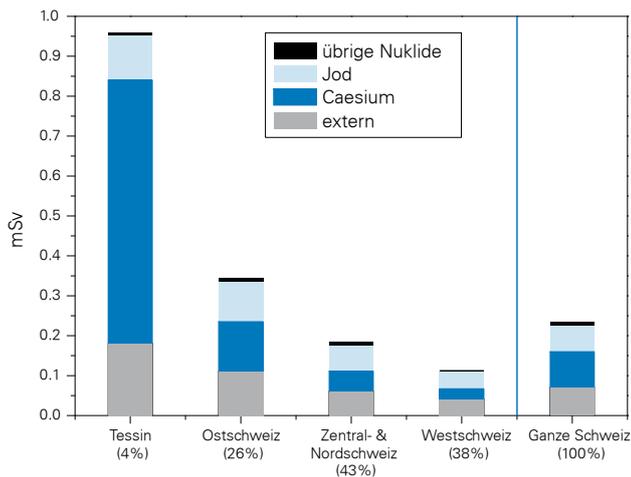


Abb. 3: Durchschnittliche Dosen in mSv im ersten Jahr nach Tschernobyl, berechnet für die verschiedenen Regionen der Schweiz (in Klammern Bevölkerungsanteil)

Regionen – und dort insbesondere bei Selbstversorgern – waren die Strahlendosen bis etwa zehnmal so hoch wie in den übrigen Gebieten der Schweiz (Abb. 4 und 5); diese Werte wären höher ausgefallen, wenn die Personen die Empfehlungen der Behörden (s. Kap. 4) nicht befolgt hätten.

In den folgenden Jahren nahmen die Dosen kontinuierlich ab (Abb. 6 und 7) und liegen heute generell unter dem de-minimis-Wert der Strahlenschutzverordnung von 0.01 mSv pro Jahr, unterhalb dem keine Schutzmassnahmen erforderlich sind. Summiert man die Dosen der Schweizer Bevölkerung durch Tschernobyl über alle Folgejahre bis heute, erhält man für das Landesmittel einen Wert von 0.5 mSv (Abb. 6) und etwa das zehnfache für die Meistbetroffenen. Im Vergleich dazu beträgt die gesamte jährliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung im Mittel 4 mSv, wovon der grösste Anteil, nämlich 1.6 mSv pro Jahr, vom Radon und seinen Folgeprodukten im Hausinnern stammt.

### 3. Die Einsatzorganisation

Bereits am 29. April 1986 trat nach dem Unfall von Tschernobyl die für solche Fälle vorbereitete Alarmorganisation mit der damaligen Sektion Überwachungszentrale (heute die Nationale Alarmzentrale NAZ) in Zürich in Funktion und wurde durch militärisches Personal verstärkt. Sie wertete laufend alle Informationen und Messergebnisse aus und erstellte Dosisprognosen. Ein Netz von Laboratorien des Bundes, der Kantone und der Hochschulen im ganzen Land analysierte bis im Frühjahr 1987 rund 20'000 Proben aller Art auf Radioaktivität, wie Luft, Niederschläge, Boden, Gras, Pflanzen, Lebensmittel, Importwaren, usw. Auf der Basis dieser Messungen,

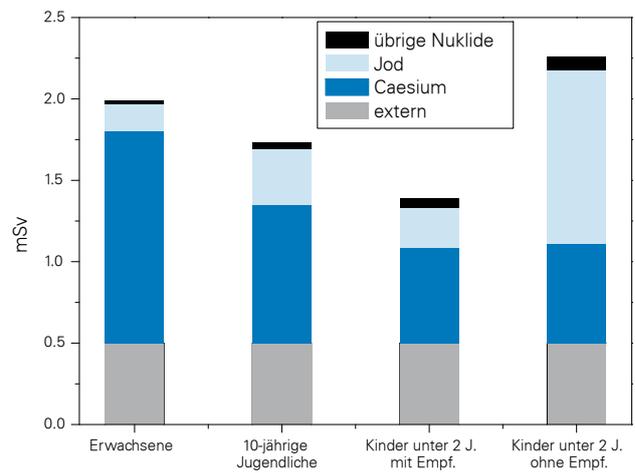


Abb. 4: Dosen in mSv der meistbetroffenen Bevölkerung im ersten Jahr nach Tschernobyl, berechnet für verschiedene Altersgruppen. Die Einhaltung der Empfehlungen führte vor allem bei Kleinkindern zur einer Reduktion der Dosis um etwa 0.8 mSv.

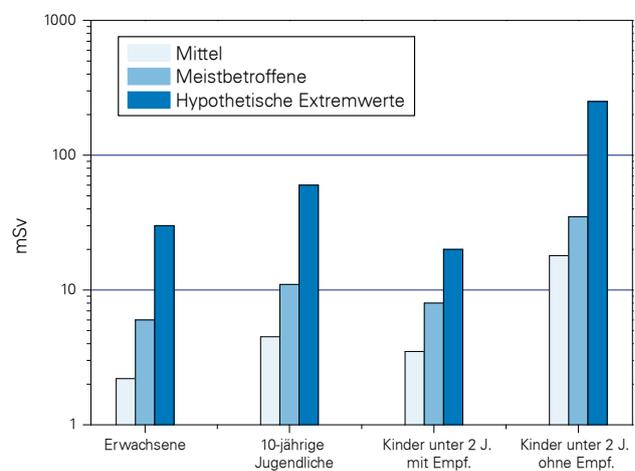


Abb. 5: Schilddrüsendosen in mSv im ersten Jahr nach Tschernobyl, berechnet für verschiedene Altersgruppen: Mittel, Meistbetroffene, hypothetische Extremwerte

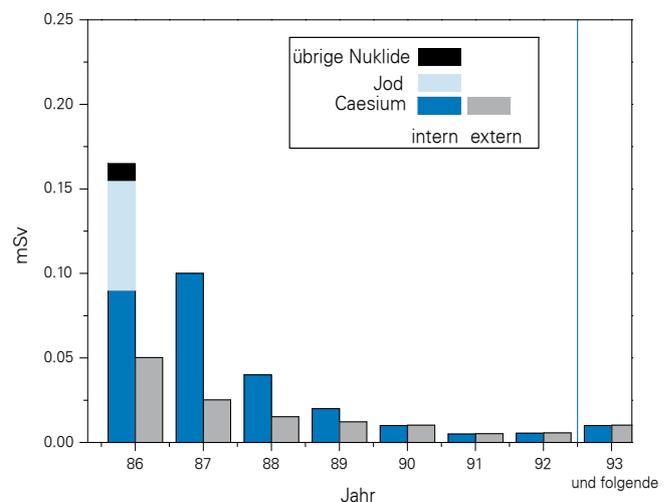
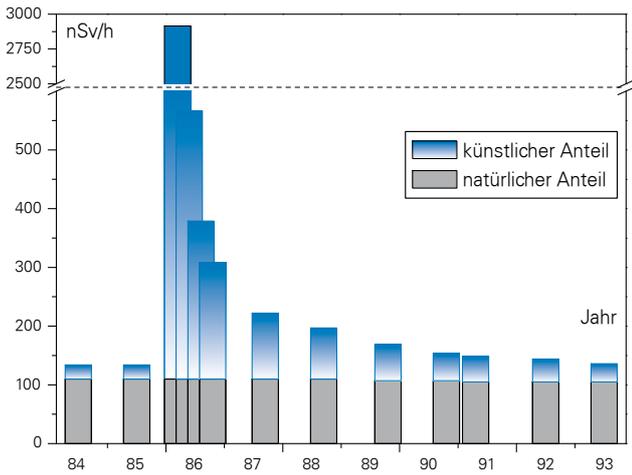


Abb.6: Durchschnittliche Dosen in mSv der Schweizer Bevölkerung durch Tschernobyl für die Jahre 1986 bis 1993

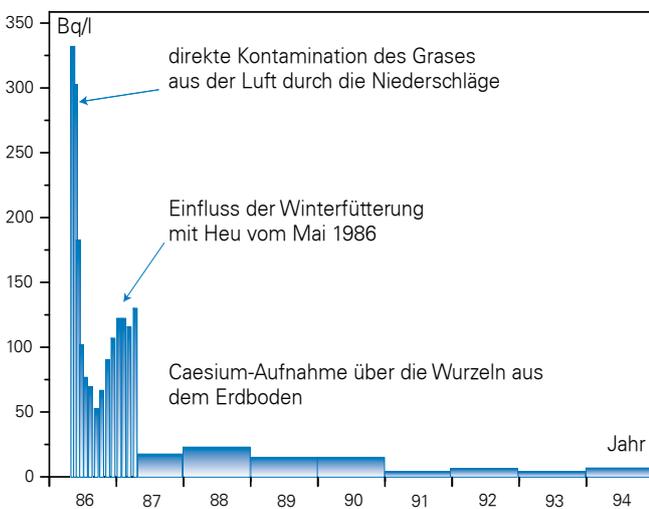


**Abb. 7: Zeitlicher Verlauf der Ortsdosisleistung im Freien in nSv (nano-Sievert = 10<sup>-9</sup> Sv) pro Stunde in Caslano/TI berechnet aus den in-situ-Messungen. (Angegeben sind die natürlichen und künstlichen Beiträge, letztere beinhalten sowohl den Kernwaffenfallout als auch die Auswirkungen des Tschernobyl-Unfalles.)**

ergänzt durch Feldmessungen im Gelände, konnten Kontaminationskarten erstellt und Schutzmassnahmen oder Empfehlungen erlassen werden. Als Basis diente das Schweizerische Dosis-Massnahmen-Konzept von 1982.

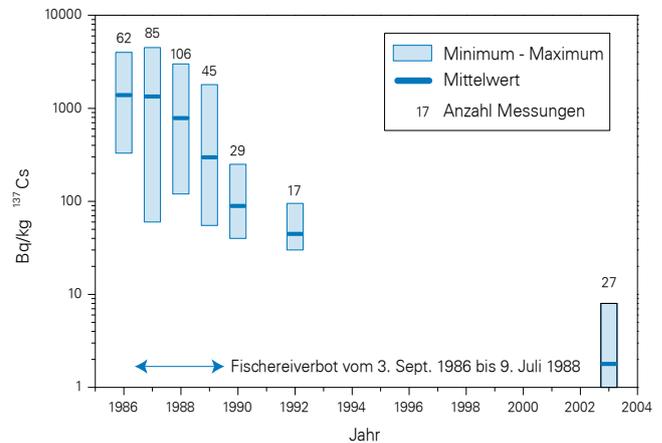
#### 4. Getroffene Schutzmassnahmen

Nach dem Unfall von Tschernobyl gaben die Behörden in der Schweiz diverse Empfehlungen ab. Diese beinhalteten den Verzicht auf den Verzehr von Frischmilch und Frischgemüse für schwangere Frauen, stillende Mütter und Kleinkinder bis Mitte Mai (Abb. 8 zeigt die Kontamination der Milch aus dem Kanton Tessin in Bq <sup>137</sup>Cs pro Liter für die Jahre 1986 bis 1994). Für die gleiche Zeitperiode wurde empfohlen, auf den Gebrauch von Zister-



**Abb. 8: Kontamination der Milch aus dem Kanton Tessin in Bq <sup>137</sup>Cs pro Liter (Mittelwerte je Intervall)**

nenwasser zu verzichten sowie bis im August 1986 auf den Konsum von Schafmilch und Schafkäse aus dem Tessin und den Bündner Südtälern. Schliesslich wurde für dieselben Gegenden empfohlen, mit dem Schlachten von Schafen und Ziegen bis Ende August zuzuwarten, damit das Caesium von den Tieren wieder weitgehend ausgeschieden wird. In Übereinstimmung mit der Europäischen Gemeinschaft wurde für Milch, Rahm, Milchprodukte und Kindernahrungsmittel eine Limite von 370 Bq pro kg für die Summe der beiden Caesium-Nuklide angewendet, für die übrigen Nahrungsmittel ein Wert von 600 Bq pro kg. Für Importe von Pilzen aus Osteuropa wird wie in der EU ein Radioaktivitätszertifikat verlangt. Die Einhaltung der damals herausgegebenen Empfehlungen führte denn auch vor allem bei Kleinkindern zu einer Reduktion der Dosis durch Jod 131. Nebst den Empfehlungen sprachen die Schweizer Behörden ein einziges Verbot aus: Vom 3.9.1986 bis 9.7.1988 war die Fischerei im Luganersee untersagt (Abb. 9).



**Abb. 9: <sup>137</sup>Cs in Fischen aus dem Luganersee in Bq pro kg für die Jahre 1986 bis 2003 (Minimum, Maximum, Mittelwert sowie die Anzahl Messungen je Intervall)**

#### 5. Die Situation heute

Auch heute, 20 Jahre danach, ist das langlebige <sup>137</sup>Cs noch nachweisbar, vor allem im Tessin, obwohl dieses Nuklid seither abgeklungen und in tiefere Erdschichten eingedrungen ist. Folgende Maximalwerte wurden noch 2005 im Tessin gemessen: 660 Bq pro kg im Boden, bis zu 97 Bq pro kg Trockenmasse Gras und 9 Bq pro Liter in der Milch. Erwähnenswert sind einige Spezialfälle, die bis 2002 noch deutlich erhöhte Caesium-Werte zeigen: Dies sind Wildfleisch – insbesondere Wildschweine – sowie einheimische Wildpilze und Importpilze. Während importiertes Reh- und Hirschfleisch heute unter 30 Bq pro kg liegt, ergab Wildschweinfleisch aus dem Tessin im Winter 2001/02 noch vereinzelt bis einige Tausend Bq pro kg. Bei den meisten in diesem Winter geschossenen Tieren lag der Caesium-Gehalt jedoch deutlich tiefer. Bei den einheimischen Wildpilzen zeigten Röh-

linge und Zigeunerpilze – allerdings mit abnehmender Tendenz – noch bis 2004 Caesium-Werte bis knapp über 160 Bq pro kg Frischgewicht. Abgesehen von diesen Ausnahmen hat der Gehalt an künstlicher Radioaktivität in den Grundnahrungsmitteln bereits ab 1987 deutlich abgenommen und liegt heute meist um die Werte, die vor Tschernobyl gemessen wurden.

### 6. Die gesundheitlichen Auswirkungen

Eine häufig gestellte Frage betrifft die gesundheitlichen Auswirkungen dieses schweren Unfalls auf die Schweizer Bevölkerung. Dazu können die oben genannten 0.5 mSv mit der mittleren jährlichen Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung von 4 mSv verglichen werden. Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) hat aus den Statistiken der Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki Strahlenrisiko-Faktoren hergeleitet. Diese besagen, dass in einer Gruppe von 100 Personen, die einer einmaligen Strahlendosis von 1000 mSv ausgesetzt sind, im Mittel fünf bis eventuell zehn zusätzliche Krebstodesfälle zu erwarten sind. Unter Benutzung der obgenannten Risikofaktoren der ICRP kommt man für die Schweiz auf eine Zahl von 200 zusätzlich zu erwartenden Krebstodesfällen als Folge der Auswirkungen von Tschernobyl. Unsicherheiten bestehen bezüglich einer allfälligen Zunahme von Schilddrüsenenerkrankungen, da vielerorts Krebsregister und somit Vergleichsdaten fehlen.

### 7. Welche Konsequenzen wurden gezogen?

Auf internationaler Ebene wurden Abkommen abgeschlossen über die rasche gegenseitige Benachrichtigung und Hilfeleistung bei Unfällen. Auch die Harmonisierung von Massnahmen bei Unfällen wurde beschlossen. Die dramatische Lage der Bevölkerung in der Umgebung von Tschernobyl, die langfristig in einem stark verstrahlten Gebiet weiterleben muss, erforderte internationale Hilfe. Gegenwärtig laufen rund 40 internationale Hilfsprojekte in den drei meistbetroffenen Ländern, von denen 10 durch Organisationen aus der Schweiz durchgeführt und finanziert werden. Weitere Informationen zu diesen Projekten finden sich auf der Internetplattform [www.chernobyl.info](http://www.chernobyl.info) der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA).

In der Schweiz wurden die Radioaktivitätsüberwachung und die Einsatzorganisation neu strukturiert, die Nationale Alarmzentrale verstärkt, die Messkapazität verbessert und durch automatische Überwachungs- und

Warnnetze ergänzt. Das Bundesamt für Gesundheit wertet die Radioaktivitätsdaten laufend aus und informiert die Öffentlichkeit regelmässig über das Ergebnis der Überwachung und die Strahlendosen.

Der Unfall Tschernobyl hat auch gezeigt, wie wichtig nebst einer guten Vorbereitung die Überwachung der Luft bei einer unfallmässigen Freisetzung von Radioaktivität ist. Dabei sind zwei Kriterien zu berücksichtigen: Einerseits die Empfindlichkeit der Messung, d.h. die kleinste noch nachweisbare Aktivität in der Luft, und andererseits wie schnell die Resultate verfügbar sind. Der höchste in der Schweiz nach dem Tschernobyl-Unfall in der Luft gemessene <sup>137</sup>Cs-Wert betrug 12 Bq/m<sup>3</sup>. Nach dem Zwischenfall mit einer Caesium-Quelle in einem spanischen Stahlwerk im Mai 1998 wurde im Tessin mit diesem Netz eine Aktivität in der Luft registriert, die mehr als 10'000 mal tiefer war.

Des Weiteren wurden bis zu einem Radius von 20 km um die Schweizer Kernkraftwerke Kaliumiodid-Tabletten an die Bevölkerung verteilt. Diese bewirken bei der Einnahme, dass die Schilddrüse mit inaktivem Jod gesättigt wird und verhindern so, dass das radioaktive Jod aus der Nahrung und über die Atmung in die Schilddrüse gelangt. Auch auf dem Gebiet der Gesetzgebung wurden Verbesserungen vorgenommen.

Einen nuklearen Unfall kann man allen Sicherheitsmassnahmen zum Trotz auch in Zukunft nicht vollständig ausschliessen. Deshalb dürfen die Lehren, die man nach dem schweren Unfall von Tschernobyl gezogen hat, nicht in Vergessenheit geraten. Eine seriöse Vorbereitung und stete Wachsamkeit sind unerlässlich.

Bundesamt für Gesundheit  
Direktionsbereich Verbraucherschutz  
Abteilung Strahlenschutz  
April 2006

Adresse für Rückfragen:  
Abteilung Strahlenschutz, Tel. +41 (0)31 323 02 54  
Internet: <http://www.bag.admin.ch>  
Email: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch)