

## Radioaktivität - überschätzte oder unterschätzte Gefahr?

Wissensvortrag von Dr. Walter Rüegg (Naturwissenschaftler) und Lars Kämpfer (Leiter Strahlenschutz KKL)

*Radioaktive Strahlung – unsichtbar, geruchs- und geräuschlos – überfordert die menschliche Wahrnehmung. Denn was der Mensch nicht mit den eigenen Sinnen erkennen kann, bringt ihn auf unsicheres Terrain. Sicherer Boden jedoch verschaffen nur Fakten und seriöse Informationsquellen. Der Naturwissenschaftler Dr. Walter Rüegg und Lars Kämpfer, Leiter des Ressorts Strahlenschutz im Kernkraftwerk Leibstadt, bauten mit ihren Wissensvorträgen eine Brücke zwischen Wahrnehmung und Wirklichkeit.*

Über ionisierende Strahlung, gemeinhin Radioaktivität genannt, weiss die Bevölkerung oft nur gerade, was die Medien vermitteln. Unsere Wahrnehmung lässt ein überzeichnetes Bild entstehen. Dr. Walter Rüegg hingegen wählte in seinem Wissensvortrag eine andere Herangehensweise. Er analysierte verschiedene bekannte Vorfälle durch begleitende Forschungsergebnisse und präsentierte die direkten und langfristigen Folgen von radioaktiver Strahlung.

Die Bombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki, die Ereignisse aus Tschernobyl oder auch die sogenannten Radium-Malerinnen aus den 1920er Jahren sind wichtige Informationsquellen, wenn es darum geht, das Risiko von Strahlung auf den menschlichen Körper einschätzen zu können.

„Nicht jede mediale Panikmache ist fundiert“, so Dr. Walter Rüegg.

### Sievert – die Masseinheit einer Strahlendosis

Zur Einordnung einer Strahlendosis wird die Masseinheit *Sievert (Sv)* verwendet. Sie dient zur Bestimmung der Strahlenbelastung auf den Organismus.

20 Millisievert (mSv) = 0.020 Sievert pro Person und Jahr ist der gesetzliche Grenzwert, der für alle Personen gilt, die in der Schweiz beruflich mit radioaktiver Strahlung zu tun haben. Darunter fallen neben dem Personal in einem Kernkraftwerk auch Airline-Piloten, Flight Attendants oder medizinisches Personal.

Die Strahlenbelastungen durch die Emissionen radioaktiver Stoffe für Personen, die in unmittelbarer Nähe eines Schweizer Kernkraftwerks wohnen, betragen gemäss Strahlenschutzbericht des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) höchstens ein Hundertstel Millisievert (0,01 mSv = 0.00001 Sievert) pro Jahr.

Dem gegenüber steht die durchschnittliche Strahlenbelastung für eine Person, die in der Schweiz lebt. Sie beträgt 5.5 mSv (0.0055 Sievert). Diese Dosis setzt sich zusammen aus der natürlichen Untergrundstrahlung, aus möglichen Flügen oder auch medizinischen Untersuchungen.

Die radioaktive Belastung der KKL-Mitarbeitenden bewegt sich im Durchschnitt um 1 mSv (= 0.001 Sievert) pro Person und Jahr. Nur vereinzelte Personen erhalten bis 10 mSv (0.010 Sievert) pro Jahr durch ihre Arbeit im KKL.

### **Schockdosis: kurz und intensiv**

Zwei historisch erfasste und intensiv erforschte radioaktive Expositionen waren die beiden Atombombenabwürfe über Hiroshima und Nagasaki (Japan) 1945. Bis zu 140'000 Menschen wurden in Hiroshima grösstenteils durch die Hitze- und Druckwelle sofort oder in den folgenden Wochen getötet, rund 100'000 verletzt. 100'000 Menschen blieben jedoch unverletzt. Rund 50'000 Überlebende, grösstenteils aus der Gruppe der Verletzten, wurden stark bestrahlt. Dr. Walter Rüegg: „Eine Schockdosis von 4-5 Sv (4'000 bis 5'000 mSv) ist in 50% der Fälle unbehandelt tödlich.“ Seither wurden die Betroffenen intensiv begleitet und mit der grössten medizinischen Untersuchung langfristige Ergebnisse gewonnen. Die Resultate bilden die heutige Wissensgrundlage für Langzeiteffekte. Bis zu einer Schockdosis von 1 Sievert wurde keine messbare Lebensverkürzung festgestellt. Sie blieb gleich wie bei unbestrahlten Menschen. Ab ca. 100 mSv stellte man eine Erhöhung der Krebsrate im Alter fest. Aber selbst bei sehr stark bestrahlten Eltern konnte man keine Zunahme der Missburtenrate feststellen – deren Kinder waren vollständig gesund.

### **Einnahme von Radioaktivität über längere Zeit**

Ebenfalls langfristig erforscht ist das Phänomen der „Radium Girls“. So wurden im Nachhinein Fabrikarbeiterinnen bezeichnet, die sich in den USA der 1920er Jahren bei der Arbeit eine Radiumvergiftung zugezogen hatten. Ihre Arbeit hatte darin bestanden, Zifferblätter von Uhren mit radioaktiver Leuchtfarbe zu versehen. Die Frauen nahmen dabei gefährliche Dosen Radium auf, weil sie jeweils mit ihrer Zunge die Pinsel anspitzten, um feine Linien ziehen zu können.

30 Fabrikarbeiterinnen verstarben akut, und es gab hunderte Strahlenkranke. Viele der Frauen erkrankten an Anämie, Knochenbrüchen und Nekrose des Kiefers, was später als „Radiumkiefer“ bezeichnet wurde. Bei einer Untersuchung der Spätfolgen aus dem Jahr 1972 stellte sich heraus, dass ab einer über mehrere Jahre akkumulierten Knochen-Dosis von 200 Sv (= 200'000 mSv) das Risiko von Knochenkrebs deutlich ansteigt. Hingegen werden die Regenerationskräfte der Zellen weitum unterschätzt, zumal positive Effekte bei kleineren Dosen ebenfalls wissenschaftlich gesichert sind (siehe Literaturhinweise am Schluss). Das letzte „Radium Girl“ starb im Jahr 2014 im Alter von 107 Jahren. Sie war 1924, im Alter von 17 Jahren, verstrahlt worden und hatte aufgrund eines „Radiumkiefers“ sämtliche Zähne verloren.

### **No-entry Zone Fukushima im Vergleich zur Schweiz**

In der No-entry Zone von Fukushima ist den Bewohnern die Rückkehr in ihre Wohnungen auch heute noch untersagt. Kernphysiker Rüegg stellt diese Massnahme in Frage. Die aus den Messdaten errechenbare durchschnittliche Dosis bei lebenslangem Aufenthalt in dieser Zone beträgt etwa 400 mSv. Der Vergleich mit Schweizer Strahlenmesswerten setzt den Grenzwert in Fukushima in ein neues Verhältnis. „Würden in der Schweiz dieselben Regeln wie in Fukushima gelten“, führte Dr. Walter Rüegg weiter aus, „müssten gemäss den erhobenen Lebensdosen die Kantone Wallis, Tessin und Graubünden – sozusagen die

Bewohner des ganzen Alpenkamms – evakuiert werden.“ Denn in den Schweizer Alpen beträgt die durchschnittliche Lebensdosis ebenfalls etwa 400 mSv, mit Spitzen gegen 1 Sv. Fukushima sei inzwischen nicht gefährlicher als Zermatt.

### **Halbwertszeit - wichtiger Faktor bei der Entsorgung**

Radioaktive Substanzen verlieren über die Zeit an Energie. Die sogenannte Halbwertszeit ist die Messgrösse, mit der sich über den Zeitstrahl die Strahlungsstärke halbiert. Unbestritten ist, dass hochradioaktive radioaktive Abfälle anfänglich ca. 10'000 mal giftiger sind als Bergbauabfälle. Während im Bergbau jährlich über 10'000'000'000 (10 Milliarden) Tonnen Abfall anfallen, sind dies in der Kernenergie weltweit 10'000 Tonnen hochradioaktives Material. Dr. Walter Rüeegg Berechnungen nach Angaben der Nagra (Nationale Genossenschaft für die Entsorgung radioaktiver Abfälle) haben ergeben, dass eine Dosis von 25 Milligramm des radioaktiven Abfalls bei Einnahme tödlich wirken. Bei Bergbauabfällen, die reich an hochgiftigen Schwermetallen sind, sind es 300 Gramm, die mancherorts offen gelagert werden. Das Volumen an Bergbauabfällen ist ausserordentlich hoch, so dass die Gefahr, die von der Einnahme verglasteter radioaktiver Abfälle ausgeht, im Vergleich dazu und in Kombination mit der Halbwertszeit unterdurchschnittlich ist. „Was in der Wahrnehmung ein grosses Risiko darstellt, gilt es in Wirklichkeit in die richtige Relation zu setzen“, so Dr. Walter Rüeegg abschliessend.

### **AAA: Abstand – Aufenthaltsdauer – Abschirmung**

Mit dem verantwortungsvollen Umgang mit Strahlung setzt sich Lars Kämpfer als Leiter des Ressorts Strahlenschutz im Kernkraftwerk Leibstadt täglich auseinander.

„Die Zellregeneration des menschlichen Körpers ist zwar höher als allgemein angenommen“, so Lars Kämpfer. Trotzdem sei es das erklärte Ziel des KKL, dass Mitarbeitende nicht mehr als 10 Millisievert (0.01 Sievert) pro Jahr erhalten. Dies entspricht gerade mal der Hälfte der gesetzlichen Anforderungen von 20 Millisievert (0.02 Sievert). Dabei gelten für alle Mitarbeitenden drei Maxime: A wie Abstand. Wer kann, soll sich von Strahlung fernhalten. A wie Aufenthaltsdauer. Arbeiten in strahlenexponierten Bereichen werden minutiös geplant und wenn nötig ausserhalb der Zone vorab geübt. So reduziert sich die Aufenthaltsdauer der Mitarbeitenden auf das Minimum. A wie Abschirmung. Dicke Matten aus Blei werden zwischen Strahlenquelle und Mitarbeitende platziert, dass sich die Arbeiten wenn immer möglich hinter einer Schutzwand verrichten lassen.

### **Fazit**

- Bei einer Bestrahlung mit einer Schockdosis bis zu 1 Sievert, kann keine messbare Verkürzung der Lebensdauer von Menschen festgestellt werden. Eine Dosis von 4 bis 5 Sievert wirkt bei 50% der Menschen unbehandelt tödlich. In der Schweiz liegt der Grenzwert für beruflich exponierte Menschen bei 0.020 Sievert pro Jahr. Menschen in der Schweiz sehen sich pro Jahr aus natürlichen Quellen einer

durchschnittlichen Strahlung von rund 0.004 Sievert ausgesetzt, inklusive künstlicher Quellen (Medizin) rund 0.0055 Sievert.

- Nach einem Unfall in einem Kernkraftwerk mit Strahlungsaustritt wie in Fukushima ist die Lebensdosis der umliegenden, nicht evakuierten Bevölkerung vergleichbar mit der Lebensdosis in Wohngebieten mit höherer Untergrundbestrahlung (z.B. Schweizer Alpen).
- Eine Dosis von mehreren Sv, über viele Jahre verteilt, führt zu keinem messbaren negativen Effekt, zumindest zeigen das die Ergebnisse für Bewohner von Gebieten mit sehr hoher natürlicher Radioaktivität (zB Ramsar, Iran). Selbst beschädigte Zellen verfügen über gute Zellregenerationsfähigkeiten, was Studien an verstrahlten Fabrikarbeiterinnen (Radium Girls) bewiesen.
- Die Gefahr von hochradioaktiven Abfällen, gemessen an der tödlichen Dosis bei einer physischen Einnahme, ist aufgrund der Verfügbarkeit und Halbwertszeit wesentlich kleiner als beispielsweise diejenige von chemischen Abfällen.
- Die Mitarbeitenden des KKL befolgen klare Richtlinien im Umgang mit Strahlung. Jeder Mitarbeitende plant Einsätze in Strahlungsnähe minutiös, hält Abstand, setzt sich nur für eine minimale Zeit erhöhter Strahlung aus und schützt sich durch Abschirmungen.

#### Literaturhinweise:

Radiation Effects Research Foundation (binationale Forschungsorganisation von Japan und USA): <http://www.rerf.or.jp/>

Kotaro Ozasa et al.; Radiation Research; S. 177, 229-243

Zeitungsbericht im Hartford Courant; The last Radium Girl:

<http://www.courant.com/opinion/editorials/hc-ed-radium-girl-20140307-story.html>

Wie wirkt Niedrigstrahlung? <http://www.energie-fakten.de/pdf/hormesis.pdf>

Fukushima 2011 und 2012: Radiation Map: [http://www.world-nuclear-news.org/uploadedImages/wnn/Images/Fukushima\\_Radiation\\_map\\_2011\\_2012%201280x967.jpg](http://www.world-nuclear-news.org/uploadedImages/wnn/Images/Fukushima_Radiation_map_2011_2012%201280x967.jpg)

Strahlenbelastung in der Schweiz: Rybach L. a, Bächler D. a, Bucher B. a,b, Schwarz G.; Journal of Environmental Radioactivity 62 (2002), S. 277-286

<https://www.kkl.ch/kraftwerk/sicherheit-und-schutz/strahlenschutz.html>