Kolumne

Dr. sc. nat. Walter Rüegg

Grenzwertig – Teil 2

Grenzwerte sind heute nicht mehr die Grenze zwischen gefährlich und ungefährlich. Manchmal liegen sie mitten im Risikobereich, oft sind sie aber weit weg von jedem nachweisbaren Risiko. Bei der Radioaktivität wurden sie so extrem gesenkt, dass man eigentlich die natürliche Strahlung verbieten müsste. Und da die Lebensdosen in Fukushima und den Alpen vergleichbar gross sind, müsste man letztere auch evakuieren. Eine gute Risikokommunikation – mit Vergleichen – wäre dringend notwendig.

Das Leben ist lebensgefährlich

Um das Risiko einer Strahlen- oder Giftdosis abzuschätzen, ist ein Vergleich mit Grenzwerten sinnlos. Grenzwerte stellen nicht die «Grenze» zwischen Gefahr und keiner dar. Grenzwerte können millionenfach unter einem ersten Schaden liegen, oder auch bereits in der Risikozone sein. Viel sinnvoller ist es, Strahlenrisiken mit anderen Risiken des Lebens zu vergleichen. Ohne solche Vergleiche kann man ein Risiko nicht einordnen und vernünftige Prioritäten setzen.

Die nachfolgende Aufstellung zeigt einige Beispiele von Langzeitrisiken. Angegeben ist der Einfluss auf die Lebensdauer (vor allem durch Krebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen). Ein positives Vorzeichen bedeutet eine Verlängerung der durchschnittlichen Lebensdauer. Die ersten vier Beispiele basieren auf vielen epidemiologischen Daten. Fukushima habe ich als Vergleich aufgeführt, die drei Monate sind die «offiziellen» LNT-Werte bei lebenslangem Aufenthalt in der Sperrzone. Man kann abschätzen, wie viele Zigaretten ein Raucher in seinem Leben konsumiert und, zusammen mit der Lebensdauerreduktion von fünf bis zehn Jahren, den Beitrag einer einzigen Zigarette berechnen. Bei den Früchten (der Apfel ist nur ein Beispiel) und beim Sport bin ich gleich vorgegangen: Ich habe für die Berechnung einen Mittelwert aus vielen Studien benutzt. Die Zahlen geben nur eine Grössenordnung an.

Langzeitrisiken	**Einfluss auf Lebensdauer**
Sozioökonomischer Status (max/min)	– 10 Jahre
Rauchen	– 7 Jahre
Schwere Wirtschaftskrise	– 0,5 bis – 5 Jahre
Unglücksfälle	– 1 Jahr
Feinstaub, 40 µg/m^3 PM10, dauernd	– 1 Jahr
Fukushima, «no-entry zone», Lebensdosis 0,4 Sv	– 3 Monate
1 mSv (Grenzwert pro Jahr)	– 5 Stunden
Eine Zigarette rauchen	– 10 Minuten
Ein Apfel essen	+ 30 Minuten
Eine Stunde Sport	+ 5 Stunden

Der Lebensstandard – sozioökonomischer Status – hat einen sehr starken Einfluss auf die Gesundheit. Die unterste soziale Schicht muss mit etwa zehn Jahren weniger Lebenserwartung rechnen verglichen mit der obersten. Sinkt der Lebensstandard aufgrund einer

langen und schweren Wirtschaftskrise, wie etwa beim Kollaps der Sowjetunion oder in Griechenland, so ist dies ebenso gefährlich wie eine Schockbestrahlung mit mehreren Sv. In beiden Fällen nimmt die durchschnittliche Lebenserwartung ab, vor allem aufgrund von Krebserkrankungen und Herz-Kreislauf-Krankheiten. Millionen sterben vorzeitig. Allerdings: In übersättigten Wohlstandsgesellschaften führt eine nicht zu schwere Rezession zu einer etwas besseren Gesundheit.

Feinstaub (PM10) ist der von der Öffentlichkeit am meisten unterschätzte Umwelteinfluss. Die aufgeführten 40 µg/m^3 (EU-Grenzwert) werden im Zentrum von Grossstädten oft überschritten. Der Grenzwert der Schweiz (und der WHO) liegt bei 20 µg/m^3, der Schwellenwert (Wert, bei welchem erste negative Effekte einwandfrei gefunden werden) liegt um 10 µg/m^3. In der Schweiz muss man im Mittelland mit Durchschnittswerten zwischen 10 und 20 µg/m^3 Feinstaub rechnen, längs den Verkehrsachsen und in den Städten sind es aber deutlich mehr. Diese Verschmutzungen haben eine Verkürzung der Lebensdauer um etwa ein halbes Jahr zur Folge, beziehungsweise verursachen in der Schweiz laut Bundesamt für Umwelt etwa 3000 Todesfälle pro Jahr. Eine flächendeckende Dosis von etwa 1 Sv (!) hätte ähnliche Auswirkungen. In der Evakuationszone von Fukushima wird eine Dosis von 1 Sv nur an einigen wenigen Hot-Spots erreicht. Der Mittelwert bei einem lebenslangen Aufenthalt in der «no-entry zone» beträgt 300–400 mSv, evakuiert wurde ab etwa 50 mSv. Die überraschende Schlussfolgerung: Die Luftbelastung in Europa (besonders in den Städten) ist ein grösseres Gesundheitsrisiko als die Strahlenbelastung in der Evakuationszone von Fukushima.

Die brisante Schlussfolgerung: Fliehen die Bewohner der Fukushima-Evakuationszone nach Tokyo, kommen sie vom Regen in die Traufe. Die Luftverschmutzung in solchen Grossstädten ist gesundheitsmässig wesentlich schlimmer als die Strahlung in der Evakuationszone. Auf diesen frappierenden Umstand wurde schon 2007 in einer wissenschaftlichen Arbeit mit offenen Peer-Reviews von einem der führenden Umweltwissenschafter hingewiesen[1].

[1] Smith J.T. (2007). Are passive smoking, air pollution and obesity a greater mortality risk than major radiation incidents? In: BMC Public Health 7:49. https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-49

Ich erwarte von einer Behörde, die für die Gesundheit der Bevölkerung verantwortlich ist, eine sachliche Risikokommunikation mit guten Vergleichen und ohne Grenzwerte.

Länger Leben dank radioaktiver Strahlung

Um 1930 waren alle wesentlichen negativen Wirkungen von hohen Dosen ionisierender Strahlen bekannt: Akute Strahlenkrankheiten mit über 100 Todesopfern, Krebsinduktion (einschliesslich Leukämien) und genetische Veränderungen. Bei kleinen Dosen zeigten sich aber auch positive Effekte wie Wachstumsförderung, Lebensverlängerung, schnelle Wundheilungen und Therapieerfolge bei vielen Krankheiten. Die Folge war eine fast euphorische Einstellung zur Radioaktivität. Man streute radioaktiven Dünger auf die Gemüsebeete, genoss radioaktiv angereicherte Lebensmittel (wie Brot, Bier, Schokolade) und benutzte radioaktive Babywolle. Eine grosse Anzahl radioaktiver Kosmetika und Medikamente wurde konsumiert. Man badete im radioaktiven Wasser von Heilbädern. Die Kurorte stritten sich, wer das radioaktivste Wasser hat, Werte bis über 50'000 Bq/l waren (und sind immer noch) keine Seltenheit, Millionen von Litern wurden getrunken. Zum Vergleich: Der heutige Grenzwert für Cs-137 im Trinkwasser liegt in Japan bei 10 Bq/l. Radiotoxisch sind die im Heilwasser vorhandenen Radionuklide vergleichbar mit Cs-137.

Das Ende dieser positiven Einstellung kam in den 1960er-Jahren. Allerdings nicht aufgrund neuerer Erkenntnisse. Im Gegenteil: Die bisherige Hauptsorge, die Missbildungen, erwies sich als unbegründet. Man verlagerte die Ängste auf Krebs. Es gibt mehrere Gründe für diese Wende: Weltuntergangsängste durch einen Nuklearkrieg, die Einführung von Vorsorgeprinzip und LNT («die kleinste Dosis ist schädlich») sowie die intensive Bewirtschaftung der Ängste durch Interessensverbände, Politik, Medien und Behörden. Ängste lassen sich leicht schüren, in dem man genauere Risikoangaben und Vergleiche vermeidet und stattdessen immer tiefere Grenzwerte erlässt.

Festlegung der Grenzwerte

Der erste internationale Grenzwert für ionisierende Strahlen – 700 mSv/J – wurde 1924 eingeführt. 1950 senkte die International Commission on Radiological Protection (ICRP) den Grenzwert auf 150 mSv für beruflich strahlenexponierte Personen, dann 1956 auf 15 mSv/J für die Bevölkerung und ein paar Jahre später auf 5 mSv/J für die Bevölkerung beziehungsweise 50 mSv/J für Berufsleute. In den 1960er-Jahren wurde schliesslich die LNT-Hypothese und das ALARA-Prin-

zip definitiv eingeführt. ALARA (as low as reasonably achievable) ist die logische Konsequenz von LNT, man versucht jede noch so winzige Dosis zu vermeiden. 1991 wurde der heute noch gültige Wert von 1 mSv/J (Bevölkerung) beziehungsweise 20 mSv/J (Berufsleute) eingeführt.

Die Strahlenschutzbehörden haben sich bedingungslos auf die LNT-Hypothese festgelegt. Denn mit LNT ist die Regulierung sehr einfach. Zudem ist LNT ein Blankoscheck für beliebig tiefe Grenz- und Regulierungswerte («die kleinste Dosis ist schädlich») und damit auch für eine beliebig ausufernde Bürokratie. Und so kommt es, dass die gesetzlich zulässige Dosis, 1 mSv/J, weit unterhalb der natürlichen gesunken ist. Diese liegt im Durchschnitt um 3–4 mSv/J, kann aber bis 1000 mSv/J betragen – und ist vom Grenzwert ausgenommen. Und warum gerade 1 mSv/J und nicht 0,5 mSv/J oder 5 mSv/J? Das BAG konnte mir dies auch nicht erklären.

Die extrem tiefen Grenzwerte haben auch die Evakuationskriterien bei einer Nuklearkatastrophe beeinflusst. Dies führt zu einem absurden Dilemma: Alle Fachleute sind sich einig, dass kein Unterschied zwischen «natürlichen» und «künstlichen» Strahlen besteht, es sind genau die gleichen Strahlen. Aber dann müsste man allein in Europa Millionen von Menschen aufgrund der natürlichen Untergrundstrahlung evakuieren, unter anderem auch die meisten Bewohner der Alpen. Es ist in der Tat so: Die Dosen bei einem lebenslänglichen Aufenthalt im Kerngebiet von Fukushima sind vergleichbar mit denjenigen in den Alpen.

Abschliessend noch eine gute Nachricht: Die ionisierenden Strahlen – dazu zählen neben den radioaktiven Strahlen auch die Röntgenstrahlen – retten jedes Jahr vielen Millionen Menschen das Leben und verbessern bei Hunderten Millionen die Lebensqualität. Denn pro Jahr finden weltweit mehrere Milliarden medizinische Anwendungen von solchen Strahlen statt. Oft stellen diese Untersuchungen die aussagekräftigste Diagnosemethode dar. Leider lehnen viele Patienten aufgrund irrationaler Ängste vor kleinen Dosen solche Untersuchungen ab, sehr zu ihrem Nachteil.

Fazit

Wir versuchen, unsinnig kleine Dosen beziehungsweise Risiken, gesetzlich zu erfassen und zu regulieren. Dies führt einerseits zu sehr hohen Kosten, vor allem im Gesundheitswesen und in der Nukleartechnik, und anderseits zu völlig verzerrten Risikowahrnehmungen und falschen Prioritäten. Zudem kommt man, bei der Betrachtung der Gesamtheit aller Studien zum Schluss, dass eine massvolle radioaktive Bestrahlung die Gesundheit fördert.

Teil 1 erschien im Bulletin 1/2019.

Dr. Walter Rüegg ist Kernphysiker mit einem starken Interesse an der Strahlenbiologie. Er war 20 Jahre lang an der ETH Zürich und am Schweizerischen Institut für Nuklearphysik (SIN), heute Paul Scherrer Institut (PSI), in der Grundlagenforschung tätig und arbeitete später im Bereich Elektronik und Messtechnik der Asea Brown Boveri (ABB). Als langjähriger Chefphysiker der Schweizer Armee hat er sich intensiv mit der Radioaktivität und ihren Wirkungen auf Mensch und Umwelt befasst. Heute ist er selbständiger Berater und Entwickler elektronischer Systeme für die Energietechnik, unter anderem auch für Windenergieanlagen.