

Radioaktive Belastung von Fischen und Meerestieren

Folgen von Reaktorkatastrophen



Die wesentlichsten radioaktiven Stoffe, die bei Unfällen in Atomkraftwerken austreten, wie derzeit in Fukushima, sind JOD-131 und CÄSIUM-137 (Cs-137). Der Grund dafür liegt darin, dass diese beiden Stoffe schon bei relativ niedrigen Temperaturen verdampfen und gasförmig entweichen können. Und sie verbinden sich zu einem Salz, dem Cäsium-Jodid, das sehr gut wasserlöslich ist. Wenn man das aufnimmt, lagert sich Jod vor allem in der Schilddrüse ab und Cäsium in den Muskeln. Dort werden sie eingebaut und die Strahlung, die von ihnen ausgeht, kann das Nachbargewebe schädigen. Bei

jungem Gewebe (wie also bei Kindern) ist das kritischer, weil sich die Zellen mehr teilen als im erwachsenen Alter. Deshalb hat auch Röntgenstrahlung auf Föten weit größere Auswirkungen als auf Erwachsene.

Entscheidend für den möglichen Schaden ist zudem die biologische Halbwertszeit, also wie lange die radioaktiven Stoffe im Körper bleiben. Jod -131 kann zwar – in der Schilddrüse aufgenommen – dort relativ schnell Krebs auslösen, die Gefahr währt allerdings relativ kurz, weil radioaktives Jod eine Halbwertszeit von 8 Tagen hat und damit nach etwa 80 Tagen ausgeschieden ist. Cäsium-137 lagert sich vor allem im Muskelgewebe ab und wirkt von dort aus auf die Knochen und die umgebenden Organe – und bleibt einige Monate bis zu einem halben Jahr im Körper.



Berührung ist Begegnung
Shiatsu-Ausbildungen Austria
Dr. Eduard Tripp

A-1120 Wien, Schönbrunner-Schloss-Str. 21/8
Tel: +43 (676) 61 74 970
tripp@shiatsu-austria.at, www.shiatsu-austria.at

Cäsium-137 in der Umwelt nach dem Reaktorunglück von Tschernobyl

Beim Reaktorunglück von Tschernobyl gelangten große Mengen Cäsium-137 in die Umwelt und damit auch in Seen, Flüsse und Meere. Wie an Land tauchten die strahlenden Partikel auch im Wasser rasch in der Nahrungskette auf und reicherten sich darin an. Untersuchungen an finnischen Seen zeigen, dass von den Fischen zuerst die plantonfressenden Arten betroffen sind. Ein, zwei Jahre nachdem der radioaktive Fallout über die Gewässer niedergegangen war, erreichten die Cäsium-137-Konzentrationen in Raubfischen Höchstwerte. In einzelnen Fällen wurden bis zu 5.800 Becquerel pro Kilo Fischfilet gemessen. Die durchschnittliche Belastung für alle Arten betrug, je nach See, 190 bis 3.300 Becquerel pro Kilo.

Seither, in den letzten 25 Jahren, ist die Konzentration zwar kontinuierlich gesunken, doch noch immer weisen Fische in vielen osteuropäischen Gewässern und in der Nordsee erhöhte Strahlenwerte auf. Wie stark sich Cäsium-137 in den japanischen Meeresgebieten und im Pazifik ausbreitet, lässt sich zur Zeit (noch) nicht genau beurteilen. In der Region von Fukushima wird es vermutlich zu einer deutlichen Anreicherung über die Nahrungskette kommen. Meeresströmungen können das radioaktive Material nach Osten transportieren, aber der Verdünnungseffekt dürfte dabei enorm sein.

Strontium-90

Gibt es ein größeres Leck im Containment, tritt auch STRONTIUM-90 (Sr-90) in großer Menge aus. Das verdampft zwar erst bei sehr hohen Temperaturen, geht aber ins Wasser und von dort dann etwa ins Meer oder in den Boden. Strontium-90 hat eine lange Halbwertszeit von ca. 28 Jahren, und vor allem eine sehr lange biologische Halbwertszeit. Es wird vom Körper mit Kalzium verwechselt und in die Knochen eingebaut. Strontium-90 ist selbst zwar relativ harmlos - ein weicher Beta-Strahler -, aber es zerfällt zu Yttrium-90. Das wiederum ist ein harter Beta- und Gammastrahler, der schwere Schäden im Knochenmark verursacht.

Da die Gräten von Fischen ähnlich aufgebaut sind wie Knochen bei Säugetieren, wird auch bei ihnen im Fall von radioaktiver Belastung Strontium statt Kalzium eingearbeitet. Auch Jod und Cäsium nehmen sie ähnlich auf wie Säugetiere. Für den Menschen problematisch werden könnte deshalb Cäsium, das sich im Fischfleisch ablagert - ähnlich wie nach dem Unfall in Tschernobyl in Österreich in Wildfleisch eine deutlich erhöhte Cäsium-Belastung vorhanden war.



**Berührung ist Begegnung
Shiatsu-Ausbildungen Austria
Dr. Eduard Tripp**

A-1120 Wien, Schönbrunner-Schloss-Str. 21/8
Tel: +43 (676) 61 74 970
tripp@shiatsu-austria.at, www.shiatsu-austria.at

Plutonium-239

In Fukushima wurde im Boden auch PLUTONIUM-239 (Pu-239) gefunden (wird in Fukushima 3 als Brennstoff recycelt). 50 Mikrogramm davon gelten als tödlich, wenn sie eingeatmet werden. Geschluckt bedarf es der 500fachen Dosis. Zwar ist Plutonium-239 hochgradig giftig, bevor Betroffene das aber merken, sind sie den Strahlentod gestorben. Glücklicherweise ist Plutonium aber ein sogenannter Alpha-Strahler, der seine Energie nur in unmittelbarer Nähe verteilt und zudem so schwer ist (ein Halbliterglas voll Plutonium wiegt fast zehn Kilo), dass es im Falle eines Reaktorunfalls (wie etwa bei Tschernobyl) in unmittelbarer Nähe des Reaktors liegen bleibt. Unangenehmerweise ist die Plutonium-239 aber sehr langlebig und braucht etwa 2,4 Millionen Jahre, bis es (fast) verschwunden ist.

Plutonium-Belastung nach Tschernobyl und im Umfeld der britischen Wiederaufbereitungsanlage Sellafield

Die Bedrohung durch Plutonium, das hoch radioaktiv ist und giftig (und in den Reaktorstäben von Fukushima 2 enthalten) gilt unter Fachleuten als schwer einzuschätzen. Die Halbwertszeit für Plutonium-239 beträgt 24.000 Jahre. Positiv allerdings ist, dass Plutonium, wenn es über das Essen aufgenommen wird, auch wieder schnell ausgeschieden wird. Dennoch gibt es Hinweise, dass das in der Natur möglicherweise nicht ganz so ist. In Fischen aus der Danziger Bucht fanden polnische Forscher bis zu 2,34 Milli-Becquerel pro Kilogramm (aus Pu-239 und Pu-240).

In Irland, wo die britische Wiederaufbereitungsanlage Sellafield seit Jahrzehnten radioaktive Substanzen in das Meerwasser einleitet, zeigen untersuchte Dorsche und Schollen Pu-Werte von deutlich unter 1 Milli-Becquerel, Miesmuscheln allerdings zeigen Konzentrationen von bis zu 43 Milli-Becquerel. Und auch Seetang erweist sich als guter Plutonium-Speicher. Für irische Fischesser ergibt sich dadurch eine strahlenmedizinische Zusatzbelastung von 0,37 Mikrosievert (ein letztlich sehr geringer Wert).

Anreicherung radioaktiver Stoffe durch die Nahrungskette (Bioakkumulation)

Immer wieder ist in der Debatte um radioaktive Umweltbelastung von Bioakkumulation die Rede. Dabei handelt es sich um die Anreicherung von Stoffen über die Nahrungskette. Als meeresökologische Faustregel gilt: Raubfische brauchen zehn Kilogramm Kleinfische, um ein Kilo zuzunehmen, das Wachstum von 100 Kilogramm Zooplankton benötigt eine Tonne einzellige Algen. Dementsprechend steigt die Konzentration eventuell aufgenommener schädlicher Substanzen jeweils um das Zehnfache - zumindest theoretisch.

Viele Schadstoffe können die Organismen aber auch wieder ausscheiden. Einige radioaktive Substanzen wie Cs-137 reichern sich anscheinend tatsächlich an. Bei Plutonium ist dies nach Meinung der meisten Experten nicht der Fall. Über das kombinierte Wirken mehrerer strahlender Isotope gibt es allerdings noch keine genaueren Erkenntnisse.

Wissenschaftliche Erkenntnisse über die ökologischen Folgen von radioaktiver Belastung

Anfang April hat die Betreiberfirma des havarierten Atomkraftwerk Fukushima Daiichi die Betreiberfirma 11.500 Tonnen angeblich nur leicht kontaminiertes Kühlwasser ins Meer abfließen lassen. Gleichzeitig trat stark verseuchte Flüssigkeit aus dem lecken Reaktorblock 2 aus. Eine Brühe voll radioaktiver Zerfallsprodukte, darunter Cäsium-137, Strontium-90 und wohl auch Plutonium. Niemand weiß, wie viel strahlende Materie bereits in den Pazifik gelangt ist oder dies noch tun wird und was die ökologischen Folgen sind. Man hofft auf den Verdünnungseffekt. Fachleute halten sich eher bedeckt, viele beantworten nur ungerne Fragen. Man will nicht mit Spekulationen in die Öffentlichkeit treten, das Thema ist politisch brisant.

Der japanische GAU mag, technisch gesehen, zwar einzigartig sein, doch es gibt durchaus andere nukleare Ereignisse, die sich zum Vergleich eignen. Während des Kalten Krieges wurde eine Reihe oberirdischer Atombombentests durchgeführt. Einige davon fanden auf Inseln oder im Wasser statt. So zündeten die Sowjets in den Fünfzigern im Tschornaja-Fjord an der Küste Nowaja Semljas mindestens zwei Atomwaffen. Vier Jahrzehnte später untersuchte ein internationales Forscherteam die ökologischen Folgen dieser Versuche (veröffentlicht in Continental Shelf Research, Bd. 20, S. 255). Besonderes Augenmerk galt dabei dem hochradioaktiven und giftigen Plutonium (Pu). Die Sedimente am Boden des Fjords sind zum Teil mit mehr als 15.000 Becquerel pro Kilo Trockengewicht mit den Plutoniumisotopen Pu-239 und -240 verseucht. Im Tiefenwasser wurden 4200 Becquerel pro Kubikmeter gemessen - eine enorme Belastung.

Dabei machten die Wissenschaftler eine verblüffende Entdeckung: Der schwer kontaminierte Schlick beherbergte reichlich Leben, unter anderem Muscheln der Art *Macoma calcarea*,

Borstenwürmer und Seeigel. Auf den ersten Blick unterscheidet sich diese Bodenfauna nicht von Lebensgemeinschaften im offenen Meer. Die Radioaktivität scheint ihr nicht groß zu schaden. An den am stärksten verseuchten Stellen fehlten jedoch die sonst häufigen Protozoen. Diese Einzeller sind offenbar weniger strahlungsresistent als die größeren Schlammbewohner.

Anscheinend reichert sich das Plutonium auch nicht in den Muscheln an. In ihrem Fleisch beträgt die Konzentration nur ein Zehntel jener des Bodens. Dass sich diese Meeresfrüchte mit 104 Becquerel (Bq) pro Kilo nicht für den menschlichen Verzehr eignen würden, steht aber außer Frage. Die Forscher fanden auch im Seetang aus dem Tschornaja-Fjord nur relativ geringe Plutoniummengen. Hier liegt die Belastung zwischen fünf und 15 Becquerel pro Kilo getrockneter Algen.

Weitere Studien liegen für die Marshallinseln im Pazifik vor. Hier testeten die US-Amerikaner Atomwaffen. Vor wenigen Jahren untersuchten Fachleute des Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) die radioaktive Kontamination von Riesenmuscheln, Schnecken und Seegurken aus den Gewässern des Enewetak-Atolls. Die Ergebnisse zeigen ebenfalls eher moderate Belastungen, für Plutonium bleiben die Werte unter zwei Becquerel pro Kilo. Cäsium-137 und Americium-241 sind nur minimal nachweisbar, strahlendes Kobalt-60 erreicht jedoch in den Riesenmuscheln der Gattung *Tridacna* Konzentrationen von 7,6 Bq/kg. Für die Bewohner der wiederbesiedelten Inseln dürfte das Verspeisen solchen Seafoods wahrscheinlich kein wesentliches Risiko darstellen, meinen die LLNL-Experten. Durch den Konsum von stark mit Cs-137 kontaminierten Feldfrüchten aus lokalem Anbau seien die Marshalliesen viel höheren Strahlungsdosen ausgesetzt.

Allerdings haben die radioaktiven Substanzen unterschiedliche Eigenschaften und Wirkungen. Gerade Plutonium ist tückisch, dennoch hat dieser tödliche Stoff auch eine positive Neigung. Plutoniumpartikel lagern sich im Wasser schnell an anderen Teilchen an, das meiste sinkt so rasch zu Boden. Im Fall Fukushima dürfte der Löwenanteil der ins Meer gespülten Plutoniummenge deshalb dauerhaft in Küstennähe bleiben. Ähnliches lässt sich an der Westküste Englands beobachten, wo schon seit Jahrzehnten radioaktiv belastete Abwässer aus der Wiederaufbereitungsanlage Sellafield eingeleitet werden.

Cs-137 verhält sich dafür deutlich mobiler. Es wird relativ leicht von Lebewesen aufgenommen und von diesen unter Umständen sogar über weitere Entfernungen transportiert. Wanderfische könnten vor der japanischen Küste kontaminiertes Kleingetier fressen und das sich so einverleibte Cäsium in ihrer Muskulatur einlagern.

Dass dabei für die Fische tödliche Konzentrationen entstehen, ist indes unwahrscheinlich. Möglicherweise kommt es aber zu gesundheitlichen Störungen und verringerter Fruchtbarkeit. Britische Biologen haben bei Laborversuchen beobachtet, wie die Geschlechtsorgane



**Berührung ist Begegnung
Shiatsu-Ausbildungen Austria
Dr. Eduard Tripp**

A-1120 Wien, Schönbrunner-Schloss-Str. 21/8
Tel: +43 (676) 61 74 970
tripp@shiatsu-austria.at, www.shiatsu-austria.at

männlicher Schollen bei einer relativ geringen, aber langfristigen Strahlenbelastung schrumpften. Die Spermienproduktion war stark eingeschränkt, gänzlich unfruchtbar wurden die Tiere aber nicht.

Auch wenn die meisten der durch den Fukushima-GAU ausgelösten Umweltschäden auf die dortige Küstenregion begrenzt bleiben dürften - die Spuren der Katastrophe werden auch in entlegenen Winkeln der Ozeane nachweisbar sein. Als italienische Wissenschaftler Ende der 1990er-Jahre im Antarktischen Meer nach radioaktiver Verschmutzung suchten, wurden sie prompt fündig. Sowohl in Fischen wie auch in Wirbellosen trafen die Forscher auf die üblichen strahlenden Verdächtigen. Cs-137, Sr-90, Plutonium: alle da. Das Cäsium kam in Muscheln und Schwämmen sogar in Konzentrationen von mehr als zwei Bequerel pro Kilo vor. Selbst die Ökosysteme des Südpols sind vor radioaktiver Kontamination nicht sicher.

Quellen: Der Standard, 24. 3., 26. 3., 28. 3. 4. 4., 6. 4. und 8. 4. 2011
Bild: Thommy Weiss (www.pixelio.de)