

# Fukushima- „Und ewig grüßt das Tanklager“

So sind sie halt, die profitgierigen Kapitalisten von Tepco. Was ist aber mit den schönen Photos von dem Besuch des japanischen Handelsministers Toshimitsu Motegi inmitten einer solchen Gruppe? Hat man je von einem „Herrschenden“ gehört, der sich freiwillig und unnötig „verstrahlt“? Man muß also gar nichts von Strahlenschutz verstehen, um diese Berichte kritisch zu hinterfragen. Etwas gesunder Menschenverstand würde ausreichen – oder man hat halt etwas ganz anderes im Sinn.

## Die Crux mit den verschiedenen Formen der Strahlung

Man unterscheidet Alpha- (Heliumkerne) Beta- (Elektronen) und Gammastrahlung (elektromagnetische). Jede, dieser ionisierenden Strahlungen hat eine charakteristische biologische Wirkung und „Durchdringungsfähigkeit“. Für Alphastrahlung reicht ein Stück Papier oder ein Zentimeter Luft als Abschirmung aus. Völlig anders ist die Situation, wenn Alphastrahlung erst im Körper freigesetzt wird. Für den gleichen Energiegehalt wird deshalb eine 20fache Schadenswirkung angenommen. Ganz ähnlich verhält es sich mit der anderen Teilchenstrahlung, der Betastrahlung. Sie dringt nur oberflächlich in Stoffe ein. Eine Abschirmung von ein bis zwei Metern Luft reicht aus. Genau hier, liegt das Mißverständnis begründet. Im Sinne des Strahlenschutzes spielt nur die Gammastrahlung für einen „Tanklagerbesucher“ eine Rolle: Man muß durch einen Schutzanzug mit Atemmaske verhindern, daß radioaktive Partikel in den Körper oder auf die Haut gelangen. Ist dies gewährleistet, kann man im Sinne des Arbeitsschutzes Alpha- und Betastrahlung vergessen. Für die Bestimmung der zulässigen Aufenthaltszeit z. B. ist nur die laufende Messung (Dosimeter) der Gammastrahlung von Interesse. Die Gammastrahlung hat in all den berichteten Fällen etwa 1,5 mSv/h (an den „heißen Stellen“, nicht etwa im gesamten Tanklager) betragen. Eigentlich, nicht der Rede wert – jedenfalls kein Grund für ein meßbar zusätzliches Krebsrisiko.

Warum also die plötzliche Aufregung über ständig steigende und gar „tödliche Strahlung“? Wahrscheinlich eine Kombination aus Unwissenheit und Sensationsgier. Das zweite dürfte überwiegen, denn man hätte ja mal jemanden fragen oder googeln können. Tepco veröffentlicht täglich die Meßwerte an verschiedenen Kontrollstellen. Da das Internet nicht vergisst, kann man die Entwicklung gut nachvollziehen. Fukushima ist eben nicht Tschernobyl! Die Meßwerte haben sich nicht verändert. In letzter Zeit ist lediglich eine Interpretation durch Laien hinzugekommen.

Tepco hat neben der Nuklidzusammensetzung der Wässer und der (Gamma-)strahlenbelastung auch einen Wert für die Betastrahlung angegeben. Wie schon weiter oben gesagt, wird Betastrahlung durch Luft sehr stark abgeschirmt. Die Meßwerte werden von Tepco in einem Abstand von 70 Mikrometer gemessen. Das Abwasser in den Tanks hat Betawerte von 1,8 bis 2,2 Sv/h. Solch hohe Werte bedeuten für einen Fachmann nur eins: Paß auf, daß du diese Brühe nicht ins

Auge kriegst, sonst könntest du dein Augenlicht (Linsentrübung) verlieren! Mehr aber auch nicht. Selbst bei längerer Einwirkung auf der Haut, würde sich lediglich eine Hautrötung ergeben. Solange man die Pfütze nicht austrinkt, besteht keine Gefahr. Noch einmal in aller Deutlichkeit: Es gibt keine tödliche Dosis für eine äußerlich wirkende Betastrahlung. Schon der Schmerz durch den „Sonnenbrand“ würde jeden Menschen genug Zeit lassen, sich zu entfernen.

## **Das Tanklager**

Bei dem betreffenden Tanklager handelt es sich um „mobile“ Tanks, die eiligst aufgestellt und teilweise sogar umgesetzt wurden. Sie sind aus einzelnen, gebogenen Segmenten zusammenschraubt. Um sie überhaupt wasserdicht zu bekommen, sind in die Fugen Gummidichtungen eingelegt. Eine solche Konstruktion, in so hoher Stückzahl, bei den lokalen Wetterverhältnissen (große Temperaturschwankungen, Taifune, Erdbeben etc.) kann nicht über längere Zeit dicht bleiben. Ständige Leckagen waren vorhersehbar.

Die in den Medien angegebene Menge von 300 Kubikmetern, die ausgelaufen sein sollen, ist mit Vorsicht zu genießen. Geht man in die Originalangaben von Tepco, handelt es sich eher um eine Abschätzung. Es wurde in einem Tank eine Absenkung des Flüssigkeitsspiegels um etwa 3 m gegenüber seinen Nachbartanks festgestellt. Keiner weiß genau, ob er jemals ganz voll war, wieviel verdunstet ist usw. Es wurde Wasser aus der Auffangwanne um den Tank abgepumpt, aber nicht so viel. Nach Tepco etwa 4 Kubikmeter (!) bis zum 20. August. Der Rest „könnte“ im Boden versickert sein. Die in den Medien gemachte Aussage, es seien 300 Kubikmeter verseuchtes Wasser in den Ozean gelangt, ist so nicht haltbar und eher durch Meßwerte entkräftet. Erst recht nicht, daß die in dem Wasser enthaltene Radioaktivität dorthin gelangt ist. Der Boden wirkt in jedem Fall als Filter und Ionentauscher.

Als Gegenmaßnahmen wurden jetzt (!! ) alle Ablaufventile in den Auffangwannen geschlossen. Es wurden unter alle Leckstellen Absorptionsmatten ausgelegt, um zukünftig besser kontrollieren zu können, wieviel Wasser ausgelaufen ist und ob etwas versickert ist. Nach dem Umpumpen des schadhafte Tanks soll die Wanne mit einem Hochdruckreiniger gereinigt werden und eine 50 cm Bodenschicht am Auslaufventil abgetragen werden. Der verseuchte Bodenbereich wurde mit Gummimatten und Sandsackbarrieren gesichert, damit kein verseuchtes Wasser (Regen) in die Entwässerungssysteme gelangen kann.

Als die wirksamste Gegenmaßnahme erscheint der gute alte Nachtwächter: Zukünftig geht alle drei Stunden eine Fußstreife kontrollieren.

## **Woher kommt das Wasser in den Tanks?**

Nach wie vor müssen alle drei Reaktoren gekühlt werden. Dazu wird ständig Wasser in die Reaktorgefäße gepumpt. Durch die Leckagen in den Steuerstabführungen etc. fließt das Wasser in einem offenen Kreislauf in die Kellerbereiche des Kraftwerks. Dort vermischt es sich mit eindringendem Grundwasser und wird abgepumpt und einer Aufbereitung zugeführt. Das Grundwasser ist Brackwasser, wodurch der Salzgehalt im Rücklauf größer wird.

Die Aufbereitung erfolgt zur Zeit in zwei Schritten: Dem SARRY-Verfahren und einer Umkehrosmose. In der SARRY-Stufe wird durch Adsorption (vor allem) Cäsium und weitere 60 Spaltprodukte (teilweise) abgeschieden. Die Umkehrosmose entspricht einer Meerwasserentsalzungsanlage: Es entsteht ein Wasserstrom „reines“ Wasser, welches wieder zur Kühlung in die Reaktoren eingespeist wird und ein „Konzentrat“, welches ins Tanklager geht. Ein typisches Meßprotokoll vom 9. 8. 2013 zeigt folgenden Verlauf: Das Wasser kommt beispielsweise mit  $56000 \text{ Bq/cm}^3$  Cäsium-137 aus dem Keller in die Anlage rein. Dort wird soviel Cäsium abgeschieden, daß es die SARRY-Stufe im Mittel mit  $1,3 \text{ Bq/cm}^3$  verläßt. Nach der Umkehrosmose ergibt sich ein Reinwasserstrom mit einem Gehalt unter der Nachweisgrenze, aber ein Konzentrat mit  $2,7 \text{ Bq/cm}^3$  Cäsium-137 für die Tankanlage. Am Rande bemerkt sei, daß der Wert für Cäsium-137 für Trinkwasser nach internationalem Standard  $10 \text{ Bq/Liter}$  maximal betragen soll. Man könnte jetzt also mit Fug und Recht sagen, daß das Wasser im Tanklager 270 mal den Grenzwert für Trinkwasser übersteigt. Hört sich doch gleich viel gefährlicher an, nicht wahr?

Die Brennelemente sind durch das Unglück zerstört worden und teilweise wahrscheinlich aufgeschmolzen und wieder erstarrt. Sie haben jedenfalls keine Schutzhülle mehr und befinden sich auch nicht mehr in ihrem ursprünglichen (sehr widerstandsfähigen) chemischen Zustand. Das „Reinwasser“ zur Kühlung wird sie deshalb beständig weiter auslaugen. Es kann auch kein Gleichgewichtszustand angestrebt werden, solange das Wasser immer noch über die zerstörten Keller abfließen muß. Solange es nicht gelingt einen geschlossenen Kühlkreislauf zu bauen, hat man eine „ständige Quelle“ für verseuchtes Wasser. Ziel muß es daher sein, so schnell wie möglich, den alten Brennstoff aus den Reaktoren zu entfernen. Das ist aber leichter gesagt, als getan. Insofern ist es folgerichtig, mit Hochdruck eine stationäre Wasseraufbereitung zu bauen. Es wird noch eine erhebliche Menge mittelaktiven Abfalls anfallen, denn mit der Entfernung aus dem Wasser ist es nicht getan.

## **Einfach ins Meer kippen?**

Manche Kritiker von Tepco schlagen nun eine radikale Lösung vor: Anstatt immer mehr Tankanlagen zu bauen, einen Tanker chartern und das radioaktive Wasser auf hoher See verklappen.

Radioaktive Materialien sind keine Bakterien oder Viren. Eine Vermehrung ist ausgeschlossen. Sie werden einfach nur weniger. Ferner bestimmt immer die Dosis das Gift. Je stärker man die radioaktive Lösung verdünnt, um so ungefährlicher wird sie. Setzt man sie weit genug draußen frei, ist eine Anreicherung über die Nahrungskette, auf für den Menschen schädliche Konzentrationen, ausgeschlossen. Übrigens genau die Lösung, die die Sowjetunion für die Entsorgung ihrer Atom-U-Boote gewählt hatte.

Ob man nun das Meer als Müllkippe nutzen sollte, ist eher eine ethisch-moralische oder juristische Frage. Die Naturwissenschaft kann allenfalls bei der Beantwortung helfen. Das Meer ist mit einem Volumen von über 1,5 Milliarden Kubikkilometern gigantisch groß. Zwar gibt es bedeutende regionale Unterschiede (z. B. Mittelmeer und offener Atlantik) und insbesondere sehr

unterschiedliche Lebenswelten (Korallenriff bis Tiefseewüste), trotzdem ist es in seiner chemischen Zusammensetzung erstaunlich homogen. So enthält jeder Kubikmeter Meerwasser rund 433 Milligramm Uran, was eine Gesamtmenge von 5 Milliarden Tonnen gelösten Urans ergibt. Einschließlich der natürlich entstehenden Spaltprodukte, eine Menge Radioaktivität. Allein die Menge des gelösten radioaktiven Kalium-40 (hat auch jeder Mensch in seinen Knochen) beträgt 530 Milliarden Curie (1 Cu ist die Aktivität von einem Gramm Radium-226 oder 37 GBq). Das ist für sich eine gewaltige Menge Radioaktivität – aber eben fein verteilt. Es gibt aber durchaus auch Unterschiede: Die Konzentration im Golf von Mexiko ist höher – eine Folge der Zahlreichen Öl- und Gasbohrungen dort.

Nach Schätzungen verschiedener unabhängiger Institutionen (Tokyo University of Marine Science, Woods Hole Oceanographic Institution, National Oceanography Centre in Southampton etc.) werden etwa 0,3 TBq monatlich durch Fukushima ins Meer abgegeben. Die auf Messungen und Ausbreitungsrechnungen beruhenden Werte, bewegen sich in einer Bandbreite von 0,1 bis 0,6 TBq. Ist das nun sehr viel? Allein durch die Wasserstoffbombentests in den 1960er Jahren wurden im nördlichen Pazifik mehr als 100.000 TBq Cäsium-137 eingetragen. Die Wiederaufbereitungsanlage in Sellafield hat in 40 Jahren 39.000 TBq in die Nordsee abgegeben.

Die bisher höchsten Werte im Seegebiet zwischen 30 und 600 Kilometer vor Fukushima wurden 3 Monate nach dem Unglück gemessen. Es ergaben sich 3 Bq/Liter Cäsium-137. Im gleichen Zeitraum wurde ein natürlicher Eintrag von 10 Bq/Liter Kalium-40 gemessen. Schön, daß uns die Meßtechnik erlaubt, notfalls auch noch einzelne Kerne festzustellen.

## **Anreicherung über die Nahrungskette**

Ist seit Beginn der „Anti-Atomkraft-Bewegung“ immer das schärfste Schwert in jeder Diskussion. Leider ist es nur sehr eingeschränkt und mit Vorsicht zu gebrauchen. In der Wissenschaft wird sie über das Verhältnis der Konzentration in der Umgebung zu der im Lebewesen bestimmt. Plankton reichert z. B. die Radioaktivität rund 40-fach an. Aber schon in den nächsten Schritten der Nahrungskette wird die Konzentration wesentlich geringer. Sie ist keinesfalls additiv. Biologie ist halt komplizierter. Zudem ist jedes Lebewesen für unterschiedliche Nuklide auch unterschiedlich selektiv. Wir erinnern uns noch an die Empfehlung nach Tschernobyl, nicht zu viel Pilze zu essen. Nebenbei gesagt, haben wir durch den „Praxistest“ Tschernobyl eine Menge über solche Ketten lernen können.

Wie schön, daß nun auch schon eine Auswirkung von Fukushima über den Pazifik bis nach Kalifornien festzustellen ist. Es ist nichts so schlecht, daß es nicht zu irgendetwas nützlich ist. Der „Nuklidcocktail“ von Fukushima dient nun dazu, die Wanderwege des von der Ausrottung bedrohten blauen Thunfisch zu erforschen. Nach Veröffentlichung erster Ergebnisse, waren sofort die Panikmacher zur Stelle und sahen sich in ihren schlimmsten Befürchtungen bestätigt. Die Ergänzung der Wissenschaftler ging natürlich bei den Medien verloren: Ein Erwachsener müßte 2,5 bis 4 Tonnen pro Jahr von diesem Thunfisch essen, um überhaupt auf den zulässigen Grenzwert zu kommen. Dieser

ist aber noch weit von jeglicher Schädigung entfernt, sonst wäre es ja kein Grenzwert. Feststellbar, ist eben noch lange nicht schädlich.

Wer Angst vor „von Fukushima verseuchtem Tunfisch “ hat, sollte besser gar keinen Fisch essen. In jedem Fisch kann man unter anderem Polonium-210 mit einer zigfach höheren „Strahlenbelastung“ nachweisen. Es stammt aus der natürlichen Zerfallskette des im Meerwasser gelösten Urans. Es ist nur etwas schwieriger nachweisbar, da es sich um einen Alphastrahler handelt. Deshalb wurde 2006 auch der Putingegner Alexander Litwinenko damit in London ermordet.

Dr. Ing. Klaus Dieter Humpich ..zuerst am 8.9.13 erschienen bei [NUKEKLAUS](#)