

## **Falsche Methode**

**Die Sicherheitsbehörden sagen, niemand sei durch die verseuchten Transportbehälter zu Schaden gekommen. Aus medizinischer Sicht können sie das aber gar nicht belegen.**

Dr. med. Martin Walter

Umweltminister Jürgen Trittin wollte - sinnvollerweise - die Wiederaufbereitung (WA) von abgebranntem Brennelementen gesetzlich verbieten. Er provozierte damit in Deutschland eine Diskussion, die zwar keine neuen Wahrheiten ans Licht förderte, aber erstmals deutlich machte, wie stark die AKW-Betreiber von der Wiederaufbereitung und somit von Atomtransporten - abhängen.

Volkswirtschaftlich betrachtet ist es zwar absurd, den abgebrannten Brennstoff in La Hague oder Sellafield zerlegen zu lassen, um das Plutonium und das Uran herauszutrennen. Aus der Froschperspektive der Energieerzeuger macht das unökologische Prozedere aber dennoch Sinn: Der strahlende Abbrand hätte nämlich bis anhin in keinem europäischen Land aufbewahrt werden können und könnte es auch in Zukunft nicht, weshalb man ihn nach Sellafield oder La Hague schicken muss, um ihn dort quasi zwischenzulagern. Könnte Trittin das WA-Verbot durchsetzen, müssten in Kürze die meisten Atomkraftwerke dicht machen, klagten die deutschen AKW-Betreiber. Die vorhandenen Abklingbecken sind nämlich zu klein, um darin längerfristig die anfallenden, abgebrannten Brennelemente unterzubringen.

In der Schweiz sieht die Situation ähnlich aus: Auch hier wird der Müll nach Frankreich oder Britannien abgeschoben, damit die Abklingbecken nicht überquellern - respektive die AKW nicht abgestellt werden müssen. Bei der Wiederaufbereitung geht es allerdings noch um weit mehr. Unter anderem setzt sie Atomtransporte voraus - und die bergen Risiken.

## **Verseuchte Behälter**

Im Frühjahr 1998 wurde - mehr zufällig - bekannt, dass die Transportbehälter, welche den abgebrannten Brennstoff beförderten, des öfters verschmutzt unterwegs waren. Die AKW-Betreiber wie die Kontrollbehörden wussten, dass mehrere Transportbehälter (unter anderem CASTOR-Behälter) an der Oberflächen kontaminiert waren.

Obwohl die gesetzlichen Grenzwerte markant überschritten wurden, unternahm niemand etwas dagegen. In der Schweiz entschuldigte sich der Direktor der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), Serge Prêtre, lediglich mit der Begründung, seine Untergebenen hätten es eben versäumt, ihn darüber zu informieren. Ansonsten beschränkten sich die Behörden darauf, zu behaupten, für die Bevölkerung habe nie eine Gefahr bestanden; auch die Eisenbahner und Lastwagenarbeiter, die direkt mit den strahlenden Ladungen zu tun hatten, seien nicht zu Schaden gekommen.

## **Gammametrie**

Weil man an den Oberflächen der Behälter Gammastrahlung gefunden hatte, unterzog man später die Bahnarbeiter, welche die Transporte begleitet und rangiert hatten, einer sogenannten Anthropogammametrie. Mit dieser Methode glaubte man, auch inkorporierte Gammastrahlung nachweisen zu können. Die Messung anderer inkorporierter Strahlung (Alpha-, Beta-) wurde indes gar nicht in Betracht gezogen. Ebenso ignorierte man die externe Strahlung (Gammastrahlung und Neutronen), die auf die Arbeiter einwirkt, wenn sie sich in der Nähe der kontaminierten Fracht aufhalten.

Nachdem die angeordneten Gammametrie-Untersuchungen abgeschlossen waren, entwarnte die HSK lapidar: Man habe bei den getesteten 170 Bahnarbeitern keine inkorporierte Strahlung messen können. Dass man aber nicht die gesamte möglich Strahlenexposition erfasst hat, ist - mit Ausnahme von WoZ und «Tages-Anzeiger» - in den Medien nie thematisiert worden.

## Isotope auf der Oberfläche

Worum geht es überhaupt?

Man füllt die abgebrannten Brennelemente in die Transportbehälter. Die Beladung wird nass vorgenommen, das heisst, die Brennelemente werden in den Abklingbecken, die Wasser enthalten, in die Transportbehälter gehievt. Dabei werden die Behälter, da man sie ins Abklingbecken eintaucht, auch aussen nass. Dieses Wasser ist jedoch radioaktiv, weshalb die Behälter aussen ebenfalls mit Isotopen verschmutzt sind. Nach dem Beladen werden die Behälter zwar mit sauberem Wasser abgespritzt, offensichtlich sind aber nicht alle Isotope entfernbar. Um gesundheitliche Folgen abschätzen zu können, ist es wichtig zu wissen, in welcher Form die Isotope vorliegen. Befinden sich auf der Containeroberfläche zum Beispiel wasserlösliche <sup>137</sup>Caesiumsalze, werden diese Salze sich nach Inhalation oder Ingestion (Essen) verhalten wie Kaliumsalze. Mit einer biologischen Halbwertszeit von etwa ein bis zwei Monaten verschwinden sie wieder aus dem Körper. Gelangen Isotope aber als schwer lösliche «hot particles» in den Körper, ist deren Pharmakokinetik fast nicht voraussagbar. Hot particles sind kleinste Teilchen (wie Staubteilchen), die mit Isotopen oder einem Isotopengemisch beladen sind. Werden solche hot particles vom Fahrtwind von den Behältern weggetragen, oder mechanisch abgestreift, können sie eingeatmet oder geschluckt werden. Wann und ob ein so inkorporiertes Teilchen den menschlichen Körper wieder verlässt, ist mehr oder weniger dem Zufall überlassen. Wird es vom Flimmerepithel des Bronchialsystems soweit nach oben in die Luftröhre transportiert, wird es vielleicht ausgehustet. Oder der Betroffene verschluckt es und scheidet es mit dem Stuhlgang aus. Aber vielleicht wird das Teilchen auch via Darm oder Lunge aufgenommen und mittels Phagozyten ins Innere des Körpers transportiert?

Solche Fragen lassen sich individuell nicht beantworten. Für die Betroffenen können sie jedoch schicksalhaft sein, weil ein einziges hot particle in der Lunge ausreichen kann, um Krebs auszulösen.

## Die ganze Wahrheit?

Von den radioaktiven Isotopen, die man von den Behältern abgewischt hat, sind nur wenige chemisch charakterisiert worden. Die beiden Hauptisotope scheinen Cäsium und Cobalt zu sein. Nur: Wird uns von den Behörden die ganze Wahrheit gesagt? Wie die Kontaminationen im Detail zustande kommen, ist nämlich alles andere als klar. Wenn zum Beispiel die Hüllrohre der Brennelemente leck sind, müssen im Wasser des Abklingbeckens gezwungenermassen alle Isotope vorkommen, die auch in den Brennstäben vorhanden sind. Also kann auf der Oberfläche der Transportbehälter auch das ganze Isotopen-Spektrum auftreten. Man weiss, dass im Wasser der Abklingbecken neben Gammastrahlern, auch Alpha- und Betastrahler zusätzlich zu Gammastrahlern zu finden sind. Alpha- und Betastrahler sollen aber, so heisst es von offizieller Seite, nur einen geringen Anteil der gesamten Kontamination ausmachen. Darf man sie deswegen vernachlässigen? Sicher ist nur, dass mit der im Paul-Scherrer-Institut (PSI) durchgeführten Anthropogammametrie nicht nachgewiesen werden kann, ob die 170 untersuchten Bahnarbeiter Neutronenstrahlung oder Alpha- und Betastrahlern ausgesetzt waren. Die von den Behörden gewählte Messmethode ist ungeeignet, um wirklich auszuschliessen, dass keine Strahlenexposition stattgefunden hat. Wenn bei einer Gammametrie-Untersuchung keine Strahlenbelastung ausgewiesen wird, bedeutet dies nämlich nicht einmal, dass der betroffenen Arbeiter niemals Gammastrahler im Körper hatte. Und es sagt schon gar nichts über die Auswirkung von Neutronen, externer Gammastrahlung oder inkorporierte Alpha- und Betastrahler aus.

## Unvermeidliche Neutronenstrahlung

Es findet zwar in den Transportbehältern keine Kettenreaktion mehr statt, doch zerfallen in den abgebrannten Brennstäben weiterhin Atomkerne und geben dabei unter anderem Neutronen sowie Alpha-, Beta- und Gammastrahlung ab. Aus dem Inneren des Behälters dringt keine Betastrahlung und

keine Alphastrahlung nach draussen, da diese beiden Strahlenarten die Wand des Containers nicht durchdringen können. Es lassen sich aber ausserhalb des Containers - auch wenn er äusserlich nicht verseucht ist - Neutronen und Gammastrahlung messen, weil diese Strahlenarten die Behälterwand durchdringen. Bis heute ist es immer noch schwierig, die biologische Wirksamkeit von Neutronen einzuschätzen. Der deutsche Strahlenschutzexperte Professor Horst Kuni schreibt in seiner Publikation «Biologische Wirksamkeit der Neutronen im Strahlenschutz unterschätzt»<sup>1</sup>: Diese Strahlenfelder sind unter heutigen Bedingungen nicht vermeidbar. Sie stammen nicht von einer äusseren Kontamination der Transportbehälter und können deshalb auch nicht durch bessere Beladungs- und Dekontaminationstechniken vermieden werden. Bahnarbeiter und Begleitpersonal werden dieser Strahlung auch weiterhin ausgesetzt sein. Diese Strahlung ist mit der Anthropogammametrie, wie sei bei den Schweizerischen Bahnarbeitern durchgeführt worden ist, nicht nachweisbar.

## Die interne Verstrahlung

Die Radioisotope können - wie bereits erwähnt -, durch Verschlucken oder Einatmen, allenfalls aber auch über offene Wunden in den Körper gelangen. Diese Isotope strahlen im Körper und wirken von innen auf die Organe ein. Der Körper eliminiert solche Isotope wie zum Beispiel Medikamente; jeder Stoff unterliegt eigenen pharmakokinetischen Regeln. Plutonium ist fast nicht eliminierbar, seine biologische Halbwertszeit ist enorm lang. Cäsium kann hingegen schnell eliminiert werden, mit einer Halbwertszeit von etwa zwei, drei Monaten verschwindet es über den Urin und den Stuhl aus dem Körper. Wird also <sup>137</sup>Cäsium eingenommen, hat man nicht allzulange Zeit, um den Stoff in den Körpern der Transportarbeiter nachzuweisen.

Christian Küppers vom Ökoinstitut Darmstadt legte in einem Gutachten<sup>4</sup>, das er für Greenpeace Schweiz verfasst hat, dar, wie wenig aussagekräftig Ganzkörpermessungen mehrere Monate nach der Kontamination sind. Küppers macht besonders für den Fall einer Kontamination mit Cäsium darauf aufmerksam, dass dieses Radionuklid nach wenigen Monaten eben nicht mehr nachweisbar sei, der gemessene Proband aber trotzdem durch früher eingenommenes oder eingeatmetes Cäsium bestrahlt sein könnte. Zudem schreibt Küppers in dem Gutachten, dass die Oberflächenstrahlung zum Teil aus «crud particles» besteht. Dabei handelt es sich um Teilchen, die aus mechanischem Abrieb im radioaktiven Primärkreislauf entstehen, welche sich an den Zirkoniumhüllrohren der Brennstäbe ablagern und im Neutronenfluss des laufenden Reaktors zum Beispiel zu <sup>51</sup>Chrom oder <sup>60</sup>Cobalt (beides Gammastrahler) werden. Im Abklingbecken gelangen solche Teilchen dann vermutlich ins Wasser. Wird ein einziges derartiges Teilchen auf dem Transport vom Behälter abgewindet und gelangt in die Lunge eines zweijährigen Kindes, kann dies verheerende Folgen haben: Es ist bereits derart bestrahlt, dass der Jahresgrenzwert, den die Behörde in der Schweiz festgesetzt hat, um das Zweifache überschritten ist - ein einziges Stäubchen von der vorbeifahrenden Eisenbahn hat so möglicherweise bei einem Kind den Grundstein für einen Krebs in späteren Jahren gelegt.

Ein Crud-Partikel ist im übrigen ein spezielles hot particle. Bislang hat man auf den Transportbehältern nur Gamma-hot-particles gefunden. Daten über solche Partikel sind rar. Allerdings weiss man, dass Gamma-hot-particles gefährlicher sind als Alpha- oder Beta-hot-particles. Alphastrahlung reicht nicht weit ins Gewebe, die hohe Alphaenergie wird in einem oder zwei Zellkernen abgegeben und bewirkt ein Absterben der bestrahlten Zellen, die deswegen gar nicht zu Krebszellen entarten können. Anders bei Gamma-hot-particles: Diese geben die Energie langsam ab, ihre Strahlung durchquert den Körper bis nach aussen und hinterlässt lebende Zellen, die durch Schäden an der DNA krebsig entarten können.

## Zytogenetische Dosimetrie

Die Strahlenpfade, die bei Atomtransportarbeitern vorkommen sind also zusammengefasst:

- Neutronenstrahlung
- Externe Gammastrahlung
- Interne Gammastrahlung
- Interne Alphastrahlung

- Interne Betastrahlung
- Strahlung durch eingenommene hot particles mit unklarer Dignität
- sowie - die in diesem Zusammenhang - weniger wichtige externe Alpha- und Betastrahlung.

Es gibt eine Methode, die zwar nicht sehr empfindlich ist, aber erlaubt, alle Strahlenpfade zu berücksichtigen und die Belastung integral über einen länger zurückliegenden Zeitraum zu messen: Die zytogenetische Dosimetrie<sup>5</sup>. Mit dieser Methode wird der menschliche Chromosomensatz untersucht. Man weiss, dass unter Bestrahlung dosisabhängig dizentrische Chromosomen und Ringformen von Chromosomen, also abnorme Formen von Chromosomen, entstehen. Mit der zytogenetischen Dosimetrie werden die Anzahl der abnormen Chromosomen gemessen, die bei zur Zellteilung stimulierten Lymphozyten auffindbar sind. Mit dieser Methode braucht man nicht mit Hochrechnungen, Schätzungen und Modellen zu jonglieren. Dass die Empfindlichkeit der biologische Dosimetrie im heutigen Ansatz und ohne gentechnologische Methoden noch recht unempfindlich ist, darf dabei keine Begründung sein, sie zu unterlassen. Gerade um stärker belastete Arbeiter zu entdecken, um sie zu schützen und die hochbelasteten Arbeitsplätze zu eliminieren, wäre diese Untersuchung äusserst wichtig. Für die Betroffenen wäre es - so zynisch es klingen mag - ausserdem unabdingbar, exaktere Daten über ihre wirkliche Strahlenbelastung zu bekommen, damit eine allfällige, strahlenbedingte Krebserkrankung auch einmal als Berufskrankheit anerkannt wird.

### **Atomtransporte verbieten**

Die Schweizer Behörden wurden schon aufgefordert, zytogenetische Untersuchungen anzuordnen. Bislang haben sie nichts unternommen. Noch ist es nicht zu spät, solche Untersuchungen durchzuführen, da die Halbwertszeit gesetzter Schäden etwa zwei Jahre beträgt. Bis zytogenetische Messdaten vorliegen, müssen aber alle Atommülltransporte unterlassen, allenfalls verhindert werden. Denn betroffen sind nicht nur Eisenbahner, sondern auch Polizisten und die Bevölkerung, die entlang der Transportwege lebt.

Dr. med. Martin Walter, Innere Medizin FMH, Alpenstrasse 10, 2540 Grenchen

**1** Kuni, Horst: Biologische Wirksamkeit der Neutronen im Strahlenschutz. Kuni Horst: Castor gefährdet Gesundheit. Köhnlein W., Neumann W., Schmitz-Feuerhake I., Ziggel H.: Gesundheitsgefahren durch radioaktiv kontaminierte Oberflächen von Brennelementtransportbehältern Detmolder Leitlinien zum Strahlenschutz. In: Berichte des Otto Hug Strahleninstitutes - MHM, Bericht Nr. 19-20 1998. ISSN 0941-0791

**2** In der Schweiz wird ein Faktor 20 angenommen.

**3** In der Schweiz also mal 30.

**4** Küppers Christian: Kurzstellungnahme zu Fragen in Zusammenhang mit den äusseren Kontaminationen an Brennelementtransportbehältern

**5** Hoffmann W., Schmitz-Feuerhake I.: Zur Strahlenspezifität der angewandten Biologischen Dosimetrie Berichte des Otto Hug Strahleninstitutes Bonn, Bericht Nr. 7 1993, Organ der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. ISSN 0941-0791 Gofman John W.: Strahleninduzierte Chromosomenschäden: Einiger neuere Hinweise auf schwerwiegende gesundheitliche Konsequenzen Berichte des Otto Hug Strahleninstitutes Bonn, Bericht Nr. 6 1993, Organ der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. ISSN 0941-0791