

PSA und Radioaktivität

Rund um die Ereignisse im japanischen Fukushima wurden sie häufig in den Medien gezeigt: Arbeiter des Kernkraftwerkes, die unter grosser Gefahr und in unterschiedlichen Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) versuchten, das Ausmass der Katastrophe in Grenzen zu halten. Welche PSA schützt eigentlich im Umgang mit Radioaktivität?

VON STEFAN KÜHNIS

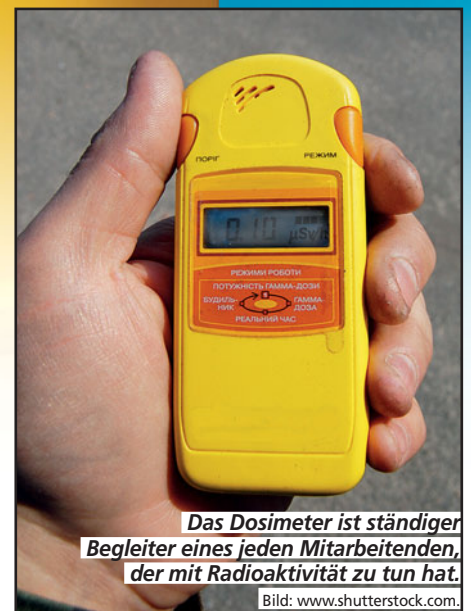
Sie waren teilweise mit Atemschutzgeräten ausgerüstet und trugen bleierne Jacken. Andere wurden in dünnen Ganzkörper-Anzügen fotografiert und trugen bloss eine Staubmaske. Weshalb diese Unterschiede in der PSA zu sehen waren und ob diese Arbeiter so korrekt geschützt waren, will dieser Beitrag aufklären.

Um die Frage zu beantworten, müssen wir uns in die Welt der Physik bewegen, in das Gebiet der Radioaktivität und des Strahlenschutzes. Einer, der sich in dieser Welt täglich bewegt, ist Roman Küng. Er

ist Strahlenschutz-Techniker in der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit des Paul Scherrer Institutes (PSI) in Villigen. Das PSI ist das grösste Forschungszentrum für Natur- und Ingenieurwissenschaften in der Schweiz und betreibt Spitzenforschung in den Bereichen *Struktur der Materie, Mensch und Gesundheit sowie Energie und Umwelt*.

Radioaktivität

Ein Atom lässt sich optisch als Kern mit Hülle darstellen. Der Kern besteht aus Protonen (+) und Neutronen (n). Dieser



Das Dosimeter ist ständiger Begleiter eines jeden Mitarbeitenden, der mit Radioaktivität zu tun hat.

Bild: www.shutterstock.com.

Bild: shutterstock.com

Kern wird durch eine Hülle mit Elektronen (-) umgeben.

Bestimmte Atomkernarten haben die Eigenschaft, sich von selbst umzuwandeln. Diese können natürlichen Ursprungs sein (natürliche Zerfallsreihen) oder künstlich erzeugt werden (Kernspaltung). Während dieser Umwandlung gerät das Gleichgewicht zwischen Protonen und Elektronen ausser Kontrolle. «Der Atomkern wird instabil und die Atome zerfallen Schritt für Schritt. Radioaktiver Zerfall oder Kernzerfall ist die Eigenschaft instabiler Atomkerne, sich spontan unter Energieabgabe umzuwandeln. Die freiwerdende Energie wird in fast allen Fällen als ionisierende Strahlung – nämlich energiereiche Teilchen und/oder Gammastrahlung – abgegeben», erklärt Roman Küng.

Es sind zurzeit rund 2800 Atomkernarten bekannt. Nur 264 davon sind stabil. Alle anderen zerfallen spontan, sind also radioaktiv. Die Zeit, nach der die Hälfte einer bestimmten Anzahl von Atomkernen zerfallen ist, wird Halbwertszeit genannt. Die Halbwertszeiten liegen zwischen Milliarden Jahren (Uran-238) und Sekundenbruchteilen. Dabei entsteht entweder Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften und Intensitäten aufweist.

Werden Neutronen aus einem Atomkern herausgeschleudert, entsteht dadurch eine Neutronenstrahlung. Das geschieht beispielsweise bei Kernspaltungen in einem Kernkraftwerk. Bei der Kernspaltung nimmt der Kern des Uran-235 Neutronen auf, wodurch er in starke Schwingungen gerät und sich spaltet. Dabei entstehen zwei mittelschwere Trümmerkerne (Spaltprodukte) und zwei bis drei Neutronen. Ausserdem werden bei dieser Reaktion Gammaquanten abgegeben.

Die Gefahren

Die Gefahren im Umgang mit Radioaktivität sind die *Kontamination* mit radioaktiven Stoffen – zum Beispiel auf der Haut –, die *Inkorporation*, also die Aufnahme radioaktiver Substanzen durch Einatmen oder Nahrung und es gibt die *Direktstrahlung*.

Strahlenschäden und Strahlenrisiken: Während bei hohen Strahlendosen am menschlichen Körper deterministische (bestimmte) Strahleneinwirkungen beobachtet werden, sind bei niedrigen Strahlendosen mit einer dosisabhängigen Wahrscheinlichkeit stochastische (zufallsbedingte) Strahlenwirkungen möglich. Für den Strahlenschutz von Bedeutung ist die Dosis-Wirkungs-Beziehung beider Schadensarten. Deterministische biologische Wirkungen treten zwangsläufig nach einmaliger starker Bestrahlung auf. Also lediglich dann, wenn die Dosis einen bestimmten Schwellenwert von circa 250 Millisievert überschreitet. Danach nimmt die Intensität der auftretenden biologischen Wirkung, die Schwere der Erkrankung,

zu. Stochastische biologische Wirkungen treten nach jeder Bestrahlung auf – und zwar zufällig. Die Bestrahlung erhöht lediglich die Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer biologischen Strahlenwirkung wie beispielsweise Krebs.

Die verschiedenen Strahlenarten haben unterschiedliche Reichweiten und Wirkungen.

Strahlenschutz hat daher zum Ziel, mit der Umsetzung der strengen Strahlenschutzgesetzgebung und angepassten Schutzmassnahmen das Risiko zu minimieren, das heisst: Verhinderung von deterministischen Schäden und Reduzierung der Wahrscheinlichkeit von stochastischen Strahlenwirkungen.

Übrigens: Der Schweizer Durchschnittsbürger wird jährlich einer Strahlendosis von etwa fünf mSv ausgesetzt. «Diese besteht hauptsächlich aus natürlicher, kosmischer und terrestrischer Strahlung wie Radon. Ein geringerer Anteil stammt aus der Industrie und Medizin», erklärt Küng.

Die richtige PSA in der richtigen Situation

Kontaminationen von Personen und Inkorporation können durch PSA verhindert werden, mit der Direktstrahlung verhält es sich etwas schwieriger. Wenn man weiss wie, kann man sich aber auch dagegen effizient schützen. Welche persönliche Schutzausrüstung sicher schützt, hängt grundsätzlich von den Fragen ab:

► Handelt es sich bei der Gefahr um Direktstrahlung, Kontamination oder Inkorporation?

► Um welche Art Strahlung handelt es sich (Alpha, Beta, Gamma, Neutronen)?

Grundsätzlich gilt es, die Aktivität der Strahlenquelle und den Zeitraum einer Strahlenbelastung wenn möglich zu verringern, einen Sicherheitsabstand einzuhalten und Abschirmungen zu nutzen. Die Faustregel: Abstand, Aufenthaltszeit, Abschirmung und Atemschutz. «Ionisierende Strahlung hat im Vergleich zu anderen Arbeitsplatzrisiken wie luftgetragenen Giften oder Mikroorganismen in Chemie und Biologie den Vorteil, dass sie mit sogenannten Dosisleistungsmessgeräten oder Kontaminationsmonitoren überall leicht messbar ist. In Sachen Direktstrahlung ist das Dosimeter (Dosiskontrolle) deshalb unerlässlicher Dauerbegleiter im Umfeld von radioaktiven Substanzen», weiss Küng.

Die verschiedenen Strahlenarten haben unterschiedliche Reichweiten und auch unterschiedliche Wirkungen. Das hat zur Folge, dass sich ein Alphastrahler bereits durch ein Blatt Papier abschirmen lässt,



Eindrücke aus Fukushima: Verschiedene Arbeitsumgebungen und Gefahren fordern unterschiedliche PSA.

Bild: Steve Herman



Bild: Tepco



Bild: Tepco



Bild: Tepco



Bild: Tepco

