

menschlichen Gebrauch festgelegt wurde. Demnach sind künftig 100 Becquerel pro Liter Tritium im Trinkwasser zulässig. Andere Radionuklide werden in einer Gesamtmenge bis 0,1 Millisievert pro Jahr zugelassen, wobei Tritium, Kalium-40, Radon und Radonzerfallsprodukte bei der Berechnung unberücksichtigt bleiben sollen. Die neue Verordnung tritt jedoch „im Ein-

klang mit dem EU-Recht nach einer Übergangsfrist“ erst am 1. Januar 2003 in Kraft. Deshalb gelten zumindest bis dahin die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) ohne weitere Einschränkungen und das bedeutet 1 Milliarde Becquerel Tritium pro Liter Wasser gemäß der Freigrenzenregelung (§ 8 StrlSchV, Anlage III, Tab. 1, Sp. 3) und 1 Million Becque-

rel Tritium pro Liter Wasser gemäß der Freigaberegulierung (uneingeschränkte Freigabe, § 29 StrlSchV, Anlage III, Tab. 1, Sp. 5). Zum Vergleich: natürliches Grundwasser hat einen Tritiumgehalt von lediglich etwa 0,5 Becquerel pro Liter. Derzeit gibt es laut Anmerkung in der neuen Trinkwasserverordnung zudem auch noch keine Prüfvorschrift für die Ermittlung von

Tritium im Trinkwasser. Eine solche will man sich erst noch später überlegen und festlegen. Und es soll auch dann keine obligatorische Überprüfung der Tritiumkonzentration im Trinkwasser geben. Für den Normalfall, ohne besonderen Anlaß, so der Inhalt einer zweiten Anmerkung im Verordnungstext, soll eine Überprüfung der Tritiumkonzentration nicht stattfinden. ●

## Strahlenwirkungen

# Die Schadwirkungen greifen von den getroffenen Zellen auf die benachbarten über

## Das lineare Dosis/Wirkungs-Modell unterschätzt die Effekte der Niedrigdosisstrahlung

Das von Niedrigdosisstrahlung ausgehende Gesundheitsrisiko ist bisher offenbar in der Regel unterschätzt worden. Denn die Radioaktivität beschädigt nicht nur diejenigen Zellen, die direkt von der Strahlung getroffen wurden, sondern auch benachbarte Zellen. Das berichten amerikanische Wissenschaftler um Hongning Zhou und Tom K. Hei vom Zentrum für Strahlenforschung der Columbia Universität in New York jetzt in der Ausgabe der Proceedings der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften vom 4. Dezember 2001. Demnach ist jedenfalls für die Beurteilung von Alphastrahlung die gegenwärtig vorherrschende Modellannahme zu revidieren, daß die Krebsgefahr schwacher Strahlung um so niedriger ist, je weniger Zellen von radioaktiven Strahlen getroffen werden. „Unsere Daten zeigen, daß einzelne Zellen keineswegs der Angriffspunkt für die Strahlung sind“, widersprechen die Forscher.

Die Wissenschaftler bestrahlten Hybridzellen von Mensch und Hamster mit Alphastrahlung geringer Flußdichte und arbeiteten dabei mit einem äußerst präzisen Strahl, der es

ermöglichte, den Kern einzelner Zellen exakt von einem einzelnen Alphateilchen zu treffen. Dabei war die festgestellte Mutationsrate in den bestrahlten Zellproben viel höher, als aufgrund der direkt getroffenen Zellkerne zu erwarten gewesen wäre. Lenkten die Forscher die Strahlung auf 10 Prozent der Zellpopulation, so waren anschließend praktisch ebenso viele Zellen mutiert, als wenn jede Zelle der Population von einem Alphateilchen getroffen worden wäre. Es machte also für die Schadwirkung keinen Unterschied, ob alle oder nur 10 Prozent der Zellen von einem radioaktiven Teilchen getroffen worden waren. Traf der Alphastrahl auf 5 Prozent der Zellpopulation, so lag die Mutationsrate bei 58 Prozent derjenigen, die nach Bestrahlung aller Zellen zu verzeichnen war. Als Fernwirkung wurden sogar Brüche in den Chromosomen registriert.

Um das Ergebnis zu überprüfen, unterbrachen die Forscher die Kommunikation zwischen den Zellen. Dies verringerte die Schäden im Erbgut der neben den Getroffenen liegenden Zellen erheblich. Die getroffenen Zellen geben offenbar ein Signal ab, das im

Erbgut benachbarter Zellen ebenfalls Veränderungen hervorruft. Schon früher hatten die Forscher beobachtet, daß von Alphastrahlen getroffene Zellen mit einer erhöhten Produktion des Krebschutzproteins p53 reagierten. Überraschenderweise trat dieser Effekt auch in benachbarten Zellen auf. In Experimenten, bei denen die Strahlung nur das Zellplasma traf, kam es trotzdem zu Erbgut-Mutationen im Zellkern, vermutlich ausgelöst durch oxidative Substanzen.

Die Art des Signals der getroffenen Zellen ist bisher noch nicht näher bestimmt, wird aber offenbar durch winzige Löcher in den Zellmembranen verschickt, die blockiert werden können. Dann bleiben die Strahlenschäden auf die jeweils direkt getroffene Zelle beschränkt.

Nach der Überzeugung der amerikanischen Wissenschaftler sollte jedenfalls die Wirkung von Alphastrahlung im Niedrigdosisbereich nicht mehr nach einem linearen, sondern nach einem überlinearen Dosis/Wirkungs-Modell berechnet werden. Diese Ergebnisse sind unter anderem für eine neue Beurteilung der niedrigen Dosisbelastungen von alphastrahlendem Radon-gas in Häusern von besonderer Bedeutung.

H. Zhou, M. Suzuki, G. Randers-Pehrson, D. Vannais, G. Chen, J. E. Trosko, Ch. A. Waldren, T. K. Hei: Radiation risk to low fluences of (alpha) particles may be greater than we thought. Proc. Natl. Acad. Sci., Vol. 98, Iss. 25, p. 14410-14415, Dec. 4, 2001. ●

## Katastrophenschutz

# 10 Millionen Jodtabletten für Irland, weil die neue Mox-Anlage in Sellafield ihren Betrieb aufgenommen hat

In der Nacht zum 23. Dezember 2001 ist die umstrittene, um eine Fabrik zur Herstellung von Mischoxid-Brennelementen (MOX) erweiterte britische Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield angefahren worden. Der volle Betriebszustand soll im Oktober 2002 erreicht werden. Der für Atomangelegenheiten zuständige irische Minister Joe Jacob hat die Entscheidung der britischen Regierung „einen Akt höchster Arroganz“ genannt. Zuvor hatte Irland vergeblich versucht, beim Internationalen Seegerichtshof in Hamburg eine einstweilige Verfügung gegen Sellafield zu erwirken (Strahlentelex 358-359/Dezember 2001). Jetzt hat sich auch die norwegische Regierung an die Seite Irlands gestellt. Wie der norwegische Umweltminister Brenda im Dezember 2001 in Dublin erklärte, bereite seine Regierung ähnliche internationale Klagen vor wie Irland. Irland habe in Hamburg nicht etwa verloren, weil es unrecht habe, sondern weil das internationale Umweltrecht längst nicht mehr so wirksam sei, wie es sein sollte. Die Dubliner Regierung hatte unter anderem das

Risiko durch eine terroristische Bedrohung zum Gegenstand der Klage in Hamburg gemacht. Anfang Dezember war zwar der irische Antrag auf Erlaß einer einstweiligen Verfügung abgewiesen worden, der Gerichtshof hat aber beiden Regierungen aufgegeben, bei der Sicherung Sellafields zusammenzuarbeiten und entsprechende Vorschläge einzureichen, was London und Dublin am 17. Dezember 2001 getan haben.

Im Frühjahr 2002 will die irische Regierung nun zehn Millionen Jodtabletten an alle Haushalte der Republik verteilen. Verteidigungsminister Smith sagte Presseberichten zufolge, damit solle für den Fall vorgesorgt werden, daß sich in Sellafield eine Katastrophe ereigne. Die Iren werden angehalten, die Tabletten „sorgsam aufzubewahren, erst im Notfall zu schlucken und vorher die Gebrauchsanweisung zu lesen“. Die Mox-Anlage von Sellafield soll abgebrannte Atombrennstäbe unter anderem aus Japan und Deutschland annehmen, aufbereiten und zurückliefern. ●

## Katastrophenschutz

### Die Versorgung mit Kalium-Jodid im Katastrophenfall ist nicht gelöst

#### Bayerischer Ärztetag appelliert an das Problembewußtsein der Ärzte

An das Problembewußtsein der Ärzteschaft, für eine Verbesserung der Jodversorgung, vor allem für Kinder und Schwangere zu sorgen, appellierte die Bayerische Ärztekammer auf ihrem Ärztetag am 13. Oktober 2001 in Degendorf. Abgesehen von der Prophylaxe von Jodmangelschäden (Struma, autonome Zellen) nehme eine mit Jod ausreichend versorgte Schilddrüse im Zweifelsfall weniger radioaktives Jod auf als eine

„Jodmangel-Schilddrüse“. Die Bevorratung und Verteilung im Katastrophenfall sei nicht gelöst, es müsse eine weitgehend dezentrale Bevorratung und Verteilung mit Kalium-Jodid sichergestellt werden. Auch die Rahmenrichtlinien für den Katastrophenfall seien nicht realistisch und müßten dringend überarbeitet werden. So seien zum Beispiel Schutzmaßnahmen nur in einem Umkreis bis maximal 25 Kilometer um ein Atomkraftwerk vorgesehen und die Verteilung von Jodidtabletten erfolge praktisch erst beim Durchzug einer radioaktiven Wolke. Bereits 8 Stunden nach der Belastung durch eine radioaktive Wolke sei jedoch laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) keine Wirksamkeit einer dann noch durchgeführten medikamentösen Jodblockade der Schilddrüse mehr nachzuweisen. Das vorgesehene Aufsuchen

## Tschernobyl-Folgen

### Hohes Schilddrüsenkrebsrisiko für Kinder bis zu einem Alter von 10 Jahren bei Strahlenbelastung

#### Kurzlebige Anteile des Tschernobyl-Fallouts als Ursache nachgewiesen

Der Ursache für die auffallende Zunahme der Häufigkeit von Schilddrüsenkrebs bei Kindern, die in einem Radius von 150 Kilometern um den Unglücksreaktor von Tschernobyl leben, gingen japanische und russische Wissenschaftler von der Nagasaki University School of Medicine, der Radiation Effects Research Foundation in Hiroshima und dem belorussischen Gomel Specialized Medical Dispensary nach. Wie Yoshisada Shibata und Kollegen jetzt in der Zeitschrift *The Lancet* berichten, untersuchten sie dazu 21.601 Kinder, die vor und nach dem Reaktorunglück vom 26. April 1986 geboren worden waren (*The Lancet*, Vol. 358, Dec. 8,

von Ausgabestellen für Jodtabletten durch die Bevölkerung im Katastrophenfall konterkarierte zudem die Anforderung, im Hause zu bleiben. Es stelle sich die Frage, ob Kalium-Jodidtabletten nicht besser in der Hausapotheke in den Haushalten selbst gelagert werden sollten. Der Bayerische Ärztetag forderte seinen Kammervorstand auf, die Fortbildung der bayerischen Ärztinnen und Ärzte in diesem Bereich zu intensivieren. Der Antrag war auf Initiative der Münchner Ärzte Dr. Böse-O'Reilly und Dr. Gloning beschlossen worden, nachdem zuvor bereits ein wortgleicher Antrag vom Unterausschuss des Ärztlichen Kreis- und Bezirksverbandes München erarbeitet und von der Delegiertenversammlung der regionalen ärztlichen Standsvertretung am 14. Dezember 2000 beschlossen worden war. ●

des Untersuchungsgebietes durchgeführt worden. Diese Ergebnisse zeigen einen signifikanten ( $p = 0,006$ ) Effekt des kurzlebigen radioaktiven Tschernobyl-Fallouts, speziell von Jod-131 und Jod-133, errechneten Shibata und Kollegen. ●

## Tschernobyl-Folgen

### Fehlbildungen bei Neugeborenen in Bayern

**In Gesamt-Bayern war die Fehlbildungsrate bei Neugeborenen im Jahr nach Tschernobyl gegenüber dem Trend der Jahre 1984 bis 1991 nicht erhöht. Allerdings ist im südlichen Teil des Freistaates, der durch den radioaktiven Fallout stärker belastet war, die Fehlbildungsrate Ende 1987 nahezu doppelt so hoch wie in Nordbayern. Im November und Dezember 1987 zeigt die Fehlbildungsrate in den bayerischen Landkreisen eine hochsignifikante Abhängigkeit von der Cäsium-Bodenkontamination. Das Verhältnis der Fehlbildungsraten in Süd- und Nordbayern korreliert zeitlich mit der um sieben Monate verschobenen Cäsiumbelastung der Schwangeren. Das ermittelte der Münchner Diplom-Physiker Dr. Alfred Körblein und stellte seine Ergebnisse jetzt in der Dezember-Ausgabe 94/2001 des Informationsbriefes *Umweltnachrichten des Umweltinstituts München in einem Zwischenbericht* vor.**

Körbleins zufolge ist Bayern das einzige deutsche Bundesland, in dem Daten zu kindlichen Fehlbildungen vor und nach Tschernobyl erfaßt wurden. Das geschah im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Die an den Kliniken erhobenen Daten wurden dem Institut für