

Inhalt 2/00

Die Projektgruppe "Genehmigung von dezentralen Zwischenlagern nach § 6 AtG"	1
Ringversuch mit einem Iod-Schildrüsen-Phantom zur Qualitätssicherung von Messverfahren der Inkorporationsüberwachung	2
Stellungnahme des BfS zur Radon-Balneotherapie	2
Kombinierte Effekte: Wirkung von Strahlung und Arsen	3
Xenon - Vergleichsexperiment im Rahmen des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (UVNV)	4

dezentralen Zwischenlagern nach § 6 AtG"

Zur Umsetzung des Konzepts zur Einrichtung von standortnahen Zwischenlagern an Reaktorstandorten sind beim BfS seit November 1999 zwölf Anträge auf Genehmigung der Aufbewahrung von abgebrannten Brennelementen eingegangen. Zwei weitere Anträge betreffen die Einordnung der sogenannten Interimslager, mit denen die Zeit bis zur Inbetriebnahme von Zwischenlagern überbrückt werden soll.

Um eine effiziente Bearbeitung der Anträge sicherzustellen, hat das BfS eine Projektgruppe "Genehmigung von dezentralen Zwischenlagern nach § 6 AtG" eingerichtet. Sie hat die Aufgabe zu prüfen, ob die Genehmigungsvoraussetzungen nach § 6 AtG erfüllt sind.

Die Projektgruppe PG-GZ untergliedert sich in die drei Untergruppen

- Aufgabenplanung, Controlling (GZ-AC),
- Genehmigungsverfahren Einzelprojekte (GZ-V),
- Sonderfragen (GZ-S).

GZ-AC ist für die Aufgabenplanung und -koordination sowie für Controllingaufgaben zuständig. Bei GZ-V ist die Durchführung und Steuerung der Genehmigungsverfahren und die Bearbeitung bzw. Zusammenführung der anlagen- und standortspezifischen Belange angesiedelt. GZ-V ist in fünf Bereiche unterteilt, die für die Bearbeitung von jeweils zwei bis vier Genehmigungsanträgen verantwortlich sind.

Für die Bearbeitung von anlagen- bzw. standortübergreifenden Fragen und Querschnittsaufgaben wurde GZ-S eingerichtet mit dem Ziel, die Bearbeitung und Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen effizient und einheitlich durchzuführen. GZ-S ist in die fünf Verantwortungsbereiche Verfahrensbegleitung, Rechtsangelegenheiten, Sicherheit der Behälter, Koordination Sicherheit, Umweltverträglichkeitsprüfung und Strahlenschutz unterteilt. Die Projektgruppenleitung ist befugt, über eine Matrixorganisation unmittelbar auf andere Organisationseinheiten des BfS zuzugreifen und

Impressum

BfS aktuell erscheint quartalsweise.

Herausgeber

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
Tel.: 05341/ 885-0
Fax.: 05341/ 885-885
Internet: www.bfs.de

Redaktion

Lutz Ebermann
Tel.: 05341/ 885-104
LEbermann@bfs.de

Die Projektgruppe "Genehmigung von

deren Mitarbeiter in die Aufgabenbearbeitung einzubinden.

Die Projektgruppe ist im Sinne einer "schlanken Verwaltung" organisiert und setzt leistungsfähige Managementsysteme und maßgeschneiderte Instrumentarien ein.

Bruno Thomauske

Projektgruppe "Genehmigung von dezentralen Zwischenlagern nach § 6 AtG"

Ringversuch mit einem Iod-Schilddrüsen-Phantom zur Qualitätssicherung von Messverfahren der Inkorporationsüberwachung

In den Richtlinien zur Inkorporationsüberwachung von beruflich strahlenexponierten Personen ist u.a. geregelt, dass die nach § 63 Abs. 6 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) behördlich bestimmten Messstellen die Einhaltung der Qualitätskriterien für Messverfahren der Inkorporationsüberwachung durch Eigenkontrolle und Teilnahme an Ringversuchen nachzuweisen haben.

Ringversuche werden vom Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführt und beinhalten in der Regel den Test der Genauigkeit sowie der Darstellung und zeitlichen Verfügbarkeit der Messergebnisse. Mit dem 1999 durchgeführten Ringversuch wurde das Messverfahren zur Bestimmung der Aktivität der beiden Iodradionuklide ¹³¹I und ¹²⁵I in der Schilddrüse bezüglich *Richtigkeit der Messergebnisse* und *Anwendung der Berechnungsvorschriften* für die Dosisermittlungen getestet. Die Aktivitätsmessungen erfolgten am Schilddrüsen-Halsphantom des BfS. Die Körperdosen sollten anhand von zwei Fallbeschreibungen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades (Referenz- und Integrationsverfahren) ermittelt werden.

Am Ringversuch haben 32 Messstellen teilgenommen.

26 Messstellen haben Ergebnisse der Aktivitätsbestimmung vorgelegt, die nach Vergleich mit den Testkriterien für die Richtigkeit wie folgt zugeordnet werden können:

- Messergebnis erfüllt die Testkriterien: 56 % beim ¹³¹I, 35 % beim ¹²⁵I
- Messergebnis liegt außerhalb der Testkriterien: 25 % beim ¹³¹I, 9 % beim ¹²⁵I
- Kein Messergebnis: 19 % beim ¹³¹I, 56 % beim ¹²⁵I

Die Fallbeschreibungen wurden von 15 Messstellen bearbeitet und korrekt gelöst. Die unbearbeiteten Fallanalysen (die Bearbeitung war den Teilnehmern freigestellt) deuten darauf hin, dass die in Frage kommende Messstelle keine Erfahrungen auf dem Gebiet der Interpretation besitzt.

Das Ergebnis des Ringversuchs zeigt, dass Messstellen, die den strengen Qualitätsanforderungen an das Messverfahren unterliegen, die Testkriterien überwiegend erfüllen. Die Testkriterien verfehlt haben in der Regel solche Messstellen, für die das getestete Messverfahren und die Dosisberechnung nicht zu den Routineaufgaben gehören und deren Funktion hauptsächlich das Erkennen von Schwellenwertüberschreitungen ist. Diesen Messstellen wird die Nachkalibrierung der Messeinrichtung empfohlen, in allen anderen Fällen fehlender Messergebnisse bzw. nicht akzeptabler Abweichungen von den Testkriterien ist eine Nachkalibrierung zwingend geboten.

Eine erste Korrektur der Kalibrierdaten ist mit Hilfe der Ringversuchsdaten (Referenzaktivität und Messwerte) problemlos möglich. Einige Messstellen, die die Qualitätsprobleme ihres Messverfahrens kannten, haben die Teilnahme am Ringversuch bereits zur Nachkalibrierung ihrer Messeinrichtung genutzt.

Rainer Scheler

Fachbereich Angewandter Strahlenschutz

Stellungnahme des BfS zur Radon-Balneotherapie

Die Radon-Balneotherapie ist als eine spezielle Form der Strahlentherapie mit niedrigen Dosen zur Behandlung gutartiger Erkrankungen anzusehen. Als Indikationen für eine Radon-Balneotherapie werden insbesondere chronisch-degenerative und chronisch-entzündliche Erkrankungen des Bewegungsapparates (rheumatischer Formenkreis, z.B. Bechterew'sche Erkrankung) angegeben, insbesondere dann, wenn sie schmerzbehaftet sind. Als Kontraindikationen sind Schilddrüsen-überfunktionen, Infektionskrankheiten im Akutstadium, Krebserkrankungen, Schwangerschaft und Anwendungen bei Kindern und Jugendlichen anzusehen.

Das Risiko der Strahlenexposition durch die Radon-Balneotherapie ist bei den angezeigten Erkrankungen gegen den therapeutischen Nutzen der jeweiligen Form der Radon-Balneotherapie und mögliche Nebenwirkungen medikamentöser Schmerztherapien individuell abzuwägen.

Aus Sicht der Strahlenhygiene ergibt sich Folgendes:

- Anhand von Messungen der Luftaktivität in Thermalstollen lässt sich infolge einer ca. 4-wöchigen Radonkur unter konservativen Annahmen ein zusätzliches strahlenbedingtes Lungenkrebsrisiko für die Lebenszeit von ca. 0,1 % errechnen.

- Zum Vergleich: Die allgemeine Lungenkrebssterblichkeit in Deutschland lag laut Statistischem Bundesamt 1995 bei 1,6 % für Frauen und 6,8 % bei Männern, also im Durchschnitt bei etwa 4 %.
- Da die Inhalationskur im Heilstollen mit der höchsten Strahlenexposition des Atemtraktes einhergeht, sind andere Formen der Radon-Balneotherapie (z.B. Badekur) mit deutlich niedrigeren Lungenkrebsrisiken verbunden.

Aus biologisch/medizinischer Sicht ist zu berücksichtigen:

- Die Radon-Balneotherapie basiert im Wesentlichen auf der Erfahrungsmedizin, d.h. empirischen Hinweisen auf Heil- und Linderungseffekte bei insbesondere chronisch-degenerativen und chronisch-entzündlichen Erkrankungen des Bewegungsapparates.
- Eine eindeutige, in Schritten nachvollziehbare naturwissenschaftliche Erklärung, dass Radon ursächlich für die berichteten, positiven therapeutischen Wirkungen verantwortlich ist, kann derzeit nicht erbracht werden. Strahlenbiologische Befunde zu möglichen biopositiven Wirkungen niedriger Strahlendosen sind vereinzelt der Literatur zu entnehmen.
- Weitere Unsicherheitsfaktoren in der Bewertung der Radon-Balneotherapie sind einerseits das gleichzeitige Einwirken verschiedener weiterer Faktoren wie Wärme, Feuchtigkeit, Klima sowie andererseits z. B. die Vielgestaltigkeit des rheumatischen Formenkreises und die damit verbundene Schwierigkeit einer einheitlichen Klassifikation bzw. des Abgleichs von Heil- und Linderungseffekten.
- Die Radon-Balneotherapie kann, insbesondere im Hinblick auf die subjektiv empfundene Linderung von Schmerzen bei Rheumapatienten, einen günstigen Einfluss auf das Wohlbefinden der Patienten haben mit der Möglichkeit, eine begleitende medikamentöse Schmerztherapie mit ihren zum Teil erheblichen Nebenwirkungen zumindest auf Zeit zu reduzieren.

Bei strenger und fachlich kompetenter ärztlicher Indikationsstellung unter Abwägung des Strahlenrisikos sowie sorgfältiger ärztlicher Überwachung der Therapiemaßnahmen und -erfolge kann eine Radon-Balneotherapie bei chronisch schmerzhaften Erkrankungen des Bewegungsapparates medizinisch gerechtfertigt sein. Besondere individuelle Risikofaktoren, wie Rauchgewohnheiten, Alter, Geschlecht und Konstitution des Patienten, sind zu berücksichtigen. Einer Behandlung von Kindern, Jugendlichen und Schwangeren ste-

hen gewichtige strahlenhygienische Gründe entgegen.

*Angela Erzberger, Egon-Robert Schwarz und Thomas Jung
Fachbereich Strahlenhygiene*

Kombinierte Effekte: Wirkung von Strahlung und Arsen

In der Regel wird die Toxizität einer Substanz in einem Konzentrationsbereich untersucht, der starke Effekte erzeugt. Die biologische Wirkung niedriger Dosen, die im experimentellen System nur sehr geringe Effekte zeigen, wird meist aus diesen Daten extrapoliert. Ebenso handelt es sich bei den daraus abgeleiteten Grenzwerten nur um Abschätzungen. Dabei wird aber das Zusammenspiel unterschiedlicher Agentien, denen wir in der Umwelt ausgesetzt sind, nicht berücksichtigt. In der Fachliteratur gibt es bisher nur wenige Untersuchungen über kombinierte Effekte.

Epidemiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass die hohe Rate von Lungenkrebs bei Bergarbeitern sowohl von unter Tage freierwandelndem Radon und von Staub, aber auch von Arsen, sofern im Gestein vorhanden, verursacht wird. Die Bergarbeiter waren verschiedenen Noxen ausgesetzt, vornehmlich Strahlung und karzinogenem Arsen. Auf welche Art und Weise verschiedene Noxen wie Arsen und Strahlung zusammenwirken, bzw. wie das Risiko dieser Kombination einzuschätzen ist, ist bisher noch unbekannt.

In einem experimentellen Versuchssystem wurde die biologische Wirkung von ionisierender Strahlung und Arsen im Bereich niedriger Dosen mit dem Comet-Assay (Einzelzellgelelektrophorese) untersucht. Diese Methode bietet die Möglichkeit, an der einzelnen Zelle Schäden an der Erbsubstanz, der DNA, die durch Strahlung oder Chemikalien verursacht wurden, anhand der Menge der entstandenen DNA-Bruchstücke zu messen. Die Zelle zeigt nach Behandlung und Präparation aus dem Zellkern ausgetretene DNA-Bruchstücke, die dem Zellkern ein kometenhaftes Aussehen geben. Wird den Zellen nach der Behandlung Zeit für eine DNA-Reparatur gegeben, sind weniger DNA-Bruchstücke in der mikroskopischen Analyse sichtbar, bzw. bei einer vollständigen Reparatur sind keine Bruchstücke nachzuweisen.

In dem Versuchsansatz wurden Zellen der menschlichen, lymphoblastoiden Zelllinie Tk6 mit Gamma-Strahlung und Arsen behandelt, anschließend DNA-Schäden und Reparaturfähigkeit untersucht. Dabei zeigte sich, dass bei Bestrahlung mit einer Energiedosis von 2 Gy in Gegenwart einer Konzentration von Arsenit (NaAsO_3), die durchaus im Trinkwasser vorkommen kann (bis zu 50 $\mu\text{g/l}$), bereits ein deutlicher Effekt zu sehen war. Die Migration

der DNA-Bruchstücke war um 30% verringert im Vergleich zu Zellen, welche nur bestrahlt wurden. Die geringere DNA-Migration war konzentrationsabhängig, d.h. bei höheren Konzentrationen nahm die Migration weiter ab. Weitere Untersuchungen ergaben, dass dieser Effekt nicht auf weniger DNA-Schäden zurückzuführen war, sondern auf DNA-Protein-Crosslinks, kovalente Bindungen zwischen DNA und Proteinen, die bei dieser Art der Präparation nicht von der Gesamt-DNA entfernt wurden. Wurden die Proteine durch die Behandlung mit einem speziellen Enzym, der Proteinase K, entfernt, wurde die gleiche Menge DNA-Schäden gemessen wie bei den nicht mit Arsen behandelten Kontrollen.

Mit dem Comet-Assay konnten zwei sich überlagernde Formen des DNA-Schadens nachgewiesen werden: (i) DNA-Bruchstücke durch die Bestrahlung und (ii) DNA-Protein Crosslinks durch Arsen. Untersuchungen zur DNA-Reparatur ergaben, dass bei einer Reparatur in Anwesenheit von Arsenit die DNA-Protein-Crosslinks persistieren. Es ist zu diskutieren, welche Bedeutung die Wirkung von Arsen und Strahlung auf die Erbsubstanz, die Zelle und den Gesamtorganismus haben kann. Durch die Strahlung werden Brüche in der Erbsubstanz, der DNA, verursacht, Arsen wiederum bewirkt, dass Proteine sich an die DNA binden. Dies könnte zu einer ungenauen und gehemmten DNA-Reparatur der Brüche führen, die Veränderungen der Erbsubstanz (Mutationen) zur Folge hat. Mutationen in Genen wie z. B. den Protoonkogenen, die eine Rolle in der Krebsentstehung spielen, äußern sich in einer erhöhten Tumorfrequenz. Ob und wie sich die vom BfS erzielten Ergebnisse auf die Zelle oder den Organismus genau auswirken, ist noch nicht abzuschätzen. Eine erhöhte Mutationsrate muss noch durch weitere Studien belegt werden.

Sabine Hornhardt, Maria Gomolka

Fachbereich Strahlenhygiene

Xenon - Vergleichsexperiment im Rahmen des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (UVNV)

In Zusammenarbeit mit der Vorbereitungskommission für die Umsetzung des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (UVNV) führt das BfS derzeit in den Labors seines Instituts für Atmosphärische Radioaktivität (IAR) in Freiburg ein methodisches Vergleichsexperiment mit vier vollautomatischen Xenonmesssystemen durch. Die Systeme wurden von Institutionen in Frankreich, Russland, Schweden und den USA entwickelt. Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Nachweis von ^{133}Xe . Es soll nachgewiesen werden, dass die Systeme den fachlichen Anforderungen des UVNV gerecht werden.

In einem Vorexperiment mit dem US-Prototypsystem ARSA (Automatic Radionuclide Sampler and Analyser) und dem Edelgaslabor des IAR wurden bereits seit Oktober 1999 Vergleichsmessungen durchgeführt. Die hochauflösenden Messungen von ARSA (8 Stunden) zeigen deutlich, dass der Untergrund von ^{133}Xe in der Außenluft in Freiburg häufig deutlich unterhalb der geforderten Nachweisempfindlichkeit für ^{133}Xe in Höhe von 1 mBq/m³ Luft liegt; kurzzeitig werden aber auch Pegel bis zu 100 mBq/m³ Luft beobachtet. Neben ^{133}Xe werden in einigen Proben auch $^{131\text{m}}\text{Xe}$ und ^{135}Xe nachgewiesen.

Seit Ende März 2000 nimmt das französische, seit Anfang Mai das russische System am Experiment teil. Das schwedische System wird im September erwartet. Die Untersuchungen werden bis zum Jahresende fortgesetzt. Ein Vergleich der bisher vorliegenden Messergebnisse zeigt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Messsystemen. Die Messsysteme werden bisher den Anforderungen des UVNV gerecht.

Anfang Mai 2000 fand am IAR ein internationaler Workshop statt. Es nahmen 50 mit Aufgaben des UVNV befasste Experten aus 18 Ländern teil. Der Workshop diente der Information über den Stand des Experimentes einschließlich der vorliegenden Ergebnisse und der Diskussion der weiteren Vorgehensweise. Die Veranstaltung und die im Rahmen des Experiments erzielten Ergebnisse werden nach allgemeiner Einschätzung dazu beitragen, die Akzeptanz dieser bisher wenig eingesetzten Überwachungsmethode international wesentlich zu erhöhen.

Clemens Schlosser

Fachbereich Strahlenhygiene

Institut für Atmosphärische Radioaktivität