

dingten Risiken des Radons nur um hypothetische, rechnerisch abgeschätzte unerwünschte Wirkungen“.

Frühere Abschätzungen verschiedener Autoren hatten allerdings nahegelegt, vier Radon-Kuraufenthalte mit dem lebenslangen Wohnen in Häusern mit einem Radongehalt von etwa 100 Bq/m<sup>3</sup> gleichzusetzen [2]. Nach heutiger Erkenntnis bedeutet das, daß dann 5 anstatt 4 von 1.000 nichtrauchenden Kurbesuchern bis zu einem Alter von 75 Jahren mit tödlichen Folgen an Lungenkrebs erkranken würden [3].

Für das therapeutische Personal kalkuliert Kaul heute die jährliche effektive Dosis zwischen 0,2 und 15 Millisievert, je nach Therapieverfahren und Aufenthaltsdauer. Weil das unterhalb der festgelegten Grenzwerte für beruflich Strahlenexponierte liegt, sei das ebenfalls ungefährlich argumentiert er. Ja, wegen der zum Teil deutlichen Unterschreitung der Grenzwerte werde das Personal bei Wannenbädern von der zuständigen Behörde sogar häufig aus der individuellen Strahlenschutzüberwachung entlassen.

Untersuchungen zur tatsächlichen Erkrankungshäufigkeit des Personals in Radonbädern wollte Kaul dagegen nicht kennen. Und auch Deetjen wußte dazu keine qualifizierte Antwort. Mit der Bemerkung, da sei vielleicht „ein Lokführer gewesen und der war Raucher“, bewirkte er im Publikum nur ein kurzes Auflachen. Bereits 1982, also zu Kauls noch durchaus aktiver Zeit, hatte etwa Egon Pohl, Ordinarius der Abteilung für Biophysik am Institut für Allgemeine Biologie, Biochemie und Biophysik der Universität Salzburg, konstatiert, die in den „Heilstollen“ von Badgastein einfahrenden Bergleute müßten damit rechnen, daß nach 20 Jahren Arbeit mehr als jeder Dritte von ihnen an Lungenkrebs erkrankt sein

würde. Und tatsächlich hatten dort 1982 bereits 3 von 10 Bergleuten Lungenkrebs [4].

Bereits gegen Ende der 1970er Jahre waren auch eingehende Chromosomenuntersuchungen an Personengruppen mit unterschiedlicher Belastung im Raum Badgastein durchgeführt worden. Diese Studien umfaßten sowohl Personen der allgemeinen Bevölkerung von Badgastein, als auch Berufsgruppen, die sich jährlich längerfristig in der Luft mit hoher Radonkonzentration aufhalten. Als Ergebnis dieser Chromosomenuntersuchungen wurde festgestellt, daß auch bereits bei sehr niedrigen Strahlendosen die Zahl der Chromosomenaberrationen erhöht war (Pohl-Rühling und Fischer 1979). Eingehende Untersuchungen der jährlichen Dosisbelastung wurden von Uzunov et al. (1981) durchgeführt. Die Abschätzungen ergaben beim Personal in den Badeanstalten eine jährliche Äquivalentdosis von 8 bis 300 mSv. [5]

Für Kinder, die dort langfristig in Sanatorien betreut werden, wurde eine jährliche Dosis von 4 mSv ermittelt. Zum Abschluß ihrer Untersuchungen trafen Uzunov et al. (1981) folgende Feststellung: „Die in hohem Maße positiven Effekte der Patientenbehandlung in Heilbädern, wie sie von den Badeärzten dargestellt werden, werden durch uns nicht in Frage gestellt. Allerdings erscheint zweifelhaft, ob Radon eine notwendige und gerechtfertigte Komponente darstellt. Betrachtet man die weltweiten Versuche, die absichtliche Bestrahlung des Menschen durch ionisierende Strahlung zu reduzieren, so erscheint es als ein offensichtlicher Anachronismus, beträchtliche Bevölkerungsgruppen, in erheblichem Umfang sogar unkontrolliert, einem der stärksten Karzinogene, die man kennt, auszusetzen, d. h. den Alphastrahlen aussendenden Produkten des Radonzerfalls in der Luft.“ [5]

Im Herbst 1987 schließlich bezog auch die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) Stellung zu „der weitverbreiteten Praxis der absichtlichen Belastung von Personen durch Radon in Heilbädern oder Sanatorien“ und empfahl eine Begrenzung der Strahlendosis, da die Strahlenbelastung eindeutig kontrollierbar sei. Radonanwendungen, die als Teil einer medizinischen Behandlung gelten könnten, sollten ausschließlich stattfinden, wenn die nationalen Behörden und die einzelnen Ärzte überzeugt seien, daß die Behandlung einen positiven Nettonutzen für den Patienten habe und daß die Belastung auf Werte reduziert werde, die als ausreichend angesehen würden. Der Kommission lägen jedoch auch Berichte vor, denen zufolge Radonbelastungen ausschließlich zum Zweck der Erholung vorgenommen würden. Sie erinnere solche Personen daran, daß solche Handlungsweisen ein erhöhtes Risiko für Lungenkrebs zur Folge hätten (ICRP Como 1987). [5] **Th.D.**

## Strahlenschutz

# Radonschutzgesetz im Entwurf vorgelegt

Den angekündigten Entwurf eines Gesetzes „zum Schutz vor Radon beim Aufenthalt in Gebäuden (Radonschutzgesetz)“ nebst Begründung hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) am 22. März 2005 per E-Mail zur Kenntnisnahme an Verbände und Fachkreise gesandt und gebeten, bis zum 14. April 2005 Stellung zu nehmen. Das Gesetz soll im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes dem Ziel dienen, „auf Dauer die Radonaktivitätskonzentration in Aufenthaltsräumen durch Einführung ei-

1. P. Deetjen, A. Falkenbach, D. Harder, H. Jöckel, A. Kaul, H. v. Philipsborn: Radon als Heilmittel; Therapeutische Wirksamkeit, biologischer Wirkungsmechanismus und vergleichende Risikobewertung. Radiz Schlemma e.V. (Hrsg.), Verlag Dr. Kovac Hamburg 2005.
2. Harry Dresel: Radonkuren - ein biopositiver Nutzen für die Menschheit? Katalyse-Institut für angewandte Umweltforschung, Köln 1990; vergl. Strahlentelex 96-97/1991, S. 4-6.
3. Sarah Darby et al.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ* 2005; 330; 223-228; vergl. Strahlentelex 436-437/2005, S. 3-4.
4. Egon Pohl: Strahlenexposition und Strahlenrisiko durch den Gehalt der Luft an natürlichen Radionukliden; in O. Messerschmidt et al. (Hrsg.): Zur Problematik der Wirkung kleiner Strahlendosen, Strahlenschutz in Forschung und Praxis Band XXIII, S. 13-24, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1982.
5. hier zitiert nach E. Lengfelder: Strahlenwirkung - Strahlenrisiko: Daten, Bewertung und Folgerungen aus ärztlicher Sicht. 2. Auflage, ecomed Landsberg/Lech 1990, ISBN 3-609-63260-7, S. 77-79. ●

nes Zielwertes von 100 Bq/m<sup>3</sup> Innenraumluft für die Planung und Errichtung von Neubauten und für wesentliche Änderungen von bestehenden Gebäuden zu begrenzen“, heißt es dazu. „Aufenthaltsräume“ sind dem Gesetzentwurf zufolge „Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.“ Auf das sonst oft gebräuchliche Instrument eines in jedem Einzelfall zwingend einzuhaltenden Grenzwertes wird dabei verzichtet. Der Gesetzentwurf enthält vielmehr eine Vermutungsregel, wonach in Gebieten, für die in

der beim Bundesamt für Strahlenschutz geführten „Bundeseinheitlichen Datei Radon in Gebäuden - BURG“ Radonaktivitäten in der Bodenluft von weniger als 20.000 Becquerel pro Kubikmeter ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) ausgewiesen sind, davon ausgegangen werden kann, daß der Zielwert

von  $100 \text{ Bq}/\text{m}^3$  auch ohne weitere Schutzmaßnahmen nicht überschritten wird. Für die Planung und Errichtung von Gebäuden können die Länder zudem entsprechend der Konzentration von Radon im Baugrund gebietsbezogen bauliche Mindestanforderungen festlegen, bei deren

Durchführung die Einhaltung des Zielwertes ebenfalls als erfüllt gilt, auch wenn im Einzelfall der Zielwert tatsächlich überschritten ist. Ziel der Regelung sei es, „eine maßgebliche Senkung der Radonbelastung der Bevölkerung durch eine nachhaltige radonschutzangemessene Entwicklung der

Bausubstanz im gesamten Bundesgebiet zu erreichen“, wird begründet. An zusätzlichen Baukosten schätzt das BMU höchstens 2.000,00 Euro pro Haus bei 100 Quadratmeter Grundfläche.

Kontakt: BMU, AG RS II 1 - 158 02/4, E-Mail: Elisabeth.Meyer zuRheda@bmu.bund.de ●

## Nachruf auf Olav Axelson

# Nach mehr als 25 Jahren drängen Olav Axelsons Erkenntnisse über die Schädlichkeit häuslicher Radonbelastung auch in die Amtsstuben

Im vorigen Jahr, am 1. März 2004, starb unerwartet im Alter von 66 Jahren Olav Axelson, langjähriger Leiter des Departements für Arbeitsmedizin der Universität Linköping.

Strahlenschützern ist er vor allem wegen seiner Arbeiten zur Wirkung chronischer Belastungen mit ionisierender Strahlung bekannt. Er war der erste, der einen Zusammenhang zwischen Radon in Häusern und Lungenkrebs feststellte, in einer von Atomenergiekritikern viel zitierten Arbeit aus dem Jahre 1979, in der die Lungenkrebsinzidenz in schwedischen Holz- und Steinhäusern untersucht wurde.

Axelson arbeitete nach seinem Medizinstudium zunächst als Internist und ging 1969 an die neu gegründete Klinik für Arbeitsmedizin in Örebro in Schweden. Dort begann er seine Forscherkarriere mit der ersten schwedischen epidemiologischen Studie über den Zusammenhang zwischen Lungenkrebs bei Bergleuten und Radonexposition.

Prof. Olli Miettinen von der McGill University in Montreal war während Axelsons epidemiologischer Zusatzausbildung sein Mentor. Er bewog ihn, sich mit epidemiologischen Methoden in der Arbeits- und Umweltmedizin zu beschäftigen. Seine Tätigkeit

in Forschung und Lehre war daher auch bis zuletzt der Methodik solcher Untersuchungen gewidmet.

1977 erhielt Axelson den ersten schwedischen Lehrstuhl für Arbeitsmedizin an der Universitätsklinik in Linköping. Dort gründete er ein Jahr später auch die Klinik für Arbeitsmedizin. In Linköping setzte er die Arbeiten über Radonwirkungen bei Bergleuten fort und begann die Untersuchung der Folgen häuslicher Radonbelastung.

In den über 300 Publikationen, in denen Axelson über seine Forschungsergebnisse berichtete oder bei denen er Kooperationspartner war, beschränkte er sich nicht nur auf die Mitteilung eigener gemessener Resultate und ihre Analyse, sondern ergriff auch Partei für die Geschädigten. So beklagte er darin unter anderem die manipulierte Auswertung der Folgen von Agent Orange in Vietnam durch die australische Royal Commission on the Use and Effects of Chemical Agents on Australian Personal in Vietnam, die prompt in die Bewertung von TCDD als Karzinogen durch die International Agency for Research on Cancer (IARC) einfloß.

Werfen wir einen Blick auf die weiteren Arbeiten über Niederdosiseffekte, die nicht den überwiegenden Teil seiner

späteren Forschung ausmachte, jedoch einen bedeutenden. Bekanntlich will die Berufsgenossenschaft in Deutschland und vermutlich auch in Schweden, bei Uranbergleuten nur Lungenkrebs als strahlenbedingt anerkennen. Axelson hat auf eine Reihe anderer Tumore hingewiesen, die nach Radonbelastung aufgetreten sind: akute myeloische Leukämie, Melanome, Nieren- und Prostatakrebs. Diese Befunde wurden in einer Fall-Kontrollstudie in Italien unter seiner Mitwirkung bestätigt. Akute myeloische Leukämie untersuchte seine Arbeitsgruppe in Schweden in Fall-Kontrollstudien als Folge von Backgroundstrahlung. Bereits in früheren Jahren (1982) hatte die Arbeitsgruppe eine Korrelation zwischen Krebsmortalität (signifikant für Lungen- und Pankreaskarzinome) und Umgebungsstrahlung in Schweden gefunden.

Eine Fall-Kontrollstudie zu den Ursachen von Schilddrüsenkrebs ergab eine signifikante Erhöhung durch diagnostisches Röntgen. Erhöhte Krebsraten der Schilddrüse wurden auch bei Röntgentechnikern festgestellt (Carstensen et al. 1990). In den letzten Jahren seiner Forschung hat Axelson Indizien dafür gefunden, daß ionisierende Strahlung multiple Sklerose verursachen kann.

Das schwedische Strahlenestablishment hat, dem internationalen Mainstream entsprechend, die Arbeiten der Gruppe Axelson konsequent ignoriert. Weder wurde sie zu Kongressen eingeladen, noch bekam Axelson irgendwelche Beraterposten angedient. Seine anderen Aktivitäten auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes, die zweifellos ebenfalls nicht industriegefällig angelegt waren, brachten jedoch so viel Beachtung, daß er Mitglied verschiedener internationaler Arbeitsgruppen wurde und zu acht Monographien der IARC Beiträge lieferte.

Vor kurzem hat sich nach immer weiteren Studien in verschiedenen Ländern und unter wütenden Attacken die Mainstreamwissenschaft dazu durchgerungen, eine erhöhte Lungenkrebsrate durch normale Radonkonzentrationen in Häusern als real anzunehmen. In einer nordamerikanischen Verbundauswertung (Krewski et al., *Epidemiology* 16, 2005, 137-145) und einer europäischen Gemeinschaftsanalyse (Darby et al., *Brit. Med. J.* 330, 2005, 223) wurde die Evidenz der Fakten endlich eingeräumt. Die Arbeiten Axelsons lieferten – neuerdings mit Billigung des amtlichen schwedischen Strahlenschutzinstituts SSI – maßgebliche Grundlagen für diese Erkenntnis und die europäische Auswertung. 1972 hatte Axelson bereits Richtlinien und Vorsorgemaßnahmen gegen Radonbelastungen in Häusern gefordert. Im vorigen Jahr wurde der schwedische Richtwert für Radon in Häusern gesenkt und Sanierungsmaßnahmen derart beschlos-