

der beim Bundesamt für Strahlenschutz geführten „Bundeseinheitlichen Datei Radon in Gebäuden - BURG“ Radonaktivitäten in der Bodenluft von weniger als 20.000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/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-

sen, daß bis 2010 alle Schulen und Kindergärten sowie bis 2020 auch alle Wohnhäuser Gehalte unter 200 Becquerel pro Kubikmeter aufweisen sollen.

Die Anerkennung der übrigen Ergebnisse Axelsons über Niederdosiseffekte wird wohl weitere Zeit auf sich warten lassen. Noch im Dezember 2004 hat das SSI in einer Pressemitteilung die Befunde von Tondel, Axelson und anderen über Tschernobylfolgen bestritten, die in Nordschweden, in den höchst belasteten Gegenden des Landes, erhöhte Krebsraten festgestellt hatten (Strahlentelex 430-431 vom 2.12.2004). Die Argumente sind die üblichen: es widerspreche den bisherigen Kenntnissen über Strahlenfolgen, die Dosis sei viel zu klein, um derartige Effekte hervorrufen zu können. Dabei gibt es diverse ähnliche Ergebnisse in der Fachliteratur. Es läge nahe, nicht diese Evidenzen in Frage zu stellen, sondern die herkömmlichen Annahmen über Strahlenfolgen und die Verfahren zur Dosisermittlung.

Tatsächlich findet seit einigen Jahren eine Debatte über die Zuverlässigkeit der Dosisberechnungsverfahren in der wissenschaftlichen Literatur statt. Denn die Dosisfaktoren der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) für inkorporierte Radioaktivität werden ohne Vertrauensbereiche angegeben und ihre behauptete „Konservativität“ ist unbewiesen. Gerade nach Tschernobyl hat sich in etlichen Untersuchungen anhand von Ergebnissen der biologischen Dosimetrie mittels Chromosomenaberrationen gezeigt, daß die theoretisch ermittelten Dosiswerte groteske Unterschätzungen der wahren Strahlenbelastung liefern.

Axelson war ein bar jeder Autoritätsgläubigkeit agierender Wissenschaftler. Wir Außenstehende nehmen bewegt zur Kenntnis, welche nach-

haltige Wirkung er auf seine Mitarbeiter und Kooperationspartner ausgeübt hat. Diese widmen ihm ein Symposium am 19. und 20. Mai 2005 auf der Insel Öland, bei dem es vor allem auch um ethische Fragen geht.

Auch uns wird seine Stimme bei der Einforderung angemessener Kriterien zur Anerkennung berufsbedingter Erkrankungen und besserer Prävention vor umwelt- und arbeitsplatzbedingten Noxen fehlen. Seine Arbeiten sind jedoch in die Annalen der Wissenschaft eingegangen und werden weiter wirken bis hin zur überfälligen Einsicht in die bislang wesentlich unterschätzte Schädlichkeit inkorporierter Radioaktivität durch Kontaminationen am Arbeitsplatz und in der Umwelt.

Inge Schmitz-Feuerhake

Axelson, O., Edling, C., Kling, H.: Lung cancer and residency – a case-referent study on the possible impact of exposure to radon and its daughters in dwellings. *Scand. J. Work. Environ. Health* 5 (1979) 91-99

Axelson, O., Josefson, H., Rehn, M., Sundell, L.: Swedish pilot study on lung cancer among miners. *Läkartidningen* 68 (1971) 5687-93

Axelson, O.: Radon directions – a case of prematurity? *Läkartidningen* 69 (1972) 4586-4587

Axelson, O., Sundell, L.: Mining, lung cancer and smoking. *Scand. J. Work. Environ. Health* 4 (1979) 10-16

Axelson, O.: Experiences and concerns on lung cancer and radon daughter exposure in mines and dwellings in Sweden. *Z. Erkr. Atmungsorgane* 161 (1983) 232-239

Edling, C., Axelson, O.: Quantitative aspects of radon daughter exposure and lung cancer in underground miners. *Brit. J. Clin. Invest.* 13 (1983) 182-187

Axelson, O.: Room for a role for radon in lung cancer causation? *Med. Hypotheses* 13 (1984) 51-61

Axelson, O. et al.: Indoor radon exposure and active and passive smoking in relation to the occurrence of lung cancer. *Scand. J. Work. Environ. Health* 14 (1988) 286-292

Battista et al.: Mortality among pyrite miners with low-level exposure to radon daughters. *Scand. J. Work. Environ. Health* 14 (1988) 280-285

Axelson, O.: Cancer risks from exposure to radon progeny in mines and dwellings. *Recent Results Cancer Res.* 120 (1990) 145-165

Pershagen, G., Akerblom, G., Axelson, O. et al.: Residential radon exposure and lung cancer in Sweden. *N. Engl. J. Med.* 330 (1994) 159-164

Hardell, L., Axelson, O.: The boring story of Agent Orange and the Australian Royal Commission. *Med. J. Aust.* 150 (1989) 602

Hardell, L., Eriksson, M., Axelson, O.: Agent Orange in war medicine: an aftermath myth. *Int. J. Health Serv.* 28 (1998) 715-724

Flodin, U., Andersson, L., Anjou, C-G., Palm, U-B., Vikrot, O., Axelson, O.: A case-referent study on acute myeloid leukemia, background radiation and exposure to solvents and other agents. *Scand. J. Work. Environ. Health* 7 (1981) 169-178

Flodin, U., Fredrikson, M., Axelson, O., Persson, B., Hardell, L.: Background radiation, electrical work, and some other exposures associated with acute myeloid leukemia in a case-referent study. *Arch. Environ. Health* 41 (1986) 77-83

Axelson, O., Flodin, U.: Radon and leukaemia. *Lancet* (1989) Sep.16;2 (8664) 673-674

Flodin, U., Fredrikson, M., Persson, B., Axelson, O.: Acute myeloid leukemia and background

radiation in an expanded case-referent study. *Arch. Environ. Health* 45 (1990) 364-366

Forastiere, F. et al., Axelson, O.: Cancer risk and radon exposure. *Lancet* 1992, May 2; 339 (8801) 1115

Axelson, O., Forastiere, F.: Radon as a risk factor for extra-pulmonary tumours. *Med. Oncol. Tumor Pharmacother.* 10 (1993) 167-172

Axelson, O.: Cancer risks from exposure to radon in homes. *Environ. Health Perspect.* 103, Suppl.2 (1995) 37-43

Axelson, O., Fredrikson, M., Akerblom, G., Hardell, L.: Leukemia in childhood and adolescence and exposure to ionizing radiation in homes built from uranium-containing alum shale concrete. *Epidemiology* 13 (2002) 146-150

Wingren, G., Hatschek, T., Axelson, O.: Determinants of papillary cancer of the thyroid. *Am. J. Epidemiol.* 138 (1993) 482-491

Carstensen, J.M. et al.: Occupational risks of thyroid cancer: data from the Swedish Cancer-Environment Register, 1961-1979. *Am. J. Ind. Med.* 18 (1990) 535-540

Axelson, O., Landtblom, A.M., Flodin, U.: Multiple sclerosis and ionizing radiation. *Neuroepidemiology* 20 (2001) 175-178

Tondel, M., Hjalmarsson, P., Hardell, L., Carlsson, G., Axelson, O.: Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident? *J. Epidemiol. Community Health* 58 (2004) 1011-1016 ●

Medizinische Strahlenbelastung

Ermittlung der Strahlenempfindlichkeit

Falls die strahlenempfindlichen Individuen vor einer geplanten therapeutischen Bestrahlung ermittelt werden könnten, wäre eine Dosissteigerung bei den übrigen Personen möglich und der therapeutische Erfolg größer, meinen Strahlentherapeuten. Es wird geschätzt, daß etwa 5 bis 10 Prozent der Menschen eine erhöhte Empfindlichkeit ge-

genüber ionisierender Strahlung besitzen, auch wenn sie an keinem auf genetischen Defekten beruhenden Syndrom leiden, wie Xeroderma pigmentosum, Ataxia teleangiectasia, Nijmegen Breakage Syndrom oder Retinoblastom. Die Strahlenempfindlichkeit ist zwar genetisch determiniert, sie variiert aber nach Einschätzung von Ärzten,