

Hirntumore sind sehr seltene Erkrankungen und die strahleninduzierten haben sehr lange Latenzzeiten. Dennoch verfügt man aus der Frühzeit der Strahlenanwendungen über ein umfangreiches Datenmaterial. 11.000 israelische Kinder wurden in den 1940er bis 1950er Jahren wegen Tinea capitis, einer Pilzerkrankung der Kopfhaut, bestrahlt. Auch bei Kindern aus anderen Ländern mit entsprechender Behandlung zeigte sich später eine auffällige Erhöhung von Meningeomen, ebenso bei 28.000 schwedischen Personen, die im Säuglingsalter wegen Blutschwamm (Hämangiom) bestrahlt worden waren.

Aus diesen Befunden und den Angaben für Erwachsene aus der Literatur leitet sich eine jährliche Anzahl neuinduzierter Hirntumore von 100 bis 1.300 Fällen für die Bundesrepublik Deutschland ab, die einem Anstieg von 1 bis 19 Prozent (Meningeome 2 bis 35 Prozent) pro Jahr entspricht unter der Annahme einer gleichbleibenden CT-Dosis für die Bevölkerung.

Vielen Ärzten ist nicht bekannt, dass Spätschäden nach diagnostischem Röntgen real und konkret in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen wurden. Die Autoren weisen unter anderem auf die vorliegenden Befunde über Hirntumore nach Zahnrontgen hin, siehe Tabelle.

Untersuchung	Alter bei Exposition	Untersuchung auf	Ergebnisse OR
Panoramaschichtaufnahmen der Zähne Bezirk Los Angeles 1972-1979 Patienten mit mehr als 4 Aufnahmen mehr als 9 Jahre vor Diagnose	15-25 Jahre	Meningeome	2,5 P=0,04
Zahnrontgen; Clusteruntersuchung in Missouri 1973-1982	Erwachsene	Nur maligne Tumore	10,7 (1,4-81)
Zahnrontgen Fälle Uppsala Uni-Klinik 1987-1990 mindestens einmal jährlich geröntgt	25-74 Jahre	Meningeome Gliome alle Tumore	2,1 (1,0-4,3) nicht erhöht nicht sign.erhöht
Röntgen im Hals/Kopfbereich Regionen Uppsala-Örebro, Stockholm Fälle 1994-1996 Exposition \geq 5 Jahre vor Diagnose	> 5 Jahre	Meningeome alle Tumore	5,03 (1,60-15,8) 1,64 (1,04-2,58)
Panoramaschichtaufnahmen USA Patienten 1995-2003 mit mehr als 6 Aufnahmen	\geq 18 Jahre	Meningeome	2,04 (1,03-4,17)

Tabelle: **Ergebnisse von Fall-Kontrollstudien über Hirntumore nach diagnostischem Röntgen**

OR Odds ratio (entspricht dem Relativen Risiko)

P Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanz bei $< 0,05$)

Werte in Klammern: 95 % Vertrauensbereich

Ein ebenfalls vernachlässigter Aspekt in den offiziellen Betrachtungen ist das Leukämierisiko bei Kopfbestrahlungen, da sich im Kindesalter bis zu 30 Prozent des Knochenmarks in den Schädelknochen befinden. Die Autoren errechnen 12 bis 24 Neuinduktionen jährlich in der BRD als Folge der pädiatrischen Schädel-CTs. Sie kommen zu dem Schluss, dass sich der seit 1980 registrierte Anstieg der kindlichen Leukämien vollständig durch den Anstieg diagnostischer Röntgenexposition erklären lässt.

Zusammenfassend für alle Krebserkrankungen und gutartigen Tumore im Hals-Kopfbereich in Folge pädiatrischer Schädel-CTs ergeben sich et-

wa 320 Neuinduktionen jährlich, bzw. 3,2 Spätschäden auf 1.000 Scans. Davon ist etwa die Hälfte in jungen Jahren (bis zum Alter von 30) zu erwarten.

Hinzu kommt das Risiko einer Kataraktinduktion durch die Exposition der Augenlinse, ebenfalls in jungen Jahren. Strahlentelex [2] hatte schon früher berichtet, dass Linsentrübungen nach niedriger Dosis in kontaminierten Bevölkerungen festgestellt wurden, wobei die höchste Empfindlichkeit wiederum im Kindesalter vorliegt. Dieses ist auch ein Ergebnis der schwedischen Studien an den Hämangiopatienten.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Umsetzung der Empfeh-

lungen zur Reduktion der CT-Anwendungen nicht allein eine Vorsorgemaßnahme darstellen würde, sondern eine dringend notwendige Umkehr in einer Situation, in der bereits zahlreiche Personen durch Achtlosigkeit und Verharmlosung von Strahlenfolgen geschädigt wurden.

1 Schmitz-Feuerhake, I., Pflugbeil, S., Pflugbeil, C. Röntgenrisiko: Abschätzung der strahleninduzierten Meningeome und anderer Spätschäden bei Exposition des Schädels. Gesundheitswesen 71 (2009) Epub ahead of print.
2 Strahleninduzierte Katarakte (Grauer Star) als Folge berufsmäßiger Exposition und beobachtete Latenzzeiten. Strahlentelex Nr. 456-457 v. 5.1.2006, S. 1-7. ●

Kinderkrebs um Atomkraftwerke

„Das Ergebnis der KiKK-Studie verlangt eine kritische Überprüfung der Annahmen und Modelle des Strahlenschutzes“

Eine ausführliche Darstellung und Betrachtungen zur Bedeutung der Fall-Kontrollstudie des Mainzer Kinderkrebs-

registers zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken in Deutschland (KiKK-Studie [1]) von Ende 2007 hat

jetzt Rudi H. Nussbaum, emeritierter Professor der Physik an der Portland State University in Oregon (USA), in der Juli/September-Ausgabe 2009 des International Journal of Occupational and Environmental Health veröffentlicht [2]. Nussbaum stellt die Studie im Kontext anderer aktueller wissenschaftlicher Arbeiten dar und befaßt sich ausführlich mit der unverständlichen Schlußfolgerung der Autoren der KiKK-Studie (Kaatsch, Spix, Schmiedel, Schulze-Rath, Mergenthaler

und Blettner), daß Radioaktivität als Ursache für die vermehrten Krebserkrankungen von Kindern in der Umgebung von Atomkraftwerken grundsätzlich auszuschließen sei. „Diese nicht gerechtfertigte Schlußfolgerung illustriert die Dissonanz zwischen Annahmen und Beweisen“, kommentiert Nussbaum und rügt, daß der „gegenwärtige Kenntnisstand der Radiobiologie“ in seiner am weitesten verbreiteten Version eine ganze Reihe radiobiologischer und dosimetrischer Faktoren nicht zur

Kenntnis nimmt.

So bleibe 1. die Tatsache unberücksichtigt, daß die *Strahlenrisiko-Modelle*, die von den meisten Studien zu Strahlung und Gesundheit zugrundegelegt werden, hauptsächlich auf einer Lebenszeitstudie an einer Population japanischer Überlebender aus Hiroshima und Nagasaki basieren. Diese Studie begann 1950, also zu einer Zeit, als diese Population im ersten Jahrfünft nach den Atombombenabwürfen auf die japanischen Städte bereits ihre am wenigsten widerstandsfähigen Mitglieder verloren hatte – die ganz jungen und die sehr Alten. Daher sind die Überlebenden der Atombombe eine *ausgewählte Population* und damit wohl kaum eine angemessene Kohorte, die als Standard zur Bestimmung von Strahlenrisiken in normalen Populationen geeignet wäre.

2. bleiben *innere Expositionen* unberücksichtigt, die in den gängigen Niederdosis-Risikoschätzungen nicht angemessen modelliert werden. Die Überlebenden der Atombomben waren einem einzigen Blitz aus hochenergetischen Gammastrahlen aus den Atombomben ausgesetzt (*äußere Exposition*). Ein Bruchteil der „Niederdosis“-Überlebenden war auch radioaktivem Fallout ausgesetzt, was äußere und innere Exposition bewirkte. Die zusätzliche Dosis durch

diesen Fallout wurde nie in die Überlebendenstudie einbezogen. Im Gegensatz zu amtlichen Annahmen sind die gesundheitlichen Auswirkungen durch Reaktoremissionen, wie die in der KiKK-Studie untersuchten, wahrscheinlich das Resultat *innerer Expositionen*, die radiobiologische Mechanismen ganz anderer Art als bei äußeren Expositionen in Gang setzen.

3. Die wissenschaftlichen Belege dafür, daß die *Strahlenempfindlichkeit in den frühen Entwicklungsstadien von Embryo und Fötus wesentlich höher ist*, werden gleichfalls nicht berücksichtigt.

4. Die Zusammenstellung *biologisch wirksamer Spaltprodukte in den Emissionen der Reaktoren*, die zur Schätzung des Strahlenrisikos der Wohnbevölkerung in der Umgebung benutzt wurde, ist unvollständig. Ingestion und Inhalation verschiedener Radioisotope wie Tritium oder Kohlenstoff-14 werden ignoriert.

5. Unberücksichtigt bleibt auch die Tatsache, daß die individuelle Belastung entscheidend durch *hochvariable örtliche Bedingungen* wie Wind, Niederschlag und Topographie bestimmt wird, Bedingungen also, die die Verteilung der Radioisotope in der Umwelt und Biosphäre und schließlich die Aufnahme durch den Menschen beeinflussen. Die sich daraus erge-

benden Auswirkungen auf die Gesundheit sind bei der Prognose strahlenbedingter Schäden in der Umgebung von Kernkraftwerken nicht angemessen bedacht worden. Die anzunehmende kausale Verknüpfung der Leukämieinzidenz und der Emission von Zerfallsprodukten könnte durch einen Vergleich der Inzidenzraten in Gebieten im direkten Abwind der Schornsteine mit denen in Gebieten entgegen der Hauptwindrichtung mit höherer Empfindlichkeit getestet werden.

6. Die *verschiedenen Arten der Aufnahme der von Reaktoren emittierten Radioisotope* (Tritium, Kohlenstoff-14, Cäsium, Radiojod, das langlebige Jod-129 inclusive) durch den Menschen und ihre *Akkumulation* in spezifischen Organen oder Geweben wird ebenso nicht berücksichtigt.

7. Unberücksichtigt bleibt die *gesteigerte biologische Wirkung sehr niedrig energetischer Elektronen* (ein wichtiger Bestandteil der von gewissen Spaltprodukten emittierten Primär- und Sekundärstrahlung). Außerdem sind in den gängigen dosimetrischen Modellen *die verschiedenartigen Eigenschaften von Alpha-, Beta- und Gamma-Emissionen, molekulare Verbindungen zu zerstören*, und deren hohe Abhängigkeit von der Energie nicht angemessen integriert.

8. Unberücksichtigt bleibt, daß die den Annahmen zufolge angeblich unbedeutenden Belastungen in einigen Fällen durch Untersuchungen zu *strahlenspezifischen Chromosomenschädigungen* im Blut von Anwohnern von Kernreaktoren verifiziert worden sind.

9. Unberücksichtigt bleibt eine wahrscheinlich *nicht-lineare Dosis-Wirkungsbeziehung* für Belastungen durch Niedrigdosisstrahlung, welche die zur Zeit auf einem linearen Modell beruhenden Risikoabschätzungen äußerst unsicher macht.

Die KiKK-Studie, so Nussbaum, zeigt die Notwendigkeit, Unsicherheiten, Fehler und unangemessene Verallgemeinerungen bei den grundlegenden Annahmen und Modellen, auf denen die gegenwärtigen Strahlenschutzstandards und -Regulierungen beruhen, kritisch zu überprüfen.

1. Strahlentelex hatte ausführlich berichtet, s. Nr. 504-505 v. 10.01.2008 und folgende, www.strahlentelex.de/kinderkrebs_bei_atomkraftwerken.htm

2. Rudi H. Nussbaum: Childhood Leukemia and Cancers Near German Nuclear Reactors: Significance, Context, and Ramifications of Recent Studies. *Int J Occup Environ Health* Vol 15, No 3 (2009), p. 318-323. www.ijoe.com/index.php/ijoe/article/view/1151

Atomwirtschaft

Strahlende Zukunft

Der russische Atomkonzern Rosatom und Siemens schmieden ein Komplott: Sie wollen den Weltmarkt der Atomkraftwerke erobern.

Von Bernhard Clasen

„Deutschland und Russland bauen Zusammenarbeit weiter aus“, titelte eine Zeitung nach dem jüngsten Besuch des russischen Präsidenten Dmitrij Medwedjew in Deutschland

am 16. Juli 2009. Wie sehr hatte man doch im Kalten Krieg auf derartige Schlagzeilen gewartet. Besonders strahlende Perspektiven bieten sich nun der russischen und deut-

schen Atomindustrie.

Am 3. März 2009 hatten der Chef des staatlichen russischen Atomkonzerns Rosatom, Sergej Kirijenko, und Siemens-Chef Peter Löscher ein „Memorandum of Understanding“ für eine weitere Zusammenarbeit unterzeichnet. Noch in diesem Jahr wollen Siemens und Rosatom ein gemeinsames Unternehmen gründen. Sein Ziel: Gemeinsam will man ein Drittel des boomenden Weltmarktes neu zu bauender Atomkraftwerke erobern, gemeinsam die Num-

mer eins in dieser neuerdings wieder gefragten Wirtschaftssparte sein.

Beide Vertragspartner gehen davon aus, dass bis 2030 weltweit 400 neue Atomkraftwerke gebaut werden. Siemens-Chef Löscher rechnet mit einem Marktpotenzial von 1000 Milliarden Euro. Bis 2015 will die russische Regierung 35 Milliarden Euro in die Atomwirtschaft investieren. Ist der endgültige Vertrag mit Rosatom erst einmal unter Dach und Fach, wird auch Siemens einen Teil des war-