

Strahlentelex

mit ElektromogReport

Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

ISSN 0931-4288 www.strahlentelex.de • www.abstractnow.com Nr. 426-427 / 18. Jahrgang, 7. Oktober 2004

Strahlenfolgen:

Oft wird heute noch die Auffassung vertreten, daß die Chronisch Lymphatische Leukämie (CLL) nicht durch ionisierende Strahlung auslösbar sei. Daß dieser unbelegte Glaube nicht haltbar ist, zeigen Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake und Dr. Sebastian Pflugbeil.

Seite 1

Nachruf:

Dr. rer. nat. habil. A. Frederick G. Stevenson starb am 2. Juni 2004 mit 59 Jahren. Er war einer der selten gewordenen hochqualifizierten, international angesehenen und unabhängigen Strahlenbiologen. Eine Würdigung von Prof. Dr. Otmar Wassermann.

Seite 5

Medizinische Strahlenbelastung:

Bei „Vorsorge“-Untersuchungen mit dem Computertomographen (CT) ist das Strahlenrisiko nicht vernachlässigbar. Darauf weisen Radiologen von der Columbia University in New York hin, nachdem sie die Strahlendosen berechnet hatten.

Seite 7

Strahlenschutz:

Für die neuen Dosismessgrößen der neuen Strahlenschutzverordnung werden neue Dosimeter entwickelt, die größere Dosiswerte messen. Ergebnis der Umstellung ist, daß bei gleichem absolutem Risiko die Risikokoeffizienten verkleinert werden.

Seite 7

Berufliche Strahlenbelastung / Strahlenfolgen

Die Strahleninduzierbarkeit der Chronisch Lymphatischen Leukämie (CLL)

Von Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake und Dr. Sebastian Pflugbeil

Einleitung

Gutachter, die die Berufsbedingtheit von Krebserkrankungen beruflich strahlenexponierter Personen zu beurteilen haben, werden immer wieder mit Fällen von Chronisch Lymphatischer Leukämie (CLL) befaßt. In der Fachwelt wird heute noch die Auffassung vertreten, daß

diese im Gegensatz zu den anderen Arten der Leukämieerkrankungen durch ionisierende Strahlung nicht auslösbar sei.

Bereits in den 1980er Jahren kamen jedoch Hämatologen – in der sogenannten Kiel-Klassifikation – zu der Erkenntnis, daß die CLL nicht zu den leukämischen Erkrankungen ge-

höre, sondern der Gruppe der niedrig malignen Non Hodgkin-Lymphome zuzuordnen sei. Dieses ist heute allgemeiner Erkenntnisstand. Im Deutschen Ärzteblatt 1997 heißt es in einem Tagungsbericht von Hellriegel über einen Konsensus der Deutschen Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie und anderer Gesellschaften: „Die chronische lymphatische Leukämie (CLL) ist den Non-Hodgkin-Lymphomen (NHL) niedrigen Malignitätsgrades zuzuordnen. In der westlichen Hemisphäre leiten sich etwa 95 Prozent der Fälle von der B-Zell-Reihe ab (B-CLL)“.

Leukämien gehen von den blutbildenden Zellen des Knochenmarks aus, während ma-

line Lymphome Erkrankungen des lymphatischen Systems sind, bei denen Tumore in den Organen des lymphatischen Systems (Lymphknoten, Milz) gebildet werden. Dabei können auch Lymphozyten (weiße Blutkörperchen) in die Blutbahn ausgeschüttet werden, so daß zum Beispiel bei der B-CLL typischerweise eine stetig erhöhte Blutlymphozytenzahl vorliegt. Wegen dieser Begleiterscheinung ist die Bezeichnung CLL und damit „Leukämie“ (Weißblütigkeit) noch gebräuchlich. Auch kann die B-CLL differentialdiagnostisch von anderen Formen der B-NHL niedrigen Malignitätsgrades unterschieden werden. Dazu bedarf es aber moderner Methoden der Zellbiologie [Hellriegel 1997], so daß in der älteren Literatur keineswegs von einer Abgrenzung der CLL gegenüber den NHL ausgegangen werden kann.

Non Hodgkin-Lymphome sind eindeutig strahleninduzierbar. Beim B-Zell-Typ geht

man davon aus, daß die Tumorbildung durch eine einzelne maligne veränderte Zelle – einen B-Lymphozyten – initiiert wird [Begemann 1986]. Dieser gleiche Entstehungsmechanismus und die Tatsache, daß bei allen Formen der B-NHL erkennbare Chromosomenaberrationen in den Lymphozyten als Indikator für eine auch durch Strahlen erzeugbare Mutation auftreten, erlauben es nicht, bei der B-CLL eine Unempfindlichkeit gegenüber ionisierender Strahlung anzunehmen.

Daß die CLL früher nicht als Strahlenfolge bekannt geworden ist, hängt unter anderem damit zusammen, daß 1. diese Art Erkrankung sehr selten auftritt, so daß sehr große Kollektive untersucht werden müssen, um den Effekt statistisch zu erkennen, 2. daß die Latenzzeiten im Gegensatz zu denen der übrigen Leukämieerkrankungen sehr lang sind, so daß die entsprechenden

Kollektive auch über große Zeiträume beobachtet werden müssen, und daß 3. die CLL wegen der niedrigen Malignität auch früher mit langen Überlebenszeiten einherging und häufig nicht als Todesursache registriert wurde, so daß sie in Mortalitätsstudien nicht erschien.

Die ersten großen menschlichen Kollektive, aus denen die Strahlenforschung ihre Erkenntnisse zog – die Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki sowie Kollektive nach Strahlentherapie bei Morbus Bechterew und wegen gynäkologischer Erkrankungen – wurden jedoch bezüglich der **Krebsmortalität** untersucht.

Auch die anderen malignen Lymphome wurden lange nicht als Strahleneffekt betrachtet, obwohl sie schon früh als Folge von beruflicher Strahlenexposition – also nach relativ geringer Strahlendosis

– registriert wurden. Amerikanische Röntgenärzte, die in den Jahren 1940-49 in die Amerikanische Gesellschaft für Radiologie eintraten, zeigten ab der Altersklasse 60 Jahre eine 3- bis 6-mal höhere Mortalität an Lymphomen als Ärzte ohne Strahlenanwendungen [Matanowski 1975]. Mit zunehmender Untersuchungsdauer und Nachkontrolle größerer Patientenkollektive wurden auch nach strahlentherapeutischen Maßnahmen immer häufiger erhöhte Raten an NHL festgestellt. Die nachfolgende Tabelle 1 enthält Ergebnisse aus Studien bei verschiedenen Bestrahlungssituationen, aus denen man entnehmen kann, daß die Strahleninduzierbarkeit der NHL als gesichert angesehen werden muß.

Die Erkenntnisse von Gutachten, die in den Jahren 1984 und 1991 bereits zur Anerkennung von als „Chronische Lymphatische Leukä-

mie“ bezeichneten Erkrankungen als Folge einer beruflichen Strahlenbelastung führten, haben sich somit bestätigt [Sammlung Sozialgerichtl. Entscheidungen 1985, Sozialvers. 1992].

Dosis-Wirkungs-Zusammenhang beim strahleninduzierten Non Hodgkin-Lymphom

Um die Wahrscheinlichkeit für eine Strahlenursache einer Erkrankung abzuschätzen, ist eine Angabe über die Abhängigkeit des Effektes von der Dosis bei vergleichbarer Bestrahlungssituation erforderlich. Wegen der obengenannten Unsicherheiten von Mortalitätsstudien wären Daten über die strahleninduzierte Inzidenz vorzuziehen.

In Tabelle 1 wird in Spalte 7 eine Risikozahl angegeben, die die Anzahl der erzeugten NHL pro Jahr in einem Kollektiv von 10.000 Personen nach Bestrahlung mit einer

Tabelle 1: Literaturangaben über Non Hodgkin-Lymphome nach Bestrahlung

	Bezeichnung der Krankheit	Anzahl exponierter Personen	Personen x Jahre	beobachtete Fälle	erwartete Fälle	Relatives Risiko	Dosis in Sv	Strahlen-Risiko $10^{-4} \text{ Sv}^{-1} \text{ a}^{-1}$	Bemerkungen
Mortalität									
Britische Nukleararbeiter [Beral et al. 1985]	NHL	20.382	326.112	12	7,2	1,7	0,032	4,6	Nur Männer mit Dosisnachweis/ Healthy worker-Effekt 0,73
Beschäftigte Atomwaffenfabrik Rocky Flats [Wilkinson et al. 1987]	NHL		25.753	3	0,5	6,0			Vergleich Kohorte <10 mSv mit >10 mSv
Strahlentherapie bei Morbus Bechterew [Weiss et al. 1994]	NHL	13.914		23	8,1	2,8	2,64	4,1	5-25 Jahre nach Bestrahlung
Strahlentherapie bei Magengeschwür [Griem et al. 1994]	NHL	1.831	39.367	12	6,4	1,9	1,55*)	0,92	
Dänische Thorotraststudie [Visfeldt et al. 1995]	NHL+CLL	1.003		4+2	< 0,2	30	keine Angabe		
Deutsche Thorotraststudie [v. Kaick et al. 1999]	NHL+CLL	2.326		15+3	4,1+2,4	2,8	keine Angabe		
Inzidenz									
Strahlentherapie bei Zervixkarzinom [Boice et al. 1988].	NHL	150.000		94		2,5	7,1*)	0,04	Fall-Kontroll-Studie
Strahlentherapie bei Morbus Hodgkin [Boivin, o'Brien 1988]	NHL	6513	14.383	4	0,8	5,0	keine Angabe		Fälle u. Pers.Jahre ohne Chemotherapie, 13 Fälle ges.
Hiroshima/Nagasaki Männer [Preston et al. 1994]	NHL	35.500	859.398	41	35,1	1,17		0,6	Risikoangabe durch Autoren
Radiumtherapie bei HNO-Patienten [Ronckers et al. 2002]	NHL	3.440	108.014	12	5	2,4	0,005*)	130	

*) Knochenmarksdosis

mittleren Dosis von 1 Sv bedeuten soll. Diese Zahl entspricht auch der Wahrscheinlichkeit, mit der eine einzelne Person pro Jahr durch die Bestrahlung mit 1 Sv erkrankt. Besonders bei den Inzidenzstudien zeigt jedoch diese Auswertung enorme Unterschiede, die sich aus den Unsicherheiten der Dosisbestimmung erklären lassen. Einige Autoren beziehen sich auf die Knochenmarksdosis. Diese ist aber für die Entwicklung von NHL nicht relevant, weil sie auch in den Lymphozyten außerhalb des Knochenmarks ausgelöst werden kann.

Die Bezugsgröße muß daher die Gesamtkörperdosis sein und ein Vergleich ist eigentlich nur möglich, wenn bei der zu untersuchenden Person und bei dem Kontrollkollektiv die gleiche Dosisverteilung im Körper vorliegt, da die Lymphozyten nicht gleichmäßig im System verteilt sind. Bei den therapeutischen Bestrahlungen, die nur kleine Ausschnitte des Körpers erfassen, kommt hinzu, daß im bestrahlten Gewebe die Dosen so hoch sind, daß sie zelltötend wirken und daher die Tumorbildung unterdrücken. Daher ist auch im bestrahlten Feld der erwartete Effekt nicht dosisproportional, sondern wird für Situationen bei niedrigerer Dosis unterschätzt. Da für einen konkreten zu begutachtenden Fall jedoch gegenwärtig kein ideales Referenzkollektiv verfügbar ist, soll trotz der genannten Einschränkungen im folgenden anhand der aufgeführten Untersuchungen, die Angaben über die Dosis enthalten, eine Art Vertrauensbereich für den Strahlenrisikofaktor abgeleitet werden. Dieser ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

a) Britische Nukleararbeiter [Beral et al. 1985]

Nur für einen Teil der Beschäftigten konnten Dosisdokumente herangezogen werden. Die Autoren halten die Dosisbestimmung für sehr

ungenau. Einerseits besteht das Problem, daß Filmplaketten, die gewöhnlich am Rumpf getragen werden, nur einen Teil des Körpers erfassen und dabei eine Oberflächendosis messen. Letzteres kann bedeuten, daß es bei der durchdringenden Strahlungskomponente zu einer Überschätzung der Gesamtkörperdosis kommt. Andererseits wird inkorporierte Radioaktivität durch diese Messung nicht erfaßt, so daß eine erhebliche Unterschätzung ebenfalls möglich ist.

Bei der Risikoangabe in Tabelle 1 wurde (von den Verfassern) ein „Healthy worker“-Effekt berücksichtigt, der von den Autoren ermittelt wurde. Als Vergleichsgruppe diente in der Studie die Bevölkerung Großbritanniens. Man beobachtet bei solchen Vergleichen, daß Arbeitnehmer in ausgelesenen Berufsgruppen eine geringere Sterblichkeit als die allgemeine Bevölkerung haben, so daß ein Strahleneffekt verdeckt werden kann. In diesem Fall wurde eine um 73 Prozent geringere Gesamtkrebsmortalität bei den Nukleararbeitern festgestellt und deshalb für den Erwartungswert bei NHL ein entsprechend verringerter Referenzwert aus der Allgemeinbevölkerung verwendet.

Da strahleninduzierte NHL im allgemeinen erst viele Jahre nach der Exposition erscheinen, ist es sinnvoll, die erwarteten Effekte auf „Risikojahre“ zu beziehen, in dem man eine davor liegende induktionsfreie Zeitspanne ansetzt. Um es mit den japanischen Atombombenüberlebenden gleichzusetzen, bei denen die Erkrankungen erst ab 1950 registriert wurden – 5

Jahre nach den Bombenabwürfen – werden in Tabelle 3 die Personjahre für die Nukleararbeiter entsprechend abgezogen.

Um aus der angegebenen Mortalität die Inzidenz abzuschätzen, wurde angenommen, daß Mortalität und Inzidenz in einem Verhältnis von 54,7 Prozent stehen. Dieses ergibt sich aus einer Untersuchung an den japanischen Atombombenüberlebenden für NHL [Ron 94].

Insgesamt ergibt sich damit der Strahlenrisikofaktor für die Inzidenz zu 16,8 (Tabelle 3, Spalte 5).

b) Strahlentherapie bei Morbus Bechterew [Weiss et al. 1994]

Der Strahlenrisikofaktor in Tabelle 3 ergibt sich aus der Annahme über die erhöhte Inzidenz entsprechend a).

c) Strahlentherapie bei Magengeschwür [Griem et al. 1994]

Bei der Abschätzung der strahleninduzierten Inzidenz wurden ebenfalls die Personjahre um die ersten 5 Jahre reduziert und die Mortalitäts-/Inzidenz-Relation 0,547 eingesetzt. Des weiteren wurde die mittlere Ganzkörperdosis abgeschätzt, um die in Tabelle 1 angegebene Knochenmarksdosis zu ersetzen. Die Ganzkörperdosis ergibt sich aus der Annahme, daß das bestrahlte Körpervolumen bei dieser Therapie 7,5 Prozent des Körpervolumens betrug und nach Griem et al. eine mittlere Dosis von 14,8 Sv erhielt.

d) Inzidenzstudie Strahlentherapie bei Zervixkarzinom [Boice et al. 1988]

Die mittlere Knochenmarksdosis des Kollektivs wird mit

7,1 Sv angegeben und die Bindegewebsdosis im Strahlenfeld mit 7 Sv. Die mittlere Ganzkörperdosis dürfte daher etwa bei 0,7 Sv liegen.

Bei diesen Patientinnen wurde das primäre Tumorgewebe mit vergleichsweise extrem hohen Dosen bestrahlt. Unbestrahlte Kontrollen standen bei den als Sekundärtumoren aufgetretenen NHL-Fällen nicht zur Verfügung, daher wurden Kontrollen aus der Dosisgruppe < 2 Sv verwendet. Somit bewegt man sich in einem Dosisbereich, bei dem der Effekt nicht annähernd mehr als dosisproportional anzusehen ist. Diese Untersuchung wird deshalb als geeignete Referenz für die Betrachtung ausgeschlossen.

e) Überlebende von Hiroshima und Nagasaki [Preston et al. 1994]

Wegen ihrer großen Anzahl und der jahrzehntelangen Beobachtungsdauer bilden die japanischen Atombombenüberlebenden das bevorzugte Referenzkollektiv bei Strahlenbelastungen. Gerade bei dem hier interessierenden Typ von Erkrankung zeigen sich jedoch Diskrepanzen, die die Verlässlichkeit der Dosisbestimmung in Frage stellen. Der Dosiswirkungszusammenhang wird ermittelt, in dem man das Untersuchungskollektiv in Dosiskohorten unterteilt und die Erkrankungsraten für jede Kohorte über der Dosis aufträgt. In der niedrigsten Dosisgruppe „<10 mSv“ wurden bei 1166.114 Personjahren (Männer und Frauen) 104 NHL-Fälle aufgefunden. Das ergibt eine vergleichsweise enorme Inzidenz von 8,9 Fällen auf 100.000 pro Jahr für eine Bevölkerung aus allen Altersklassen [Becker 1998].

In dem Bericht von Preston et al. (1994) wird erwähnt, daß in der Kohorte „Not in city“ (NIC) aus der japanischen Studie 55 NHL aufgetreten sind. Diese Untergruppe wird aber nicht weiter zu Schlußfolgerungen herangezogen.

Tabelle 2: Inzidenz für Non Hodgkin-Lymphome (ICD 200, 202) nach japanischen Krebsregistern [Doll 1970]

	Zeitraum	Inzidenz [10 ⁻⁵ a ⁻¹] [Fälle pro 100.000 pro Jahr]	
		Männer	Frauen
Miyaji 1,74 Mill. Einwohner	1962-64	2,9	1,7
Okayima 1,65 Mill. Einwohn.	1966	3,1	1,4
Mittelwert		2,3	

Sie diente früher als Kontrollgruppe und besteht aus Personen, die sich zur Zeit der Atombombenabwürfe nicht in Hiroshima oder Nagasaki aufhielten, sondern danach in die Städte kamen, um dort nach Verwandten zu suchen oder Dienste zu leisten.

Bis 1971 waren in der NIC-Gruppe 28 Fälle von CLL festgestellt worden [Ichimaru 1976]. Diese Fallzahlen sind in den späteren Reports nicht mehr aufgetaucht. Dies hängt wahrscheinlich mit der durchgeführten Neuklassifizierung der Leukämieerkrankungen zusammen. Genau so auffällig ist aber die später genannte hohe Zahl an NHL. Bei der Dosisbetrachtung des Untersuchungsinstituts in Hiroshima geht nur die Direktstrahlung zur Zeit der Bombenexplosion ein. Diverse Untersucher haben jedoch darauf hingewiesen, daß eine verbleibende Strahlung durch radioaktiven Fallout und Neutronenaktivierung im Häusermaterial und Boden der Städte erzeugt wurde, die nicht vernachlässigbar ist. Diese Strahlungskomponente wurde zu 0,2 Sv abgeschätzt [Carbonell 83, 84].

Sowohl die NIC-Gruppe des japanischen Kollektivs als auch die Niederdosisgruppe „<10 mSv“ haben eine solche zusätzliche Exposition erhalten. Die Modellierung des Dosiswirkungszusammenhangs durch Preston et al. unter Berücksichtigung nur der Bom-

bendirektstrahlung ist somit unzureichend. Daher wird die Auswertung durch die Befunde in den sehr großen Untergruppen NIC und „<10 mSv“ ersetzt, die zusammen von 1950 bis 1987 etwa 2 Millionen Personenjahre und 155 NHL-Fälle aufweisen.

Zur Ermittlung des Erwartungswertes können 2 Krebsregister in Japan herangezogen werden. Sie wurden für die Bezirke Miyaji und Okayima in den Jahren 1962-64 bzw. 1966 geführt; siehe Tabelle 2.

Aus der in Tabelle 2 dargestellten mittleren Inzidenz ergibt sich ein Erwartungswert für die Gruppen NIC+ „<10 mSv“ von 45,7 NHL-Fällen, und führt so zu dem in Tabelle 3 aufgeführten Strahlenrisiko 2,8.

f) Radiumtherapie bei HNO-Patienten [Ronckers et al. 2002]

Bei diesen Patienten wurden Radiumpräparate in den Nasen-Rachen-Raum eingebracht, um Ohrenerkrankungen zu behandeln. Zur Dosisbestimmung wurde von den Autoren wiederum der Anteil des im Strahlenfeld liegenden Knochenmarks bestimmt, das sich bei dieser Applikation hauptsächlich am Schädelrand und damit in einiger Entfernung von der Strahlenquelle befindet, und die Dosis über das gesamte Knochenmark des Körpers gemittelt. Dadurch ergibt sich die sehr

kleine angegebene Dosis von 0,005 Sv (Tabelle 1).

Nimmt man den gesamten Kopf als bestrahltes Lymphozytenvolumen an und berechnet dann die mittlere Gesamtkörperdosis, ergibt sich eine um etwa den Faktor 3 größere Dosis und ein kleineres Strahlenrisiko für NHL (Tabelle 3).

Aus den Literaturangaben lassen sich somit derzeit Strahlenrisikofaktoren für die NHL- und damit CLL-Inzidenz zwischen 3,1 und 48 Fällen pro 10.000 Sv·a ableiten mit einem Mittelwert von 15,6 (Einzelrisiko: 0,156%/Sv·a), wobei die Ganzkörperdosis gemeint ist.

Diskussion und Schlußfolgerungen

In Untersuchungen der Spätfolgen in strahlenexponierten Kollektiven wird die Strahleninduzierbarkeit von CLL derzeit im allgemeinen von vornherein ausgeschlossen und nicht weiterverfolgt [siehe z.B. v. Kaick et al. 1999]. Richardson und Mitarbeiter [2004], die die gleiche Fragestellung in Zusammenhang mit der Anerkennung von Berufskrankheiten in den USA untersuchten, zeigen hingegen, daß ein gesicherter Ausschluß der Strahleninduktion von CLL weder aus den japanischen Daten noch aus anderen klassischen Referenzkollektiven epidemiologisch jemals möglich war. Sie verweisen in ihrer Begründung für

eine Anerkennung der Strahlenursache auf die molekular-genetischen Befunde bei dieser Erkrankung, die mit Chromosomenveränderungen einhergeht, die typischerweise durch ionisierende Strahlung induzierbar sind.

Der hier vorgetragene Analogieschluß basiert auf der Erkenntnis, daß CLL als Untergruppe der NHL aus einer malignen Veränderung des gleichen Zelltyps hervorgeht. Über die Strahleninduzierbarkeit von NHL auch im Berufsmilieu gibt es eine Reihe von Belegen. Im weiteren wird darauf hingewiesen, daß im Gegensatz zu üblichen Feststellungen bei den mit radioaktivem Fallout der Atombomben belasteten Japanern sehr wohl eine erhöhte Rate von CLL diagnostiziert wurde. Allerdings sind später andere Klassifizierungen der Leukämieerkrankungen vorgenommen worden [Richardson et al. 2004], so daß ein Vergleich mit heutigen Befunden große Unsicherheiten in sich birgt.

Es wird höchste Zeit, daß betroffenen Arbeitnehmern mit CLL die Anerkennung als Berufskrankheit nicht mit dem Hinweis auf die angebliche Ausgeschlossenheit einer Strahlenursache verweigert wird.

Tabelle 3: Geschätzte Inzidenz für strahleninduzierte NHL nach Dosiskorrektur und Ergänzungen bei den Kollektiven mit Dosisangaben in Tabelle 1

Kollektiv	Fälle beobachtet – erwartet	Ganzkörperdosis [Sv]	Personen x Risikojahre	Strahlenrisiko $10^{-4} \text{ Sv}^{-1} \text{ a}^{-1}$	nach Autoren
a) Britische Nukleararbeiter	4,8	0,032	224.203	16,8	Beral 1985
b) Therapie Morbus Bechterew	14,9	2,64		7,5	Weiss 1994
c) Therapie Magengeschwür	5,6	1,1	30.212	3,1	Griem 1994
d) Therapie Zervixkarzinom		0,7		(0,4)	Boice 1988
e) Japan. Kohorte „Fallout“	113,3	0,2	1.988.508	2,8	Preston 1988,94
f) Radiumtherapie HNO	7	0,016	90.814	48	Ronckers 2002
Mittelwert ohne Zervixkarzinom				15,6	

Becker, N., Wahrendorf, J.: Krebsatlas der Bundesrepublik Deutschland 1981-1990. 3. Aufl., Springer 1998

Begemann, H., Rastetter, J. (Hrsg.): Klinische Hämatologie. Thieme 1986

Beral, V., Inskip, H., Fraser, P., Booth, M., Coleman, D., Rose, G.: Mortality of employees of the United Kingdom Atomic Energy Authority, 1946-1979. Brit. Med. J. 291 (1985) 440-447

Boice, J.D., Engholm, G., Klei-nerman, R.A. et al.: Radiation dose and second cancer risk in patients treated for cancer of the cervix. Radiat. Res. 116 (1988) 3-55

Boivin, J-F, o'Brien, K.: Solid cancer risk after treatment of Hodgkin's disease. Cancer 61 (1988) 2541-2546

Carbonell, P., Krüger, E.H., Schmitz-Feuerhake, I.: The contribution of fallout to the doses in Hiroshima and Nagasaki. *Proceed. 7th Int. Congr. Radiation Research*, Amsterdam July 3-8, 1983, C8-02

Carbonell, Pere: Spätschäden durch Fallout- und Aktivierungsstrahlung der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki. *Dissertation Universität Bremen* 1984

Doll, R., Muir, C., Waterhouse, J. (Eds.): *Cancer Incidence in Five Continents. Vol.II. Int. Union Against Cancer*. Springer 1970

Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Arbeit, Gesundheit u. Soziales: *Hamburger Krebsdokumentation 1989-1991*

Griem, M.L., Kleinerman, R.A., Boice, J.D.Jr., Stovall, M., Shefner, D., Lubin, J.H.: Cancer following radiotherapy for peptic ulcer. *J. Natl. Cancer Inst.* 86 (1994) 842-849

Hellriegel, K.-P.: *Chronische lymphatische Leukämie und*

Haarzellen-Leukämie. Deutsches Ärzteblatt 94 (1997) C-97-C-100

Ichimaru, M., Ichimaru, T., Belsky, J.L. et al.: Incidence of leukemia in atomic bomb survivors, Hiroshima & Nagasaki 1950-71. *Radiation Effects Research Foundation, Technical Report RERF 10-76, Hiroshima 1977*

van Kaick, G., Dalheimer, A., Hornik, S., Kaul, A., Liebermann, D., Lührs, H., Spiethoff, A., Wegener, K., Wesch, H.: The German Thorotrast Study: recent results and assessment of risks. *Radiation Research* 152 (1999) S64-S71

Matanowski, G., Seltser, R., Sartwell, P.E., Diamond, E.L., Elliott, E.E.: The current mortality rates of radiologists and other physician specialists: specific causes of death. *Am. J. Epidemiol.* 101 (1975) 199-210

Preston, D.L., Kusumi, S., Tomonaga, M. et al.: Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III: Leukemia, lymphoma and

multiple myeloma, 1950-1987. *Radiat. Res.* 137 (1994), S68-S97

Richardson, D., Wing, S., Hoffmann, W., Schroeder, J., Schmitz-Feuerhake, I.: Ionizing radiation and chronic lymphocytic leukemia. 2004, zur Publ. eingereicht

Ron, E., Preston, D.L., Mabuchi, K., Thompson, D.E., Soda, M.: Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part IV: Comparison of cancer incidence and mortality. *Radiat. Res.* 137 (1994) 98-112

Ronckers, C.M., Van Leeuwen, F.E., Hayes, R.B., Verduijn, P.G., Stovall, M., Land, C.E.: Cancer incidence after nasopharyngeal radium irradiation. *Epidemiology* 13 (2002) 552-560

Saarland. Ministerium für Frauen, Arbeit u. Soziales: *Jahresberichte Krebsregister Saarland 1994-97 Sammlung Sozialgerichtlicher Entscheidungen Nr. 141, Unfallversicherung, BRD 1985*, pp. 576-579

Sozialversicherung, Die: Urteil des Landessozialgerichts Nord-

rhein-Westf. V. 5.12.1991 - L 1 U 45/87 - Eine Verursachung durch ionisierende Strahlen für die Krankheitsgruppe der niedrig malignen Non-Hodgkin-Lymphome wird nicht mehr in Frage gestellt. Juli 1992, 195-196

Visfeldt, J., Andersson, M.: Pathoanatomical aspects of malignant haematological disorders among Danish patients exposed to thorium dioxide. *APMIS* 103 (1995) 29-36

Vogt, H.-G., Schultz, H.: *Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes*. Carl Hanser Verlag München 1992

Weiss, H.A., Darby, S.C., Doll, R.: Cancer mortality following x-ray treatment for ankylosing spondylitis. *Int. J. Cancer* 59 (1994) 327-338

Wilkinson, G.S., Tietjen, G.L., Wiggs, L.D. et al.: Mortality among plutonium and other radiation workers at a plutonium weapons facility. *Am. J. Epidemiol.* 125 (1987) 231-250 ●

Nachruf

Fred Stevenson

25. Juli 1944 – 2. Juni 2004

Wir haben einen treuen Freund verloren

Dr. rer. nat. habil. Abraham Frederick Gunaraj Stevenson war einer der in Deutschland – infolge des systematisch-destruktiven Einflusses der Atomwirtschaft auf das ihr lästige Fach Strahlenbiologie – sehr selten gewordenen hochqualifizierten, international angesehenen und von Industrie und Politik unabhängigen Strahlenbiologen.

Geboren in der ehemaligen britischen Kronkolonie Malakka (heute Malaysia) als 8. Kind einer chinesischen Mutter und eines indischen Vaters (Arzt), absolvierte er 1970 mit Auszeichnung seine Hochschulausbildung an der Universität Rajasthan in Jaipur, Indien, und mit einer Spezialisierung für das Fach Strahlenbiologie.

Sein wissenschaftlicher Weg führte ihn zunächst an die Universität Freiburg, wo er 1973 mit einem den strahlen-

toxikologisch wichtigen Isotopen ⁹⁰Strontium und ⁹⁰Yttrium gewidmeten, bis heute und leider noch in Zukunft aktuellen Thema bei H. Langengendorff promovierte. Es folgten – dank der seit Jahrzehnten kurzzeitigen Wissenschaftspolitik in Deutschland – wechselvolle wissenschaftliche Wanderjahre, die Fred Stevenson einerseits zu angesehenen Instituten und interessanten Aufgaben führten, andererseits aber stets in die sozial unwürdige Abhängigkeit von befristeten Zeitverträgen¹ brachten: INSERM Bordeaux, Fraunhofer-Gesellschaft/Sanitätsakademie der Bundeswehr Neuherberg/München (O. Messerschmidt), Habilitation

¹ Fred Stevenson erfuhr erst im April 2004, wie ihn die Verwaltungen der meisten der genannten Hochschulen betrogen haben: Sie leisteten für ihn nicht die Abgaben zur Rentenversicherung.

an der Fakultät für Biologie und Vorklinische Medizin der Universität Regensburg (Institut für Anatomie, E. Lindner), Universität Heidelberg (Institut für Anthropologie und Humangenetik, F. Vogel), State University of New York, Brooklyn (C. S. Lange), Universität Kiel (Klinik für Frauenheilkunde, K. Semm) und schließlich an der gleichen Universität – endlich 12 Jahre zusammenhängend – im Institut für Toxikologie (O. Wassermann).

Fred Stevenson hat in dieser – auch wegen des bekannt gewissenlosen Umganges der Regierungen mit der Atomenergie – ereignisreichen Zeit nach seiner Promotion verschiedene strahlenbiologisch wichtige Themenbereiche erfolgreich bearbeitet: Radiobiologie einiger Kernspaltelemente, Biologie und Strahlenempfindlichkeit hämopoetischer Stammzellen, Neutronenstrahlenbiologie und -toxikologie (Auswirkungen auf hämopoetische Zellen, Knochenmarktransplantation, Immunbiologie, Wirksamkeit von „Strahlenschutzsubstanzen“), Einfluß ionisierender Strahlen auf die Zellalterung,

Zellbiologie kultivierter Kardiomyozyten (einschließlich Registrierung ihrer Kontraktilität und ultrastrukturellen Untersuchungen), Entwicklung dreidimensional wachsender Zellkulturen, moderne Zytogenetik (Lokalisation von spezifischen DNS-Sequenzen, Hybridisierungsversuche), zelluläre Strahlenbiologie (zelluläre Erholung nach Strahleneinwirkung, Modulation von potentiell letalen Schäden, Untersuchungen an strahlengeschädigter DNS durch Viscoelastometrie, Ultrastruktur strahlengeschädigter Säugertierzellen), Reproduktionsbiologie (Zellbiologie und Physiologie der Reproduktion, *in vitro*-Fertilisation und Embryotransfer, klinisch bezogene Sterilitätsforschung) und einige andere.

Fred Stevenson habilitierte sich mit dem Thema „Beiträge zur Frage der Radiotoxizität und der Regeneration von Säugertiergeweben nach Einwirkung ionisierender Strahlen“. Er veröffentlichte mehr als 40 wissenschaftliche Arbeiten in angesehenen Zeitschriften und hielt zahlreiche Vorträge bei internationalen Kongressen. Als engagierter