

Wenn nicht Strahlung - was dann?

Die alten und neuen offiziellen Konstruktionen zur Erklärung der Leukämieursachen bei kerntechnischen Anlagen

Inge Schmitz-Feuerhake, Köln

Mitglied der früheren schleswig-holsteinischen u. nieders. Leukämiekommissionen zu Elbmarsch
Stellungnahme vom 28.9.2008

Die Studie des Deutschen Kinderkrebsregisters von 2007 (KiKK) hat ergeben, dass das Erkrankungsrisiko an Krebsleiden und Leukämie bei Kleinkindern mit zunehmender Wohnnähe zu einem Atomkraftwerk signifikant und stetig zunimmt. Ein solcher Zusammenhang besteht auch, wenn die größte und auffälligste Leukämieerhöhung – diejenige beim Kernkraftwerk Krümmel - herausgenommen wird. Dort konnten trotz intensiver Bemühungen keine anderen Risikofaktoren als Strahlung entdeckt werden. Ein Kausalzusammenhang mit der emittierten Radioaktivität wird dennoch nicht nur von den Autoren der KiKK-Studie bestritten. Stattdessen bemühen offizielle Stellen bis heute den Zufall oder andere unglaubliche bis hanebüchene Erklärungsmuster.

Einleitung

Die weitaus größte bekannt gewordene Häufung kindlicher Leukämien – das sog. Elbmarschcluster - trat ab 1990 in unmittelbarer Nähe der beiden Geesthachter kerntechnischen Anlagen auf (Kernkraftwerk Krümmel und GKSS-Forschungszentrum) und hielt bis in die Gegenwart an.

Im November 2004 hatten Mitglieder der schleswig-holsteinischen Fachkommission Leukämie mehrheitlich ihre Bestellung zur Ursachenaufklärung aufgekündigt, da ihre Argumente bei den Behörden keine Berücksichtigung erfuhren. In ihrem Abschlussbericht legten sie Indizien vor, die das Geschehen auf unkontrollierte Radioaktivitätsfreisetzungen zurückführen, hauptsächlich auf einen Unfall im September 1986, bei dem es sich nach offizieller Version um einen Aufstau natürlichen Radongases gehandelt haben soll (Wassermann et al. 2005). Die Länder Schleswig-Holstein und Niedersachsen stellten anschließend ihre Bemühungen zum Thema ein mit der Begründung, es habe sich trotz großen Aufwandes keine Ursache für das bedauerliche Krankheitsgeschehen feststellen lassen.

In der wissenschaftlichen Literatur werden seit Jahrzehnten Beobachtungen über erhöhte Leukämieraten bei Kindern mitgeteilt, die in der Nähe kerntechnischer Anlagen wohnen. Besondere Aufmerksamkeit erregte auch in der Wissenschaft das Leukämiecluster bei der britischen staatlichen Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield, nach dem in einer Fernsehsendung des BBC 1984 darüber berichtet worden war. In einigen Fällen wurden Fall-Kontrollstudien durchgeführt wie bei der KiKK-Studie. Diese epidemiologische Methodik gilt als geeignet, einen ursächlichen Zusammenhang zwischen einer bestimmten Krankheitserhöhung und einem Risikofaktor – in diesem Fall Radioaktivität aus der Anlage – festzustellen. Ein solches positives Ergebnis gibt es für Sellafield (Gardner et al. 1990), die französische staatliche Wiederaufarbeitungsanlage La Hague (Pobel & Viel 1997) und das Kernkraftwerk Pilgrim in Massachusetts (Morris & Knorr 1996).

Durch die Behörden wurden die Befunde jeweils nicht anerkannt mit der Begründung, dass die Emissionen der Anlagen nicht ausreichen, um einen erkennbaren Effekt auszulösen. Die Fachwelt hat sich mehrheitlich dieser Meinung angeschlossen und die physikalisch errechneten Dosen niemals hinterfragt. Nicht die wahrscheinlichen Verursacher der Erkrankungen wurden in die Zange genommen, sondern die jeweiligen Autoren der Studien. Es lohnt sich, das diesbezügliche

Buch des französischen Epidemiologie-Professors Viel zu lesen, der ganz unbescholten die Untersuchung bei La Hague begann und dann monatelang befürchten musste, wegen Schädigung der Wirtschaftsregion vor Gericht gestellt zu werden (Viel 1998).

Nach dem gleichen Muster haben in Deutschland Landes- und Bundesbehörden die Möglichkeit einer Verursachung des Elbmarschclusters durch Radioaktivität ebenfalls stets betritten. Natürlich erwartet die Öffentlichkeit andere Erklärungen, wenn es die Strahlung angeblich nicht sein kann.

Risikofaktoren für Leukämie

Leukämie ist die häufigste Krebserkrankung bei Kindern, kommt jedoch selten vor (in Deutschland ca. 4,5 Fälle auf 100000 Kinder pro Jahr). Prof. Blettner, die Auftragnehmerin der KiKK-Studie behauptet laut Zeitungsberichten, man wisse „extrem wenig über Risikofaktoren von Leukämien“ und erweckt damit den Eindruck, als sei noch die Entdeckung vieler Verursacher zu erwarten. Es trifft aber auch für andere Krebserkrankungen zu, dass sie auftreten – in höherem Alter zunehmend - ohne dass sich generell ein äußerer oder innerer Anlass dingfest machen lässt.

Zu den bekannten Risikofaktoren für Leukämie gehört jedoch ionisierende Strahlung (Röntgen und Radioaktivität). Dies weiss man seit Beginn des vorigen Jahrhunderts. Insbesondere ist erwiesen, dass inkorporiertes Thorium – das im Elbmarschfall nach unseren Erkenntnissen die hauptsächlichliche Strahlenbelastung liefert (Schmitz-Feuerhake et al. 2006) – Leukämie erzeugt. In den 30er-50er Jahren hat man Thorium als Kontrastmittel beim Röntgen eingesetzt (Thorotrast) und musste u.a. diese Erkrankung als Spätfolge bei den Patienten beobachten.

Die Erforschung der Ursachen kindlicher Krebserkrankungen hat bereits eine lange Tradition. In den 50er Jahren begann die englische Sozialmedizinerin Alice Stewart ein solches Projekt, den Oxford Survey of Childhood Cancers (OSCC). Dabei fand sie, dass schon sehr geringe Strahlendosen Leukämie erzeugen können, nämlich nach Bestrahlung im Mutterleib. Es ergab sich, dass Kinder von Müttern, die während der Schwangerschaft geröntgt worden waren, vermehrt an Leukämie erkrankten (Stewart et al. 1958). Dieser Befund wurde sehr lange in der Fachwelt bestritten. Seit wenigen Jahren gilt er als gesichert. Es bedurfte zahlreicher Bestätigungen in weiteren Untersuchungen über 50 Jahre, ehe dieser für den Strahlenschutz unerwünschte Effekt anerkannt wurde.

Die Leukämien bei Sellafeld lösten eine Fülle weiterer Untersuchungen aus, darunter auch etliche Hypothesenbildungen zu der Frage, wie solche Häufungen entstehen können, wenn es die Strahlung nicht war. Eine vielzitierte These ist, dass kindliche Leukämien typischerweise fleckenartig auftreten, in Häufungen, die wie Pilze aus der Erde schießen und wieder vergehen. Als Ursache werden Mikroepidemien vermutet. Eine vehemente Vertreterin der These von der allgemeinen Clusterung war die britische Statistikprofessorin Freda Alexander, die umfangreiche Clusteranalysen durchführte. Sie konnte tatsächlich verteilte kleinräumige und zeitlich begrenzte Anstiege nachweisen, kam aber letztlich zu dem Schluss, dass sie nur selten auftreten und nur geringfügige Überhöhungen aufweisen (Alexander 1999). Im sog. EUROCLUS-Projekt unter Beteiligung von 17 Ländern wurden mehr als 26000 kleine Regionen, Westdeutschland inbegriffen, für den Zeitraum 1980-89 untersucht (Alexander et al. 1998). Danach kann die Gesamtverteilung der Leukämiefälle über die Fläche und über die Zeit zu 98,7 % durch reinen Zufall erklärt werden (statistisch gesprochen gehorchten die Fälle einer Poisson-Verteilung). Nur 1,7 % der Gesamtverteilung weisen demgegenüber lokale und/oder zeitliche Häufungen auf. Die Cluster bei Sellafeld und Krümmel blieben nach Alexander et al. „seltene Phänomene“ und sollten „ernsthafte Beachtung“ verdienen. Für diese fand sich somit keine weitere Analogie im Untersuchungsgut. Mikroepidemien können nach Alexander et al. demnach keine durchschlagende Wirkung entfalten.

Dennoch wurden in den letzten Jahren weitere Studien durchgeführt, um verschiedene Hypothesen über die Entstehung von Mikroepidemien zu überprüfen. Nach **Kinlen** werden sie dadurch ausgelöst, dass Kinder, die in vormals geographisch isolierten Ortschaften leben, mit fremden Personen in Kontakt kommen (Population mixing). Dabei werden Viren übertragen, für die dann keine ausreichende Immunabwehr besteht. Kinlens vielzitiertes Beispiel (Kinlen 1988) ist eine zeitlich begrenzte Leukämiehäufung, die zwischen 1951 und 67 in einem schottischen Ort auftrat, nachdem ein massiver Bevölkerungszuwachs dort erfolgt war. Bei Kindern unter 5 J. war die Erhöhung 4,7-fach (beobachtete Fälle 7; erwartete Fälle 1,5). (Nach anderen denkbaren Ursachen wie z. B. Strahlung war nicht geforscht worden.)

Abgesehen von der Tatsache, dass bis heute kein Virus als Auslöser für die typischen Formen der Kinderleukämie entdeckt wurde, ist die Induktion nach Kinlen im Elbmarschfall auszuschließen, da die Familien mit Leukämieerkrankungen sich nicht kannten, die Kinder keine gemeinsamen Treffpunkte wie Kindergarten oder Schule hatten, und die Leukämien beiderseits der Elbe in verschiedenen Orten und Bundesländern aufgetreten sind. Diese Orte hatten zur fraglichen Zeit auch keine bedeutsamen Bevölkerungszuwächse zu verzeichnen.

Der Wissenschaftler Melvin **Greaves** vermutet, dass mangelnder Stress für das Immunsystem im frühem Kindesalter zu erhöhter Anfälligkeit für Leukämieerkrankungen führt. Daher wurde in einer großen Fall-Kontroll-Studie das Leukämieauftreten im Zusammenhang mit dem Parameter „Sozialer Kontakt“ im 1. Lebensjahr untersucht, wozu Außer-Haus-Betreuung des Säuglings und Besuch einer Krabbelgruppe gehören im Vergleich zum Verbleib in der Familie (Gilham et al. 2005). Es ergab sich eine geringere Leukämieanfälligkeit für die Gruppe mit höherem sozialen Kontakt. Der maximale Schutzeffekt zeigte sich mit 52 % bei Fremdversorgung in den ersten Monaten, ist also ebenfalls geringfügig im Vergleich zum beobachteten Elbmarscheffekt. Dieser Befund steht im Widerspruch zu der Kinlen-Hypothese. Die Studie ergab eine Unterstützung für die Greaves-These aber eben keine Erklärung eines Clusters wie bei Geesthacht.

Damit müsste die Mikroepidemiethese inzwischen zumindest als Erklärung für das Elbmarschphänomen verworfen werden.

Als das Elbmarschcluster amtlich bestätigt worden war, haben der damalige Bundesumweltminister Töpfer, die Strahlenschutzkommission und das Bundesamt für Strahlenschutz sofort verkündet, dass ein Zusammenhang mit Radioaktivität auszuschließen sei, da die Emissionen der Anlagen bekannt seien und die Dosis für einen solchen Effekt nicht ausreiche. Die Strahlenschutzkommission hielt es für unwissenschaftlich, überhaupt einer solchen Vermutung nachzugehen. Sie publizierte eine Stellungnahme (Bundesminister 1994), in der ohne eigene Nachuntersuchungen eine Strahlenursache abgelehnt und die Clusterbildung durch Mikroepidemien als Erklärung favorisiert wird.

Auf diese Stellungnahme von 1994 wurde von der Strahlenschutzkommission bis in die Gegenwart immer verwiesen und es hieß, bevor neue Erkenntnisse zur Erklärung des Elbmarschclusters gewonnen werden könnten, müssten die molekulargenetischen Grundlagen der Leukämieentstehung genauer erforscht werden.

Besonderheit des Elbmarschclusters

In Deutschland hat eine Überprüfung der räumlichen Zuordnung von kindlichen Leukämiefällen im Staat Hamburg durch das dortige Krebsregister keine Clusterung ergeben (Freie und Hansestadt Hamburg 1993). Breckow, vormals Mitglied der Strahlenschutzkommission, und Mitarbeiter

untersuchten die Verteilung kindlicher Leukämie-Sterbefälle in den Jahren 1975-1990 in Westdeutschland und fanden auf Kreisebene keine Abweichung von der Gleichverteilung (Breckow et al. 1995). Damit wäre jedoch das Vorhandensein kleinräumiger Cluster nicht ausgeschlossen gewesen. Westermeier und Michaelis (Vorgänger von Blettner) analysierten die Daten des Mainzer Kinderkrebsregisters von 1983 bis 1992 auf Gemeindeebene und fanden ebenfalls keine allgemeine Abweichung von der Gleichverteilung (Westermeier & Michaelis 1995).

In einer 1995 erstellten "Fallkontrollstudie zu den Ursachen von Leukämie bei Kindern in Niedersachsen" des Mainzer Kinderkrebsregisters (Kaletsch et al. 1995) wurden nur für 11 von 429 niedersächsischen Samtgemeinden - also in 2,6 % - signifikant erhöhte Leukämieinzidenzen gefunden (p -Wert $< 0,05$), s. Tabelle 1. Die höchste Inzidenz, eine 7,7fache Erhöhung gegenüber dem bundesrepublikanischen Durchschnittswert begleitet vom kleinsten p -Wert, wird für die Samtgemeinde Elbmarsch ermittelt, also die Gemeinde, die direkt gegenüber den kerntechnischen Anlagen von Geesthacht an der südlichen (niedersächsischen) Elbseite liegt. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieses eine Zufallshäufung darstellt, wird zu $3,0 \cdot 10^{-4}$ angegeben, das entspricht 1 : 3300. Bei dieser Wahrscheinlichkeitsangabe spielt es natürlich keine Rolle, dass diese Häufung ausgerechnet in der unmittelbaren Nähe zweier Nuklearanlagen vorkommt.

Tab.1 Niedersächsische Samtgemeinden mit auffällig erhöhter Inzidenz für Akute Leukämien 1984-1993, aus Studie des Deutschen Kinderkrebsregisters (Kaletsch et al. 1995)

Samtgemeinde	durchschnittl. jährl. Zahl der Kinder	erwartete Fallzahl ¹	beobachtete Fallzahl	SIR ²	p-Wert ³
Elbmarsch	1.341	0,6	5 ⁴	7,7	0,0003
Sittensen	1.588	0,7	5	7,4	0,0007
Neu Wulmstorf	2.327	1,0	5	5,0	0,004
Dassel	1.748	0,7	4	5,5	0,007
Bad Pyrmont	2.468	1,0	4	3,9	0,021
Stelle	1.433	0,6	3	4,8	0,025
Braunlage	702	0,3	2	6,7	0,036
Northeim	4.369	1,8	5	2,7	0,038
Wietmarschen	1.854	0,8	3	3,8	0,045
Langenhagen	6.077	2,6	6	2,3	0,048
Duingen	829	0,4	2	5,7	0,048

¹ altersstandardisiert

² standardisiertes Inzidenzverhältnis:beobachtete geteilt durch erwartete Fallzahl

³ basierend auf der Poissonverteilung

⁴ incl. eines Patienten, der vor Diagnosestellung verzogen ist

Die Studie erfasst nur einen Zeitraum bis 1993 und daher nicht die noch später aufgetretenen 11 Leukämiefälle bei Geesthacht. Die Inzidenzerhöhungen in Tabelle 1 werden über einen Zeitraum

von 10 Jahren gemittelt. Berücksichtigt man, dass – im Gegensatz zu den anderen Befunden in Tabelle 1 - alle bis dahin in Elbmarsch bekannten 5 Fälle in den Jahren 1990 und 1991 aufgetreten sind, hebt sich das Elbmarschcluster noch mehr von den anderen ab. Bezieht man das Elbmarschphänomen auf 2 Jahre, beträgt die Inzidenzerhöhung einen Faktor 42.

Die in Tabelle 1 aufgeführte zweitgrößte Häufung in Sittensen (Samtgemeinde zwischen Hamburg und Bremen), die Auslöser für die gesamte Studie war, beschäftigte das Niedersächsische Sozialministerium und eine beratende Expertenkommission. In Sittensen waren zwischen 1985 und 1989 fünf kindliche Leukämiefälle aufgetreten, von denen 4 genauer untersucht wurden. Als auffällige Gemeinsamkeit stellte sich bei ihnen häufiges diagnostisches Röntgen heraus und in der Studie erwies sich mehrfaches Röntgen als weitaus potentester Risikofaktor für kindliche Leukämie. **Damit wurde die Ursache des Clusters in Sittensen eigentlich vollständig aufgeklärt, ohne dass allerdings die Autoren vom Kinderkrebsregister eine solche Feststellung trafen** (Dersee 2002). Stattdessen dient das Sittensen-Cluster, das inzwischen abgeklungen ist, bei Mitgliedern der Strahlenschutzkommission und anderen Experten als Beispiel für die besagten Nester nach Alexander.

Peter Kaatsch, Leiter des Mainzer Kinderkrebsregisters, war Mitautor der niedersächsischen Fall-Kontroll-Studie. Trotzdem sagt er in einer Sendung des Deutschlandfunks am 14. August 2005: "So ist das nun einmal bei den Leukämiehäufungen, oft wird die Ursache nie gefunden."

Die Einzigartigkeit des Elbmarschclusters wurde jedoch vom Mainzer Kinderkrebsregister selbst herausgestellt.

Bei den weiteren in Tabelle 1 genannten 9 Clustern in Niedersachsen fällt auf, dass 6 davon sich in der Nähe von Kernkraftwerken befinden. Die Gemeinde Wietmarschen liegt in der unmittelbaren Umgebung des KKW Lingen. Bad Pyrmont, Duingen, Dassel, Neu Wulmstorf und Stelle sind nicht mehr als 20 km entfernt von den Anlagen Grohnde, Würgassen, Stade oder Krümmel. Dies korrespondiert mit dem späteren Ergebnis der KiKK-Studie.

Als vormaliger Sprecher der Niedersächsischen Leukämiekommission hat Prof. Erich Wichmann auf einer Pressekonferenz in Hannover am 10.12.2004 einen Abschlussbericht vorgestellt, an dem die weiteren Mitglieder der Kommission nicht beteiligt wurden. Auf Fragen von Journalisten nach der möglichen Ursache des Elbmarschclusters teilte er mit, es müsse sich wohl um eine Zufallsercheinung handeln. In der genannten Radiosendung rechnet er alle Elbmarschfälle auf 15 Jahre um, das ergäbe einen Faktor drei und das sei „gerade so signifikant“. Signifikanz ist nun aber mal ein massgebliches Kriterium in der Epidemiologie, bei Signifikanz gilt eine Erkrankungserhöhung als **nicht** zufallsbedingt.

In der Zusammenfassung des niedersächsischen „Abschlussberichts“ versteigen sich die Autoren außer Bemühung der Zufallshypothese noch zu folgenden Erklärungsansätzen: „ Da allerdings die Neuerkrankungsrate bis zum Jahr 2003 erhöht geblieben ist, ist ebenfalls nicht auszuschließen, dass nicht alle lokalen Risikofaktoren ausgeschaltet werden konnten **oder dass in der betroffenen Wohnbevölkerung eine besondere Leukämieempfindlichkeit vorliegen könnte**“ (Hervorhebung durch Verfasserin).

Es geht um das Dogma, dass Umweltradioaktivität – jedenfalls die künstlich erzeugte - keine messbaren Gesundheitsschäden bewirkt. Selbst für eine Katastrophe wie den Tschernobylunfall soll das gelten. Bezüglich der dort aufgetretenen Schilddrüsenkarzinome hat man als Erklärung eine besondere „genetische Disposition“ der einheimischen Bevölkerung unterstellt. Wahrscheinlich wird die Fachwelt zu dem Schluss kommen - wie schon im niedersächsischen „Abschlussbericht“ vorgeschlagen - , dass bei der Bevölkerung der Elbmarsch eine genetische Disposition zur Entwicklung von Leukämieerkrankungen vorliegen muss.

Das würde also heissen, dass bei den Geesthachter Anlagen eine Personengruppe angesiedelt ist, bei deren Kindern wegen Inzucht oder aus anderen bislang unbekanntem Gründen eine besondere Empfindlichkeit zur Leukämieausbildung vorliegt. Dann müsste allerdings noch ein Agens wirken, um die Krankheit dann wirklich auszulösen. Was soll das sein? Oder aber, in diesen Familien erkranken die Kinder per se. Warum sind dann aber dort Leukämieerhöhungen vor 1986 (dem „Radonunfall“) und vor Beginn des Kernkraftwerksbetriebs 1984 nicht aufgetreten?

Auf einer Anhörung, die vor dem Ausschuss für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit des Niedersächsischen Landtags zum Elbmarschproblem im April 2007 stattfand, hat der Hämatologe Prof. Welte von der Medizinischen Hochschule Hannover allen Ernstes vorgeschlagen, man möge ein genetisches Kataster für die Elbmarschbevölkerung anlegen, um den Leukämieursachen auf die Spur zu kommen.

Die Sozialministerin von Schleswig-Holstein, der die Aufsicht über die Geesthachter Anlagen obliegt, hatte nach dem letzten bekannt gewordenen Leukämiefall in Geesthacht im September 2006 auf einen Untersuchungsauftrag an das Kinderkrebsregister verwiesen. Dieser sollte klären, ob bei anderen deutschen Kernkraftwerken auch erhöhte Leukämieraten auftreten. Das Ergebnis liegt nun vor, geeignete Konsequenzen der Ministerin blieben jedoch aus.

Schlussfolgerungen

Immer wiederkehrende Befunde bei den verschiedensten kerntechnischen Anlagen – das Auftreten einer typischen Strahlenerkrankung bei der strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppe – lassen nur den Schluss zu, dass Radioaktivität die Ursache ist. Denn die einzige Gemeinsamkeit bei diesen Vorgängen besteht darin, dass die Anlagen Radioaktivität abgeben. Die hilflosen und hanebüchenen Thesen, die ersatzweise zur Erklärung dienen sollen, können genau dieses nicht leisten.

Müsste man den Zusammenhang mit Radioaktivität zugeben, würde jedoch die eigentliche Katastrophe offenbar: das Konzept der Überwachung kerntechnischer Anlagen und der Dosisabschätzung für die Bevölkerung ist fehlerhaft. Und das gilt dann für das gesamte System, in dem es angewendet wird: von der Beurteilung des Normalbetriebs und der Störfallfolgen bis zur Endlagerung.

Referenzen

- Alexander, F.E. (1999): Clusters and clustering of childhood cancer: a review. *Eur. J. Epidemiol.* 15:847-852
- Alexander, F.E. et al. (1998): Spatial clustering of childhood leukaemia: summary results from the EUROCLUS project. *Brit. J. Cancer* 77:818-824
- Breckow, J., Geuer, W., Kvasnicka, E. (1995): Regionale Verteilungsmuster der Leukämiehäufigkeiten bei Kindern in Westdeutschland 1975-1990. *Gesundheits-Wesen* 57:69-74
- Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Herausg.): Ionisierende Strahlung und Leukämieerkrankungen von Kindern und Jugendlichen. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 29. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York 1994
- Dersee, T. (2002): Das Sittenser Leukämie-Cluster. Ursachenaufklärung ohne Konsequenzen, *Strahlentelex* Nr. 370-371:6
- Freie und Hansestadt Hamburg, Hamburgisches Krebsregister, Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (1993): Epidemiologie kindlicher Leukämien in Hamburg.

Gardner, M.J., Snee, M.P., Hall, A.J., Powell, A.J., Downes, S., Terrell, J.D. (1990): Results of case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria. *Brit. Med. J.* 300:423-429

Gilham, C., Peto, J., Simpson, J., Eden, T.O.B., Greaves, M., Alexander, F.E. (2005): Day care in infancy and risk of childhood acute lymphoblastic leukaemia findings from UK case-control study. *Brit. Med. J.* 330:1279-80

Kaletsch, U., Haaf, G., Kaatsch, P., Krummenauer, F., Meinert, R., Miesner, A., Michaelis, J.: Fallkontrollstudie zu den Ursachen von Leukämie bei Kindern in Niedersachsen. Institut für Med. Statistik u. Dokumentation., Joh. Gutenberg-Universität Mainz, Juli 1995

Kinlen, L. (1988): Evidence for an infective cause of childhood leukaemia: comparison of a Scottish new town with nuclear reprocessing sites in Britain, *Lancet* Dec. 10:1323-1326

Morris, M.S., Knorr, R.S. (1996): Adult leukemia and proximity-based surrogates for exposure to Pilgrim plant's nuclear emissions. *Arch. Environ. Health* 51:266-274

Pobel, D., Viel, J.(1997): Case-control study of leukaemia among young people near La Hague nuclear reactor reprocessing plant: the environmental hypothesis revisited. *Brit. Med. J.* 314:101-106

Schmitz-Feuerhake, I., Gabriel, H.W., Pflugbeil, S. (2006): Das Elbmarsch-Leukämieclustert: Betrachtungen zum Dosiswirkungszusammenhang anhand der beobachteten Kontaminationen bei Geesthacht. 19.2.2006

Stewart, A., Webb, J., Hewitt, D. (1958): A survey of childhood malignancies. *Brit. Med. J.*: 1495-1508

Viel, Jean-Francois (1998): La santé publique atomisée. Radioactivité et leucémies: les leçons de la Hague. Éditions La Découverte, Paris, 211 S.

Wassermann, O., Dieckmann, H., Schmitz-Feuerhake, I., Kuni, H., Scholz, R., Lengfelder, E. (2005): Erkenntnisse der schleswig-holsteinischen Fachkommission Leukämie im Zeitraum 1993-2004 zur Ursache der in der Nahumgebung der Geesthachter Atomanlagen aufgetretenen Leukämiehäufung bei Kindern. *umwelt medizin gesellschaft* 18/1:32-34

Westermeier, T., Michaelis, J. (1995): Applicability of the Poisson distribution to model the data of the German Children's Cancer Registry; *Radiat. Environ. Biophys.* 34:7-11