

Gruß J.

UNIVERSITÄT BREMEN

Information zu Energie und Umwelt

Teil A Nr. 28

Leukämie und Radioaktivitätsleckagen beim Kernkraftwerk Krümmel

Inge Schmitz-Feuerhake
Hayo Dieckmann
Bettina Dannheim
Anna Heimers
Heike Schröder

Redaktion: Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake

Herstellung: Druckerei der Universität Bremen

Vertrieb: Universitäts-Buchhandlung Bremen
Bibliothekstr. 3, 28359 Bremen
Tel.: 0421/21 18 78, Tel.-Fax: 0421/21 70 74
eMail: unibuch.bremen@t-online.de

Kosten: DM 3,-- (zzgl. Versandkosten)

Eine weitere Vervielfältigung dieses Textes ist zulässig.
Mitteilung ist erwünscht, aber nicht Bedingung.

1. Auflage, Bremen, Juni 1997

ISSN 0720-3616
ISBN 3-88722-243-1

Universität Bremen

Information zu Energie und Umwelt

Teil A Nr. 28

**Leukämie und Radioaktivitätsleckagen beim
Kernkraftwerk Krümmel**

Inge Schmitz-Feuerhake

Hayo Dieckmann

Bettina Dannheim

Anna Heimers

Heike Schröder

In der direkten Umgebung des Kernkraftwerks Krümmel (KKK) häufen sich seit 1989 Leukämieerkrankungen bei Kindern und Erwachsenen, ohne daß ein Ende abzusehen ist (1-4). Der zuständige Energieminister des Landes Schleswig-Holstein, Claus Möller, behauptet, es gäbe keine Handhabe für die Stilllegung, da es an justiziablen Fakten fehle und daher ein Kausalitätsnachweis gegenwärtig nicht zu erbringen sei. Demgegenüber haben wir seit Jahren geltend gemacht (5-8), daß das KKK aufgrund der Indizienlage der einzig infragekommende Verursacher ist, denn:

1. Das Phänomen erklärt sich selbst

und zwar durch

- die Art der Erkrankung
- den zeitlichen Bezug zum Betriebsbeginn von KKK
- die räumliche Zuordnung
- die Höhe des Effekts
- die Altersverteilung
- die Geschlechtsverteilung
- das Vorhandensein einer Strahlenquelle
- das Fehlen anderer relevanter Verursacher

Leukämie ist eine sehr seltene Erkrankung sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen, so daß eine Erhöhung der Erkrankungsrate relativ leicht bemerkt werden kann. U.a. daher ist sie seit etwa 80 Jahren als typische Strahlenfolge bekannt und wurde in der Zwischenzeit in mannigfachen Niederdosiszusammenhängen - z.B. nach diagnostischem Röntgen und Umweltradioaktivität (9-32) - festgestellt. Die strahleninduzierten Krankheitsformen unterscheiden sich nicht von solchen, die auch sonst vorkommen, bei Kindern sind es vorzugsweise lymphatische Formen, bei Erwachsenen hingegen myeloische. Zeitpunkt und Art der Diagnose für die bis jetzt bekanntgewordenen kindlichen Leukämiefälle im 5 km-Umkreis des KKK sind in Tab. 1 angegeben.

Leukämie gehört zu den wenigen Krebserkrankungen, die nach einer Bestrahlung relativ schnell erscheinen. Das Maximum der erzeugten Leukämierate tritt bei einmaliger Bestrahlung je nach Altersklasse in 4-8 Jahren auf und nimmt dann wieder ab (33). Bei vorgeburtlicher Exposition und nach Bestrahlung im frühen Kindesalter ist die mittlere Latenzzeit kürzer. (Latenzzeit ist die Zeitspanne zwischen Einleitung und Ausbruch der Erkrankung.) In der Samtgemeinde Elbmarsch, am südlichen Elbufer gegenüber KKK gelegen, häuften sich die Fälle ab 1990, 6 Jahre nach Betriebsbeginn von KKK (Abb. 1).

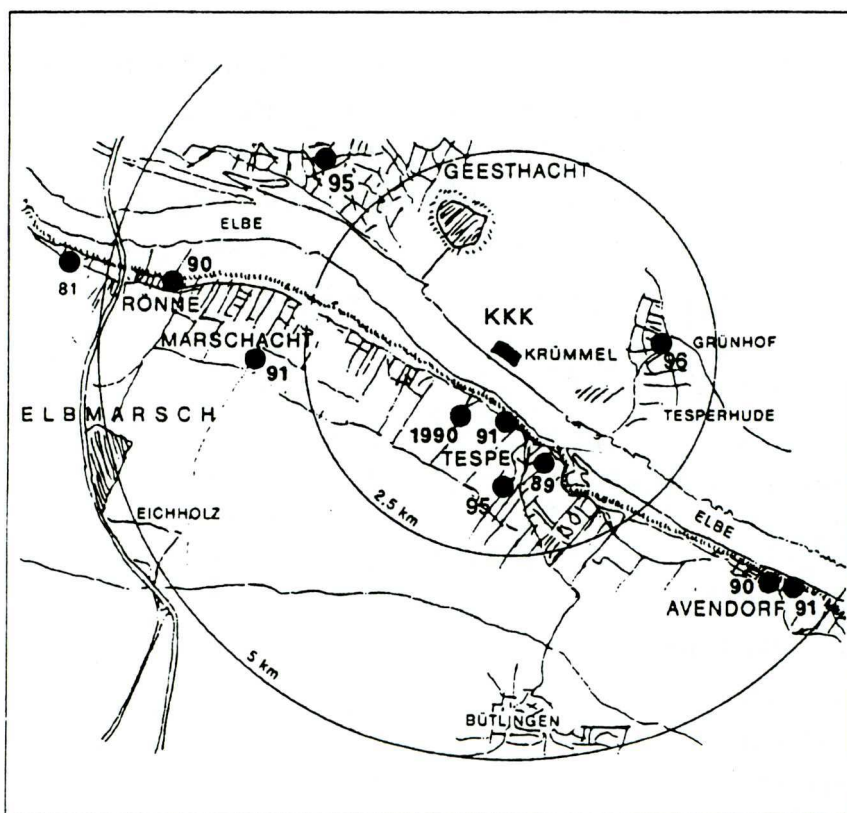


Abb. 1: Leukämiefälle bei Kindern und 1 jugendl. Erwachsenen im 5 km Umkreis des KKK, sowie 1 Fall einer aplastischen Anämie (1 weiterer kindlicher Leukämiefall von 1994 ist nicht eingetragen)
Der letzte kindliche Leukämiefall vor Betriebsbeginn des KKK im Jahr 1984 trat 1981 im Ortsteil Rönne, außerhalb des 5 km-Umkreises, auf.

Tab. 1: Kindliche Leukämiefälle (< 15 J.) im 5 km-Umkreis des Kernkraftwerks Krümmel (Zusätzlich traten eine Leukämie bei einem Jugendlichen 1991 und eine Aplastische Anämie bei einem Kind 1989 auf.)

Nr.	Geburts-jahr	Geschl.	Leukämie- typ	Diagnose- datum	Alter bei Diagnose
1	1986	w	ALL	2/90	3
2	1981	m	ALL	3/90	9
3	1981	m	AML	4/90	9
4	1989	w	ALL	1/91	1
5	1988	m	ALL	5/91	2
6		m	ALL	1994	
7		m	ALL	1995	4
8	1985	m	ALL	6/95	10
9	1993	m	ALL	6/96	3

m: männlich
w: weiblich

ALL: Akute lymphatische Leukämie
AML: Akute myeloische Leukämie

Sechs der kindlichen Erkrankungsfälle (einschließlich eines Falles von aplastischer Anämie, einer ebenfalls strahlentypischen Blutkrankheit) sind in der Gemeinde Tespe aufgetreten, direkt gegenüber der Anlage auf der niedersächsischen Seite. Nur alle 58 Jahre wäre hier statistisch ein kindlicher Leukämiefall zu erwarten. Die übrigen, einschließlich dem eines jugendlichen Erwachsenen, traten in weniger als 5 km Entfernung auf. Eine 1994 fertiggestellte Untersuchung des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin stellte eine signifikante Leukämiehäufung in der gesamten Bevölkerung um das KKK in 5 km Entfernung fest, die ebenfalls erst einige Jahre nach Betriebsbeginn auftrat (34).

In den alten Ländern der BRD erkrankten nach dem Mainzer Kinderkrebsregister (35) im Mittel 4,3 auf 100.000 Kinder (unter 15 J.) pro Jahr. In der Samtgemeinde Elbmarsch (die über den 5 km-Radius hinausgeht) mit ca. 1.350 Kindern (36) wäre danach statistisch etwa alle 17 Jahre ein kindlicher Leukämiefall zu erwarten, die beobachtete Erhöhung bei Kindern beträgt über 700 % (3, 4). Das ist der weitaus höchste jemals bekanntgewordene Leukämieanstieg in einer angeblich unbestrahlten Bevölkerung. Eine zufallsbedingte Erhöhung ist daher praktisch auszuschließen (37). Die im Umkreis des KKK festgestellte Leukämieerhöhung bei Erwachsenen beträgt etwa 30 % (34).

Das sehr junge Erkrankungsalter der Kinder bei Krümmel deckt sich mit der Erfahrung, daß die Strahlenempfindlichkeit um so größer ist, je geringer das Alter bei Exposition war. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, waren fünf der Fälle bei Diagnose unter 5 Jahre alt, das höchste Alter beträgt 10 Jahre. Sehr auffällig ist bei Krümmel außerdem die geschlechtsspezifische Zuordnung. Während das Mainzer Kinderkrebsregister ein Verhältnis Jungen zu Mädchen von 1,3:1 für die Häufigkeit der akuten lymphatischen Leukämie angibt (35), ist dieses nach Tab. 1 in der KKK-Umgebung mit 7:2 = 3,5:1 deutlich zum männlichen Geschlecht hin verschoben. Dies ist ebenfalls typisch für strahleninduzierte Leukämie, wie ein Verhältnis Männer : Frauen von 2:1 bei den japanischen Atombombenüberlebenden zeigt (31).

Medizinische, berufliche oder andere Strahlenbelastungen, die nicht mit dem KKK zusammenhängen, und die den Effekt erklären könnten, wurden nicht gefunden (38, 39). Eine höhere Empfindlichkeit bei Kindern würde man auch für andere Umwelttoxene voraussetzen. Von den chemischen Giften, die nachweislich Leukämie verursachen, ist Benzol das potenteste. Es müßte aber für einen so hohen Effekt in Arbeitsplatzkonzentrationen vorliegen. In der Elbmarsch ergab sich jedoch kein auffälliger Befund. Pestizide waren in der Elbmarsch genauso wenig auffällig wie andere toxische Stoffe mit möglichem Einfluß. Auch die Messung elektromagnetischer Feldstärken ergab keinen auffälligen Befund (40).

Andere Hypothesen verbinden Leukämie mit Virauslösern und extern bedingten Beeinflussungen des Immunsystems. Derartige Mechanismen können - solange letztlich unbekannt - natürlich nicht vollständig ausgeschlossen werden, erscheinen aber wegen der im übrigen vom Mainzer Kinderkrebsregister im großen und ganzen beobachteten Stabilität der kindlichen Leukämierate in der BRD (35, 36, 41) im Zusammenhang mit einem so hohen Effekt nicht plausibel, s. unten. Sie könnten allenfalls die Wirkung des naheliegenden Verursachers (ionisierende Strahlung infolge Betrieb des KKK) verstärken.

In der Nähe vom KKK befindet sich die Kernforschungsanlage GKSS (Ges. f. Kernenergieverwertung in Schiffahrt und Schiffbau), die seit den 60er Jahren zwei Forschungsreaktoren betrieben hat. Als potentielle Strahlenquelle für die Leukämieinduktion scheidet sie unseres Erachtens aus, weil die Inventare der Reaktoren mit 5 und 15 MW Leistung wesentlich kleiner sind, der Effekt erst nach Inbetriebnahme des KKK erschienen ist, und in einer Periode von 9 Monaten, wo beide Reaktoren abgeschaltet waren, kein Rückgang in der Regenwasserkontamination bei Grünhof (Abb. 2) zu bemerken war. Das Öko-Institut Darmstadt kommt allerdings in seinem Gutachten zur GKSS (42) zu dem Ergebnis, daß diese Forschungseinrichtung als mögliche Ursache für die Leukämie in der Bevölkerung nicht grundsätzlich auszuschließen ist. Dort sei an Freisetzungen aus Quellen auf dem GKSS-Gelände, z.B. radioaktive Präparate zu denken, deren Verbleib anhand der Unterlagen nicht völlig zu verfolgen war. Die in der Umgebung zu beobachtenden Kontaminationen (s. unten) wären jedoch nur im Zusammenhang mit Emissionen aus den beiden Forschungsreaktoren zu verstehen, deren Überwachung nach dem Gutachten (42) in geeigneter Weise erfolgt. Daher scheidet die GKSS u.E. als Verursacherin für die Leukämie aus.

2. Umgebungsmessungen durch Betreiber und Behörden beweisen chronische Leckagen beim KKK

Seit Betriebsbeginn 1984 zeigen sich in der Umgebung des KKK

- erhöhte Konzentrationen der Spaltprodukte Cäsium 137 und Strontium 90 in Regenwasser und bodennaher Luft
- erhöhte Konzentrationen der Spaltprodukte Cäsium 137 und Strontium 90 in Boden und Bewuchs (Gras)
- erhöhte Tritiumwerte in verschiedenen Medien
- kurzlebige Spalt- und Aktivierungsprodukte
- radioaktive Korrosionsprodukte in verschiedenen Medien
- Plutoniumeträge, die nicht aus den Atomwaffentests stammen können

Nachdem die Aufsichtsbehörde in Kiel und andere Fachbeamte (38) sowie Strahlenschutzkommission (beratendes Gremium des Bundesumweltministers) und Bundesamt für Strahlenschutz dem Kraftwerk sehr früh und sehr schnell bescheinigt hatten, daß ein durchgängig störungsfreier Betrieb vorgelegen habe, blieb es der Bürgerinitiative gegen Leukämie in der Elbmarsch überlassen, die verschiedenen Unterlagen über Umgebungsmessungen durchzusehen. Zur Verfügung standen die Berichte der Betreiber von KKK und GKSS (43-45), Ergebnisse einiger Sondermessungen aus Anlaß des Leukämieauftretens (38, 46) und später noch das sog. Behördenmeßprogramm von Schleswig-Holstein (47).

Die langlebigen Spaltprodukte Cs 137 und Sr 90 sowie geringe Konzentrationen von Plutoniumisotopen finden sich auch fernab von Kernkraftwerken aufgrund der früheren oberirdischen Atomwaffentests in unseren Umweltmedien. Durch den Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 sind neue Spaltprodukte - in erster Linie Cs 134 und Cs 137 - hinzugekommen. Beim KKK wurden jedoch wiederholt Radioaktivitätserhöhungen gemessen, die durch diese Einflüsse nicht erklärbar sind (wie Betreiber und Aufsichtsbehörde behaupten).

An der Meßstelle Grünhof, in Hauptwindrichtung vom Kraftwerk, zeigen sich seit 1986 überhöhte Konzentrationen von Cs 137 im Regenwasser (43), die nicht von Tschernobyl stammen können, s. Abb. 2. Dies läßt sich aus dem sehr viel geringeren Abfall der Konzentrationswerte gegenüber den anderen Meßstellen beim KKK und solchen in Norddeutschland schließen (7). Leider wurde das Regenwasser nicht auf Sr 90 untersucht, das neben Cs 137 in anderen Umweltmedien häufig erhöht war.

Sr 90 wurde z.B. an verschiedenen Meßstellen um das KKK in der bodennahen Luft auch vor dem Tschernobyl-Unfall gemessen (7). Ebenso gab es darin überhöhte Cs 137-Werte, s. Tab. 2.

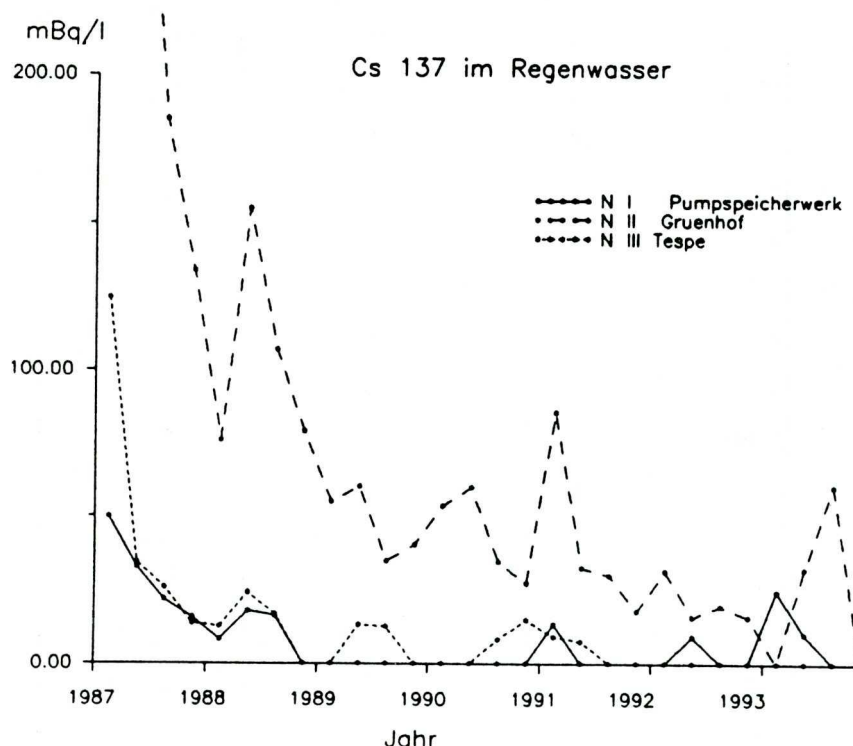


Abb. 2: Cs 137 in Regenwasser an verschiedenen Meßstationen um KKK

An Meßstellen um das Kraftwerk wurden seit Betriebsbeginn Neueinträge von Cs 137 und Sr 90 in Boden und Bewuchs gemessen (Abb. 3-6). Die erhöhten Strontiumkonzentrationen sind besonders eindeutig, da dieses Spaltprodukt durch Tschernobyl in Norddeutschland praktisch nicht erhöht wurde (48). Am Meßort Dassendorf, 10 km nördlich vom KKK, wurde im Sommer 1987 für Sr 90 ein Wert von 30 Bq/kg in Gras festgestellt (s. Abb. 5), eine nirgends in der BRD (alte Länder) erreichte Höhe (49). Die Cäsiumabgaben führten zu einem Spitzenwert von 100 Bq/kg Gras im Jahr 1988 in Tesperhude, 1,5 km östlich vom Kraftwerk (s. Abb. 3). Dieses ist eine in ganz Norddeutschland bei weitem nicht erreichte Konzentration (49). Wie sich aus dem z.B. in Abb. 4 dargestellten Verhältnis von Bewuchs- zu Bodenkonzentration ableiten läßt, handelt es sich bei der Kontamination um einen oberflächlichen Eintrag auf die Pflanzen. Die zeitweise stark ansteigenden Boden- und Bewuchskonzentrationen zeigen ebenso wie die Messungen in Luft, daß die im Regenwasser festgestellte Radioaktivität nicht auf Artefakten beruht, wie die Betreiber behaupten, sondern auf echten Freisetzungen über den Luftpfad.

Tab. 2: Cs 137-Aerosolkonzentrationen in der bodennahen Luft in $\mu\text{Bq}/\text{cbm}$ an verschiedenen Meßstellen in der Umgebung des KKK im Vergleich zu anderen Orten in Deutschland. Die KKK-Werte in der oberen Tabelle stammen aus Luftfiltermessungen, enthalten sind alle Ergebnisse oberhalb der Nachweisgrenze (43, 45). Das Tschernobyljahr 1986 wird nicht aufgeführt.

Die unter * aufgeführten KKK-Werte entstammen Messungen des trockenen Fallouts anhand von Ablagerungen (43), die in Luftkonzentrationen umgerechnet wurden. Die Angaben über Braunschweig, Berlin und Freiburg entstammen (49).

	Quartal, Ort	KKK- Umgebung	Braunschweig (PTB)	Berlin (PTB)	Freiburg
1985	III., GKSS	31 ± 6	0,59	0,72	
1987	I., GKSS	55 ± 1	32,0	112	
	II., GKSS	14 ± 3	17,6	17,1	
	III., GKSS (1)	78 ± 1	57,1	33,0	
	III., GKSS (2)	110 ± 28	57,1	33,0	
	IV., GKSS (1)	22 ± 3	15,3	26,5	
	IV., GKSS (2)	121 ± 3	15,3	26,5	
1988	III., Tespe	20 ± 3	3,4	3,6	
	III., GKSS	29 ± 4	3,4	3,6	
	IV., Pumpsp.	28 ± 4	2,8	6,0	
	IV., Tespe	19 ± 3	2,8	6,0	
1989	I., GKSS	18 ± 3	2,0	3,7	2,7
	I., Tespe	13 ± 2	2,0	3,7	2,7
	III., Pumpsp.	22 ± 3	2,5	4,0	1,3
	III., Tespe	14 ± 2	2,5	4,0	1,3
	IV., GKSS	21 ± 3	1,9	2,8	1,2
1990	I., Pumpsp.	13 ± 2	1,7	3,1	2,4
	I., Tespe	$21 \pm 0,3$	1,7	3,1	2,4
	I., GKSS	25 ± 4	1,7	3,1	2,4
	II., Pumpsp.	15 ± 2	2,4	2,6	2,0
	II., Grünhof	15 ± 2	2,4	2,6	2,0
	III., GKSS	27 ± 4	1,9	1,9	0,9
1991	III., GKSS	25 ± 5	1,2	1,4	0,7
1991	II., Pumpsp.	19*	1,5	2,2	1,1
	II., Grünhof	31*	1,5	2,2	1,1
1992	II., KSA	16*	2,2	3,0	2,4
	II., Pumpsp.	27*	2,2	3,0	2,4
1995	I., Pumpsp.	26*			0,6

Pumpsp. Pumpspeicherwerk bei KKK
GKSS (1) Messung Betreiber

KSA Freischaltanlage
GKSS (2) Messung LUFA Kiel

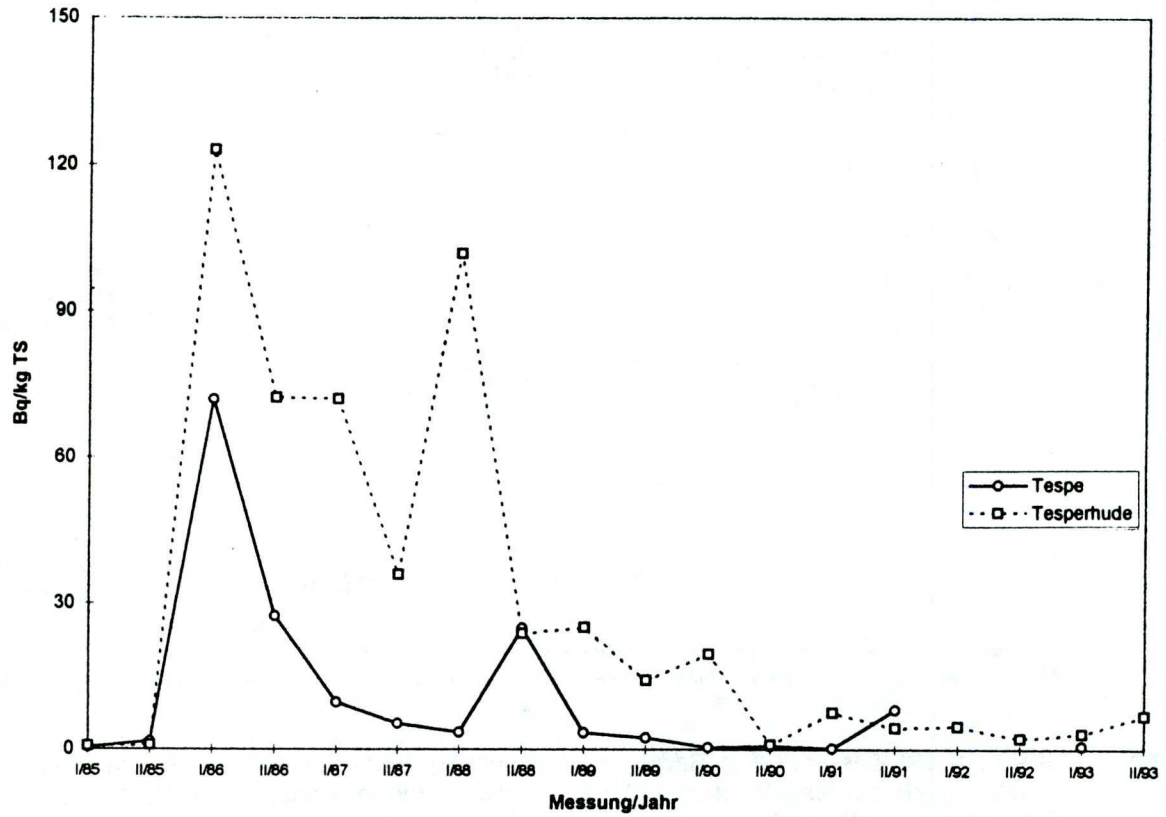


Abb. 3: Cs-137 in Bewuchs in der Umgebung des KKK - Meßwerte des Behördenmeßprogramms zu KKK/GKSS.

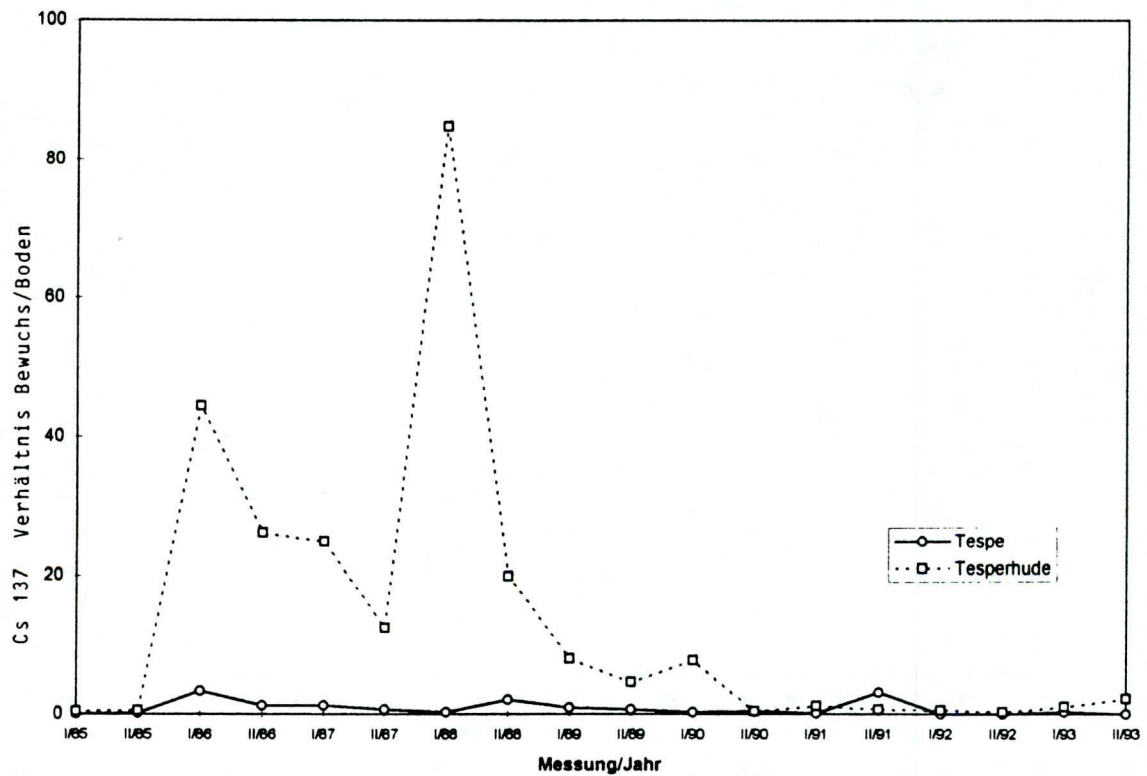


Abb. 4: Cs-137-Verhältnis in Bewuchs/Boden an den Orten KKK Gelände, Tespe und Tesperhude - Meßwerte des Behördenmeßprogramms zu KKK/GKSS

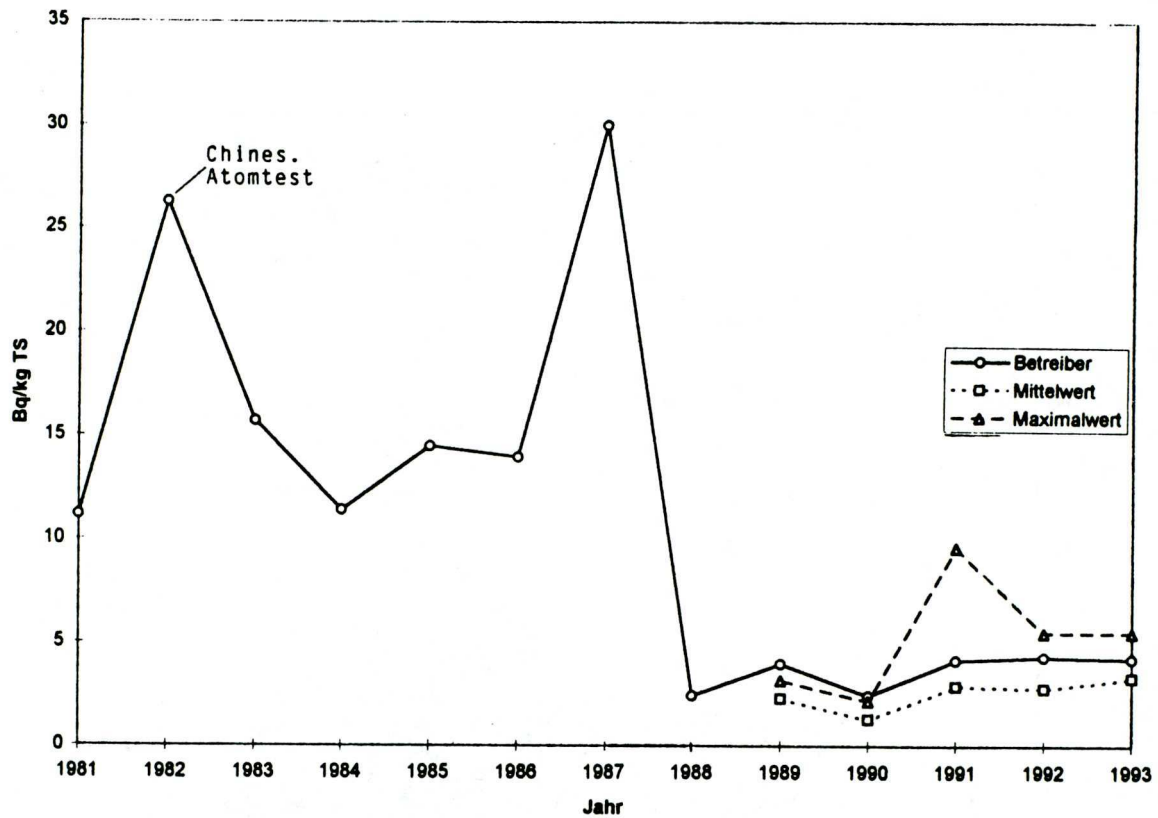


Abb. 5: Sr-90 am Ort Dassendorf in Bewuchs - Messungen durch das KKK - und maximale und mittlere, nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in Schleswig-Holstein gemessene Sr-90 Aktivität in Bewuchs.

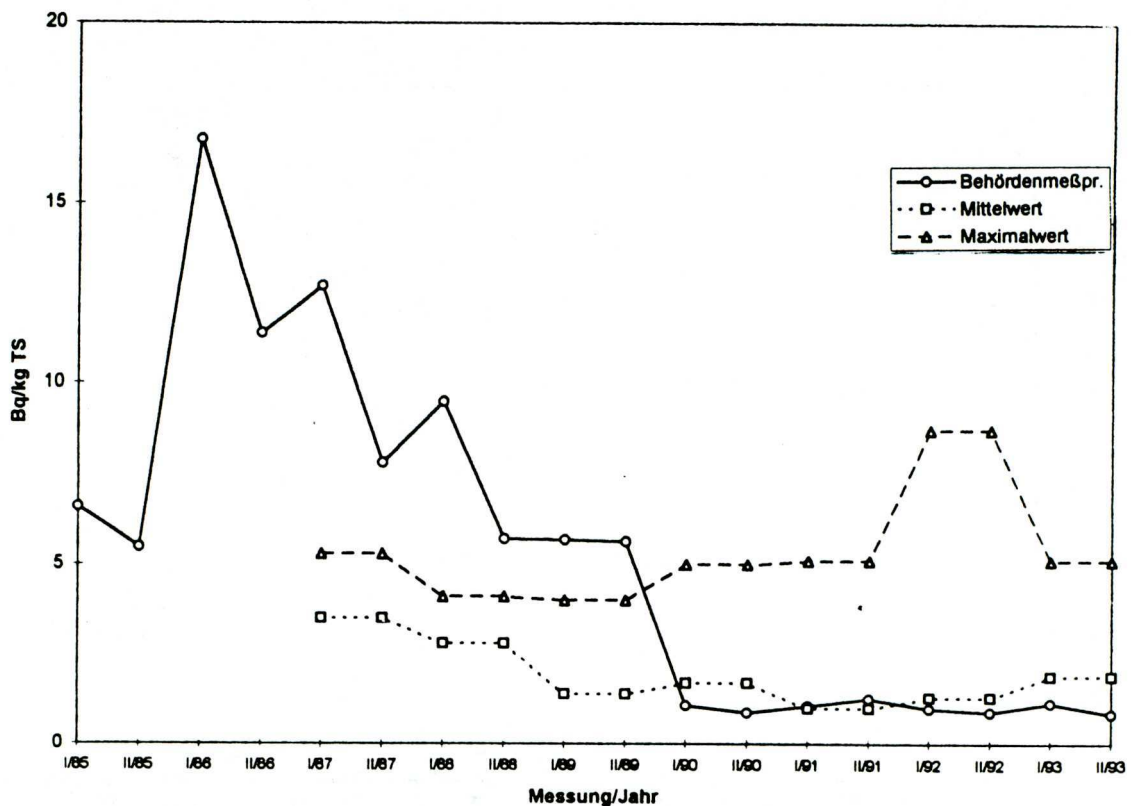


Abb. 6: Sr-90 am Ort Tespe in Bewuchs - Messungen im Rahmen des Behördenmeßprogramms zu KKK/GKSS - und maximale und mittlere, nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in Niedersachsen gemessene Sr-90 Aktivität in Bewuchs.

Tritium ist radioaktiver Wasserstoff, der bei der Kernspaltung und durch Neutronenbeschuß entsteht. Die Tritiumkonzentrationen in der Umwelt fern von kerntechnischen Anlagen zeigen seit der Zeit der oberirdischen Atombombentests einen stetig abfallenden Verlauf. Beim KKK wurden jedoch erhöhte Konzentrationen in Trinkwasserreservoirs und Oberflächenwasser gefunden, die nur durch Transport über den Luftpfad erklärbar sind (38).

Obwohl das Umgebungsüberwachungsprogramm für KKK nicht auf die Erfassung kurzlebiger Nuklide ausgerichtet ist, wurden derartige Stoffe gelegentlich festgestellt (Tab. 3). Gerade auch diese Isotope weisen auf das Kernkraftwerk hin, da andere Quellen nicht infragekommen.

Tab. 3: Kurzlebige Spalt- und Aktivierungsprodukte beim Kernkraftwerk Krümmel

Nuklid	T _{1/2}	Zeitpunkt	Konz. Bq/kg	Immissionsseitiges Medium
Mn 54	303 d	Sept. 85 4. Quart. 85	0,46 0,01	Gras Tesperhude, 1,5 km östlich Regenwasser Grünhof, 2 km nordöstlich
Zn 65	250 d	Sept. 85	1,5	Gras Tesperhude, 1,5 km östlich
Nb 95	35 d	Juni 84 Okt. 84	0,38 0,01	Gras Tespe, Elbufer gegenüber KKK Elbwasser Altengamme, 10 km westlich
Ru 106	1 y	Mai 88 Juni 88 Aug. 88	24 1,9 1,6	Schwebstoff Elbe bei Geesthacht Boden Dassendorf, 10 km nördlich Boden Tespe, Elbufer gegenüber KKK
Ce 141	33 d	Mai 85 Febr. 87 Mai 91 Juli 91 Jan. 95	2,3 0,004 0,16 0,2 0,2	Elbsediment bei Geesthacht Elbwasser Einlaufbauwerk KKK Boden Schwinde, 6 km westlich Sediment Avendorf, 4 km südöstlich 4 Bodenproben im Umkreis 3 km
Np 239	2,3 d	Jan. 93	5,3	Boden bei Umspannwerk KKK

In den Jahren 1985, 1987 und 1991 wurden radioaktive Korrosionsprodukte in der Umgebung vom KKK gemessen, die nur aus dem Kraftwerk stammen können, und zwar Mangan-54 (Mn 54), Kobalt-60 (Co 60), Zink-65 (Zn 65) und Antimon-125 (Sb 125), s. auch Tab. 3 (43).

1983 und 1984 haben die KKK-Betreiber Plutonium im Elbwasser und in Fischen festgestellt (44). Anhand des Verhältnisses der Isotope Pu 238 und Pu 239 kann man nachweisen, daß es sich um Reaktorplutonium und nicht um Fallout von Kernwaffentests gehandelt hat. Angaben über Plutoniummessungen in der Umgebung aus späteren Jahren werden nicht gemacht.

3. Der Tritiumgehalt in Bäumen der Elbmarsch ist erhöht

In einer Kastanie und in einem Apfelbaum vom Elbufer gegenüber KKK wurden Tritiumbestimmungen an Jahresringen, die nach 1984 gebildet worden sind, durchgeführt. Es wurden darin Konzentrationen von 15 und 33 Bq/kg gemessen, das entspricht 3-10fachen Erhöhungen gegenüber normal (6). Dieser Tatbestand wird auch dadurch nicht widerlegt, daß Prof. Baumgärtner, der Leiter eines der bemühten Meßlabore, das Ergebnis als unauffällig interpretiert (50).

4. Die Radioaktivität in der Umgebung bedeutet laufende Überschreitungen der zulässigen Abgabemengen

Erfahrungen zeigen, daß die genehmigten Emissionen eines Kernkraftwerks zu keinen meßbaren Erhöhungen in der Umgebung führen. Der Zusammenhang zwischen emittierter Aktivität und Konzentration am Aufpunkt, d.h. dem Ort maximaler Luftaktivität in der Umgebung, wird durch eine Ausbreitungsrechnung nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung (AVV) beschrieben und ist lt. Strahlenschutzkommission konservativ, d.h. die Modellannahmen führen höchstens zu einer Überschätzung der in der Umgebung auftretenden Radioaktivitätsmenge. Dies bedeutet daher andererseits, daß die mittels AVV berechnete Freisetzung eine untere Abschätzung der tatsächlich vorgenommenen Freisetzung darstellt.

Die Analyse der Meßwerte beim KKK zeigt immer wiederkehrende luftgetragene Neueinträge von Radioaktivität in der Umgebung, die durch Meßfehler oder andere Emittenten nicht erklärbar sind. Sie stehen im Widerspruch zu den Angaben der Betreiber über ihre jährlichen Abgaben mit der Abluft, und obwohl man die wahren Emissionen aus den Umweltmessungen nur überschlägig abschätzen kann, läßt sich aus den Meßwerten ableiten, daß die zulässigen Jahresabgaben wiederholt erheblich überschritten worden sein müssen (7).

5. Die Strahlenbelastung der Bevölkerung zeigt sich in Chromosomenschäden

Die Bremer Arbeitsgruppe hat bei 21 Erwachsenen aus der Samtgemeinde Elbmarsch eine im Mittel 6fache Erhöhung der Rate dizentrischer Chromosomen in Blutzellen im Vergleich zu unbestrahlten Kontrollen gefunden (5, 6). Ausgangspunkt der Untersuchung war der Befund an Elternteilen von 5 Leukämie-Kindern gewesen, der im Sommer 1992 eine 8fache Erhöhung zeigte (51). Dieses ist ein untrügliches Zeichen für eine Strahleneinwirkung bei der Bevölkerung. Eine Besonderheit war dabei das Auftreten multiaberranter Zellen, die durch eine Inkorporation von α -Strahlern erklärbar wären. Die von den Ländern Niedersachsen und Schleswig-Holstein finanzierte Verbund- und Blindstudie zur Biologischen Dosimetrie hat diesen Befund nicht widerlegt. Im Gegenteil, in der in Bremen untersuchten Untergruppe von 1/3 des Gesamtkollektivs, die ebenfalls aus dem zentralen Ortsteil Tespe sowie aus Avendorf (2 Leukämiefälle) stammt, trat die gleiche erhöhte Rate an Aberrationen auf. Diese Befunde werden auch nicht dadurch widerlegt, daß die anderen beteiligten Labore derartige Erhöhungen nicht gefunden haben, da nicht dieselben Personen untersucht wurden.

6. Das betreiberunabhängige Überwachungssystem der Aufsichtsbehörde kann die Leckagen nicht widerlegen

Von der Aufsichtsbehörde ist immer wieder darauf hingewiesen worden, daß die Emissionen und Immissionen (Einträge in der Umwelt) des KKK parallel mit verschiedenen Meßsystemen kontrolliert werden, u.a. auch durch das betreiberunabhängige Kernreaktor-Fernüberwachungssystem in Kiel. Daher könnten überhöhte Abgaben nicht unbemerkt bleiben, wie auch das Öko-Institut Darmstadt in seinem Gutachten (s. unter 8.) bestätigt hat. Das Argument der Redundanz der Meßsysteme wird jedoch dadurch konterkariert, daß man sich letztlich auf die Gültigkeit der vom Betreiber ausgeführten Emissionsmessungen beruft, die nichts Ungenehmigtes gezeigt haben sollen. Durch diese sei bewiesen, daß in der Umwelt keine Kontaminationen durch das KKK erzeugt worden sein können. Sie sind aber da!

Die Umweltkontaminationen beim KKK sind nicht auf Anhieb erkennbar, da die Überwachung keineswegs vollständig ist. Reine Betastrahler und Radionuklide mit kurzer Halbwertszeit werden nicht kontinuierlich und nicht nuklidspezifisch in den verschiedenen Umweltmedien erfaßt. Daher wissen wir noch nicht, ob es sich bei den "chronischen" Leckagen mehr um zeitliche Einzelabgaben oder mehr um Dauerabgaben handelt. Ein genügend engmaschiges Meßnetz ist ebenfalls nicht vorhanden, denn die einzigen Detektoren, die in großer Zahl ausgelegt werden, messen nur die Jahresgammadosis. Die Kernreaktor-Fernüberwachung erfaßt nur die Gammadosisleistung. Es gibt aber eine Reihe von Spaltprodukten, die keine Gammastrahlung aussenden. Diese müssen nicht zwangsläufig nur in Begleitung solcher Isotope auftreten, die eine deutliche Anzeige in den Gammamonitoren erzeugen würden. Unsere Annahme, daß die hauptsächliche Strahlenbelastung von inkorporierten Beta- und Alphastrahlern herrührt, und die Knochen und das blutbildende System betrifft, kann daher gegenwärtig nicht widerlegt werden. Der TÜV Nord hat in seinem Gutachten über die Sicherheit des Kernkraftwerks Krümmel einen Störfall beschrieben (53), bei dem die mögliche Bevölkerungsdosis durch Gammastrahlung nur einige Prozent der Gesamtdosis ausmacht (Kühlmittelverluststörfall innerhalb des Sicherheitsbehälters), so wie wir es in diesem Fall vermuten.

7. Es gibt Hinweise auf massive technische Probleme beim KKK

Massive technische Probleme beim KKK lassen sich daraus ableiten, daß

- die vom Betreiber auf dem Maschinenhausdach in den Jahren 84-93 gemessenen Dosiswerte viel zu hoch sind und auch durch ihre Variation auf unkontrollierte Leckagen hinweisen
- 1984 der zulässige Dosisgrenzwert am Kraftwerkszaun überschritten wurde
- der sog. Radonvorfall am 12.9.86 weiterhin als Lügenmärchen zu bezeichnen ist
- 1987 in einem OSART-Bericht der Internationalen Atomenergieorganisation die Rede von massiver Korrosion in der Anlage war
- in der Fernsehsendung MONITOR vom August 1996 über Pfusch bei der Zusammensetzung des Druckbehälters berichtet wurde

Denkbare technische Probleme beim KKK wurden in den Leukämiekommissionen, die die Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein zur Beratung eingesetzt haben, bislang nur gelegentlich angesprochen, da die dort versammelten Fachleute nicht aus dem Gebiet der Reaktortechnik stammen. Als Experte für Reaktorsicherheit fungiert dort der Betreiber.

Weder Aufsichtsbehörde, noch TÜV Nord, noch Öko-Institut Darmstadt (53) konnten bislang erklären, warum es auf dem Dach des Maschinenhauses in ca. 60 m Entfernung von der Hochdruckturbine, die die bedeutsamste Strahlenquelle im Maschinenhaus bei einem Siedewasserreaktor ist, größere Strahlendosen (bis 0,2 Sv pro Jahr) gegeben hat als in deren Nähe. Wir interpretieren diesen Befund als Indiz für unkontrollierte Leckagen.

Am 12.9.86 trat inner- und außerhalb des Kraftwerks eine Kontamination auf, und es wurden Kontrolleure mit Strahlenschutzanzügen auf dem Gelände beobachtet. Die Erklärung der Betreiber, es habe sich um einen Aufstau von natürlicher Außenradioaktivität, nämlich Radon, gehandelt, das in das Gebäude angesaugt worden sei, kann nach unseren Recherchen nicht stimmen.

Der Bürgerinitiative gegen Leukämie in der Elbmarsch wurde ein Bericht der Internationalen Atomenergieorganisation bekannt, der im Rahmen der Überwachung der Betriebssicherheit von kerntechnischen Anlagen (OSART Mission) auch einen Besuch im KKK im Februar/März 1987 beschrieb, also 3 Jahre nach Betriebsbeginn (54). Dabei wird als "verhältnismäßig ungewöhnliches Vorkommnis" erwähnt, daß sich Korrosionsprodukte auf den Brennstäben in großem Umfang ablösten und zu einer anlageninternen Kontamination geführt hatten und infolgedessen zu einem erheblich erhöhten Strahlenpegel im Reaktorgebäude. Außerdem wird das Fehlen von Betadosis-Leistungsmessern für das Strahlenfeld im Reaktorgebäude bemängelt.

Nachdem wir aus dem zeitlichen Verlauf der Chromosomenaberrationen und bei den Umgebungskontaminationen auf chronische Leckagen geschlossen hatten, und sich weiterhin herausgestellt hatte, daß das beobachtete Nuklidspektrum sich z.B. durch einen Kühlmittelverlust erklären läßt, wurden im vergangenen Jahr durch die aufgedeckten Probleme des KKK-Druckbehälters chronische Reaktorwasserverluste plausibel. Es zeigte sich, daß tatsächlich über Zeiträume von Wochen erhebliche Kühlmittelleckagen bis zu Wassermengen von 300 l/h aufgetreten sind. Diese waren besonders groß und anhaltend im Jahr 1986, haben sich jedoch 1993 und 1996 wiederholt. Wir halten es für möglich, daß die wesentliche Ursache der überhöhten Radioaktivitätsabgaben mit diesen Leckagen zusammenhängt, da sich im Reaktorwasser erhebliche Radioaktivitätsmengen befinden.

8. Es gibt weder Fakten noch Gutachten, die die Verursachung durch das KKK widerlegen

Minister Möller beruft sich auf

- das Gutachten des Öko-Instituts, das keine relevanten Überschreitungen der zulässigen Emissionen gefunden hat
- die Kompetenz anderer Wissenschaftler, die unseren Thesen widersprechen

Das Gutachten des Öko-Instituts Darmstadt, das von Minister Möller als Freibrief für das Wiederaufnehmen des Kraftwerks Ende 1994 benutzt wurde, befaßt sich im wesentlichen mit dem Konzept der Emissions- und Immissionskontrolle (52). Die weiter oben aufgeführten Kontaminationen und Auffälligkeiten in der Umgebung des KKK wurden z.T. nicht bemerkt, z.T. wurden sie als für radiologisch nicht relevant erachtet. Die Widersprüche zu unseren Befunden erklären sich durch die zwangsläufig unvollständige Auswahl der betrachteten Emissionspfade und Störfallszenarien im Rahmen einer relativ kurzfristigen Begutachtung und der von den Auftraggebern vorgegebenen Fragestellung, ob eine Jahresdosis von 10 mSv erreicht worden sein könnte (und damit eine Überschreitung der Grenzwerte um den Faktor 33).

Das Öko-Institut-Gutachten hat für uns zwei wichtige Hinweise gegeben: 1) wurde gezeigt, daß ein großer Störfall mit entsprechend hoher Aktivitätsfreisetzung beim KKK auszuschließen ist, 2) ergab sich, daß das Überwachungssystem immissionsseitig nicht ausreicht, eine vergleichsweise hohe Knochenmarksdosis der Bevölkerung durch Inkorporation von β -Strahlern auszuschließen. Dies hat uns in der Schlußfolgerung auf chronische Leckagen bestärkt. Emissionsseitig sind die Möglichkeiten diffuser Leckagen - also von Abgaben außerhalb des regulär vorgesehenen Pfades über die Abluftkamin - nicht ausreichend behandelt worden (55). Ein Störfallszenario, das einen chronischen Kühlmittelverlust beschreibt und Knochenmarksdosen durch inkorporierte α - und β -Strahler errechnen läßt, die höher als die gesamte γ -Komponente wären, ist nicht untersucht worden. Die Leukämiekommissionen übten denn auch vielfältige Kritik am Gutachten und sahen hierdurch die Strahlenhypothese nicht als widerlegt an.

9. Die Argumente von Strahlenschutzkommission und Bundesamt für Strahlenschutz entbehren der Logik

Die Strahlenschutzkommission, die das KKK von jedem Verdacht freispricht, führt außer den in 8. genannten Punkten an, daß

- Leukämiecluster überall vorkommen, insbesondere auch da, wo keine Kernkraftwerke sind
- die anderen Kernkraftwerke bei Normalbetrieb keine Leukämieerhöhung zeigen
- die Strahlenbelastung durch Kernkraftwerke kleiner als 1 % der natürlichen Umgebungsstrahlung sei
- selbst bei denkbaren Überschreitungen der Abgaben die Dosis viel zu klein sei, um eine solche Leukämieerhöhung hervorzurufen
- bevor man bei der Aufklärung weiterkomme, die molekularen Grundlagen der Leukämieentstehung studiert werden müßten

Das Leukämievorkommen in der Umgebung des KKK stellt sich inzwischen als ein systematischer und anhaltender Anstieg in der gesamten Bevölkerung beiderseits der Elbe dar, der einige Jahre nach Betriebsbeginn einsetzte. Die geheimnisvollen "Leukämienester auf der ganzen Welt", die ohne erkennbare Ursache entstehen und vergehen, sind im übrigen bei näherem Hinsehen nicht vorhanden. Sie wurden in einer Reihe von neueren Untersuchungen nicht bestätigt, die durchgeführt wurden,

nachdem in England erst bei der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield und dann bei anderen kerntechnischen Anlagen Leukämieerkrankungen aufgefallen waren.

Die Strahlenschutzkommission (SSK) hat 1994 eine Stellungnahme veröffentlicht (56), auf die sie sich auch bei jüngeren Äußerungen zum Elbmarschproblem bezieht. Sie zitiert sich dort im Vorwort selbst mit ihrer Bewertung von 1993: "...daß es keinerlei Hinweise für eine ursächliche Verknüpfung zwischen dem Leukämiecluster und dem Kernkraftwerk Krümmel gibt." Welche andere Erklärung sie für wahrscheinlich hält, wird in der Stellungnahme nicht deutlich.

Die Frage des allgemeinen Auftretens von Leukämieclustern wird von der SSK in Zusammenhang mit Thesen einiger WissenschaftlerInnen gesehen, die unterschiedliche Reaktionen des Immunsystems in einer Bevölkerung auf vorhandene oder von Fremden eingebrachte Viren oder Keime beschreiben. Die Entstehung von Clustern wird auf dadurch ausgelöste kleine und begrenzte Epidemien zurückgeführt. Dagegen stehen eine ganze Reihe neuerer Untersuchungen, die das vielbemühte Phänomen der allgemeinen Clusterung nicht bestätigen. Dieses müßte sich - sofern real - in einer systematischen Abweichung von einer zufälligen Häufigkeitsverteilung der Leukämiefälle in der Bevölkerung darstellen. Insbesondere zeigt sich in Deutschland keine solche Abweichung. Breckow u.a. stellen auf Kreisebene für das Land Nordrhein-Westfalen fest, daß eine von einer Zufallshäufung abweichende allgemeine Leukämieclusterung bei Kindern und Jugendlichen nicht besteht (57). Die AutorInnen des Mainzer Kinderkrebsregisters wählten eine für unser Problem angemessenere kleinere räumliche Bezugseinheit. Sie stellten auf Gemeindeebene nicht nur in der Niedersachsenstudie (36) keine generelle Abweichung des Leukämieauftretens von einer Zufallsverteilung fest, sondern auch für die Gesamtheit der alten BRD-Länder (35, 41).

Die auffälligste einzelne Leukämiehäufigkeit bei Kindern, die sie fanden, ist eben die in der Elbmarsch (und das ohne die Fälle ab 1994). Die Wahrscheinlichkeit, daß diese Häufung zufallsbedingt ist, wird von ihnen mit 3:10.000 angegeben (36). Da Michaelis, Direktor des Mainzer Registers, als Mitglied des Ausschusses "Strahlenrisiko" an der SSK-Publikation mitgewirkt hat und neuerdings auch SSK-Mitglied ist, kann davon ausgegangen werden, daß die SSK das Elbmarschphänomen nicht als Zufallserscheinung ansieht. Frühere SSK-Mitglieder hatten den gegenteiligen Eindruck erweckt (58). Andererseits ist nicht nachzuvollziehen, wie angesichts der fehlenden Clusterbefunde in Deutschland und anderswo (59) die These der Mikroepidemien bei ihnen einen derart breiten Raum einnehmen kann.

Zur Frage einer möglichen Zufallserscheinung in der Samtgemeinde Elbmarsch muß noch darauf hingewiesen werden, daß die o.a. Wahrscheinlichkeit von 0,0003 zusätzlich mit der Wahrscheinlichkeit multipliziert werden müßte, daß sich in der Nähe einer Gemeinde gerade ein Kernkraftwerk befindet. Eine solche Betrachtung führt zu einer Wahrscheinlichkeit in der Größenordnung von 1:1.000.000 und zeigt, daß der Zufall hier tatsächlich nicht bemüht werden kann.

Nachdem die SSK eigentlich selbst die Erklärungsansätze "Zufall" oder "allgemeine Clusterung aus noch unbekannten Gründen" für die Elbmarschleukämien ad absurdum führt, liefert sie auch mit der Betrachtung von Häufungen abseits von kerntechnischen Anlagen keinerlei vernünftige Deutung.

Genauso wenig wie der Zusammenhang zwischen dem Betrieb des KKK und der beobachteten Leukämien nicht widerlegt wird, weil andere Kernkraftwerke nicht auffällig sind (was bei ordnungsgemäßem Betrieb gar nicht erwartet werden darf), können auch Leukämiehäufungen an anderen Orten nicht gegen die Verursachung durch Radioaktivität sprechen. Denn erstens behauptet niemand, daß Leukämie nur durch Strahlung erzeugt wird, zweitens gibt es noch andere Strahlenquellen als Kernkraftwerke, wie das Beispiel Sittensen lehrt (s.u.).

Laut SSK lieferten Cook-Mozzafari u.a. (60) den auffälligen Befund, daß die Leukämiersterblichkeit in der Nähe geplanter, aber nicht errichteter Kernenergieanlagen erhöht war. Dieses Ergebnis war jedoch nicht signifikant (d.h., ein Zufall ist nicht auszuschließen) - und es war mit nur 14 % Unterschied zudem marginal. In der wiederum von Michaelis und MitarbeiterInnen durchgeführten Studie über die Leukämiehäufigkeit bei westdeutschen Kernkraftwerken (61) ergab sich eine signifikante Erhöhung für geplante, aber nicht eingerichtete Standorte. Sie betrug 41 % für alle Kinder (0-14 Jahre) im 15 km-Umkreis und 300 % für kleine Kinder (0-4 Jahre) im Nahbereich (5 km) und beruht auf nur 6 Fällen. Eine Clusterung lag hier aber offensichtlich, wie die spätere Untersuchung zeigt (35, 41), nicht vor. Nicht verdächtig bei dieser deutschen Untersuchung fand die SSK den Befund aus dem Nahbereich (< 5 km) der westdeutschen Kernkraftwerke. Bei den unter 5-Jährigen ergab sich eine dreifach signifikant erhöhte Leukämierate und bei isolierter Betrachtung der älteren Anlagen (Betriebsbeginn vor 1970) eine siebenfache Erhöhung im Vergleich zu den Kontrollregionen.

Als Beispiel für ein Leukämiecluster von unbekannter Ursache wird von der SSK auch die Häufung in Sittensen genannt, die zwischen 1983 und 1989 auftrat. Sie stellt nach der Mainzer Analyse (35, 36) das zweitgrößte gefundene kindliche Cluster dar. Hier kann aber mit Sicherheit gesagt werden, daß ebenfalls Strahlung im Spiel war (6, 62, 63). Die Leukämieerhöhung verschwand, nachdem eine der Hauptursachen, eine ärztliche Praxis mit übermäßig schlechten und gehäuften Röntgenuntersuchungen pro PatientIn, ihren Betrieb eingestellt hatte.

Das Niedersächsische Sozialministerium hatte aufgrund des Sittenser Leukämievorkommens eine Fallkontrollstudie an das Mainzer Kinderkrebsregister zu den Ursachen kindlicher Leukämien in Niedersachsen vergeben (36). Darin erwies sich mehrfaches Röntgen als weitaus potentester Risikofaktor, ein Zusammenhang mit Sittensen wurde dennoch nicht hergestellt. Es ist nur folgerichtig, daß Michaelis und MitarbeiterInnen auch in einer weiteren Untersuchung zur Frage einer Häufung kindlicher Leukämien im Stadtgebiet Bergedorf-Curslack von Hamburg keine gemeinsame Ursache fanden (64). Dieses Gebiet war der einzig noch übrig gebliebene Zwickel um das KKK, der hinsichtlich der Häufigkeit von Leukämien bislang noch nicht untersucht worden war. Die Fernsehsendung PANORAMA hatte die Leukämiehäufung dort aufgedeckt, die in dasselbe Zeitfenster fällt wie die Elbmarscherkrankungen. Ein möglicher Zusammenhang mit dem Kernkraftwerk, das 10-14 km entfernt ist, wurde aber erst gar nicht erwogen.

Die Aussage, daß die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Kernkraftwerke kleiner als 1 % (0,01 mSv pro Jahr) der natürlichen Strahlenbelastung ist, entstammt dem jährlichen Bericht des Bundesumweltministers (49). Es ist ein Schätzwert, der sich aus Berechnungen anhand der registrierten Emissionen der Anlagen ergibt. Da es ein Mittelwert über die gesamte BRD ist, sagt es über eine

Einzelanlage wie Krümmel gar nichts aus. Der TÜV-Norddeutschland hatte in seinem Sicherheitsgutachten für KKK unter der Annahme, daß die zulässigen Emissionen ausgeschöpft werden, eine maximale Dosis von 0,04 mSv pro Jahr für eine Person in der Umgebung ermittelt (65). Die SSK hielt es zu Anfang der Ursachendebatte bei Krümmel nicht für erforderlich, die Einhaltung dieser Voraussetzungen zu hinterfragen. Später berief sie sich auch auf das Ergebnis des Öko-Instituts Darmstadt (52).

Die SSK behauptet, die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch das KKK sei viel zu klein, um die Leukämieerhöhung zu erklären. Sie fordert für einen solchen Effekt wie den beobachteten einige 100 mSv mittlere Knochenmarksdosis. Dies widerspricht aber der Tatsache, daß in mannigfachen epidemiologischen Untersuchungen nach Röntgendiagnostik Leukämie bei Kindern und Erwachsenen gefunden wurde (9-22), deren Dosis keineswegs entsprechend hoch gewesen sein kann. Außerdem widerspricht es dem o.g. Befund von Michaelis u.a. (36).

Das Mittel der Epidemiologie zur Ursachenaufklärung bei einer Krankheitserhöhung ist die Fallkontrollstudie. Dabei geht man von den aufgefundenen Fällen aus und prüft individuell verschiedene Risikofaktoren ab. Die SSK hatte sich gegen die 1996 von den Ländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen an das Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin vergebene Fallkontrollstudie, die die Krümmel-Leukämien umfaßt, ausgesprochen (66). Nach ihrer Meinung war die Strahlenhypothese nicht weiter zu verfolgen. Bevor man nicht weitere Grundlagenforschung zum Entstehungsmechanismus bei der Leukämie betrieben habe, seien keine weiteren Aufschlüsse zu erwarten.

Die im Zusammenhang mit der Leukämiehäufung beim KKK vorgetragenen Argumente der SSK erweisen sich somit als widersprüchlich und unseriös. Ihre Parteilichkeit zeigt sich auch durch die Tatsache, daß keine der Arbeiten mit anderen Interpretationen zu Leukämiehäufungen in Deutschland zitiert und diskutiert werden, wie z.B. die der AutorInnen von (1-6, 62, 63, 67-73).

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hatte (in einem Schreiben an den Vorsitzenden der Niedersächsischen Leukämiekommission vom 11.6.93) immerhin geäußert: "Das BfS schließt schon aus grundsätzlichen Erwägungen bezüglich eines Kausalitätsnachweises nicht aus, daß Abgaben des Reaktors Krümmel in einer wie auch immer gearteten Weise an der Entstehung des Leukämieclusters beteiligt sein könnten. Aber das BfS sieht keinen Hinweis darauf, daß das Cluster durch die Abgaben bedingt sein soll."

Im übrigen hat das BfS als Erklärung ebenfalls nur die These mit den weltweit anzutreffenden Leukämienestern anzubieten. Im Dezember 1996 wurde eine Pressemitteilung mit dem Titel "Kernkraftwerk Krümmel - Keine unkontrollierten Freisetzungen radioaktiver Stoffe" verbreitet. In dieser wird unter Verzicht auf jedwede quantitativen Angaben oder Gutachtensbezüge abgestritten, daß erhöhte Umgebungskontaminationen beim KKK vorliegen. Des weiteren wird fälschlich behauptet, derartige statistisch auffällige Häufungen von Leukämieerkrankungen träten auch fernab von kerntechnischen Anlagen auf (s. oben).

Das Kernkraftwerk Krümmel ist bekanntlich nicht die erste kerntechnische Anlage, deren "Normalbetrieb" in Verdacht gerät, Gesundheitsschäden in der Bevölkerung auszulösen (67-77). Im Fall des Pilgrim-Reaktors in Massachusetts wurde durch Morris und Knorr in einer Fall-Kontroll-Studie ein Bezug zwischen Leukämieauftreten und Reaktorbetrieb hergestellt (76), in einer weiteren Fall-Kontrollstudie wurde bei der französischen Wiederaufarbeitungsanlage ein Zusammenhang zwischen Leukämieauftreten in der Bevölkerung und Umgebungskontaminationen aufgezeigt (77). Dennoch sind diejenigen Wissenschaftler, die sich bisher im Namen des "offiziellen" Strahlenschutzes öffentlich geäußert haben, offenbar der Meinung, man könne das Problem in Deutschland lösen, indem man es einfach bestreitet. Statt sachdienlicher Argumentation wird mit Polemik nach Muster der 70er Jahre gegen die Aufklärungswilligen zu Felde gezogen. Dieses Verhalten ist besonders skandalös, da derzeit kein Grund zu der Annahme besteht, daß die Ursachen der Kontaminationen beim KKK inzwischen beseitigt worden sind.

10. Zusammenhänge sind auch bei Politikern nicht gefragt

Im letzten Jahr hat auch Umweltsenator Vahrenholt aus Hamburg in die Debatte eingegriffen und erklärt, es gäbe: "keine Anhaltspunkte für Krümmel als Leukämie-Verursacher" (Pressemitteilung vom 24.9.96). Er beruft sich dabei auf die Aussagen eines Hämatologen Gaßmann, der u.a. behauptet, die bei Krümmel beobachteten Formen der Leukämieerkrankungen - lymphatische Leukämien - seien nicht strahlentypisch (s.a. Tab. 1). Zu erwarten seien nach Strahlenbelastungen myeloische Leukämien.

Diese Behauptung ist schlicht falsch. Gaßmann bezieht sich auf eine kleine Auswahl strahlentherapierter Kollektive, bei denen myeloische Leukämie als Zweitumor auftrat und vornehmlich bestrahlte Erwachsene betraf (78). (Meistens war die Strahlentherapie von einer Chemotherapie begleitet, so daß die reine Strahlenwirkung hieraus ohnehin nicht abgeleitet werden kann.) Die Verteilung der verschiedenen Leukämietypen nach Bestrahlung ist aber altersabhängig, und die grundsätzliche Auslösbarkeit akuter lymphatischer Leukämien (ALL) durch ionisierende Strahlung ist in der Literatur unstrittig. Letztere traten um so häufiger auf, je jünger die bestrahlten Personen waren. Bei den japanischen Atombombenüberlebenden waren bei 231 Leukämiefällen in allen Altersklassen nur 14 % akute lymphatische Leukämien vertreten (79). Ihr Zusammenhang mit der Bestrahlung war jedoch eindeutig. 27 Leukämien waren bei Personen aufgetreten, die zum Zeitpunkt der Explosion unter 10 Jahre alt waren (80). Davon waren 48 % ALL. In der Altersklasse < 5 Jahre bei Exposition war die Aufteilung 56 %, bei < 3 Jahren 75 % ALL. Gaßmann behauptet, die japanischen Fälle seien falsch klassifiziert worden. Das Hiroshima-Institut hat jedoch eine Reklassifikation der Erkrankungen nach dem sog. FAB-Schema durchgeführt, die eine Übereinstimmung der Zuordnung von 82 % im Vergleich mit der alten Klasseneinteilung ergab (81).

Auch nach vorgeburtlicher Exposition durch Röntgendiagnostik ist überwiegend ALL aufgetreten (82, 83). Weder der Befund der überwiegenden ALL bei den Kindern in der Elbmarsch, noch derjenige in der Erwachsenenstudie (34), die eine Erhöhung der chronisch myeloischen Leukämien zeigte, stehen

daher im Widerspruch zu den mannigfachen Erfahrungen über strahleninduzierte Leukämie aus der Vergangenheit.

In der Presseerklärung heißt es auch, daß die Umweltbehörde zu "Schweißnähten, Ventilen und Pumpen etc." nicht Stellung nehmen wolle. D.h. also, an der Herleitung irgendwelcher Zusammenhänge besteht kein Interesse. Die BürgerInnen sollen sich mit der Erkenntnis des Senators bescheiden, daß: "diese Leukämie-Cluster - nicht nur in der Elbmarsch - offensichtlich noch nicht aufklärbar sind". Die Gesundheitsbehörde Hamburg (84) hat jedoch in einer Analyse der Daten des Hamburger Krebsregisters auch keine allgemeine Clusterung der Leukämieerscheinung festgestellt (wobei sie allerdings die Erhöhung in Bergedorf übersah). Wie sagt es Herr Senator Vahrenholt: wir brauchen "einen seriösen Umgang mit den Tatsachen".

- 1) Dieckmann, H.: Häufung von Leukämieerkrankungen in der Elbmarsch. Gesundheitswesen 10 (1992) 592-596
- 2) Forkel, E.: Das "Elbmarsch-Leukämie-Cluster" in unmittelbarer Nähe von zwei kerntechnischen Anlagen. In Lengfelder, E., Wendhausen, H. (Hrsg.): Neue Bewertung des Strahlenrisikos. 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz, Kiel 1992, MMV Medizin Verlag München 1993, S. 175-178
- 3) Demuth, M.: Leukämiemorbidität bei Kindern in der direkten Umgebung des Kernkraftwerkes Krümmel. In Lengfelder, E., Wendhausen, H. (Hrsg.): Neue Bewertung des Strahlenrisikos. 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz, Kiel 1992, MMV Medizin Verlag München 1993, S. 167-173
- 4) Hoffmann, W., Schmitz-Feuerhake, I., Dieckmann, Hayo, Dieckmann, Helga: A cluster of childhood leukemia near a nuclear reactor in Northern Germany. Archives Environm. Health (1997) im Druck
- 5) Schmitz-Feuerhake, I., Dieckmann, Helga: Raum-zeitliche Analyse von Elbmarschdaten zur Bestimmung von Expositionszeitpunkten und Strahlenbelastungen. Bericht an die Kommissionen zur Aufklärung des Leukämievorkommens in der Elbmarsch und an die AG Belastungsindikatoren vom 21.4.94
- 6) Schmitz-Feuerhake, I. et al.: Rekonstruktion von Strahlenbelastungen bei zwei norddeutschen Leukämieclustern durch Biologische Dosimetrie. In Koelzer, W., Maushart, R. (Hrsg.): Strahlenschutz : Physik und Meßtechnik, Bd II, 26. Jahrestagung des Fachverbands für Strahlenschutz, Karlsruhe 24.-26. Mai 1994, S. 616-621
- 7) Schmitz-Feuerhake, I.: Edelgasszenario - Bewertung kurzlebiger Spaltproduktemissionen des Kernkraftwerks Krümmel im Rahmen der Edelgasthese zur Aufklärung des Leukämievorkommens in der Elbmarsch: Beratungsauftrag v. 21.11.95 vom Nieders. Umweltministerium. An den Beirat für Fragen des Kernenergieausstiegs Nieders., 2. erg. Fassung v. 6.9.1996
- 8) Schmitz-Feuerhake, I., Schumacher, O., Ziggel, H.: Umweltindikatoren für radioaktive Freisetzungen durch das KKW Krümmel. In Heinemann, G. (Hrsg.): Strahlenbiologie und Strahlenschutz. 28. Jahrestagung des Fachverbands für Strahlenschutz, Hannover 23.-25. Okt. 1996, S. 353-357
- 9) Graham, S., M.L. Levin, A.M. Lilienfeld et al.: Preconception, intrauterine, and postnatal irradiation as related to leukemia. Natl. Cancer Inst. Monogr. 19 (1966) 347-371
- 10) Natarajan, N., I.D.J. Bross: Preconception radiation leukemia. J. Med. 4 (1973), 276-281
- 11) Shiono, P.H., C.S. Chung, N.C. Myrianthopoulos: Preconception radiation, intrauterine diagnostic radiation, and childhood neoplasia. J. Natl. Cancer 65 (1980), 681-686
- 12) Shu, X.O., Gao, Y.T., Brinton, L.A., Linet, M.S., Tu, J.T., Zheng, W., Fraumeni, J.F.: A population-based case-control study of childhood leukemia in Shanghai. Cancer 62 (1988) 635-644
- 13) Faber, M., Andreasen, E., Uhrbrand, H.: Further studies on irradiation-induced leukemia in Denmark. In: Transactions of the 6th Congr. Europ. Haematol., A. Videback (Ed.), Basel, New York 1958, S. Karger, S. 211-213
- 14) Gunz, F., Atkinson, H.: Medical radiation and leukemia: A retrospective survey. Brit. Med.J. (1964) 389
- 15) Stewart, A., Pennybacker, W., Barber, R.: Adult leukemias and diagnostic X-rays. Brit. Med. J. (1962) 882-890
- 16) Gibson, R., Graham, S., et al.: Irradiation in the epidemiology of leukemia among adults. J. Natl. Cancer Inst. 48 (1972) 301-311
- 17) Bross, I.D.J., Natarajan, N.: Leukemia from low level radiation: Identification of susceptible children. N. Engl. J. Med. 287 (1972) 107-110
- 18) Osechinskij, I.V., Shanakina, T.P.: Epidemiological analysis of association between the leukemia and lymphoma incidence and the X-ray diagnostic loads. Problemy Gematologii i Perelivaniya Krovi 23 (1978) 13-17, Moskau
- 19) Stewart, A.M. Kneale, G.W.: Radiation dose effects in relation to obstetric X-rays and childhood cancers. Lancet ii (1970) 1185-1188
- 20) Bithell, J.F., Stewart, A.M.: Pre-natal irradiation and childhood malignancy. Brit. J. Cancer 31 (1975) 271-287
- 21) Bithell, J.F.: Epidemiological studies of children irradiated in utero. In Baverstock, K.F., Stather, J.W. (Eds.): Low Dose Radiation. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia, 1989, S. 77-87
- 22) Preston-Martin, S., Thomas, D.C., Yu, M.C., Henderson, B.E.: Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid leukemia and monocytic leukemia (CML). Brit. J. Cancer 59 (1989) 639-644

- 23) Flodin, U., Fredriksson, 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. Environm. Health* 41 (1986) 77-83
- 24) Henshaw, D.L., Eatough, J.P., Richardson, R.B.: Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers. *Lancet*, April 28 (1990), 1008-1012
- 25) Lyman, G.H., Lyman, C.G., Johnson, W.: Association of leukemia with Radium groundwater contamination. *J. Am. Med. Ass.* 254 (1985) 621-626
- 26) Watanabe, S.: Cancer and leukemia developing among atombomb survivors. *Handbuch der allg. Pathologie VI* (5), Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1974, S. 461
- 27) Johnson, C.J.: Cancer incidence in an area of radioactive fallout downwind from the Nevada test site. *J. Am. Med. Ass.* 251 (1984) 130-136
- 28) Carbonell, P.: Spätschäden durch Fallout- und Aktivierungsstrahlung der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki. Dissertation Universität Bremen 1984
- 29) Archer, V.E.: Association of nuclear fallout with leukemia in the United States. *Arch. Environm. Health* 42 (1987) 263-271
- 30) Machado, S.G., Land, C.E., McKay, F.W.: Cancer mortality and radioactive fallout in southwestern Utah. *Am. J. Epidemiol.* 125 (1987) 44-61
- 31) Stevens, W., Thomas, D.C., Lyon, J.L., Till, J.E., Kerber, R.A., Simon, S.L., Lloyd, R.D., Elghany, N.A., Preston-Martin, S.: Leukemia in Utah and radioactive fallout from the Nevada test site. A case-control study. *J. Am. Med. Ass.* 264 (1990) 585-591
- 32) Caldwell, G.G., Kelley, D., Zack, M., Falk, H., Heath, C.W. Jr.: Mortality and cancer frequency among military nuclear test (smoky) participants, 1957 through 1979. *J. Am. Med. Ass.* 250 (1983) 620-624
- 33) Finch, S.C., Finch, C.A.: Summary of the studies at ABCC-RERF concerning the late hematologic effects of atomic bomb exposure in Hiroshima and Nagasaki. Radiation Effects Res. Foundation, Technical Report RERF TR 23-88, Hiroshima 1988
- 34) Hoffmann, W., Greiser, E.: Increased incidence of leukaemias in the vicinity of the Krümmel nuclear power plant in Northern Germany. European Symposium on Environmental Epidemiology, Bremen Nov. 13-14, 1995, Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin 1996, S. 165-206
- 35) Kaletsch, U., Kaatsch, P., Michaelis, J.: Jahresbericht 1995 des Deutschen Kinderkrebsregisters. IMSD, Joh. Gutenberg-Universität Mainz, Juli 1996
- 36) 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 Medizinische Statistik und Dokumentation, Joh. Gutenberg-Universität Mainz, Mainz Juli 1995
- 37) Ziggel, H., Schmitz-Feuerhake, I.: Kann die in der Elbmarsch beobachtete Leukämiehäufung eine Zufallserscheinung sein? In Vorber. 1997
- 38) Fachbeamtenkommission Niedersachsen/Schleswig-Holstein: Untersuchungen zur Frage der Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen dem Betrieb der kerntechnischen Anlagen KKK und GKSS und dem Auftreten von Kinderleukämien in der Elbmarsch. Bericht an das Nieders. Sozialministerium März 1992
- 39) Nieders. Sozialministerium: Kinderleukämie in der Samtgemeinde Elbmarsch. Zwischenbericht Hannover Nov. 1992
- 40) Nieders. Sozialministerium: Kinderleukämie in der Samtgemeinde Elbmarsch. Berichtsband. Stand: Febr. 1992
- 41) Westermeier, T., Michaelis, J.: Applicability of the Poisson distribution to model the data of the German Children's Cancer Registry. *Radiat. Environ. Biophys.* 34 (1995) 7-11
- 42) Öko-Institut Darmstadt: Analyse der Emissions- und Immissionsdaten des GKSS-Forschungszentrums aus Anlaß der Leukämiefälle in der Elbmarsch. Gutachten für Minister für Finanzen u. Energie des Landes Schleswig-Holstein 1996
- 43) Kernkraftwerk Krümmel: Jahresberichte zur Umgebungsüberwachung 1981-95
- 44) Kernkraftwerk Krümmel GmbH: Statusbericht zur Umweltradioaktivität der kraftwerksnahen Umgebung für den Zeitraum 1981 bis 1990. Teil I bis III, 1992
- 45) GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH: Jahresberichte zur Umgebungsüberwachung 1983-1991
- 46) GKSS/KKK-Sonderprogramm 1993. LUFA Kiel 01020
- 47) Energiesysteme Nord GmbH: Radioaktivitätsüberwachung in der Umgebung von Kernkraftwerken. Behördenmeßprogramm 1983-95

- 48) Handl, J.: Sr-90 Aufnahme in Nutzpflanzen bei Berücksichtigung des Ca-Gehalts im Boden. Nieders. Institut für Radioökologie, Hannover, Jahresbericht 1987, S. 49
- 49) Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresberichte 1985-
- 50) Baumgärtner, F.: Leukämie in der Elbmarsch. Leserbrief bild der wissenschaft 9, 1993, S. 59
- 51) Schmitz-Feuerhake, I., Schröder, H., Dannheim, B., Grell-Büchtmann, I., Heimers, A., Hoffmann, W., Nahrman, A., Tomalik, P.: Leukaemia near water nuclear reactor. *Lancet* 342 (1993) 1484
- 52) Öko-Institut Darmstadt: Analyse der Emissions- und Immissionsdaten des Kernkraftwerks Krümmel im Zusammenhang mit den Leukämiefällen in der Elbmarsch. Darmstadt, Dez. 1994
- 53) TÜV Norddeutschland: Gutachten über die Sicherheit des Kernkraftwerks Krümmel. Störfälle mit Aktivitätsfreisetzung. Hamburg, Dez. 1982, Nr. 27-82-007
- 54) OSART: Int. Atomic Energy Agency: Operational Safety of Nuclear Installations. Federal Republic of Germany Krümmel. Febr. 16 - March 6, 1987, Report to the Government of the Federal Republic of Germany. IAEA-NENS/OSART/87/7, April 1987
- 55) Ziggel, H.: Anmerkungen zur gutachterlichen Stellungnahme des Öko-Instituts, Darmstadt, zur "Analyse der Emissions- und Immissionsdaten des Kernkraftwerks Krümmel im Zusammenhang mit den Leukämiefällen in der Elbmarsch" vom Dez. 1994. Bremen, Okt. 1996
- 56) Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Ionisierende Strahlung und Leukämieerkrankungen von Kindern und Jugendlichen. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission mit Anlagen. Veröffentl. der Strahlenschutzkommission Bd. 29, Gustav Fischer Verlag 1994
- 57) Breckow, J., Geuer, W., Kvasnicka, E.: Regionale Verteilungsmuster der Leukämiehäufigkeiten bei Kindern in Westdeutschland 1975-1990. *Gesundheitswesen* 57 (1995) 69-74
- 58) Hamburger Abendblatt: v. 31.3.1992; Leukämie - Statistisch ist das ganz normal, Offener Brief an die Bürger von Tespe von Prof. Dr. Horst Jung
- 59) Ziggel, H., Schmitz-Feuerhake, I.: Clusterung kindlicher Leukämieerkrankungen, in Vorber.
- 60) Cook-Mozzafari, P.J., Darby, S., Doll, R.: Cancer near potential sites of nuclear installations. *Lancet* ii (1989) 1145-1147
- 61) Michaelis, J., Keller, B., Haaf, G., Kaatsch, P.: Incidence of childhood malignancies in the vicinity of West German nuclear power plants. *Cancer causes and control* 3 (1992) 255-264
- 62) Schmitz-Feuerhake, I., v. Boetticher, H., Dannheim, B., Götz, K., Grell-Büchtmann, I., Heimers, A., Hoffmann, W., Nahrman, A., Schröder, H., Tomalik, P., Ziggel, H.: Strahlenbelastung durch Röntgendiagnostik bei Leukämiefällen in Sittensen im Landkreis Rotenburg/Wümme. In Lengfelder, E., Wendhausen, H. (Hrsg.): Neue Bewertung des Strahlenrisikos. 1. Int. Konferenz Ges. f. Strahlenschutz, Kiel 1992, MMV Medizin Verlag München 1993, S.93-101
- 63) Schmitz-Feuerhake, I., Dannheim, B., Grell-Büchtmann, I., Heimers, A., Hoffmann, W., Nahrman, A., Schröder, H., Tomalik, P., Ziggel, H.: Retrospektive Ermittlung der Strahlenbelastung von Patienten einer orthopädischen Praxis mit Hilfe der Biologischen Dosimetrie. In Arndt, D., Obe, G. (Hrsg.): Zytogenetische Methoden in Rahmen des Populationsmonitorings. Bundesgesundheitsamt, bga-Schriften 3/1993, MMV Medizin Verlag München 1993, S. 48-51
- 64) Michaelis, J.: Spezialerhebung des Deutschen Kinderkrebsregisters bei Leukämiepatienten in Hamburg-Bergedorf. Mainz 18.7.1996
- 65) TÜV Norddeutschland: Gutachten über die Sicherheit des Kernkraftwerks Krümmel zum Strahlenschutz beim Betrieb. Teil II des Betriebsgutachtens. Hamburg, Juli 1983
- 66) Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Bewertung der Ergebnisse des Workshops "Risk Factors for Adult Leukaemias and Lymphomas", Heidelberg, 15./16. Januar 1996. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 136. Sitzung am 23.2.96
- 67) Hoffmann, W., Kuni, H., Artmann, S., Bahr, A., Götz, A., Herrwerth, C., Schmitz-Feuerhake, I., Schubert, F.: Leukämiefälle in Birkenfeld und Umgebung: eine erste Bestandsaufnahme. In Köhnlein, W., Kuni, H., Schmitz-Feuerhake, I. (Hrsg.): Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit. Springer-Verlag, Berlin 1990, S. 175-181
- 68) Hoffmann, W.: Inzidenz Maligner Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen in der Region Ellweiler, Rheinland-Pfalz, Anwendung der Biologischen Dosimetrie zur Ermittlung möglicher Belastungspfade. Inauguraldissertation Marburg 1993
- 69) Hoffmann, W., Kranefeld, A., Schmitz-Feuerhake, I.: Radium-226-contaminated drinking water: hypothesis on an exposure pathway in a population with elevated childhood leukemia. *Environm. Health Perspectives* 101 (1993) Suppl.3, 113-115

- 70) Scholz, R.: Zwölf Anmerkungen zur Studie: "Untersuchungen der Häufigkeit von Krebserkrankungen im Kindesalter in der Umgebung westdeutscher kerntechnischer Anlagen 1980-1990" von Keller, Haaf, Kaatsch und Michaelis. Strahlentelex 130-131 (1992) 1-9
- 71) Scholz, R.: Zu Kernkraft und Krebs, Reales Risiko? Münch. med. Wschr. Nr. 28/29, Bd. 135 (1993) 371-372
- 72) Kuni, H.: A cluster of childhood leukaemia in the vicinity of the German research reactor Jülich. In Schmidt, M. (Ed.): Radiation Exposures by Nuclear Facilities. Evidence of the Impact on Health. Proceed. Int. Workshop in Portsmouth, England, 9-12 July 1996, im Druck
- 73) Dieckmann, Helga: Möglichkeiten und Grenzen epidemiologischer Studien zur Malignomhäufigkeit im Nahbereich kerntechnischer Anlagen. Berichte Otto Hug Strahleninstitut Nr. 12-14, 1996, S. 26-110
- 74) Goldsmith, J.R.: Nuclear installations and childhood cancer in the UK: mortality and incidence for 0-9-year-old children, 1971-1980. Science of the Total Environment 127 (1992) 13-35
- 75) Roman, E., Beral, V., Carpenter, L., Watson, A., Barton, C., Ryder, H., Lynn Aston, D.: Childhood leukaemia in the West Berkshire and Basingstoke and North Hampshire district health authorities in relation to nuclear establishments in the vicinity. Brit. Med. J. 294 (1987) 597-602
- 76) Morris, M.S., Knorr, R.S.: Adult leukemia and proximity-based surrogates for exposure to Pilgrim plant's nuclear emissions. Archives Environm. Health 51 (1996) 266-274
- 77) Pobel, D., Viel, J.-F.: Case-control study of leukaemia among young people near La Hague nuclear reprocessing plant: the environmental hypothesis revisited. Brit. Med. J. 314 (1997) 101-106
- 78) Prof.Dr. Helmut Löffler, Prof. Dr. Winfried Gaßmann: Welche hämatologischen Neoplasien können durch radioaktive Strahlung ausgelöst werden? Stellungnahme vom 14.10.96, Kiel
- 79) Preston, D.L., Kusumi, S., Tomonaga, M., Izumi, S., Ron, E., Kuramoto, A., Kamada, N., Dohy, H., Matsui, T., Nonaka, H., Thompson, D.E., Soda, M., Mabuchi, K.: Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III: Leukemia, Lymphoma and Multiple Myeloma, 1950-1987. Radiation Res. 137 (1994) S68-S97
- 80) Ichimaru, M., Ishimaru, T., Tomiyasu, T., Sadamori, N., Hoshino, T., Tomonaga, M., Shimizu, N., Okada, H.: Incidence of leukemia in atomic bomb survivors, Hiroshima & Nagasaki 1950-71. Radiation Effects Res. Foundation, Technical Rep. RERF 10-76, Hiroshima 1977
- 81) Tomonaga, M., Matsuo, T., Carter, R.L., Bennett, J.M., Kuriyama, K., Imanaka, F., Kusumi, S., Mabuchi, K., Kuramoto, A., Kamada, N., Ichimaru, M., Pisciotto, A.V., Finch, S.C.: Differential effects of atomic bomb irradiation in inducing major leukemia types: analyses of open-city cases including the Life Span Study cohort based upon updated diagnostic systems and the dosimetry system 1986 (DS86). Radiation Effects Res. Foundation, Techn. Rep. RERF TR 9-91, Hiroshima 1991
- 82) Bithell, J.F., Stewart, A.M.: Pre-natal irradiation and childhood malignancy: a review of British data from the Oxford Survey. Brit. J. Cancer 31 (1975) 271-287
- 83) Diamond, E.L., Schmerler, H., Lilienfeld, A.M.: The relationship of intra-uterine radiation to subsequent mortality and development of leukemia in children. Am. J. Epidemiol. 97 (1973) 283-313
- 84) Freie und Hansestadt Hamburg, Hamburgisches Krebsregister, Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales: Epidemiologie kindlicher Leukämien in Hamburg. 1993

Zu den AutorInnen:

Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, Physikerin, arbeitet auf dem Gebiet Medizinische Physik an der Universität Bremen und ist Mitglied der Expertenkommissionen Leukämie der Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein

Dr. med. Hayo Dieckmann, Arzt für öffentliches Gesundheitswesen, ist Mitglied der niedersächsischen Leukämiekommision

Die Diplom-Biologinnen Bettina Dannheim, Anna Heimers und Heike Schröder sind Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen der AG Medizinische Physik im Fachbereich 1 der Universität Bremen