

Studienergebnisses ist. Dieser Punkt kann hier nicht detailliert ausgeführt werden. Nur soviel: In der NLL-Studie werden sogenannte „zweiseitige“ Tests angewendet, um herauszubekommen, ob die Unterschiede zwischen den gebildeten Personengruppen eher zufälliger Natur sind oder ob System dahinter steckt. Einen zweiseitigen Test verwendet man, wenn man überhaupt nichts über die untersuchten Zusammenhänge weiß oder wenn – angewendet auf den vorliegenden Fall – es durchaus möglich ist, daß Strahlung die Leukämierate erhöht, daß es aber genauso möglich ist, daß Strahlung die Leukämierate verringert.

„Einseitige Tests“ verwendet man, wenn man im Prinzip weiß, daß zum Beispiel ionisierende Strahlen Leukämie verursachen können und man wissen möchte, ob das im vorliegenden Fall auch passiert ist oder ob sich die Daten innerhalb zufälliger Schwankungen bewegen.

Die Wahl des Tests ist keine mathematisch-philosophische Frage, sie hat konkrete Folgen für die Bewertung des Analyseergebnisses. Zweiseitige Tests sehen nur halb so scharf wie einseitige Tests. Damit zweiseitige Tests ein Ergebnis als „signifikant“, das heißt „nicht zufällig“ einstufen, muß der untersuchte Effekt doppelt so groß sein, wie für einen einseitigen Test. Man kann also mit einem einseitigen Test ein signifikantes Ergebnis bekommen, untersucht jemand anderes die selben Daten mit einem zweiseitigen Test, so kann ein nichtsignifikantes Ergebnis herauskommen. Die Schlußfolgerungen wären dann gegensätzlich.

Nach langer kontroverser Diskussion wird im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz zur Zeit eine großangelegte Untersuchung zu der Frage durchgeführt, ob es in der Umgebung deutscher Atomkraftwerke bei Kindern

eine erhöhte Rate von Krebserkrankungen gibt. Hier wurde entschieden, einseitig zu testen. Genau das wäre auch bei der NLL-Studie angebracht gewesen.

Bei der Durchsicht der englischsprachigen Zusammenfassung der NLL-Studie (die Muttersprache der Bewohner der Elbmarsch ist Deutsch) stellen sich Fragen bezüglich der erfreulich beruhigenden Kernaussage, die wir oben zitiert haben. Dr. Alfred Körblein (Umweltinstitut München) hat darauf hingewiesen, daß die NLL-Studie sehr wohl Ergebnisse enthält, die zur Beunruhigung Anlaß geben.

In der Tabelle sind die Daten der NLL-Studie zur akuten lymphatischen Leukämie bei

akute lymphatische Leukämie bei Männern (Vergleich nach Alfred Körblein, München)			
Belastungs-kategorie	Risikoerhöhung	p-Wert zweiseitig	p-Wert einseitig
Kategorie 1	63 %		
Kategorie 2	147 %		
Kategorie 3	243 %	0,0707 = nicht signifikant	0,0354 = signifikant
Kategorien 1+2+3	131 %	0,055 = nicht signifikant	0,0305 = signifikant
Trend-bewertung		0,055 = nicht signifikant	0,028 = signifikant
p kleiner als 0,05 bedeutet „signifikant“			

Männern angegeben. Die Risikoerhöhung gegenüber der nichtexponierten Vergleichsgruppe beträgt für die am wenigsten belastete Kategorie 1 schon 63 Prozent. Die Risiken steigen mit der Belastung bis zu einer Risikoerhöhung um 243 Prozent in Kategorie 3. Der zweiseitige Test der NLL-Studie kommt sogar für die höchste Belastungskategorie zu dem Urteil: „nicht signifikant“. Was ist das für eine Analyse, die eine 3,4-fache Risikoerhöhung als zufallsbedingt einstuft?

Körblein hat zum Vergleich mit denselben Daten den aus vorher genannten Gründen für die vorliegende Frage vorzuziehenden einseitigen Test durchgerechnet. Dabei ergibt sich, daß die Kategorie 3 sehr wohl ein signifikant erhöhtes Risiko gegenüber der nichtexponierten Gruppe aufweist.

Auch alle belasteten Kategorien zusammen weisen ein deutlich signifikant erhöhtes Risiko auf.

Für den Trend (zunehmende Belastung – zunehmendes Risiko) ist das Testergebnis nach der NLL-Studie ebenso „nicht signifikant“. Testet man aber „einseitig“, ergibt sich ein hochsignifikanter Trend.

Die in diesem Fall relativ geringen Fallzahlen rechtfertigen nicht, dieses auffällige Ergebnis unter den Tisch fallen zu lassen.

Die Risikoerhöhung für akute lymphatische Leukämie bei Männern entspricht in doppelter Weise den Erwartungen, die sich aus der Literatur ergeben. Die Risikoerhöhung

chen, die bisher übersehen wurden.

### Literatur

W. Hoffmann u.a.: Study on Leukaemia and Malignant Lymphoma in Northern Germany (NLL), Summary, BIPS, Bremen, March 2003, pp178.

A.Körblein u.a.: Keine Entwarnung für Krümmel, Pressemitteilung des Umweltinstitut München vom 22.4.2003.

D.L.Preston u.a.: Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors. Part III: Leukemia, Lymphoma and Multiple Myeloma, 1950-1987, Rad. Res. 137, S68-S97(1994). ●

### Strahlenwirkung

## Schwache Röntgenstrahlung kann die Erbsubstanz nachhaltiger schädigen als angenommen

### Das Reparatursystem versagt

Schwache Röntgenstrahlen können das Erbmolekül DNA nachhaltiger schädigen als bislang angenommen. Zwar greifen sie das Erbgut zunächst nicht so sehr an wie starke Strahlen, doch dafür können sich leicht beschädigte Zellen wesentlich schlechter regenerieren als stark beschädigte. Das folgt aus einer Studie von Biophysikern an der Universitätsklinik des Saarlandes in Homburg.

Markus Löbrich und Kai Rothmann hatten menschliche Lungenzellen unterschiedlichen Strahlungsdosen ausgesetzt, wie sie beim Röntgen vorkommen. Wie erwartet kam es zu Doppelstrangbrüchen, und zwar desto häufiger, je höher die Dosis ausfiel. Diejenigen Zellen, die mehr als einem Milligray ausgesetzt waren, konnten die Schäden anschließend innerhalb weniger Tage reparieren.

Wie die Studie ergab, steigt mit der Strahlenmenge auch die Zahl der Doppelstrangbrüche an. Doch die besonders stark bestrahlten und beschädigten Zellen konnten sich innerhalb kurzer Zeit selbst reparieren. Nach 24 Stunden waren bei ihnen die meisten der Doppelstrangbrüche wieder beseitigt. Bei den schwach bestrahlten und damit auch weniger beschädigten Zellen kam jedoch das natürliche Reparaturprogramm bei den Doppelstrangbrüchen entweder erst sehr viel später, langsamer oder gar nicht in Gang.

Ob sich daraus auch ein erhöhtes Krebsrisiko ableiten läßt, soll nun in weiteren Studien geklärt werden. Möglicherweise müßten dann die Strahlenschutzbestimmungen für Röntgenuntersuchungen grundlegend überarbeitet werden. Löbrich und Rothmann gehen davon aus, daß die jahr-

zehntealte Röntgenempfehlung „je niedriger die Strahlendosis, desto besser“ hinfällig sein könnte. Die schwache Dosis sei jedoch nicht zwingend gefährlicher als die hohe, schreiben die Homburger Forscher in der Online-Ausgabe der Proceedings der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften. Denn die irreparabel geschädigten Zellen würden rasch absterben, lange bevor sich ein Tumor entwickeln könne. Ob es sich dabei um einen körpereigenen Schutzmechanismus handelt, solle demnächst überprüft werden.

Beim Röntgen nimmt Deutschland im europäischen Vergleich eine Spitzenstellung ein. Statistisch gesehen kommen den Unterlagen der Krankenkassen zufolge auf jeden Einwohner 1,6 Röntgenuntersuchungen pro Jahr. ●

## 17 Jahre nach Tschernobyl

### Bisher geheimgehaltenes Archivmaterial über das AKW Tschernobyl veröffentlicht

Der Sicherheitsdienst der Ukraine hat unmittelbar vor dem 17. Jahrestag der Havarie im Atomkraftwerk Tschernobyl auf seiner Internetseite 121 Dokumente aus dem Archiv des KGB in der Ukrainischen Sowjetischen Sozialistischen Republik aus der Zeit zwischen 1971 und 1988 veröffentlicht, die die Arbeiten am Atomkraftwerk Tschernobyl und die dortige Havarie vom 26. April 1986 dokumentieren. Unter den auf der Internetseite <http://www.sbu.gov.ua> veröffentlichten Dokumenten befindet sich auch eine Sondermitteilung der Abteilung des KGB in Kiew, in der über systematische Verstöße bei den Arbeiten in einzelnen Bauabschnitten des Atomkraftwerks zwischen den Jahren 1976 und 1979 berichtet wird. Eine Reihe von Doku-

menten betreffen auch die Havarie, zu der es am 9. September 1982 im Atomkraftwerk Tschernobyl gekommen war und die eine geringere radioaktive Verseuchung des Werksgeländes zur Folge hatte. Ferner sind Mitteilungen der Abteilung des KGB aus dem Jahr 1984 veröffentlicht worden, in denen berichtet wird, daß Mängel im dritten und vierten Block des Atomkraftwerks Tschernobyl festgestellt wurden und daß jugoslawische Unternehmen qualitativ schlechte Ausrüstungen geliefert hätten. Ein großer Teil der bislang geheimgehaltenen und vom Sicherheitsdienst der Ukraine jetzt in russischer Sprache veröffentlichten Dokumente betreffen die Havarie vom 26. April 1986 und die Versuche, sie zu bewältigen. ●

## Atompolitik

### Der Reaktor in Garching darf unter Auflagen in Betrieb gehen

**Spätestens 2010 soll der Forschungsreaktor der Technischen Universität München auf nicht atomwaffentauglichen Brennstoff umgerüstet werden.**

Das Bundesumweltministerium hat am 15. April 2003 festgelegt, daß der Forschungsreaktor (FRM-II) in Garching bei München unter Auflagen seinen Betrieb aufnehmen darf. Das bayerische Umweltministerium darf demnach den Betrieb genehmigen, wenn die von Bundesumweltminister Jürgen Trittin gestellten Bedingungen erfüllt werden. So soll der Reaktor spätestens 2010 auf nicht mehr atomwaffentauglichen Brennstoff umgerüstet werden. Außerdem hat das Bundesumweltministerium eigener Aussage zufolge den Entsorgungsvorsorgenachweis für die abgebrannten Brennelemente verschärft.

Der FRM-II ist weltweit der einzige neue Forschungsreaktor, der hoch angereichertes, atomwaffentaugliches Uran verwenden soll. Das hatte weltweit Kritik hervorgerufen, weil dadurch das besonders von US-amerikanischer Seite betriebene Programm zur Umrüstung bestehender Anlagen auf niedrig angereichertes Uran beeinträchtigt wird. Die internationalen Bemühungen zur Nichtverbreitung von Atomwaffen streben an, den Markt für hoch angereichertes Uran zu beseitigen.

Die Planer des FRM-II an der Technischen Universität München und der Freistaat Bayern hatten diese internationale Abrüstungspolitik viele Jahre ignoriert. In den USA wurde jedoch als positives Zeichen gewertet, daß die Bundesregierung mit der bayerischen Landesregierung vor eineinhalb Jahren die Umrüstung auf niedriger angereichertes Uran vereinbart hatte. Der Reaktor hätte bereits vor zwei

Jahren den Betrieb aufnehmen sollen.

Die Bundesaufsicht beim Bundesumweltministerium konnte nach eigener Aussage der Betriebsgenehmigung jetzt zustimmen, weil der sichere Betrieb des Reaktors mit Untersuchungen jetzt nachgewiesen worden sei. Diese hatte das bayerische Umweltministerium der Bundesaufsicht im Februar 2003 vorgelegt. Die Untersuchungen zum Ausschluß einer „Dampfexplosion“ und zu „Reaktivitätsstörfällen“ waren von der Bundesaufsicht ein Jahr zuvor in Bayern angefordert worden. ●

## Buchmarkt

### Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin 2002

Die „Richtlinien Strahlenschutz in der Medizin“ bis 1999 waren Standardlektüre für Nuklearmediziner, Strahlentherapeuten, Medizinphysik-Experten und Vertreter zuständiger Behörden. Zuständig für diese Texte ist seit 1986 das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Grundlage der Texte sind die jeweils geltenden Strahlenschutz- und Röntgenverordnungen. „Rechtsverordnungen sind wegen der den Juristen eigenen Sprache und Denkungsweise für Ärzte, Medizinphysik-Experten und ärztliches Personal schwer zugänglich. Sie bedürfen deshalb der Einführung und Erläuterung, um die Bestimmungen verständlich und für die tägliche Arbeit anwendbar zu machen“, wird der Zweck der

Der EURATOM-Vertrag wurde vor 45 Jahren als einer der Gründungsverträge der späteren EU zur Förderung der Kernenergie verabschiedet und ist seit seinem Inkrafttreten unverändert geblieben. Sowohl die nationalen Parlamente als auch das Europäische Parlament sind bei allen Entscheidungsabläufen hinsichtlich dieses Vertrages ausgeschlossen. Zudem enthält der Vertrag keinerlei Bestimmungen zur Anlagensicherheit, Entsorgung und Endlagerung oder zu Bauweise und Betrieb von Atomanlagen. Die Umweltverbände sind sich einig, daß dieses Sondervertrags-Kapitel eines atomar-fossilen Zeitalters umgehend geschlossen werden müsse.

Getragen wird die Protestaktion vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), dem Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz (BBU), dem Deutschen Naturschutzring (DNR), Eurosolar, dem Forum Umwelt und Entwicklung (FUE), Germanwatch, Greenpeace, der Grünen Liga, dem Naturschutzbund (NABU), Robin Wood, urgewald und dem WWF. Weitere Informationen sowie eine Vorlage für die Protest-Mail stehen auf den Internetseiten der beteiligten Verbände, zum Beispiel unter <http://www.robinwood.de>. ●

## Atomwirtschaft

### Ein neues Atomkraftwerk lohnt sich nicht

#### Stromkonzerne verwerfen Finnlands Plan, einen neuen Atomreaktor zu bauen

In sechs Jahren sollte eigentlich ein fünfter Atomreaktor in Finnland ans Netz gehen, europaweit bisher der einzige geplante AKW-Neubau im neuen Jahrtausend. So hatte es

im vorigen Jahr eine knappe Mehrheit im finnischen Parlament gewollt. Die Grünen hatten unter Protest die damalige Regierungskoalition des sozialdemokratischen Ministerpräsidenten Paavo Lipponen verlassen. Im Herbst 2003 sollten nun die Bauaufträge vergeben werden. Mehrere Angebote werden gerade geprüft. Doch nun hat die Stromwirtschaft nachgerechnet und ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß der Bau auch bei den derzeit rekordverdächtigen Strompreisen in Nordeuropa wirtschaftlich nicht lohnt. Das berichtete Reinhard Wolff im Online-Dienst der Tageszeitung *taz*.

Lars G. Josefsson, Chef des schwedisch-deutschen Strommultis Vattenfall, gab demnach dem Projekt bei einem Besuch in Finnland im April 2003 keine Chance: Auf absehbare Zeit gebe es keinen Bedarf, „überhaupt in ein großes Kraftwerk in diesem Teil Europas zu investieren“. Und in einen teuren Atomreaktor schon gar nicht. Möglicherweise sehe es in 20 oder 30 Jahren anders aus. Es ergebe aber keinen Sinn, „ein Problem ein Jahrzehnt zu früh lösen zu wollen“. Einen AKW-Neubau scheint Josefsson aus wirtschaftlichen Gründen auch auf längere Sicht ausschließen zu wollen: Glaube man, so wie er, an den Markt, werde es weder bedeutsame Kapazitätsengpässe noch Strompreissteigerungen in einer Größenordnung geben, die einen solchen Bau profitabel machen würden.

Auch beim finnischen Stromkonzern Fortum, Miteigentümer von Teollisuuden Voima, dem Unternehmen, das formal den Bau eines fünften Atomreaktors beantragt hatte, hat man offenbar kalte Füße bekommen. „Strom aus Kernkraft zu erzeugen muß ja ein lohnendes Geschäft sein“, so Fortum-Chef Mikael Lilius, doch es sei derzeit „keine Kalkulation aufzustellen, die aufgeht.“ Bei Fortum habe

man ausgerechnet, daß sich die Strompreise dauerhaft auf dem rekordhohen Niveau bewegen müßten, das zeitweise im zu Ende gegangenen Winter herrschte. Ein endgültiges Urteil könne man zwar erst fällen, wenn die Offerten der Baukonsortien geprüft seien und man die voraussichtlichen Investitionskosten besser abschätzen könne. Aber man sei natürlich nur bereit, in ein solches Projekt zu investieren, wenn sich das Ganze als lohnend erweise.

Rund 2,5 Milliarden Euro sollte der Reaktorneubau kosten, mit dessen Produktion sich der Anteil von Atomstrom in Finnland von 29 auf 36 Prozent erhöht hätte. Im Moment spricht aber viel dafür, daß Finnlands Alleingang in Sachen Atomkraft – „die große Ausnahme in Westeuropa“, wie David Kyd von der Internationalen Atomenergie Agentur (IAEA) ihn nannte – wenn schon nicht gleich zu den Akten gelegt, dann doch erst einmal auf die lange Bank geschoben wird. ●

## Schwache Röntgenstrahlung

### Berichtigung

In der vorigen Ausgabe Nr. 392-393 berichtete Strahlentelex auf den Seiten 6 und 7 von der Studie der beiden Homburger Biophysiker Kai Rothkamm und Markus Löbrich über die Wirkung schwacher Röntgenstrahlung. Dabei wurde der Nachname von Herrn Rothkamm falsch geschrieben. Die Redaktion bitet dafür um Entschuldigung. Er lautet so wie hier angegeben. Ergänzender Hinweis: Der Originalbericht von Rothkamm und Löbrich wurde veröffentlicht in den Proceedings of the National Academy of Sciences der USA vom 29. April 2003: Proc Natl Acad Sci USA 2003 Apr 29;100(9): 5057-62. ●

## Mammographie

### Keinen Überlebensvorteil durch Früherkennung von Brustkrebs gefunden

Aktuelle Metaanalysen lassen bezweifeln, daß die Durchführung eines generellen Mammographiescreenings zu einem Überlebensvorteil der Patientinnen führt. Dies veranlaßte Dr.med. Wolfgang Janni von der I. Frauenklinik am Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München und Kollegen zu überprüfen, ob Bestrebungen zur Krebsfrüherkennung in den 80er Jahren Einfluß auf die durchschnittliche diagnostizierte Tumorgroße bei Primärdiagnose und auf die Überlebensprognose hatten. Die Ergebnisse wurden jetzt in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift veröffentlicht.

Demnach waren zwischen 1981 und 1990 an der I. Frauenklinik in München und an der Frauenklinik in Berlin-Charlottenburg 1.656 Patientinnen (Altersdurchschnitt 56,6 Jahre) mit einem primären Mammakarzinom operiert und im Mittel 63 Monate nachbeobachtet worden. Rückblickend wurde die durchschnittliche Tumorgroße bei Primäroperation und die Überlebensprognose der Patientinnen in den Behandlungszeiträumen 1981-1985 (n=849) und 1986-1990 (n=807) verglichen.

Beide Gruppen unterschieden sich der Studie zufolge nicht in der Altersverteilung (=0,77) und nicht im axillären Lymphknotenstatus (p=0,14). Während des betrachteten Untersuchungszeitraumes war eine kontinuierliche Abnahme der Tumorgroße bei der Erstdiagnose festzustellen. Die durchschnittliche Tumor-