

# Strahlentelex

## mit ElektromogReport

Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

ISSN 0931-4288

[www.strahlentelex.de](http://www.strahlentelex.de)

Nr. 586-587 / 25. Jahrgang, 2. Juni 2011

### Epidemiologie:

Die neue COMARE-Studie aus Großbritannien steht keineswegs im Gegensatz zu den Befunden aus Deutschland, die ein erhöhtes Leukämierisiko in der Umgebung von Atomkraftwerken aufzeigten. Ein Kommentar von Alfred Körblein.

Seite 3

### Strahlenfolgen:

Glaubenssätze und die theoretischen Modelle, die sie stützen, übertrumpfen im Zusammenspiel mit handfesten Interessen die Beobachtung. Derart an der Atomenergie festzuhalten ist jedoch leichtfertige Realitätsverweigerung. Ein Kommentar von Rudi H. Nussbaum.

Seite 4

### Fukushima / Japan:

In den Reaktoren 1, 2 und 3 des Atomkraftwerks Fukushima Dai-ichi ist es bereits in den ersten Tagen nach dem Erdbeben vom 11. März 2011 zu weitgehenden Kernschmelzen gekommen. Das gab die Betreiberfirma Tepco inzwischen zu.

Seite 5

### Fukushima / Japan:

Die Veröffentlichungen von Nahrungsmittelmessungen in Japan lassen Zweifel an ihrer Zuverlässigkeit aufkommen. Sie sollen offenbar nur der Beruhigung der Bevölkerung dienen. Deshalb sollten Bürgerinitiativen in Japan selbständig messen.

Seite 7

## Strahlenfolgen

### Die epigenetische Revolution in der Strahlenbiologie

#### Heutige Lehren aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl

Daß die zusätzliche Strahlendosis sich lediglich im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite bewege, wird gern angeführt, um unliebsame epidemiologische Beobachtungen nach Katastrophen wie der von Tschernobyl oder in der Umgebung von Kernkraftwerken im Normalbetrieb abzuwehren und künftige Schäden,

jetzt zum Beispiel nach Fukushima, zu bestreiten. Nach dem Muster, daß nicht sein kann, was nicht sein darf, wird argumentiert, die beobachteten oder (im Falle von Fukushima) zu erwartenden Schäden könnten jedenfalls nicht durch Strahlung verursacht sein, denn die Dosis sei viel zu gering. Zudem fehle jede

plausible ätiologische Erklärung. Das Dosisargument gilt jedoch nur, wenn man die Strahlendosen über größere Gebiete und längere Zeiträume zusammenfaßt und dabei örtliche sowie kurzzeitige deutliche Dosisspitzen heruntermittelt. Und zur Erklärung der beobachteten Effekte beschreiben jetzt der Berliner Humangenetiker Karl Sperling sowie der Mathematiker Hagen Scherb aus Neuherberg in einem Beitrag im Mai-Heft 2011 der Naturwissenschaftlichen Rundschau das Prinzip der medizinisch-(epi)genetischen Strahlenwirkung.

Auf der Grundlage eindeutig dokumentierter cytogenetischer Diagnosen im früheren West-Berlin belegte Sperling, daß es neun Monate nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl zu einer nicht durch Zufall erklärbaren Häufung von Trisomie 21-Fällen gekommen ist und zwar überwiegend durch Neumutation. Scherb zeigte zudem eine deutliche Verschiebung des

Geschlechtsverhältnisses zu Lasten weiblicher Neugeborener. Ähnliche Beobachtungen wurden in den von radioaktivem Fallout besonders betroffenen Gebieten Süddeutschlands und in Weißrußland gemacht. Zudem kam es in vielen Ländern Europas zu einer deutlichen Zunahme von Totgeburten und Fehlbildungen.

#### Das epigenetische Konzept

Erklärt werden können jetzt solche Auffälligkeiten mit dem in den letzten Jahren entwickelten epigenetischen Konzept. Meinte man bisher, mit dem genetischen Code der DNA sei im wesentlichen alles geregelt und seien alle Entwicklungsschritte festgeschrieben, so muß man nun erkennen, daß die Gene noch einer übergeordneten Regulierung unterliegen. Epigenetische Effekte spielen bei niedrigen Strahlendosen eine wesentliche Rolle und führen dazu, die Annahme eines linearen Dosis-Effekt-Bezugs

Strahlentelex, Th. Dersee, Waldstr. 49, 15566 Schöneiche b. Bln.  
Postvertriebsstück, DPAG, „Entgelt bezahlt“ A 10161 E

der Strahlenwirkung infrage zu stellen, erklären Sperling und Scherb. Epigenetische Prozesse seien entscheidend für das normale Entwicklungsgeschehen. Zu verstehen sind darunter Vorgänge, „die zur stabilen Modifikation der DNA führen, ohne allerdings deren Sequenz zu verändern“. Die Wirkung besteht in einer Änderung der Biosynthese spezifischer Genprodukte (Genexpression), die an Tochterzellen weitergegeben wird. Die wichtigsten Prozesse hierbei, erklären Sperling und Scherb, sind die DNA-Methylierung und die Modifikation DNA-bindender Proteine (Histone), die sich auf die Konformation des Chromatins und damit die Transkription der Gene sowie auf die vielen regulatorisch wirkenden mikro-RNA-Gene auswirken. Die Methylierungsmuster und Histonmodifikationen können durch vielfältige Umweltfaktoren – ionisierende Strahlung eingeschlossen – beeinflusst werden.

So werden in der Frühphase der Embryonalentwicklung bestimmte Gene durch Methylierung abgeschaltet. Es kommt auch zu einer unterschiedlichen Prägung (Imprinting) des mütterlichen und des väterlichen Genoms in der befruchteten Eizelle, wobei die betreffenden väterlichen Gene bevorzugt die Entwicklung des extraembryonalen Gewebes steuern und die mütterlichen die des eigentlichen Embryos. Insbesondere auch die Gene des X-Chromosoms unterliegen epigenetischen Vorgängen, die bereits von Natur aus sehr empfindlich sind und deshalb für Störungen besonders anfällig.

Inzwischen, so Sperling und Scherb, ist gut belegt, daß niedrige Dosen ionisierender Strahlung *in vitro* und *in vivo* derartige Prozesse beeinflussen. Sie können die Physiologie und den Stoffwechsel der betroffenen Menschen verändern und das Risiko für Al-

terskrankheiten erhöhen. Sie können auch zu „genomischer Instabilität“ führen und sich so auf das Krebsrisiko auch der Nachkommen auswirken. Im Vergleich zu Mutationen werden epigenetische Veränderungen bereits durch wesentlich geringere Strahlendosen ausgelöst. Die Autoren zeigen, daß sich die unerwarteten epidemiologischen Befunde nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl hierdurch erklären lassen.

Die Zunahme von Chromosomenanomalien wie der Trisomie 21 sowohl in Deutschland als auch zum Beispiel in Weißrussland (Belarus) läßt sich demnach als Folge der Inhalation von Radionukliden direkt nach dem Unfall erklären, insbesondere der Inhalation des relativ kurzlebigen Jod-131. Dies erklärt auch, weshalb sich unter den Nachkommen der Atombombenopfer von Hiroshima und Nagasaki keine Zunahme von Chromosomenanomalien fand: Diese Kinder wurden erst wesentlich später gezeugt. Zudem konnten erst ab den 1960er Jahren überhaupt in größerem Umfang Chromosomenanalysen durchgeführt werden.

Der Zeitraum um die Zeugung herum ist nicht nur besonders anfällig für die Erzeugung von Chromosomenanomalien, sondern auch für eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Beim Jungen stammt das X-Chromosom von der Mutter und nur Mädchen haben auch ein X-Chromosom vom Vater. Das väterliche X-Chromosom unterliegt bereits in der Spermio-genese dem Imprinting, führen Sperling und Scherb aus, und bleibt im frühen Entwicklungsstadium im extraembryonalen Gewebe zunächst inaktiviert, was in der inneren Zellmasse des späteren Embryos aber wieder rückgängig gemacht wird, wobei es anschließend zu einer zufälligen Inaktivierung des väterlichen oder mütterlichen X-Chromosoms kommt.

Wird dieser Vorgang der Inaktivierung des väterlichen X-Chromosoms gestört oder geht es sogar komplett verloren, so wirkt sich dies deshalb nur auf weibliche Embryonen nachteilig aus. Scherbs Untersuchungen zeigen, daß in Europa und in den USA vor und nach den oberirdischen Atomwaffentests entsprechende Trendstörungen vorlagen und sogar in der Nähe von Kernkraftwerken beobachtet wurden. Und nach Tschernobyl äußerte sich der Rückgang weiblicher Neugeborener als ein entsprechender Sprung im Geschlechtsverhältnis von 1986 zu 1987 in den Ländern Europas, die dem Tschernobyl-Fallout ausgesetzt waren, wobei sogar ein Dosis-Effekt-Bezug erkennbar ist. Für das stärker vom Tschernobyl-Fallout betroffene Bayern ist dieser Effekt sogar bereits im Januar 1987 nachweisbar, genau neun Monate, nachdem die radioaktiven Wolken Deutschland durchquerten (A. Körblein, Strahlentelex 24/556, S.7-10 (2010)). Erst ab dem Jahr 2000 beginnt das Geschlechtsverhältnis sich wieder dem ursprünglichen Wert anzugleichen. Insgesamt könnten in diesem Zeitraum in Europa und Teilen Asiens circa 400.000 weniger Mädchen geboren worden sein, kalkulieren die Autoren. Die Belastung der Väter mit ionisierender Strahlung sei das bestbelegte Beispiel für eine Veränderung des Geschlechtsverhältnisses durch äußere Schadwirkungen.

In entsprechender Weise liefern Sperling und Scherb auch die biologische Erklärung für die Zunahme der Totgeburten und Fehlbildungen, speziell Spaltbildungen wie Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und Neuralrohrdefekte: Als Folge einer chromosomalen oder epigenetischen Störung ist die Zellteilungsrate und damit die Zahl der Zellen verringert, die zur Schließung der normalen embryonal angelegten Spalten notwendig wären. In diesem

Sinne wird auch die langsamere Entwicklung weiblicher Embryonen und die größere Häufigkeit von Neuralrohrdefekten bei ihnen mit fehlerhafter X-Inaktivierung erklärt. Damit, so Sperling und Scherb, gibt es hinsichtlich des Mechanismus auch hier eine direkte Verbindung zwischen niedrigen Strahlendosen, der Zellproliferation und solchen angeborenen Fehlbildungen sowie vermutlich auch der vermehrten Fälle von Krebs bei Kindern.

Die traditionelle Erklärung für die Krebsentstehung besagt, daß in den meisten Fällen mehrere somatische Mutationen in Verbindung mit der klonalen Vermehrung derjenigen Zellen hierfür verantwortlich sind, die einen Selektionsvorteil aufweisen, schreiben Sperling und Scherb. Gestützt auf die alten Daten aus Japan habe man häufig den Nachweis zusätzlicher Krebserkrankungen als Folge der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl zunächst ausschließen wollen. Der starke Anstieg kindlicher Schilddrüsentumore in den höher durch den Fallout belasteten Gebieten entlarvte dies jedoch als bloße Wunschvorstellung. Die kurze Zeitspanne des Auftretens der Tumore nach der Belastung mit Radiojod und ihr anderes morphologische Erscheinungsbild im Vergleich zu anderen strahleninduzierten Formen, ließen zudem Zweifel aufkommen, ob somatische Mutationen hierfür als Erklärung ausreichen. Tatsächlich, so die Autoren, wird heute epigenetischen Veränderungen als einem frühen Schritt in der Krebsentstehung eine große Bedeutung beigemessen. Solche Veränderungen treten wesentlich häufiger als Mutationen auf, können zum Beispiel durch Beeinträchtigungen der DNA-Reparatur eine allgemeine Chromosomeninstabilität herbeiführen und dadurch auch das Krebsrisiko bei den Nachkommen erhöhen.

Es handele sich bei solchen Störungen epigenetischer Abläufe um den Zeugungszeitpunkt herum also nicht um stochastische Effekte entsprechend der „Treffertheorie“, die keinen Schwellenwert kennt, sondern um deterministische Effekte durch Be-

strahlung von Feten im Mutterleib, betonen die Autoren. Allerdings mit einem wichtigen Unterschied: Angesichts der großen natürlichen Fehleranfälligkeit dieser Prozesse zum Zeitpunkt der Konzeption sind sie auch besonders störungsfähig gegenüber äußeren

schädigenden Einflüssen wie ionisierender Strahlung. Die dafür nötigen sehr niedrigen Strahlendosen sind also nicht mit den sehr hohen Dosen zu vergleichen, bei denen sonst deterministische Strahlenschäden auftreten.

Hagen Scherb, Karl Sperling: Heutige Lehren aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl. Naturw. Rdsch., 64. Jg., Heft 5, 2011, S.229-239. [www.naturwissenschaftliche-rundschau.de/navigation/dokumente/NR\\_5\\_2011\\_H\\_B\\_Scherb.pdf](http://www.naturwissenschaftliche-rundschau.de/navigation/dokumente/NR_5_2011_H_B_Scherb.pdf) ●

## Epidemiologie

# Doch kein Leukämierisiko in AKW-Umgebung?

## Kommentar zur neuen COMARE-Studie

von Alfred Körblein

In der Online-Ausgabe des Deutschen Ärzteblatts vom 9. Mai 2011 [1] wurde unter der Überschrift „kein Leukämierisiko in der AKW-Umgebung“ auf die Ergebnisse einer neuen Studie aus Großbritannien hingewiesen, dem 14. Report des Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment (COMARE), welche die Frage untersuchte, ob die Leukämieraten bei Kleinkindern um britische Kernkraftwerke erhöht sind [2]. Sie war nach Veröffentlichung der deutschen KiKK-Studie in Auftrag gegeben worden. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass das Leukämierisiko für Kinder in der Umgebung britischer Kernkraftwerke extrem klein, wenn nicht gar Null sei.

In der britischen Studie, einer sogenannten ökologischen Studie, wurde die Leukämierate im Studiengebiet mit der mittleren Leukämierate in Großbritannien verglichen, also das standardisierte Inzidenzverhältnis (SIR) bestimmt. Das Kernkraftwerk Calder Hall wurde wegen seiner unmittelbaren Nähe zur britischen Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield mit seinem bekannten Leukämiecluster nicht in die Untersuchung einbezogen.

Die Studie findet für Kinder unter 5 Jahren eine nicht signifikante Erhöhung um 22 Prozent bei Leukämien und Non-Hodgkin-Lymphomen im 5-Kilometer-Nahbereich der 13 britischen Kernkraftwerke. Allerdings fällt die Erhöhung nur deshalb so klein aus, weil – anders als bei der KiKK-Studie – neben den Leukämien auch Non-Hodgkin-Lymphome in die Auswertung einbezogen wurden. Die Leukämien allein ergeben im 5-Kilometer-Nahbereich britischer Reaktoren bei Kleinkindern eine um 36 Prozent erhöhte Leukämieinzidenz (Anzahl beobachteter Fälle:  $O=20$ ; Anzahl erwarteter Fälle:  $E=14,74$ ;  $SIR=O/E=1,36$ ;  $p=0,222$ ). Noch deutlicher ist die Erhöhung bei der Untergruppe der akuten lymphatischen Leukämien. Mit  $O=19$  und  $E=12,97$  errechnet sich  $SIR=1,46$  ( $p=0,137$ ).

Für alle Leukämien ist die Erhöhung im Nahbereich zwar nicht signifikant, aber mit 36 Prozent ähnlich groß wie die in Deutschland gefundene Erhöhung um 41 Prozent ( $O=34$ ,  $E=24,09$ ;  $SIR=1,41$ ;  $p=0,066$ ), die sich errechnet, wenn ein vergleichbares Studiendesign verwendet wird [3]. Die Zusammenfassung der beiden Datensätze („gepoolte“ Ana-

lyse) ergibt eine signifikante Erhöhung um 39 Prozent ( $p=0,024$ ).

Die KiKK-Studie war bekanntlich keine ökologische Studie, sondern eine Fall-Kontrollstudie. Bei diesem Studiendesign wird nicht SIR bestimmt, sondern ein relatives Risiko (genauer ein odds ratio). Es wird also untersucht, ob das Leukämierisiko im 5-Kilometer-Nahbereich größer ist als für Entfernungen über 5 Kilometer. Wollte man die Ergebnisse aus Großbritannien mit denen der KiKK-Studie vergleichen, so müsste geprüft werden, ob die Leukämierate für Entfernungen  $r$  kleiner als 5 Kilometer größer ist als für Entfernungen über 5 Kilometer. Das relative Risiko ist dabei der Quotient aus SIR für  $r$  kleiner 5 Kilometer und SIR für  $r$  größer 5 Kilometer.

Mit  $SIR=1,36$  ( $O=20$ ,  $E=14,74$ ) für  $r$  kleiner 5 Kilometer und  $SIR=0,96$  ( $O=389$ ,  $E=406,44$ ) für  $r=5-25$  Kilometer errechnet sich für Leukämien um die britischen Kernkraftwerke ein relatives Risiko von  $RR=1,42$  ( $p=0,173$ , Binominaltest). Die entsprechende Rechnung für Deutschland ergibt  $RR=1,45$  ( $p=0,055$ ). Die relativen Risiken sind also ähnlich hoch. Nach Addition der Zahlen aus beiden Ländern erhält man ein signifikant erhöhtes relatives Risiko von  $RR=1,44$  ( $p=0,016$ ). Damit bestätigen die Daten aus Großbritannien die deutschen Ergebnisse, stehen also keineswegs im Gegensatz zu den Befunden aus Deutschland, wie der Titel des Ärzteblatt-Artikels „kein Leu-

kämierisiko in der AKW-Umgebung“ glauben macht.

1. <http://www.aerzteblatt.de/v4/news/news.asp?id=45757>
2. [http://www.comare.org.uk/press\\_releases/documents/COMARE14report.pdf](http://www.comare.org.uk/press_releases/documents/COMARE14report.pdf)
3. Kaatsch P, Spix C, Jung I, Blettner M. Childhood leukemia in the vicinity of nuclear power plants in Germany. Dtsch Arztebl Int. 2008 Oct;105(42):725-32. 2008 Oct 17. ●

## Berichtigung

## Risikokalkulation

In der vorigen Ausgabe des Strahlentelex (Nr. 584-585 vom 5. Mai 2011) hieß es auf der Seite 5, 1. Absatz, letzter Satz, ein Grenzwert von 0,3 Millisievert jährlich werde nur dann für Erwachsene nicht überschritten, wenn nicht mehr als 0,15 Prozent Nahrungsmittel mit Radionuklidbelastungen bis zu den geltenden Grenzwerten verzehrt würden. Das ist etwas zu streng und wir bitten, das Versehen zu entschuldigen. Rechnerisch ergeben sich tatsächlich 0,9 Prozent und der Satz muß richtig heißen: Er würde zum Beispiel für Erwachsene nur dann nicht überschritten, wenn nicht mehr als **0,9** Prozent derartige Nahrungsmittel verzehrt würden. ●